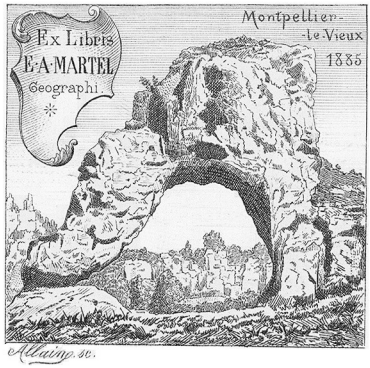



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# PRÉCIS ELEMENTAIRE

DE

# GÉOLOGIE,

PAR

J. J. D'OMALIUS D'HALLOY.

PARIS,

ARTHUS BERTRAND, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE,

23, RUE HAUTEFEUILLE.

1843

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## OBSERVATION PRÉLIMINAIRE.

L'accueil que l'on a bien voulu faire à mes *Éléments de géologie* m'avait porté à y joindre, sous le titre d'*Introduction*, des notions de minéralogie, de météorologie et d'astronomie, afin de présenter, dans un cadre systématique, l'ensemble des notions générales sur le globe terrestre; mais, quelque abrégés que soient ces deux ouvrages, l'expérience a prouvé que le second est beaucoup plus étendu que ne le comportent les goûts des personnes qui étudient maintenant les sciences naturelles; car, quoique ma géognosie ne soit, en quelque manière, susceptible d'être comprise que par ceux qui connaissent la valeur que je donne aux termes minéralogiques, cette partie de mon travail a été imprimée quatre fois, tandis que la minéralogie ne l'a été que deux fois. J'ai cru, en conséquence, qu'il pourrait être avantageux pour les jeunes gens que je réduisisse ma minéralogie aux notions générales nécessaires à l'étude de la géognosie, ou, en d'autres termes, que j'en retranchasse la description de cette foule de petites espèces qui, à cause de leur rareté et de leurs propriétés, ne sont d'aucune applica-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tion ni pour la géognosie, ni pour l'industrie. D'un autre côté, j'ai pensé qu'en ne reproduisant de l'astronomie que quelques passages nécessaires à la connaissance de certaines propriétés du globe terrestre, j'aurais l'avantage de pouvoir faire entrer l'ensemble de ce travail dans un seul volume et de le faire concorder avec l'extension que je donne maintenant à la géologie dans ma classification des connaissances humaines. Dans ce même but de restreindre les deux volumes en un, j'ai cru devoir également réduire dans ma géognosie le nombre des descriptions de contrées données comme exemple de terrains, ce qui m'a paru présenter d'autant moins d'inconvénients que les personnes qui étudient la géologie se procurent ordinairement la description particulière des contrées qu'elles habitent ou qu'elles veulent parcourir, et qu'en outre une grande partie de ces descriptions retranchées se retrouvent dans un opuscule que j'ai publié en 1842, sous le titre de *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*. Enfin je n'ai pas reproduit toutes les notes par lesquelles j'avais cherché à justifier des innovations ou le choix entre des opinions contradictoires, d'abord parce que plusieurs de ces notes sont devenues à peu près inutiles, les principes qu'elles cherchaient à faire prévaloir étant plus généralement adoptés, et, en second lieu, parce que ces notes n'étant point destinées aux commençants, les personnes qui pourraient avoir quelques motifs de les consulter se trouvent probablement en possession de l'une des éditions des *Eléments de géologie* et de l'*Introduction à la géo-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*logie*. Du reste, j'ai conservé à la géogénie le développement qu'elle a dans ces ouvrages, et, outre que j'ai mis la géographie et la géognosie au courant de l'état actuel de la science, autant du moins que la chose était en mon pouvoir, je me flatte que, comme ouvrage élémentaire, ces deux branches de sciences sont reproduites ici avec les mêmes titres à l'indulgence du public.

Il est inutile que je répète ce que j'ai déjà dit à l'occasion de ces ouvrages, sur les motifs qui m'ont porté à ne citer des noms propres qu'autant que ces citations étaient nécessaires au sujet, ou lorsqu'il s'agissait de faits plus ou moins douteux et d'idées plus ou moins hasardées qui doivent demeurer sous la responsabilité de leurs auteurs; de sorte que les personnes qui voient figurer dans cet ouvrage leurs découvertes ou leurs idées, sans l'indication de leurs noms, doivent être convaincues que, bien loin de vouloir diminuer le mérite des services qu'elles ont rendus à la science, mon silence vient seulement de ce que je regarde ces découvertes comme des faits évidents et ces opinions comme étant généralement admises.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## FAUTES ESSENTIELLES A CORRIGER.

Page 5, ligne 25, *au lieu de* un aplatissement de 305° de diamètre, *lisez* un aplatissement du 305e du diamètre.

— 117, — 15, — $\dot{M}n^3\ddot{S}i$, *lisez* $\dot{M}n^3\ddot{S}i$.

— 190, — 29, — phytaires, *lisez* biaires.

— 205, — 13, — $H^5$, *lisez* Hg.

— 227, — 15, — $\ddot{M}n\dot{H}$, *lisez* $\ddot{M}n$, $\dot{A}l$, $\dot{H}$.

— 229, — 23, — $Ce\ Fe^5 + G^2O^5H^2O^2$, *lisez* $Ce\ F + \ddot{C}e\ H$.

— *id.*, — 25, — Ællanite, *lisez* Allanite.

— *id.*, — 31, — Cérite, *lisez* Cérérite.

— 310, — 4 et 5, — $(PC\ Cl^2, ba\ F^2) + 3\ (Pb, \dot{C}a)^3\ \ddot{P}$, *lisez* $(Pb\ Cl^2, Ba\ F^2) + 3\ (\dot{P}b, \dot{C}a)^5\ \ddot{P}$.

— 576, — 34, — et clair est calme, *lisez* est clair et calme.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE

# GÉOLOGIE.

## INTRODUCTION.

1. **Plan.** — Pour que l'on puisse se rendre raison de la nature des matières qui seront traitées dans ce volume et de leur disposition, il est nécessaire que nous donnions une idée de la manière dont nous concevons la classification des connaissances humaines, et, quoique nous supposions que le lecteur ait étudié les sciences indiquées dans cette classification comme précédant la géologie, nous croyons convenable de rappeler sommairement quelques-unes des notions d'astronomie qui se lient le plus intimement avec la géologie.

### SECTION I.

*De la classification des connaissances humaines en général et des sciences naturelles en particulier.*

2. **Division en cinq branches.** — Les connaissances humaines peuvent être considérées comme ayant cinq buts principaux, savoir :

1° Calculer le nombre, les dimensions, la force, le mouvement ou la valeur des choses : ce sont les *sciences mathématiques ;*

2° Connaître les phénomènes et les corps de la nature : ce sont les *sciences naturelles ;*



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

3° Appliquer la connaissance de la nature et du calcul à l'avantage ou au plaisir de l'homme : ce sont les *arts ;*

4° Connaître l'état et les actes des sociétés humaines et établir des règles pour les maintenir et les améliorer : ce sont les *sciences sociales ;*

5° Développer et employer la faculté d'exprimer des idées de manière à augmenter les avantages ou le plaisir que l'homme peut en retirer : c'est la *littérature.*

3. **Subdivision des sciences naturelles.** — Les phénomènes et les corps naturels sont le résultat de diverses forces, dont l'une, nommée *vie*, se distingue par la propriété de produire des corps pourvus de parties appelées organes, d'où ces *corps* sont désignés par l'épithète d'*organiques*, tandis que l'on nomme *corps inorganiques* ou corps bruts les produits des autres *forces* que l'on peut appeler *physiques* par opposition aux dénominations de *forces physiologiques* ou *biologiques* que l'on donne aussi à la vie. Nous distinguons, en conséquence, dans les sciences naturelles, deux grandes divisions, dont l'une a pour objet l'étude des phénomènes et des corps inorganiques, l'autre celle des phénomènes et des corps organiques, d'où nous les désignons par les noms d'*inorganomie* et d'*organomie.*

4. **Subdivision de l'inorganomie.** — On peut aussi subdiviser l'*inorganomie* en deux branches selon qu'elle étudie d'une manière *abstraite* les forces inorganiques en général, ou qu'elle est *appliquée* à faire connaître les propriétés dont jouissent les corps inorganiques en particulier. Chacune de ces branches peut encore se subdiviser en deux sciences spéciales, savoir : la *physique*, qui a pour objet les phénomènes qui ne changent pas sensiblement la nature des corps ; la *chimie*, qui traite des phénomènes qui changent cette nature ; l'*astronomie*, qui s'occupe d'une manière générale des grandes masses qui errent dans l'espace ; et la *géologie*, qui recherche d'une manière plus spéciale, dans celle de ces masses que nous habitons, les propriétés que l'inaccessibilité des autres ne nous permet pas d'y étudier.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## SECTION II.

### *Notions astronomiques.*

5. Ce que nous connaissons de l'**univers** consiste dans un espace immense où se meuvent des masses plus ou moins volumineuses, que l'on nomme *astres*. Le nombre de ces masses et l'étendue de l'espace où elles se trouvent nous paraissent d'autant plus considérables, que les instruments au moyen desquels nous pouvons apercevoir les astres sont plus puissants. Aussi, tandis que les anciens ne connaissaient que quelques centaines d'astres, les astronomes actuels en comptent plusieurs milliers.

6. Les **astres** peuvent être subdivisés en deux classes, selon qu'ils sont *lumineux* par eux-mêmes ou qu'ils sont *éclairés* par la lumière qu'ils reçoivent des autres. On désigne aussi ces deux classes par les dénominations d'*astres fixes* et d'*astres errants*, parce que ces derniers ont des mouvements particuliers très-apparents, tandis que les autres semblent conserver leurs positions relatives, ce qui toutefois n'est qu'un effet de leur excessif éloignement.

Parmi les astres lumineux, l'un se montre à nos yeux comme une masse assez considérable, c'est le *soleil;* tandis que les autres, nommés *étoiles*, ne nous paraissent être que des points plus ou moins brillants, ce qui, de même que l'apparence d'immobilité, est un effet de l'éloignement plus ou moins excessif de ces immenses masses.

Quant aux astres non lumineux par eux-mêmes, on peut les diviser en trois catégories, selon qu'ils décrivent autour du soleil des ellipses à peu près circulaires, ce sont les *planètes;* ou qu'ils se meuvent autour de celles-ci, d'où on les appelle *satellites* des planètes; telle est la *lune* par rapport à la terre; ou, enfin, parce que d'autres, nommés *comètes*, décrivent autour du soleil des courbes si excentriques, que nous les perdons tout à fait de vue dans leur course; de sorte que, sauf un pe-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tit nombre d'exceptions, on n'est pas encore parvenu à calculer la durée de leur révolution.

Les planètes, leurs satellites et les comètes, forment avec le soleil ce que l'on appelle le *système solaire* ou notre *monde;* cependant les orbites de certaines comètes sont tellement excentriques, qu'il ne serait pas impossible qu'il y eût de ces astres qui passassent dans un autre monde, c'est-à-dire, qui parvinssent dans un point de l'espace où l'attraction d'une étoile l'emporterait sur celle du soleil; car il est probable que chaque étoile est, comme notre soleil, le centre d'un monde particulier.

7. Les **planètes** connues jusqu'à présent sont au nombre de onze, dont voici les noms, d'abord dans l'ordre de leur éloignement du soleil, ensuite dans l'ordre de leur volume :

| | |
|---|---|
| Mercure. | Jupiter. |
| Vénus. | Saturne. |
| La terre. | Uranus. |
| Mars. | La terre. |
| Vesta. | Vénus. |
| Junon. | Mars. |
| Cérès. | Mercure. |
| Pallas. | Pallas. |
| Jupiter. | Cérès. |
| Saturne. | Junon. |
| Uranus. | Vesta. |

Indépendamment de leur révolution autour du soleil, les planètes ont un mouvement de rotation sur elles-mêmes qui s'exécute dans le même sens que celui du soleil, et, par conséquent, aussi dans la même direction que leur mouvement de révolution. Ce double mouvement peut être comparé à ce qui se passe dans les toupies avec lesquelles jouent les enfants, qui tournent sur elles-mêmes en même temps qu'elles ont un mouvement progressif qui leur fait décrire des courbes de diverses formes, avec cette différence que les mouvements des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

astres sont réguliers et les ramènent sensiblement à la même position relative par rapport au soleil.

Les planètes sont des masses arrondies dont la forme approche de la figure sphérique, mais qui sont en général aplaties dans le sens de leur axe de rotation et dont les volumes sont tellement différents, que le diamètre moyen de Jupiter est trente-deux fois plus grand que celui de Vesta; aussi cette dernière *planète*, ainsi que Junon, Cérès et Vesta sont-elles nommées *télescopiques*, parce qu'on ne peut les apercevoir à la vue simple, tandis que les autres nous paraissent comme des points lumineux plus ou moins brillants, de même que les étoiles, à l'exception toutefois de la terre sur laquelle nous nous trouvons.

La densité des planètes est aussi très-variable, car on évalue celle de Jupiter à quatorze fois celle de l'eau, tandis que la densité de Saturne ne serait que de la moitié de celle de ce liquide.

8. Les **dimensions de la terre** sont très-difficiles à déterminer avec exactitude, ce qui tient principalement aux irrégularités de sa surface; aussi les opérations qui ont été faites à cet effet sont-elles loin d'être d'accord dans leurs résultats. On a cependant cru pouvoir évaluer l'axe de la terre à 12,712 kilomètres, et son plus grand diamètre à 12,754 kilomètres, ce qui donnerait un diamètre moyen de 12,733 kilomètres, un aplatissement de 305e de diamètre moyen, une surface de 5,099,000 myriamètres carrés et un volume de 1,082,634,000 myriamètres cubes. Mais on ne doit pas considérer ces nombres comme exprimant des quantités rigoureuses, parce que l'on n'a pas encore mesuré directement assez de parties du globe terrestre pour connaître toutes les différences que présente sa forme par rapport à la sphère. Il y a notamment lieu de croire que l'hémisphère austral est plus étendu que l'hémisphère boréal, ce qui n'est pas encore suffisamment constaté.

9. La **densité de la terre** est estimée à 5.48 par rapport à celle de l'eau distillée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

10. Les **mouvements de la terre** donnent lieu aux périodes de temps que l'on appelle *année*, *saison* et *jour;* c'est-à-dire que la révolution de la terre autour du soleil se fait en une année, laquelle se subdivise en quatre saisons qui correspondent à la position de la terre dans les quatre parties de son orbite, déterminées par le croisement des deux axes. Quant au jour, il est le résultat de la rotation de la terre sur elle-même.

11. Le **ciel**, c'est-à-dire l'espace où se trouvent les astres visibles, nous paraît, à cause de la dissémination de ces corps dans l'espace, comme une voûte qui s'élève en forme de calotte au-dessus de la surface de la terre, et sur laquelle les astres seraient attachés. Mais nous pouvons juger aisément que l'apparence de jonction entre cette voûte et la terre est une illusion, puisque, en avançant vers les points où elle semble avoir lieu, nous ne nous en trouvons jamais plus rapprochés, et que l'expérience a prouvé que l'on pouvait faire le tour de la terre sans jamais atteindre le point de jonction, ni même en approcher. Cette observation doit nous porter à admettre que l'apparence d'une voûte est aussi bien une illusion pour les parties au-dessus de nos têtes que pour celles qui semblent toucher à la terre; et on doit être très-disposé à adopter cette opinion, si l'on fait attention que les corps que nous voyons à la surface de la terre nous paraîtraient sur un même plan, si nous n'avions appris à juger de leur position par la diminution de leur grandeur et par la dégradation de leur lumière, à tel point que, quand on représente ces objets sur un tableau avec l'artifice convenable, comme, par exemple, dans le diorama, nous croyons voir devant nous une étendue plus ou moins considérable, tandis qu'il n'y a qu'une étoile.

12. Si nous regardons le ciel pendant un certain temps, surtout pendant la nuit, temps où l'on aperçoit une grande quantité d'astres, que la lumière du soleil empêche de voir pendant le jour, nous remarquerons que la voûte céleste semble animée d'un **mouvement de rotation**, et nous observe-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rons également que, vers l'un de ses pieds, il paraît successivement de nouveaux astres qui semblent sortir de la terre, qui s'élèvent ensuite à une hauteur plus ou moins considérable, et puis redescendent du côté opposé, où ils paraissent rentrer en terre. Si on renouvelle l'observation le lendemain, on reverra les mêmes astres renouveler les mêmes phénomènes à peu près aux mêmes moments. Cette apparition et cette disparition successives d'un astre sont ce qu'on appelle le *lever* et le *coucher* de ces corps, et elles nous portent à croire que la voûte céleste tourne autour de la terre. Cependant, si nous réfléchissons que, quand nous nous trouvons placés sur un bateau qui descend une rivière, nous sommes tentés de nous croire en repos, tandis que les bords de la rivière et les objets qui sont sur ses bords nous semblent en mouvement, nous nous demanderons si la même illusion n'a pas lieu à l'égard des astres, et nous sentirons que ce qui a été dit ci-dessus de la rotation diurne de la terre explique le mouvement apparent de la voûte céleste d'une manière beaucoup plus simple et beaucoup plus naturelle que de faire tourner tous les astres autour de la terre, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un point dans l'espace.

Si nous examinons encore plus attentivement la voûte céleste, nous remarquerons que, tandis que les étoiles conservent leurs positions par rapport les unes aux autres, le soleil, la lune et les planètes occupent successivement des positions différentes par rapport aux étoiles et par rapport les uns aux autres. D'où nous conclurons que ces astres ont des mouvements particuliers indépendants du mouvement général de la voûte, ou, en d'autres termes, de l'illusion occasionnée par le mouvement diurne de la terre. Or, ce que nous avons dit ci-dessus des mouvements des planètes et de la lune annonce que cette apparence est une réalité en ce qui concerne ces astres ; mais que, pour ce qui concerne le soleil, il s'agit encore d'une illusion occasionnée par le mouvement annuel de la terre autour du soleil, mouvement beaucoup plus naturel que celui de cette grande masse autour de la terre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

13. **Sphère céleste.** — On se sert de cette ressemblance du ciel avec une voûte, ainsi que de la manière dont les astres se projettent sur cette voûte et des courbes que leurs mouvements apparents y décrivent, pour l'étude des mouvements réels des astres errants, et pour déterminer la position de ceux qui paraissent fixes, connaissances qui donnent lieu à un grand nombre d'applications extrêmement utiles pour les sciences et la vie civile.

On, suppose à cet effet, que la terre est enveloppée dans une *sphère* concave dont le centre est le même que celui de la terre et qui a pour axe le prolongement de celui sur lequel la terre exécute son mouvement diurne. Les deux points où cet *axe* est censé atteindre la sphère sont appelés *les pôles célestes;* on les distingue en *pôle boréal* ou *arctique*, et en *pôle austràl* ou *antarctique*. Le premier est celui qui se trouve devant, et le second, celui qui se trouve derrière un observateur qui aurait à sa droite le côté de la sphère où se lèvent les astres, côté que l'on nomme *est*, *orient* ou *levant*, et à sa gauche, le côté où les astres se couchent, que l'on appelle *ouest*, *occident* ou *couchant*. Le grand cercle dont toutes les parties passent à une égale distance de chacun des pôles s'appelle *équateur céleste;* les petits cercles que les étoiles semblent décrire parallèlement à l'équateur en vertu du mouvement diurne sont appelés des *parallèles;* le grand cercle que semble décrire le soleil dans son mouvement annuel, et qui coupe obliquement l'équateur, est désigné par le nom d'*écliptique;* les deux parallèles qui passent aux points où l'écliptique est le plus éloignée de l'équateur s'appellent les *tropiques :* celui du nord est le *tropique du Cancer*, et celui du midi le *tropique du Capricorne*. On nomme *cercles polaires* deux autres parallèles passant par les points de la sphère où aboutit l'axe de l'écliptique. Le point du ciel où atteindrait la ligne verticale élevée d'un lieu est le *zénith* de ce lieu, tandis que le *nadir* est le point immédiatement opposé. On appelle *horizon* un grand cercle perpendiculaire à la verticale du lieu où l'on se trouve, de sorte qu'il est censé diviser la sphère en deux parties égales, dont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'une est visible et l'autre invisible pour l'observateur *. Le *méridien* est un autre grand cercle qui passe par le zénith et par les deux pôles, de sorte qu'il divise en deux parties égales les cercles ou arcs de cercles que semblent décrire les astres sur la sphère céleste. Lorsqu'un astre passe à la partie supérieure du méridien, il est à son *point culminant*. Au contraire, il est à son *point le plus bas*, quand il passe à la partie inférieure du méridien ; mais ce dernier passage n'est visible, d'après ce qui vient d'être dit, qu'autant qu'il a lieu au-dessus de l'horizon. Les autres grands cercles qui, comme le méridien, passent par les pôles, s'appellent *cercles horaires* ou *cercles de déclinaisons*.

Pour un observateur placé sur l'équateur, l'horizon passe par les deux pôles, de sorte que le mouvement diurne rend successivement visibles toutes les parties de la sphère céleste, et que l'équateur, ainsi que les parallèles, forment des angles droits avec l'horizon ; d'où l'on dit qu'à l'équateur la *sphère* est *droite*. Mais, à mesure que l'on s'avance vers l'un ou l'autre des deux pôles, on voit ce pôle s'élever au-dessus de l'horizon, tandis que l'autre s'enfonce d'une quantité égale au-dessous de ce cercle. Il résulte de cette disposition que l'équateur et ses parallèles sont placés obliquement par rapport à l'horizon : d'où l'on dit qu'entre l'équateur et les pôles la *sphère* est *oblique;* il en résulte également que les parallèles qui approchent du pôle, au lieu d'avoir, comme dans la sphère droite, la moitié de leur étendue sous l'horizon, sont constamment au-dessus, de sorte que les astres placés sous ces paral-

* Il est à remarquer cependant que, pour que cette dernière condition ait rationnellement lieu, il faudrait que l'observateur fût placé au centre de la sphère, c'est-à-dire au centre de la terre ; mais, comme la distance de la terre aux étoiles peut être considérée comme infinie par rapport au rayon terrestre, la différence entre l'*horizon sensible* et l'*horizon rationnel* peut être considérée comme insensible dans beaucoup de circonstances.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lèles, au lieu d'avoir un coucher et un lever, demeurent toujours visibles, et que, au lieu de suivre constamment une même direction d'orient en occident, ils semblent, lorsqu'ils ont marché une demi-journée dans ce sens, rétrograder dans le sens contraire.

A mesure que l'on continue à s'avancer vers un pôle, les parties de la sphère qui sont constamment visibles et invisibles augmentent successivement; et si un observateur pouvait parvenir au pôle terrestre, c'est-à-dire au point de la terre où son zénith se confondrait avec le pôle céleste, le mouvement diurne ne lui découvrirait plus aucune partie nouvelle de la sphère, une moitié de celle-ci serait toujours invisible, l'autre moitié serait toujours visible; l'équateur se confondrait avec l'horizon et les parallèles seraient aussi parallèles à l'horizon : d'où l'on dit qu'au pôle la *sphère* est *parallèle*.

14. Nous ne parlerons pas ici de la manière dont on détermine, au moyen de la sphère céleste, la position et le mouvement des astres, mais nous indiquerons le sens de quelques expressions qui sont fréquemment usitées dans le langage astronomique.

Telle est celle de **hauteur du pôle**, qui fait connaître la position de la sphère dans un lieu; car on vient de voir que, pour les observateurs qui avaient l'équateur céleste à leur zénith, les deux pôles étaient dans l'horizon; mais que, aussitôt que l'on s'avançait vers l'un des pôles, on voyait successivement ce pôle s'élever, de manière à former avec l'horizon un angle qui devient successivement plus ouvert jusqu'à ce qu'il forme un angle droit pour l'observateur qui serait au pôle. Or, c'est cet angle que l'on désigne par le nom de hauteur du pôle *.

---

* La figure 1re, pl. Ire peut donner une idée de la sphère céleste oblique et de la hauteur du pôle. PP′ représente les pôles et l'axe de la sphère, EE′ son équateur, GK l'écliptique, GG′, KK′ les tropiques, LL′, MM′ les cercles polaires de la sphère, HH′ l'horizon, Z le zénith et N le nadir

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

15. On entend de même par **hauteur d'un astre** l'arc de sphère qui s'étend de l'horizon à cet astre : cependant les astres n'occupant pas, comme le pôle, un point fixe, la détermination de leur hauteur n'indique que leur position temporaire par rapport à un observateur, et non leur véritable position dans la sphère céleste ; mais cette position est déterminée par deux éléments appelés **déclinaison** et **ascension droite**. Le premier est la distance de l'astre à l'équateur, c'est-à-dire l'arc d'un grand cercle perpendiculaire à l'équateur compris entre ce dernier et l'astre, d'où l'on voit que la *déclinaison* est *boréale* ou *australe*, selon que l'astre est au nord ou au sud de l'équateur. L'ascension droite est la portion ou arc de l'équateur compris entre un point déterminé de ce cercle et le méridien de l'astre. On prend pour point de départ, à cet effet, l'intersection de l'équateur avec la partie supérieure de l'écliptique, d'où l'on compte la distance en allant de l'ouest à l'est, c'est-à-dire en sens contraire du mouvement diurne *. Lorsque l'on connaît la déclinaison et l'ascension droite de deux astres, il est facile de calculer leur plus

---

d'un observateur placé sur la terre T ; d'où il est facile de voir que la hauteur du pôle pour cet observateur est l'angle PTH′, lequel est le complément de la distance du pôle au zénith, puisque le zénith et l'horizon font un angle de 90 degrés.

* La figure 2e, pl. Ire peut servir à donner une idée de ce que l'on entend par la déclinaison et l'ascension droite d'un astre : soient PQP′ le méridien d'un astre Q, EIE′Υ l'équateur, GK′ le plan de l'écliptique, QI sera la déclinaison, ΥEI l'ascension droite dudit astre Q, lesquelles seront respectivement mesurées par les angles QTI, ITΥ.

On peut comparer la déclinaison et l'ascension droite à ce que l'on appelle latitude et longitude en géographie ; mais il faut éviter de les confondre avec ce que l'on nomme en astronomie *latitude* et *longitude d'un astre*, lesquelles sont également des coordonnées qui servent à déterminer la position d'un astre. La première est un arc de cercle abaissé perpendiculairement de l'astre sur l'écliptique ; la seconde est l'arc de celle-ci depuis l'intersection mentionnée ci-dessus jusqu'au point où at-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

courte distance sur la sphère céleste, c'est-à-dire, l'arc de grand cercle compris entre eux. On enchaîne de cette manière les étoiles les unes aux autres par des triangles sphériques qui, fixant leur position respective, forment une *carte du ciel.*

16. **Causes du mouvement des astres.** — L'étude des mouvements des astres composant notre système solaire a fait connaître que ces mouvements ont lieu d'après les lois de la pesanteur; de sorte que, si l'on suppose que ces corps ont reçu une impulsion dans le sens de leur mouvement actuel, on explique de la manière la plus satisfaisante toutes les circonstances de ces mouvements. D'un autre côté, si l'on fait attention que les planètes se meuvent autour du soleil dans le même sens; que les satellites se meuvent aussi dans le même sens autour de leurs planètes; que tous ces astres décrivent des orbites à peu près circulaires dont les plans s'écartent très-peu de celui de l'équateur du soleil; qu'ils ont tous, ainsi que le soleil, un mouvement de rotation dans le même sens que celui de leur révolution, et qu'enfin la rotation des satellites, du moins de ceux que l'on peut observer, est combinée de manière à ce qu'ils présentent constamment la même face à leur planète, on demeure convaincu que de semblables phénomènes ne peuvent être l'effet du hasard et que le mouvement de tous ces astres est dû à une même impulsion qui leur a été communiquée en même temps. Mais là s'arrêtent les résultats de nos observations; et, si le génie de l'homme est parvenu à connaître les lois d'après lesquelles les astres se meuvent, et à savoir que la force qui maintient ces immenses masses dans leur orbite est la même qui nous retient à la surface de la terre, il est un terme où nous

---

teint la perpendiculaire qui mesure la latitude. D'où l'on voit que les latitudes et les longitudes astronomiques diffèrent des déclinaisons et des ascensions droites, ainsi que des latitudes et des longitudes géographiques, parce qu'elles se rapportent à l'écliptique, tandis que les dernières se rapportent à l'équateur.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

devons reconnaître notre insuffisance. En effet, de même que le zoologiste est obligé de convenir que, malgré toutes les recherches de la physiologie, l'étude de la nature ne lui donne aucun moyen de connaître la cause de la vie, c'est-à-dire du mouvement qui anime les animaux, l'astronome doit convenir que la physique ne lui donne, non plus, aucun moyen de connaître la cause du mouvement qui anime les astres. Aussi toutes recherches que l'on a faites sur la cause de l'impulsion que nous venons de signaler, ainsi que sur l'origine des astres, n'ont-elles conduit qu'à des hypothèses auxquelles on donne ordinairement le nom de *Cosmogonie*, mais qui, n'étant fondées sur aucun fait positif, ne peuvent être considérées comme formant une véritable branche de science.

17. Le célèbre Laplace ayant cependant publié, sur l'**origine des astres**, une hypothèse qui est au moins remarquable par sa simplicité et par la manière dont elle s'accorde avec les faits connus, nous croyons devoir en donner ici une idée. L'auteur suppose, en premier lieu, que le soleil avait primitivement une chaleur beaucoup plus forte que celle qu'il possède actuellement, et qu'alors son atmosphère s'étendait au delà de l'orbite où se meut actuellement la planète la plus éloignée. Le soleil perdant ensuite de sa chaleur, une partie des molécules composant son atmosphère se sont condensées à la surface de l'astre, et, d'après les lois du mouvement, la rotation du soleil a dû augmenter de vitesse à mesure que les molécules se rapprochaient du centre, en même temps que les limites de l'atmosphère, c'est-à-dire le point où la force centrifuge est égale à la pesanteur, ont dû se resserrer. Les molécules de l'atmosphère, qui se trouvaient en dehors du plan de l'équateur, n'étant pas retenues par la force centrifuge, ont suivi le mouvement des limites de l'atmosphère; mais, dans celles qui se trouvaient dans le plan de l'équateur du soleil, la pesanteur étant balancée par la force centrifuge, ces molécules sont demeurées en dehors de l'atmosphère du soleil, et ont continué de circuler autour de cet astre avec leur vitesse précédente, et, par conséquent, avec plus de lenteur que le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mouvement de rotation acquis par le soleil et son atmosphère. Ces zones de matières fluides, successivement abandonnées par l'atmosphère du soleil, ont dû, selon toute vraisemblance, par leur condensation et l'attraction mutuelle de leurs molécules, former divers anneaux concentriques circulant autour du soleil. Si la condensation de ces matières avait pu continuer sans se désunir, elles auraient fini par faire des anneaux liquides ou solides, analogues à ceux de Saturne ; mais on conçoit combien il était difficile que les choses se passassent avec assez de régularité pour atteindre ce but : les anneaux ont donc dû se rompre avant leur consolidation, et, d'après les lois de la mécanique, chaque partie aura pris la forme sphéroïdale avec un mouvement de rotation dans le même sens que celui de l'anneau et en continuant à se mouvoir à la même distance du soleil. Ordinairement, la plus volumineuse de ces parties aura attiré les autres à elle, c'est le cas de toutes les grandes planètes; mais les quatre petites planètes semblent annoncer le cas où les débris d'un anneau ont formé quatre astres particuliers, à moins que l'on ne suppose, avec M. Olbers, que ces quatre masses ont aussi formé une seule planète, qu'une forte explosion a divisée en plusieurs parties animées de vitesses différentes. On conçoit, d'un autre côté, que le refroidissement continuant, les mêmes phénomènes ont dû se passer dans la condensation des masses fluides qui circulaient autour du soleil, ce qui aura donné naissance aux satellites; et, comme les anneaux qui se seront formés dans le plan de l'équateur de ces corps auront été beaucoup plus petits, il y aura eu plus de chances pour leur conservation, ce qui explique l'existence de ceux qui se trouvent autour de Saturne.

Si maintenant nous nous reportons dans les régions des étoiles, nous reconnaîtrons que les astres que l'on a nommés nébuleuses présentent des apparences qui semblent se rapporter avec les différents états où l'on suppose qu'a passé notre système solaire; de sorte que, si l'on peut comparer les étoiles ordinaires à notre soleil dans son état actuel, on pourrait voir, dans les nébuleuses, d'autres masses de matières qui tendent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

à parvenir successivement à cet état en présentant la même série de phénomènes que notre système a subie ; de même que l'on voit dans une forêt des végétaux qui présentent les divers degrés de développement d'une même espèce d'arbres.

D'après cette hypothèse, les comètes seraient originairement étrangères à notre système planétaire, et seraient de petites nébuleuses errant dans l'espace, lesquelles, parvenant accidentellement dans des points où l'attraction du soleil devient prépondérante à celle des autres astres, se seraient trouvées forcées de décrire, autour du soleil, des courbes qui, ne dépendant pas, comme celles des planètes, d'une même cause, ne doivent plus présenter l'espèce d'uniformité et de régularité que l'on remarque dans les mouvements de ces dernières.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## DE LA GÉOLOGIE EN GÉNÉRAL.

18. La géologie ou science de la terre a pour but, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (4), de faire connaître celles des propriétés de cette planète que l'inaccessibilité des autres astres ne nous permet pas d'étudier dans ceux-ci. Cette étude pouvant être envisagée sous cinq points de vue, selon qu'elle s'occupe de la configuration de la surface de la terre, de la nature des matériaux qui la composent, de l'arrangement de ces matériaux, des phénomènes qui se passent dans l'enveloppe gazeuse de la terre et de ceux qui agissent ou qui ont agi depuis les temps les plus reculés sur ses matériaux liquides et solides, nous divisons la géologie en cinq sciences particulières que nous désignons par les noms de *géographie*, de *minéralogie*, de *géognosie*, de *météorologie* et de *géogénie* *, lesquelles vont faire successivement le sujet des cinq livres ci-après.

---

* Une partie des connaissances que je range dans la géogénie et même dans la météorologie sont plus communément désignées par le nom de *physique du globe;* mais il me semble préférable, ainsi que je l'ai fait dans les définitions ci-dessus (4), de restreindre la physique à l'étude abstraite de certaines forces, et de considérer l'application de ces forces dans les phénomènes et dans les corps naturels comme donnant lieu à des sciences particulières. Je conviens, toutefois, que la défaveur dont les hypothèses sur la formation de la terre ont, en quelque manière, frappé la géogénie, est cause qu'il répugne à beaucoup de naturalistes de ranger dans cette science l'étude des phénomènes qui modifient sous nos yeux l'écorce du globe; mais ces phénomènes étant plus ou moins analogues à ceux qui ont agi anciennement sur les matières qui composent le globe, je ne vois pas de raison pour les séparer et pour ne pas, en quelque manière, réhabiliter la géogénie en lui donnant aussi une partie positive.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# LIVRE PREMIER.

## DE LA GÉOGRAPHIE.

19. L'étude de la configuration de la surface de la terre peut être envisagée sous le rapport des divisions que les diverses positions de cette planète, à l'égard du soleil, permettent d'y établir, sous celui du relief de son écorce solide et sous celui des eaux qui se trouvent sur cette écorce, d'où la *géographie* se subdivise en *astronomique*, *orographique* et *hydrographique*.

### CHAPITRE PREMIER.

#### DE LA GÉOGRAPHIE ASTRONOMIQUE.

20. Il était important pour l'étude de la surface de la terre, surtout pour parvenir aux moyens de représenter graphiquement la position des lieux, ainsi que pour se diriger dans les parties de cette surface que l'on ne connaît pas ou qui sont dépourvues des signes distinctifs; il était important, disons-nous, d'avoir un moyen de division qui réunît le double avantage de pouvoir s'appliquer à toute la terre sans avoir besoin d'en faire l'exploration, et de permettre, à un observateur qui se trouve sur un point quelconque, de pouvoir déterminer la position de ce point par rapport à la division générale dont il s'agit. Or ce que nous avons dit (13) de la sphère céleste doit faire pressentir la possibilité d'atteindre ce but; car l'astronomie donnant les moyens de déterminer la position d'un point quelconque du ciel, il ne s'agit, pour déterminer la position d'un point de la terre, que de chercher les rapports de la sphère céleste avec la surface de la terre, ou, comme on dit en géographie, avec la **sphère terrestre**.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Or, la sphère céleste ayant le même centre que la sphère terrestre, on aperçoit de suite que les plans des grands cercles de la sphère céleste passant par le centre de la terre, les points où ces plans coupent la surface du globe y décrivent aussi des grands cercles correspondants à ceux de la sphère céleste. On peut également considérer les petits cercles de la sphère céleste comme les bases de cônes qui ont leurs sommets au centre de la terre, et alors les points où ces cônes coupent la surface du globe décrivent sur celle-ci des cercles qui ont les mêmes positions relatives que ceux de la sphère céleste. De cette manière on transporte sur la sphère terrestre, non-seulement l'*équateur*, l'*écliptique*, les *tropiques* et les *cercles polaires;* mais aussi les parallèles et les cercles horaires, que l'on nomme respectivement *cercles de latitude* et *cercles de longitude* ou *méridiens terrestres*, parce que les coordonnées que l'on appelle *déclinaison* et *ascension droite* sur la sphère céleste se nomment *latitude* et *longitude* sur la sphère terrestre.

21. La **latitude** d'un lieu est donc sa distance à l'équateur mesurée sur un grand cercle perpendiculaire à ce dernier, c'est-à-dire sur un méridien ; ou, en d'autres termes, l'angle formé par deux rayons partant du centre de la terre et aboutissant, l'un au lieu dont il s'agit, l'autre à l'équateur ; la longitude est l'arc de l'équateur compris entre le méridien du lieu et celui d'un autre lieu déterminé que l'on prend pour premier méridien, ou, en d'autres termes, l'angle formé par les plans de ces deux méridiens.

On compte la *latitude* à partir de l'équateur, de sorte qu'on la distingue en *australe* et *boréale*, et que les pôles forment le 90e degré de latitude de chaque hémisphère.

Quant à la **longitude**, comme il est plus facile pour les astronomes de faire leurs calculs en prenant pour point de départ le méridien du lieu où ils font leurs observations, on n'a pu s'entendre pour l'adoption d'un premier méridien uniforme ; et la plupart des nations comptent la longitude à partir du méridien de leur principal observatoire. On a cepen-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dant proposé et quelques peuples ont adopté, comme premier méridien commun, celui passant par l'île de Fer, l'une des îles Canaries. Du reste, on est assez généralement dans l'habitude de compter la *longitude* de chaque côté du premier méridien, en la désignant par l'épithète d'*orientale* ou d'*occidentale*, de sorte que chaque hémisphère se trouve divisé en 180 degrés, et que la partie de grand cercle qui forme le zéro du côté de la terre où est situé le point de départ forme du côté opposé le 180e degré pour la série orientale, aussi bien que pour la série occidentale.

22. Les cercles de longitude étant de grands cercles, ou plutôt de demi-grands cercles, puisque la continuation de l'arc qui parcourt un hémisphère est désignée par un numéro différent dans l'hémisphère opposé, ils ont une longueur uniforme, sauf les inégalités qui peuvent résulter des irrégularités de la figure de la terre; mais les cercles de latitude ont une longueur constamment décroissante, depuis l'équateur jusqu'aux pôles, lesquels représentent les deux derniers cercles de latitude et qui, n'étant que des points, n'ont aucune étendue. Par suite de cette disposition, l'espace compris entre deux degrés de longitude va continuellement en diminuant de l'équateur au pôle, où il est réduit à zéro; tandis que l'espace compris entre deux degrés de latitude serait uniformément de 111,111 mètres, si la terre était réellement une sphère et si ses méridiens avaient 40,000,000 de mètres, ainsi qu'on l'a supposé lors de l'établissement du système métrique *; mais l'aplatissement de la terre au pôle et les autres irrégularités de sa configuration sont cause que les espaces compris entre deux degrés de latitude, ou, en d'autres termes, les degrés

* Le système métrique avait été établi pour que le mètre exprimât exactement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Mais, d'après de nouvelles opérations, que l'on croit plus exactes, la longueur de ce quart du méridien serait de 10,000,723 mètres; ce qui, toutefois, ne donnerait qu'une différence imperceptible entre la longueur affectée au mètre et celle qu'il aurait dû recevoir.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

du méridien, présentent des différences selon les latitudes et selon les lieux; de sorte que, tandis que les mesures faites vers le 45e degré de latitude boréale approchent sensiblement de la longueur moyenne donnée ci-dessus, celle faite en Laponie sous le 66e degré de latitude boréale, par M. Swanberg, a donné 111,471 mètres, et celle faite à l'équateur, par Bouguer, a donné 110,618 mètres. Il paraît, en outre, que les dimensions de l'hémisphère austral sont, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (8), un peu plus étendues que celles de l'hémisphère boréal. Mais, d'un autre côté, les diverses mesures de degrés terrestres qui ont été effectuées présentent des anomalies si considérables, que M. Arago pense qu'on ne peut les attribuer aux irrégularités de la forme de la terre, mais qu'elles doivent plutôt leur origine à la diversité de composition de cette planète, d'où résultent des attractions locales qui font dévier le fil à plomb et rendent inexacte la détermination de la latitude de ces lieux.

23. Du reste, on voit, par ce qui précède, qu'il suffit de déterminer la latitude et la longitude d'un lieu pour connaître sa véritable position sur la sphère terrestre, et qu'à l'aide de cette connaissance on peut dresser des **cartes géographiques**, c'est-à-dire des plans qui représentent tout ou partie de la surface de la terre *; mais l'examen des procédés à employer

---

* Ces *cartes* prennent diverses dénominations, selon les détails que l'on y ajoute et le but auquel on les destine; on en a construit rarement qui ne contiennent que des renseignements purement *géographiques;* dans le nombre on doit cependant ranger les *cartes marines*, qui indiquent, pour l'usage des navigateurs, les formes et les profondeurs des mers. Les *cartes* les plus ordinaires sont réellement *statistiques*, puisqu'elles font connaître les limites et les divisions des États. Les *cartes géognostiques* donnent des indications sur la nature du sol. On se sert de la dénomination de *cartes topographiques* pour désigner celles qui représentent avec beaucoup de détails une contrée peu étendue; mais, quand elles ont pour but de faire connaître des propriétés particulières, elles deviennent des *plans cadastraux*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pour atteindre ce but n'entre pas dans le cadre que nous nous sommes tracé *.

24. Les tropiques et les cercles polaires **divisent la sphère terrestre en cinq zones** parallèles. La première au nord, comprise entre le pôle et le cercle polaire, est appelée *zone glaciale du nord;* la seconde, comprise entre le cercle polaire boréal et le tropique du Cancer, est la *zone tempérée boréale;* la troisième, comprise entre les deux tropiques, est la *zone torride;* la quatrième, comprise entre le tropique du Capricorne et le cercle polaire austral, est la *zone tempérée australe;* enfin la cinquième, au sud du cercle polaire austral, est la *zone glaciale du sud.* Chaque point de la zone

---

* Nous rappellerons cependant ici que la détermination de la latitude d'un lieu est une opération fort simple, puisqu'il suffit d'y prendre la hauteur du pôle (14), cette hauteur exprimant la latitude; car prendre la hauteur du pôle est mesurer l'angle que forme le pôle avec l'horizon; or, le zénith formant un angle droit avec l'horizon, tandis que le pôle forme un angle droit avec l'équateur, et ces deux angles droits ayant pour complément commun l'angle formé par la distance du zénith au pôle, il en résulte que l'angle qui sépare le zénith de l'équateur est égal à celui qui sépare le pôle de l'horizon, ainsi qu'on peut le voir dans la figure 1re, pl. Ire, où HH' représente l'horizon, P le pôle, Z le zénith, EE' l'équateur céleste, et où, par conséquent, la hauteur du pôle est l'angle PTH'.

La détermination directe de la longitude est plus compliquée; mais on peut l'obtenir aisément à l'aide des *montres marines* ou *garde-temps;* car le mouvement diurne de la terre étant cause que les astres mettent, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (10 et 12), un jour ou vingt-quatre heures pour se retrouver au méridien d'un même lieu, et le parallèle qu'un astre est censé décrire dans la sphère céleste correspondant à un cercle de latitude divisé en 360 parties par les degrés de longitude, il en résulte que l'astre est censé décrire régulièrement 15 degrés de longitude par heure; de sorte que, si la montre est réglée de manière à marquer $0^h\ 0'\ 0''$ au moment où une étoile quelconque passe au premier méridien, il suffira d'observer l'heure qu'indiquera cette montre au moment où cette même étoile passera au méridien du lieu où l'on se trouve, et cette heure, multiphée par 15, indiquera la longitude du lieu.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

torride a deux fois par an le soleil à son zénith, tandis que le soleil n'est jamais au zénith des autres zones. Mais cet astre paraît toutes les vingt-quatre heures sur l'horizon d'un point quelconque des deux zones tempérées, tandis que dans les zones glaciales il y a une période où le soleil ne paraît pas toutes les vingt-quatre heures à l'horizon, laquelle période va toujours en augmentant à mesure que l'on s'approche du pôle, de manière qu'à ce point il doit y avoir un intervalle de six mois où le soleil est constamment visible et six mois où il est invisible, sauf les effets de la réfraction, qui semble être plus considérable au pôle que dans les autres parties du globe.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE II.

### DE LA GÉOGRAPHIE OROGRAPHIQUE.

25. La terre paraît être entièrement enveloppée d'une écorce solide dont la surface est inégale, et, comme il y a sur cette écorce une masse considérable d'eau liquide qui est sollicitée, par la pesanteur, à se rapprocher du centre du globe, la majeure partie de ces eaux forme au-dessus des parties les plus basses de l'écorce solide une vaste nappe dont le niveau moyen sert de point de repère pour la mesure des **inégalités de la surface de l'écorce solide.**

26. La différence d'élévation entre ce niveau et un point quelconque de l'écorce solide se nomme l'**altitude** de ce point. Les terres, c'est-à-dire les lieux qui ne sont pas recouverts par les eaux, ont généralement une altitude plus élevée que le niveau de la grande nappe d'eau. Il y a cependant quelques contrées, notamment dans le voisinage de la mer Caspienne et dans celui de la mer Morte, dont l'altitude est plus basse ; on distingue alors ces altitudes, dans les tableaux, par le signe —. Il résulte, de ce qui précède et de ce qui a été dit auparavant (21), que la position géographique d'un lieu est déterminée par trois coordonnées : la latitude, la longitude et l'altitude.

27. Le **maximum des inégalités** de l'écorce du globe ne nous est pas connu; car non-seulement on n'a pas de moyens certains pour mesurer les grandes profondeurs sous les eaux, mais on n'a point encore exploré suffisamment la surface des terres pour pouvoir décider positivement quel en est le point le plus élevé. On attribue maintenant cette prérogative au Dawalagiri, dans les monts Himalaya, entre l'Hindoustan et le Thibet, que l'on suppose avoir 7,920 mètres d'altitude. Quant aux enfoncements qui sont cachés par les eaux, il n'est pas probable qu'ils atteignent à une profondeur aussi

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

considérable; mais, en supposant qu'il en serait ainsi, on n'aurait comme maximun des inégalités qu'une différence de niveau de 16,000 mètres, c'est-à-dire de la 400e partie du rayon terrestre. De sorte que ces inégalités sont beaucoup moins prononcées par rapport aux dimensions de la terre, que les aspérités que nous voyons sur la peau d'une orange ne le sont par rapport au volume de ce fruit.

28. Les dénominations que l'on donne aux diverses parties de la terre par suite de leur altitude et de leur relief varient souvent d'après la position où se trouvent ceux qui les emploient. Car, de même que nous disons que certaine île n'est qu'une plaine basse, tandis qu'elle est peut-être le sommet d'une montagne cachée par la mer, les habitants d'un pays très-élevé considéreront comme **région basse** ce que les habitants des bords de la mer nommeront une **contrée élevée**; de même, aussi, les habitants d'une contrée où le sol présente de grandes inégalités nommeront *pays plat* ou *plaine* ce que les habitants d'une contrée tout à fait unie appelleront *pays montueux* ou *montagne*. De sorte qu'il est difficile d'adopter, à cet égard, des règles fixes de nomenclature sans s'écarter des usages reçus et sans s'exposer à se trouver souvent dans l'impossibilité d'appliquer ces règles. Aussi, quoique les géographes ne considèrent pas habituellement comme contrée basse un pays qui a plus de 3 à 400 mètres d'altitude, ni comme **plaine** un sol qui présente des inégalités de 100 mètres, on fait souvent exception à ces règles lorsqu'il s'agit de contrées qui se trouvent dans des positions particulières. C'est ainsi que l'on considère quelquefois le milieu de la Suisse comme un pays de plaine, et le Teutoburgerwald, en Westphalie, comme une chaîne de montagnes, quoique le premier soit généralement plus haut que le second; mais celui-ci s'élève au-dessus des plaines de la basse Allemagne, tandis que l'autre est enfoncé entre deux chaînes de hautes montagnes. Il est à remarquer aussi que, quand un sol uni est élevé, et surtout quand il n'est pas dominé par des points plus hauts, on ne lui donne pas le nom de plaine, mais celui de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**plateau**, dénomination qui s'emploie dans un sens encore plus large que celle de plaine; car on en fait souvent usage pour désigner une portion de la surface de la terre qui domine les contrées environnantes, quoique cette portion présente un sol très-inégal.

29. Lorsqu'une partie de l'écorce du globe s'élève sensiblement au-dessus du sol environnant, on lui donne les noms de **montagne**, de **colline** ou d'**éminence**, selon que la différence de niveau est plus ou moins prononcée; mais il n'y a pas non plus de règles fixes pour l'application de ces mots, que l'on emploie souvent dans un sens relatif plutôt qu'absolu; car telle élévation que l'on appellera montagne dans un pays de plaines passerait à peine pour une éminence dans un pays de hautes montagnes. Cependant les géographes ne donnent ordinairement le nom de montagnes qu'à des pentes qui ont au moins 3 à 400 mètres de hauteur. Il est à remarquer que nous employons ici le mot pentes plutôt que celui d'élévations, parce que, quoique le nom de montagne donne assez généralement l'idée d'une masse qui s'élève de tous côtés au-dessus du sol environnant, on l'applique aussi à des pentes qui ne sont que la différence de niveau entre une région basse et un pays élevé, de sorte qu'arrivé au sommet d'une semblable montagne on trouve un plateau au lieu d'une pente en sens inverse.

Les pentes qui, comme on le voit, sont la partie essentielle d'une montagne, s'appellent ordinairement les *flancs* de la montagne; leurs parties supérieures en forment le *sommet* ou la *cime;* leurs parties inférieures, c'est-à-dire celles où les pentes commencent à s'élever au-dessus du sol environnant, en sont le *pied;* l'espace occupé par une montagne en est la *base.* Du reste, la forme des montagnes est extrêmement variable; les flancs des unes ne sont que des pentes douces, tandis que ceux des autres sont des pentes rapides ou des escarpements qui approchent plus ou moins de la ligne verticale. De même le sommet des unes se compose de *croupes* arrondies ou de plateaux, tandis que d'autres sont terminées par des *pointes* de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rochers plus ou moins aiguës; d'où proviennent les diverses dénominations que l'on donne à certaines parties de ces sommets, et qui souvent indiquent leurs formes : telles sont celles de *ballon*, de *dôme*, de *tour*, de *pic*, de *corne*, de *dent*, d'*aiguille*, etc.

Les *montagnes* sont quelquefois *isolées;* plus souvent elles forment des *chaînes* et des *groupes.*

30. Les premières sont ordinairement appelées *monts,* mais l'usage ne s'est pas non plus soumis à donner à ce nom une application exclusive; et non-seulement on l'applique aux montagnes isolées et à des sommités particulières qui s'élèvent au milieu d'une chaîne ou d'un groupe, mais aussi à des chaînes et à des groupes entiers.

31. Les *chaînes de montagnes* ont quelquefois une direction constante sur toute leur étendue : telle est celle des Pyrénées; mais souvent elles changent brusquement de direction : telle est la chaîne des Alpes, dont la partie occidentale a une direction très-différente de la partie orientale. Cependant, au milieu de ces irrégularités, on remarque que les principales chaînes de montagnes ont souvent une direction analogue à celle des terres dans lesquelles elles se trouvent; ce qui est d'autant moins étonnant que les terres ne sont, en général, que des chaînes de montagnes par rapport au fond des mers. C'est ainsi, par exemple, que les principales chaînes du milieu de l'Europe et de l'Asie sont dirigées dans le sens de l'ouest à l'est, tandis que celles de l'Amérique sont dirigées du nord au sud.

La largeur des chaînes de montagnes est aussi très-variable, et l'on voit quelquefois une même chaîne, très-large dans un lieu, se rétrécir dans un autre, pour s'élargir de nouveau un peu plus loin.

La hauteur des chaînes de montagnes est encore plus irrégulière que leur direction et leur largeur; car, outre qu'elles se composent ordinairement d'élévations inégales, on voit souvent une chaîne interrompue par une région basse ou par une portion de mer au-delà de laquelle elle reparaît avec les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mêmes caractères. Mais, quoique la géologie nous montre que de semblables parties de montagnes doivent être considérées comme appartenant à une même chaîne, on est assez généralement dans l'usage de donner des noms particuliers à chacune de ces parties séparées.

Les chaînes de montagnes ne présentent quelquefois qu'une seule ligne d'élévations, mais le plus souvent elles se composent de plusieurs *chaînons* ou élévations particulières placées les unes à côté des autres. Il est rare aussi que les chaînes ne se ramifient pas, c'est-à-dire qu'il n'en sorte des *rameaux* qui se détachent de la chaîne principale en prenant diverses directions.

Dans une chaîne ou dans un rameau de montagnes dont le sommet, au lieu de correspondre à un plateau, forme une simple *crête*, celle-ci est ordinairement dentelée, et les parties les plus élevées se nomment *cimes*, tandis que les plus basses sont appelées *cols*, et servent, dans les pays de hautes montagnes, pour communiquer d'un côté de la crête avec l'autre.

On appelle *faîte* une ligne que l'on suppose traverser chaque chaîne ou chaque rameau de montagnes dans le sens de la longueur, en passant par les points les plus élevés, et on désigne par le nom de *versants* les parties de la chaîne qui s'étendent de chaque côté du faîte; mais on ne doit pas prendre ces dénominations dans un sens rigoureux, car il arrive bien rarement, peut-être jamais, que les points les plus élevés d'une chaîne de montagnes puissent être réunis par une ligne non interrompue, souvent même les points culminants se trouvent plus ou moins éloignés de la ligne que la disposition générale du sol doit faire considérer comme le faîte. De sorte que l'on ne doit voir dans la division en versants qu'un moyen de distinguer l'ensemble des pentes et des rameaux qui se trouvent aux deux côtés d'une ligne idéale qui fait la séparation des parties de la chaîne qui tendent à s'abaisser d'un côté de celles qui tendent à s'abaisser du côté opposé. Il est à remarquer aussi que dans une chaîne qui n'est que la chute d'un large plateau vers une région basse, il n'y a qu'un versant, le se-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cond étant remplacé par le plateau qui peut donner naissance à une seconde chaîne de montagnes du côté opposé, mais qui peut aussi perdre son élévation par des pentes trop douces pour pouvoir être réputées montagnes. Dans ce dernier cas, à la vérité, on considère l'ensemble de ces pentes comme formant le second versant; mais, attendu qu'il n'y existe plus de montagnes, on ne peut lui donner le nom de versant dans le sens indiqué ci-dessus.

Il résulte, de cette tendance de certains versants à se confondre avec les plateaux, que les deux versants d'une chaîne de montagnes sont rarement uniformes. On remarque même que, si une chaîne de montagnes présente un versant étroit avec des *escarpements* ou des pentes très-rapides, le versant opposé est très-large et composé de pentes beaucoup plus douces, ou plutôt de chaînons et de rameaux dont l'élévation devient successivement moindre, et qui finissent par des collines et des éminences qui se perdent tout à fait dans la plaine ou qui se lient avec les dépendances d'une autre chaîne. On donne ordinairement le nom de *contre-forts* à des rangées de collines ou de petites montagnes qui se trouvent en avant d'une chaîne de hautes montagnes.

Les chaînes de *montagnes* sont quelquefois disposées en *gradins*, c'est-à-dire qu'au-dessus du plateau qui correspond au sommet d'une chaîne à un seul versant s'élève une nouvelle chaîne qui peut elle-même être suivie par une autre chaîne. Cet ordre de choses a principalement lieu dans les parties larges des continents.

32. Les *groupes de montagnes* ne diffèrent des chaînes que parce qu'au lieu de former des lignes allongées ils se composent d'un massif dont les dimensions, en largeur, sont moins différentes de celles en longueur. Souvent le milieu d'un groupe présente la cime la plus élevée, d'où partent des espèces de rameaux qui divergent dans diverses directions. Les groupes de montagnes sont quelquefois, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (28), désignés par le nom de plateau.

33. Les *collines* et les *éminences* n'étant, comme nous l'avons

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

déjà fait entendre, que de petites montagnes, elles présentent en général les mêmes caractères que ces dernières; nous ferons seulement remarquer que les chaînes à un versant y sont plus communes que dans les montagnes, et que leurs flancs sont souvent nommés *côtes* et *coteaux*.

34. On appelle *dunes* des petites collines qui forment quelquefois de petites chaînes isolées le long de la mer.

35. La surface de la terre est plus ou moins sillonnée par des dépressions longues et étroites, que l'on nomme **vallées** et **vallons**, selon qu'elles sont plus ou moins profondes. Lorsque ces dépressions se rétrécissent de manière à rendre le passage difficile, on leur donne le nom de *défilés* et de *gorges;* si, au contraire, elles sont à peu près aussi larges que longues, on leur donne le nom de *bassins;* et quand les bassins sont disposés circulairement, de manière à rappeler la forme des théâtres des anciens, on les nomme *cirques*.

Du reste, ces dénominations doivent être prises dans un sens encore moins absolu que celles que l'on emploie dans les autres parties de la géographie, et ne sont que des termes pris dans une série où il n'y a pas de limites déterminées. C'est ainsi, par exemple, que des contrées que l'on considère ordinairement comme de grandes plaines ne sont, dans le fait, que de vastes vallées; telle est la plaine du Pô, bordée, d'un côté, par les Alpes, et, de l'autre, par les Apennins.

36. En général, lorsqu'une contrée présente brusquement une grande différence de niveau, le sol de la partie élevée est sillonné par des vallées très-profondes, tandis que, dans les lieux qui s'éloignent d'une semblables chute, les dépressions du sol sont peu prononcées, quand même elles se trouveraient sur des plateaux très-élevés au-dessus de la mer.

On remarque de même que toute *vallée principale* est comme une espèce de tige à laquelle aboutissent de petites branches ou *vallées latérales*, dont la direction se croise avec la vallée principale, et qui, souvent, se ramifient de leur côté. En général, la plus grande partie des vallées qui sillonnent une chaîne ou un rameau de montagnes se dirigent ordinairement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans un sens transversal à la chaîne ou au rameau, d'où on les appelle *vallées transversales*, soit qu'elles prennent naissance à la crête, en se dirigeant sur l'un ou l'autre versant, ce qui est le cas le plus fréquent, soit qu'elles traversent tout à fait la chaîne ou le rameau, ce qui est le plus rare. Plusieurs chaînes présentent aussi des vallées dirigées dans le sens même de la chaîne, et que, par cette raison, on nomme *longitudinales*. On trouve notamment ces deux espèces de vallées très-bien prononcées dans les Alpes.

Les vallées transversales sont plus communément bordées par les flancs escarpés que les vallées longitudinales; cependant cette circonstance tient aussi à la nature du terrain; car on sent qu'il ne peut y avoir d'escarpements dans un terrain meuble ou facilement altérable.

Dans les vallées longitudinales, les flancs opposés sont souvent de nature différente, ou du moins composés de matières disposées d'une autre façon. Dans les vallées transversales, au contraire, il y a presque toujours identité parfaite entre les deux flancs opposés, tant sous le rapport de la nature que sous celui de la structure; et, lorsque l'on voit d'un côté un *angle saillant*, il est à peu près certain que le côté opposé présente un *angle rentrant*.

37. Les vallées, surtout celles transversales, qui ne sont pas très-profondes, tendent en général à s'élargir à mesure qu'elles avancent d'une contrée élevée vers une région basse; mais cette règle est sujette à beaucoup d'exceptions; et les vallées des hautes montagnes ne présentent souvent qu'une série de renflements et d'étranglements; mais, dans ce cas, c'est plutôt un système de vallées qu'une vallée proprement dite. Ces systèmes se composent souvent de petites vallées longitudinales ou de bassins unis par des défilés transversaux.

On verra, dans le chapitre suivant, que les mots vallée et bassin sont aussi employés dans un sens hydrographique.

38. Lorsque les dépressions du sol ou, pour parler le langage des mineurs, les *cavités à ciel ouvert* ne sont plus assez larges pour être appelées vallées, vallons, défilés, bassins ou

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

criques, on les désigne par d'autres noms, tirés ordinairement de leur forme : c'est ainsi que l'on appelle **fentes** et **crevasses** celles qui ressemblent aux cavités de même nom que nous voyons se former dans les corps qui se dessèchent ou qui se refroidissent; d'autres prennent le nom de **puits naturels** ou d'**entonnoirs**, parce qu'elles rappellent nos puits ou nos entonnoirs artificiels. Du reste, de même que l'application du nom de pays élevé et de région basse est souvent prise dans un sens relatif plutôt qu'absolu, il n'y a pas de ligne de démarcation entre les dépressions que l'on doit désigner par les premières ou par les dernières des dénominations que nous venons d'indiquer; car il y a, dans les pays de montagnes, de véritables vallées, c'est-à-dire des cavités assez vastes pour être habitées, qui ressemblent tellement à une fente ou à une crevasse, qu'on les désigne par l'un de ces noms lorsque l'on veut exprimer leur forme en peu de mots.

39. Nous ajouterons, à cette énumération des noms que prennent les diverses parties de la terre d'après leur relief, quelques mots sur d'autres **dénominations** qui sont plutôt **agricoles** et statistiques que réellement géographiques, mais dont on fait cependant un fréquent usage dans les descriptions des diverses parties de la terre.

Par les noms de *déserts*, *steppes* et *pampas*, on désigne des contrées arides, sans culture, peu ou point habitées. Les déserts sont les plus arides, les steppes et surtout les pampas produisent plus de végétation. Cependant il est à remarquer que l'application de ces trois noms tient plutôt au langage qu'à l'état réel des choses, et que ce que l'on appelle désert, dans l'Afrique et dans le sud-ouest de l'Asie, se nommerait steppe en Russie ou dans le nord de l'Asie, et pampa dans l'Amérique méridionale.

Il existe quelquefois, dans les déserts, des espaces nommés *oasis*, où la présence de cours d'eau, la nature du sol, ou d'autres circonstances permettent l'établissement d'une végétation régulière et une habitation fixe de l'homme.

Les mots *landes*, *bruyères* et *garigues*, appartenant à l'Eu-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rope occidentale, s'appliquent à des espaces moins étendus que ceux de désert, steppe et pampa. Les deux premiers indiquent, en général, des sols recouverts de dépôts meubles et d'une faible végétation où dominent les bruyères. Le troisième, principalement employé dans le Languedoc, indique des espaces où les rochers sont en grande partie à nu ou couverts de broussailles.

Par la dénomination de *solitudes*, on désigne les contrées sans habitations fixes, mais où cet état de choses est aussi bien l'effet de circonstances sociales que de la nature du sol ou du climat. Dans l'Amérique du Nord, il y a de vastes solitudes que l'on appelle *forêts* et *prairies*, selon qu'elles sont couvertes d'arbres ou de végétaux herbacés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE III.

### DE LA GÉOGRAPHIE HYDROGRAPHIQUE.

40. **Division générale des eaux.** — Les eaux qui recouvrent une partie de la surface de la terre s'y trouvent à l'état liquide ou à l'état solide.

41. Les **eaux liquides** peuvent se subdiviser en deux groupes, celles qui font partie d'un immense réservoir qui entoure toutes les terres, et celles qui se trouvent disséminées dans ces dernières.

42. Les eaux du grand réservoir sont ordinairement appelées **mers** ou *océan*. Ce dernier nom est aussi employé, en y ajoutant une épithète, pour désigner de grands espaces d'eau; tandis que le nom de *mer*, au singulier, est plus spécialement appliqué à désigner des espaces moins étendus, qui ont ordinairement des espèces de limites tracées par la présence de quelques terres. Lorsque ces terres circonscrivent les eaux de manière que celles-ci ne communiquent avec l'Océan que par des passages rétrécis, on leur donne le nom de *mers intérieures*. On appelle aussi *golfes* et *baies* des parties d'eaux d'une plus petite étendue qui s'avancent dans les terres : mais l'application de ces noms est fort arbitraire; et, quoiqu'il soit reçu qu'une mer doive être plus grande qu'un golfe et un golfe plus grand qu'une baie, l'usage consacre quelquefois le contraire. Les marins donnent aussi le nom d'*anse* et de *crique* à de très-petites baies. Ils appellent *rades* les lieux qui leur offrent des abris pour leurs vaisseaux, et *ports* ceux qui présentent en même temps des facilités, soit naturelles, soit artificielles, pour le chargement et le déchargement; mais ces deux dernières dénominations appartiennent à l'art de la navigation et à la statistique plutôt qu'à la géographie proprement dite. Par le nom de *lagune* on entend des parties de mer



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

voisines des terres, souvent resserrées par celles-ci, et dans lesquelles l'eau a généralement très-peu de profondeur.

Lorsqu'une partie de mer, resserrée entre des terres, établit la communication avec d'autres parties de mers plus larges, on lui donne le nom de *détroit*, de *bras de mer*, de *canal* ou de *passage*, sans parler d'autres dénominations particulières à quelques-unes de ces communications, comme celles de Pas-de-Calais, phare de Messine.

43. Les **eaux des terres** peuvent se diviser en *eaux courantes* et en *eaux stagnantes* en prenant toutefois la dénomination d'eau stagnante dans un sens relatif plutôt qu'absolu; car la plupart des amas d'eaux que nous rangeons dans la première de ces divisions sont traversés par des cours d'eaux dont ils ne sont alors qu'une espèce de renflement, déterminé par l'élargissement et l'approfondissement de la dépression du sol dans laquelle coulent ces cours d'eau.

44. Lorsque les **eaux** que nous appelons **stagnantes** ont une certaine profondeur, on les nomme *lacs* ou *étangs*, selon qu'elles sont retenues par un obstacle naturel ou artificiel; mais ici, comme pour les autres divisions que nous venons de voir, l'usage ne se soumet pas à des règles fixes, car on donne souvent le nom d'étang à des amas d'eau retenus par des obstacles naturels, et, lorsque ces amas sont très-considérables, on leur attribue généralement le nom de *mer*, telles sont la mer Caspienne et la mer d'Aral; on donne même le nom de mer Morte à un petit lac de la Palestine.

On emploie le nom de *marais* pour désigner des lieux où l'eau n'est pas assez profonde pour empêcher la végétation, et où elle est pour ainsi dire mélangée avec la terre. Il y a des marais d'une étendue immense et d'autres extrêmement petits. On appelle ordinairement *savanes* les grands marais qui se trouvent dans les plaines de l'Amérique méridionale.

45. Les **eaux courantes** peuvent se distinguer en *permanentes* et *accidentelles :* les premières se divisent en *fleuves*, *rivières* et *ruisseaux*, selon l'importance du cours d'eau; mais, quoique l'on ait souvent voulu appliquer exclusivement le nom

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de fleuve aux grands cours d'eau qui se jettent directement dans la mer, on désigne souvent le plus grand des cours d'eau connus par le nom de rivière des Amazones.

Les eaux accidentelles sont quelquefois appelées *eaux sauvages;* et, lorsqu'elles forment des masses considérables qui coulent avec violence et qui exercent des ravages sur leur passage, on leur donne le nom de *torrents*.

Les points où l'on voit sortir de l'eau hors de l'écorce solide du globe s'appellent *fontaines* ou *sources;* la réunion de deux cours d'eau est nommée *confluent;* et celui des deux cours d'eau qui perd son nom pour prendre celui de l'autre est un *affluent* de ce dernier. On considère de même comme affluent d'un cours d'eau tout cours d'eau désigné par un nom différent qui verse ses eaux dans le cours d'eau ou portion de cours d'eau dont on s'occupe ; car il arrive quelquefois que les parties d'un même cours d'eau portent des noms différents. Le point où un cours d'eau se jette dans une mer, dans un lac ou dans un étang, se nomme *embouchure,* et, lorsque le cours d'eau se divise en plusieurs *bras* vers son embouchure, celle-ci prend le nom de *bouches*.

Lorsqu'un cours d'eau est dans le cas de franchir brusquement une différence de niveau un peu considérable, on donne à ses chutes les noms de *cataractes*, de *sauts*, de *rapides* et de *cascades*. Les trois premiers ne s'appliquent qu'aux grands cours d'eau; celui de cataractes indique ordinairement que le fleuve éprouve plusieurs chutes consécutives, tandis que celui de saut annonce une chute unique. Quant au nom de rapide, on l'emploie lorsque la chute n'est pas assez forte pour produire ce spectacle imposant qui attire l'attention sur les cataractes et les sauts, mais suffit pour intercepter la navigation, ou du moins pour la rendre dangereuse. On se sert du nom de cascades pour désigner les chutes des cours d'eau peu importants.

46. Les **eaux solides** peuvent aussi être considérées comme *temporaires* ou *permanentes*, selon que leur état de solidité résiste ou ne résiste pas à la température de l'été.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Celles de la première catégorie se composent des neiges qui tombent de l'atmosphère et des glaces qui se forment à la surface de la terre pendant les moments froids et qui se fondent lorsque la température devient plus chaude. Les autres forment les amas connus sous le nom de *neiges perpétuelles*, de *glaciers* et de *glaces fixes*.

47. Les **neiges perpétuelles** ne se remarquent que dans les lieux où la température moyenne est de trois à quatre degrés au-dessous du zéro du thermomètre, de sorte que dans la zone torride elles ne peuvent exister qu'à une grande altitude et que cette altitude tend en général à s'abaisser à mesure que l'on s'avance vers les pôles ; mais la température étant, ainsi qu'on le verra dans la météorologie, modifiée par un grand nombre d'autres circonstances que la latitude et l'altitude, il y a beaucoup d'irrégularités dans les limites inférieures des neiges perpétuelles : ainsi, tandis que l'on estime qu'elle descend à 4800 mètres d'altitude dans les andes de Quito sous l'équateur, elle n'atteindrait que 5000 mètres dans certaines parties de l'Himalaya sous 30° de latitude nord. C'est également ainsi que dans l'Islande, sous le 65e degré, la limite serait à 936 mètres, tandis qu'elle serait à 1266 en Norvége, sous le 67e degré. Ces neiges se composent ordinairement d'un amas à peu près incohérent de petits grains analogues à ceux de grésil, et forment ainsi une espèce d'intermédiaire entre la neige ordinaire et la glace ; on leur donne alors le nom de *névés*.

48. Les **glaciers** sont des amas de glace qui ont leur origine dans la région des neiges perpétuelles, mais qui, dans les vallées, se prolongent beaucoup plus bas, de sorte qu'ils présentent quelquefois des murs de glace qui sont, pour ainsi dire, ombragés par une brillante végétation. On désigne ces prolongements par les noms de *glaciers proprement dits, glaciers inférieurs* ou *glaciers d'écoulement*, tandis que les parties élevées sont distinguées par les dénominations de *glaciers supérieurs, mers de glace*, ou *glaciers-réservoirs ;* ces derniers, qui sont souvent plus généralement composés de névés que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de glaces, ont quelquefois une étendue très-considérable. Tel est celui du Mont-Blanc, qui a plus de 2 myriamètres de long. Les parties de glaciers qui reposent sur un sol à peu près horizontal présentent, en général, une surface unie; mais les parties qui reposent sur un sol inégal ou fortement incliné sont traversées par d'immenses crevasses et hérissées d'aspérités qui ressemblent à des pyramides ou qui prennent une foule d'autres formes plus ou moins bizarres. La glace des glaciers est, en général, traversée par une multitude de petites fissures capillaires, et se brise sous le marteau, en petits fragments anguleux.

On ne voit de glaciers dans les zones tempérées que dans les hautes montagnes, mais dans les régions polaires ils sont souvent baignés par les flots de la mer.

49. Les glaces qui couvrent les parties de mer qui ne dégèlent point en été portent le nom de **glaces fixes** par opposition aux *glaces flottantes*, qui sont des amas de glaces qui flottent dans la mer, et rendent très-dangereuse la navigation dans les hautes latitudes. Les limites des glaces fixes sont très-variables et ne sont, d'ailleurs, pas encore bien déterminées, d'autant plus que des glaces que l'on considère comme fixes, parce qu'elles ont traversé plusieurs étés, peuvent se rompre pendant une année plus chaude. En général, on rencontre peu de glaces fixes dans l'hémisphère boréal avant le 80e degré de latitude, mais elles s'avancent davantage dans l'hémisphère austral, où la navigation est déjà gênée dès le 60e degré par les glaces flottantes, et où le seul capitaine Ross a pu s'approcher dernièrement du 79e degré.

50. **Rapports de position entre les terres et les eaux.** — Les différentes positions que les eaux prennent par rapport aux terres s'expriment par diverses dénominations données à ces dernières.

Ainsi, lorsqu'une vaste étendue de terre est contiguë sans être séparée par des bras de mer, on la nomme *continent;* si l'espace entouré par les eaux a une surface moins considérable, on l'appelle *île,* et, s'il est réduit à une très-petite surface,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

on le désigne par le nom d'*îlot*. La réunion de plusieurs îles groupées à peu de distance les unes des autres forme un *archipel*.

Si des parties solides qui s'élèvent dans les eaux ne sont pas constamment découvertes tout en s'approchant assez de la surface pour gêner la navigation, les marins leur donnent le nom de *bancs*, si elles sont formées de matières meubles, sur lesquelles les vaisseaux pourraient s'échouer *, et ceux d'*écueils* ou de *récifs*, si elles sont formées de matières cohérentes, sur lesquelles les vaisseaux pourraient se briser, avec cette différence que les écueils sont plus particulièrement des rochers isolés au milieu de la mer, et les récifs, des espèces de bandes ou de ceintures qui se trouvent le long des terres et n'en sont séparées que par de petits bras de mer.

51. Lorsqu'une partie de terre un peu considérable s'avance dans les eaux sans en être tout à fait entourée, on l'appelle *presqu'île* ou *péninsule;* si cette avance ne forme qu'une légère saillie, on la nomme *cap*, *promontoire* ou *pointe*. Lorsqu'une presqu'île ne tient à d'autres terres que par une bande resserrée, cette bande s'appelle *isthme*.

Les parties de terre qui avoisinent la mer sont nommées *côtes :* lorsqu'une côte se termine par une pente douce, on lui donne le nom de *plage;* tandis que l'on appelle *falaises* les escarpements qui forment la séparation des terres et des mers.

---

* D'après cette définition, les *bancs* seraient à peu près la même chose que les *lagunes* (41). Cependant l'usage établit entre ces deux choses des différences qu'il est difficile d'exprimer. En général, le mot banc s'applique plus particulièrement aux élévations qui se trouvent au milieu des eaux, tandis que les lagunes touchent toujours aux terres, et y forment souvent des espèces de golfes. De sorte que les bancs sont, en quelque manière, des lagunes de pleine mer, et les lagunes des bancs sur les côtes; mais il est à remarquer que l'on donne aussi le nom de banc, et pas celui de lagune, aux élévations isolées qui se forment sous l'eau à l'entrée d'un port ou d'un golfe, et qui gênent le passage des navires.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les parties de terre qui bordent les cours d'eau sont appelées *rives* et se distinguent en *rive droite* et *rive gauche*, en assimilant, pour l'application de ces deux mots, le cours d'eau à une personne qui marcherait dans la direction que suit l'eau. L'espace recouvert par le cours d'eau s'appelle *lit*, et ses bords *berge*. Les plaines qui se trouvent à l'embouchure d'un grand fleuve et qui ne sont presque pas élevées au-dessus de la mer se nomment ordinairement *delta*.

52. On considère comme formant la *vallée* d'un cours d'eau l'enfoncement par lequel s'écoule ce cours d'eau, soit que cet enfoncement se compose d'une seule vallée proprement dite (35) ou d'une série de vallées, de bassins, de cirques, de défilés, de gorges, de vallons ou même de dépressions si peu prononcées qu'elles ne mériteraient pas le nom de vallons et qu'elles seraient, pour ainsi dire, inaperçues s'il ne s'y trouvait pas un cours d'eau. Le fond d'une semblable vallée présente naturellement un plan continuellement descendant à moins qu'il n'y ait une *perte*, c'est-à-dire que le cours d'eau entre dans une cavité souterraine pour reparaître plus loin; mais il ne s'ensuit pas que la direction des cours d'eau exprime la pente générale du sol. L'observation a prouvé, au contraire, que les cours d'eau traversent quelquefois des contrées dont le sol est généralement plus élevé que celui des lieux où ces cours d'eau ont pris naissance; il suffit qu'il y ait dans ce sol des vallées dont le fond soit plus bas que la source de ces cours d'eau. Parmi les nombreux exemples de cette circonstance, nous citerons la rivière d'Alten en Laponie, qui prend sa source à une altitude d'environ quatre cents mètres dans les régions basses qui s'étendent entre la chaîne du Kiœlfield et le golfe de Bothnie, et qui, au lieu de suivre la pente générale du sol vers ce golfe, se dirige vers le nord et traverse la chaîne du Kiœlfield dans une partie où elle a une altitude moyenne de plus de 600 mètres.

53. L'ensemble des terres dont les eaux s'écoulent à la mer par un même fleuve forme le *bassin hydrographique* de ce fleuve. L'étendue de ces bassins est tout aussi irrégulière que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

celle des continents et des îles, car, tandis que certains cours d'eau, dont la source est près de la mer, ont un bassin hydrographique presque imperceptible, celui du fleuve des Amazones formerait un continent à lui seul. On nomme *arêtes* les lignes qui séparent les bassins hydrographiques entre eux, et, d'après ce qui vient d'être dit des rivières qui parcourent des contrées plus élevées que celles où elles ont pris naissance, on sent que ces arêtes sont loin de passer constamment par les points les plus élevés des bassins; on peut même dire qu'il est des lieux où elles n'existent que théoriquement et ne concordent avec aucune inégalité dans le sol; car il y a des plaines, des marais et même des lacs qui versent leurs eaux à des bassins hydrographiques différents. Cette circonstance se voit notamment en Pologne, au point de partage des eaux qui s'écoulent dans la mer Baltique d'un côté et dans la mer Noire de l'autre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE IV.

### DESCRIPTION ABRÉGÉE DE LA SURFACE DE LA TERRE.

54. Nous parlerons en premier lieu des mers; nous passerons ensuite aux terres, en indiquant en même temps les principales eaux stagnantes et courantes que celles-ci renferment.

### SECTION I.

### *Des mers.*

55. **Étendue**. Les mers entourent toutes les terres et recouvrent près des trois quarts de la surface du globe; elles sont beaucoup plus abondantes dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal; car elles occupent près des sept huitièmes du premier, tandis qu'elles ne s'étendent que sur environ cinq huitièmes du second.

56. **Division**. Il y a beaucoup de variation dans la manière dont on distingue les mers. Nous les diviserons, avec M. Bory de Saint-Vincent, en cinq parties principales, sous les noms d'*océan Arctique*, d'*océan Atlantique*, d'*océan Pacifique*, d'*océan Indien*, et d'*océan Antarctique*.

57. L'**océan Arctique**, ou *mer Glaciale du nord*, occupe les environs du pôle boréal et ne s'étend, au sud du cercle polaire, que dans quelques petites dépendances. Il est peu connu, parce que la plus grande portion de l'étendue qu'on lui suppose est couverte de glaces, et que les hommes n'y ont pas encore pénétré. Parmi ses dépendances nous citerons la *mer Blanche*, entre la Russie et la Laponie*; la *mer de*

---

* Il eût été plus rationnel de n'employer dans cette description des mers que des délimitations astronomiques, puisque le lecteur n'est pas

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Kara,* entre la Sibérie et la Nouvelle-Zemble; la *mer Polaire,* au nord-ouest de l'Amérique et la *mer de Baffin,* plus connue sous le nom impropre de *baie de Baffin,* à l'ouest du Groenland.

58. L'**océan Atlantique** s'étend entre l'ancien continent, qui le borne à l'est, et le nouveau continent, qui le borne à l'ouest, depuis le cercle polaire boréal jusqu'au 60e degré de latitude australe. On peut le diviser en trois portions, qui se rapportent aux zones astronomiques, c'est-à-dire, qui sont respectivement séparées par les tropiques, d'où on les distingue par les épithètes de *septentrionale,* d'*équinoxiale* et de *méridionale.* Parmi les dépendances de cet océan on peut citer la *mer du Nord,* entre la Norvége et les îles Britanniques; la *mer Baltique,* qui se prolonge à la suite de la mer du Nord, entre la Suède, l'Allemagne et la Russie; la *Manche,* entre l'Angleterre et la France; le *golfe de Gascogne,* entre la France et l'Espagne; la *Méditerranée,* qui s'avance entre l'Europe et l'Afrique; la *mer Noire,* qui se prolonge à la suite de la Méditerranée, entre l'Europe et l'Asie; le *golfe de Guinée,* vers la contrée de ce nom; la *mer des Antilles,* entre les îles de ce nom et le continent Américain; le *golfe du Mexique,* entre la contrée de ce nom et la presqu'île

---

encore censé connaître les divisions orographiques et hydrographiques; mais, comme on ne peut concevoir ces descriptions qu'en les suivant sur une carte, et que, en général, on trouve toujours sur celles-ci toutes les dénominations tirées de l'orographie et de l'hydrographie, il sera assez facile, même pour les personnes qui n'ont aucune connaissance préliminaire de géographie, de trouver les choses que l'on veut désigner. D'un autre côté, l'énonciation des limites des mers, en termes purement astronomiques, serait bien plus difficile à retenir; de sorte qu'il m'a paru que, ici comme en beaucoup d'autres circonstances, il fallait sacrifier la régularité théorique à la facilité des moyens de parvenir au but que l'on se propose, et j'ai cru pouvoir suivre cette marche dans le reste de cet ouvrage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de Floride; le *golfe Saint-Laurent*, entre la Nouvelle-Écosse et le Labrador; le *golfe des Esquimaux*, entre le Labrador et le Groenland; le *détroit d'Hudson*, au nord du Labrador; et la *baie d'Hudson*, à l'ouest de cette dernière presqu'île.

59. Quelques-unes de ces mers ont elles-mêmes des dépendances qu'il convient de mentionner ici. Telle est surtout la Méditerranée, qui ne communique avec l'Océan que par le *détroit de Gibraltar*, et où l'on distingue, entre autres, le *golfe de Lyon*, entre la Catalogne et la Provence; le *golfe de Gênes*, qui s'avance dans l'Italie; la *mer Tyrrhénienne*, entre la presqu'île Italique, la Corse, la Sardaigne et la Sicile; la *mer Adriatique* ou *golfe de Venise*, entre l'Italie et la Dalmatie; la *mer Ionienne*, entre l'Italie et la Grèce; la *mer de Candie*, entre l'île de ce nom et l'archipel Grec; la *mer Égée* *, située entre l'Anatolie et la péninsule Slavogrecque, et qui communique par l'*Hellespont* ou *détroit des Dardanelles* avec la *mer de Marmara* ou *Propontide*, laquelle est située entre la Thrace et l'Anatolie, et qui communique par le *détroit de Constantinople* ou *Bosphore de Thrace* avec la mer Noire.

Parmi les dépendances de cette dernière, nous citerons la *mer d'Azoff* ou *Palus Meotis* au nord-est de la Crimée, ainsi que les *golfes de Perekop* et d'*Odessa*, à l'ouest de la Crimée.

La mer du Nord présente le *canal de Jutland* ou *Skager-Rak*, entre la Norvége et le Jutland, et le *Cattegat*, entre la Suède et la Norvége, lequel communique par les *détroits du Sund*, du *grand Belt* et du *petit Belt*, avec la mer Baltique. On distingue dans cette dernière, entre autres dépendances, les *golfes de Bothnie*, de *Finlande*, de *Riga* et de *Dantzick*.

---

* Les eaux que je désigne ici, avec les anciens, par le nom de *mer Egée*, sont plus généralement appelées *Archipel* par les marins modernes; mais, comme les géographes entendent par le mot d'*archipel* une réunion d'îles et non une mer, il ne me paraît pas convenable d'employer ce mot pour désigner la mer qui baigne les îles composant l'*archipel Grec*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le golfe de Guinée présente à son extrémité les *golfes de Benin* et de *Biafra*, séparés par le cap Formose.

Dans la mer des Antilles on distingue le *golfe de Paria*, le *golfe Triste*, celui de *Maracaïbo*, celui de *Darien*, la *baie des Mosquitos*, le *golfe de Honduras* et le *canal d'Yucatan*, qui communique avec le golfe du Mexique. Dans celui-ci se trouvent le *golfe de Campêche*, la *baie Chandeleur*, celle d'*Apalache*, ainsi que le *vieux* et le *nouveau canal de Bahama*, qui établissent la communication avec l'océan Atlantique. Le golfe des Esquimaux communique avec la baie d'Hudson par le *détroit d'Hudson* et par d'autres passages moins connus, et avec la mer de Baffin par le *détroit de Davis*.

60. L'**océan Pacifique**, aussi nommé *mer du Sud* et *grand Océan*, s'étend du détroit de Béring au nord jusqu'au 60e degré de latitude australe; il est borné à l'est par l'Amérique, et à l'ouest par l'Asie et la Nouvelle-Hollande. Les tropiques le divisent, comme l'océan Atlantique, en *septentrional*, *équinoxial* et *méridional*. Parmi ses dépendances nous citerons le *golfe de Panama*, entre l'Amérique méridionale et l'Amérique septentrionale; la *mer Vermeille* ou *golfe de Californie*, entre la presqu'île de ce nom et la partie principale du Mexique; la *mer de Béring*, entre le détroit de ce nom et les îles Aléoutes; la *mer d'Okhotsk*, entre la presqu'île de Kamtschatka et la Mandchourie; la *mer du Japon*, entre l'archipel du même nom et la Mandchourie; la *mer Jaune* et la *mer de Corée*, entre la presqu'île de ce nom, la Chine et l'île Formose; la *mer de la Chine*, entre la contrée de ce nom et les îles Philippines; la *mer de Mindanao*, entre ces mêmes îles Philippines et l'île de Bornéo; la *mer de Célèbes* ou de *Soulou*, entre les îles de Bornéo et de Célèbes; la *mer de Java*, entre l'île de ce nom et celle de Bornéo; la *mer des Moluques*, dans l'archipel du même nom; la *mer de Lanchidol*, entre cet archipel et la Nouvelle-Hollande, et qui se termine au sud par le *golfe de Carpentarie;* la *mer de Corail*, entre la Nouvelle-Hollande et les Nouvelles-Hébrides, la *mer d'Albion*, entre la Nouvelle-Guinée et les îles Salomon, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

61. L'**océan Indien** ou *mer des Indes* s'étend des côtes méridionales de l'Asie au 60e degré de latitude australe : il est borné à l'ouest par l'Afrique, et à l'est par la Nouvelle-Hollande.

Nous citerons, parmi ses dépendances, le *golfe de Bengale*, entre l'Indochine et l'Hindoustan; la *mer d'Oman* ou *golfe d'Arabie*, entre l'Hindoustan et l'Arabie; le *golfe Persique*, qui se prolonge de la mer d'Oman entre la Perse et l'Arabie; la *mer Rouge* ou *golfe Arabique*, qui s'avance entre l'Arabie et l'Afrique; le *canal de Mozambique*, qui sépare l'île de Madagascar du continent d'Afrique.

62. L'**océan Antarctique** ou *Océan austral* comprend le reste des mers, c'est-à-dire l'étendue située au sud du 60e degré de latitude australe; mais la partie qui est au sud du cercle polaire est encore fort peu connue, et souvent embarrassée par les glaces.

## SECTION II.

### *Des continents et des parties de la terre.*

63. Les terres ne forment pas beaucoup plus du quart de l'étendue de la surface du globe terrestre, et présentent trois massifs assez considérables pour mériter le nom de **continents**, mais de grandeur très-inégale.

Le plus étendu, que l'on appelle *ancien continent*, renferme à lui seul plus des trois quarts des terres. Il est presque entièrement compris dans l'hémisphère situé à l'orient du méridien passant par l'île de Fer, et s'étend fort peu dans la partie australe de cet hémisphère.

Le second continent en grandeur, que l'on nomme *continent américain* ou *nouveau continent*, parce que les habitants de l'ancien ne l'ont connu, d'une manière régulière, que dans le quinzième siècle de l'ère chrétienne, ne contient pas beaucoup plus du tiers de l'étendue totale des terres; il est entièrement renfermé dans l'hémisphère occidental.

Le troisième continent, auquel on a donné les noms de *Nou-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*velle-Hollande*, de *continent Australien* et de *Notasie*, ne contient pas la quinzième partie de l'étendue totale des terres, ou moins du dixième de l'ancien continent ; il est situé dans la partie australe de l'hémisphère oriental.

Toutes les autres terres sont considérées comme îles, îlots et écueils ; mais il est à remarquer qu'il y a vers les pôles, surtout vers le pôle austral, des parties que nous ne connaissons pas, et qui sont assez étendues pour renfermer des terres plus grandes que la Nouvelle-Hollande.

64. On distribue assez généralement les terres en cinq **parties**, que l'on désigne par les noms d'*Europe*, d'*Asie*, d'*Afrique*, d'*Amérique* et d'*Océanie*.

Les trois premières sont formées de portions de l'ancien continent et de quelques îles voisines. La quatrième a le nouveau continent pour portion principale, et la cinquième se compose de la Nouvelle-Hollande et d'un très-grand nombre d'îles qui en sont plus ou moins éloignées.

Nous allons dire successivement quelques mots de chacune de ces parties.

## PREMIÈRE PARTIE DE LA TERRE. — EUROPE.

65. **Position astronomique**. — La portion continentale de l'Europe est située entre les 35e et 71e degrés de latitude boréale, et entre le 13e degré de longitude occidentale et le 64e degré de longitude orientale du méridien de Paris * ; mais, en y comprenant les îles qui en dépendent, cette partie de la terre s'étend jusqu'au 81e degré de latitude boréale et au 34e degré de longitude occidentale.

---

* Comme presque toutes les cartes modernes écrites en français sont établies d'après le méridien de Paris, je crois devoir m'en servir dans cet ouvrage, quoique je trouve qu'il eût été préférable de continuer à compter d'après le méridien de l'île de Fer (21).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

66. **Limites.** — L'Europe est baignée, au nord, par l'océan Arctique ; à l'ouest, par l'océan Atlantique ; au midi, par la Méditerranée ; elle est bornée, à l'est, par une ligne sinueuse qui traverse la mer de Candie, la mer Égée, le détroit des Dardanelles, la mer de Marmara, le détroit de Constantinople et la mer Noire. Les limites suivent ensuite le faîte du Caucase, une partie des côtes de la mer Caspienne jusqu'à l'embouchure de l'laïk ou fleuve Oural, puis le cours de ce fleuve, le faîte de la chaîne de l'Oural, la rivière de Kara et la mer de même nom.

67. **L'étendue** de l'Europe n'est que de 101,160 myriamètres carrés, et sa portion continentale **forme** une grande péninsule, attachée à l'Asie du côté de l'orient. Un de ses caractères les plus remarquables, et qui a sans doute exercé une grande influence sur sa civilisation, est la quantité de mers intérieures qu'elle renferme, ainsi qu'on a pu le voir à l'article précédent.

68. Ces diverses mers ou bras de mers y déterminent l'existence d'un grand nombre d'îles et de **presqu'îles**. Parmi ces dernières, il y en a quatre très-considérables, savoir : la *péninsule Scandinave* au nord, les *péninsules Hispanique*, *Italique* et *Slavogrecque* au midi. Dans le nombre de celles de moindre grandeur, nous citerons le *Jutland*, entre la mer du Nord et la mer Baltique, la *Bretagne*, entre la Manche et le golfe de Gascogne, la *Crimée*, dans la mer Noire.

69. Parmi les **îles**, le groupe le plus important est celui des *îles Britanniques*, dans lesquelles se trouvent la *Grande-Bretagne* et l'*Irlande*, les deux plus grandes îles de l'Europe. On y distingue aussi beaucoup d'autres îles moins considérables ; les unes, comme celles de *Wight*, d'*Anglesey*, de *Man*, d'*Arran*, d'*Illa*, de *Mull*, de *Skye*, etc., sont placées d'une manière plus ou moins isolée le long des côtes de la Grande-Bretagne ; les autres sont réunies en groupes, qui ont des noms généraux ; telles sont les *Hébrides*, au nord-est, les *Shetland* et les *Orcades* ou *Orkney*, au nord de la Grande-Bretagne.

Après les îles Britanniques, les *îles* les plus remarquables

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de l'Europe sont celles d'*Italie*, où se trouvent les trois grandes îles de *Sicile*, de *Sardaigne* et de *Corse*, ainsi que d'autres petites îles, parmi lesquelles on distingue l'*île de Malte*, l'*île d'Elbe*, les *îles Éoliennes*.

Les *îles de la Slavogrèce* sont aussi très-importantes ; on y distingue principalement la grande île de *Candie*, entre la mer de ce nom et la Méditerranée ; les nombreuses îles de l'*archipel Grec*, dans la mer Égée ; les *îles Ioniennes*, dans la mer du même nom ; et les *îles de Dalmatie*, dans la mer Adriatique.

Nous citerons encore, dans la Méditerranée, les *îles Baléares*, dépendantes de l'Espagne.

La mer Baltique renferme aussi beaucoup d'îles ; les plus importantes sont les *îles de Danemark*, dont les principales sont *Seeland*, *Fionie* et *Laaland ;* on y remarque également l'*île de Rugen*, près des côtes d'Allemagne ; celles de *Bornholm*, *OEland*, *Gothland* et l'*archipel de Stockholm*, composé d'une grande quantité de très-petites îles, près des côtes de Suède, l'île d'*Aland*, l'*archipel d'Abo*, l'île d'*OEsel* et celle de *Dago*, près des côtes de Russie.

Dans l'océan Arctique se trouve la *Nouvelle-Zemble*, grande terre peu connue au nord de la Russie, l'*archipel du Spitzberg*, entre les 77e et 81e degrés de latitude, et les *îles* qui bordent les côtes *de la Norvége*, dont les principales portent le nom d'*îles Lofoden*.

Enfin nous citerons encore les *îles Feroë*, petit archipel dans l'Atlantique, au nord des îles Britanniques, et les *Açores*, qui sont entre l'Europe et l'Amérique.

70. L'Europe renferme un grand nombre de **lacs** ; ces amas d'eaux sont surtout extrêmement abondants dans le nord-ouest de la Russie et dans la Suède, où ils couvrent une partie considérable du sol : c'est là aussi que se trouvent les plus grands *lacs*, tels sont ceux *de Ladoga*, *d'Onega*, *de Peypus*, dans la première, *de Wener*, *de Melar*, *de Wetter*, dans la seconde de ces contrées. Les montagnes des Alpes renferment aussi plusieurs lacs importants ; tels sont ceux *de Genève* ou *Léman*, *de Neuchâtel*, *de Thun*, *des quatre Cantons*, *de Zurich*, *de Constance* ou

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Bodensee*, en Suisse; les *lacs Majeur*, *de Côme* et *de Garde*, en Italie; les *lacs Balaton* et *de Neusidler*, en Hongrie. Nous citerons encore les *lacs de Scutari*, *d'Occhrida*, *de Janina*, dans la Slavogrèce.

71. L'Europe est arrosée par une multitude de **cours d'eau** dont l'existence a puissamment contribué au développement de sa population. Le plus grand de ses *fleuves* est le *Volga*, qui prend sa source dans la grande plaine de Russie et se jette dans la mer Caspienne. Cette mer reçoit aussi l'*Iaik* ou *fleuve Oural*, la *Kouma* et le *Terek*. Parmi les fleuves qui, comme le Volga, prennent naissance dans la grande plaine de Russie et coulent du nord au sud, nous citerons le *Don*, qui se jette dans la mer d'Azoff, et le *Dnieper*, qui se jette dans la mer Noire. Cette mer reçoit également le *Kuban*, venant du Caucase; le *Dniester*, venant des Carpathes; et le *Danube*, qui est le second fleuve de l'Europe pour l'étendue, et qui traverse tout le midi de l'Allemagne en présentant cette particularité qu'il est, avec ses affluents, le seul grand cours d'eau de cette région qui coule de l'ouest à l'est. Beaucoup de fleuves de l'Europe coulent du sud au nord : les uns, comme la *Petchora*, le *Mezen*, la *Dvina*, l'*Onéga*, se jettent dans l'océan Arctique; d'autres, comme la *Duna*, le *Niemen*, la *Vistule*, l'*Oder*, se jettent dans la mer Baltique; d'autres, comme l'*Elbe*, le *Weser*, l'*Ems*, le *Rhin*, la *Meuse*, l'*Escaut*, se rendent à la mer du Nord. Cette mer, et surtout la Baltique, reçoivent un grand nombre de *cours d'eau* qui descendent des montagnes *de Scandinavie*. Parmi les cours d'eau de la Grande-Bretagne, on remarque la *Tamise* et l'*Humber*, qui s'écoulent dans la mer du Nord; la *Severn*, qui, de même que le *Shannon*, en Irlande, se jette dans l'océan Atlantique. Ce dernier reçoit, sur les côtes de France, la *Seine*, la *Loire*, la *Charente*, la *Gironde;* et, sur celles d'Espagne, le *Duero*, le *Tage*, la *Guadiana*, et le *Guadalquivir*. La Méditerranée reçoit, sur les côtes d'Espagne, la *Segura*, le *Xucar*, l'*Ebre;* sur celles de France, le *Rhône;* sur celles d'Italie, l'*Arno* et le *Tibre*. La mer Adriatique reçoit le *Pô*, qui est le principal fleuve de



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'Italie, la *Narenta* et le *Drin*, venant de la péninsule Slavo-grecque. Enfin la mer Égée reçoit, entre autres, le *Vardar* ou *Axius*, le *Strymon* ou *Karassou*, la *Maritza* ou *Hebrus*.

Parmi les nombreux affluents de ces fleuves, nous citerons seulement la *Kama* et l'*Oka* pour le Volga; le *Pruth*, la *Theiss*, la *Save*, la *Drave*, l'*Inn*, pour le Danube ; le *Boug* ou *Hippanis*, pour le Dnieper ; le *Manitsch*, le *Donetz*, le *Khoper*, pour le Don ; le *Bug*, pour la Vistule ; la *Wartha*, pour l'Oder ; le *Mein* et la *Moselle*, pour le Rhin ; la *Garonne*, pour la Gironde.

72. Le **relief** de l'Europe présente un caractère important, c'est l'existence d'une vaste **plaine** qui traverse à peu près le **milieu** de cette partie de la terre de l'ouest à l'est depuis la mer du Nord jusqu'à la mer Caspienne, où elle s'abaisse de manière que son altitude y descend à environ 20 mètres en dessous du niveau de l'Océan. Cette plaine est surtout très-développée dans sa partie orientale, où elle s'étend de l'océan Arctique à la mer Caspienne, et il s'en détache des espèces de rameaux qui s'avancent, comme des golfes, soit au milieu des contrées plus élevées, soit entre celles-ci et les mers. Les plus importants de ces golfes terrestres sont la partie de la France souvent nommée *bassin de Paris* et la *Valachie*. Le sol de cette plaine est loin d'être parfaitement horizontal dans toute son étendue; il présente, au contraire, quelquefois des collines ou des plateaux sillonnés par des vallons plus ou moins prononcés. On remarque, notamment parmi ces petites élévations, les *collines* ou plateau *du Valdaï*, au milieu de la Russie, que l'on décore souvent du nom de montagnes, parce que c'est le point de départ de grands cours d'eau qui s'écoulent respectivement dans quatre mers différentes, mais leur altitude paraît être moindre de 350 mètres. Nous citerons aussi les élévations que l'on a nommées *monts de Finlande*, *monts Maanselka* et *monts d'Olonetz* dans le nord-est de la Russie, mais qui paraissent avoir aussi une altitude peu considérable.

73. Les **parties montueuses** de l'Europe peuvent, jusqu'à un certain point, être divisées en dix-sept systèmes que nous distinguons par les dénominations suivantes :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les *montagnes des îles Açores*, celles *des îles Feroë*, celles *du Spitzberg*, les *Dofrines*, les *montagnes des îles Britanniques*, le *plateau central de la France*, les *montagnes Hispaniques*, les *montagnes Sardo-Corses*, celles *de Sicile*, les *Apennins*, les *Alpes*, les *monts Hercyniens*, les *Karpathes*, les *montagnes de Slavo-grèce*, celles *de Crimée*, le *Caucase* et l'*Oural*. Nous allons indiquer les principaux traits des quinze premières de ces divisions, en laissant les deux dernières pour l'article suivant, parce qu'elles appartiennent plus à l'Asie qu'à l'Europe *.

74. Les **Açores**, les **îles Feroë** et le **Spitzberg** sont, comme on l'a vu ci-dessus (68), trois petits archipels éloignés du continent. Leur sol est très-montueux : l'*île Pico*, dans le premier de ces groupes, atteint l'altitude de 2412 mètres ; la *Pointe-Noire*, au Spitzberg, celle de 1372 ; mais les îles Feroë ne paraissent pas dépasser beaucoup 600 mètres. Il est inutile d'ajouter que, vu sa latitude élevée, le Spitzberg est en grande partie couvert de glaces et de neiges perpétuelles.

75. Les **Dofrines**, ou *montagnes de Scandinavie*, forment une longue chaîne de montagnes, dirigée du nord au sud, qui commence au *Nord-Kin*, l'extrémité la plus septentrionale du continent européen, pour se terminer au Skager-Rak. Elles présentent le long de la mer une côte escarpée découpée par une multitude de petits golfes, de baies et de bras de mer qui s'avancent quelquefois comme des rivières dans l'intérieur des terres, et y forment une foule d'îles, de petites péninsules et de caps.

Les diverses parties des Dofrines, comme celles de presque toutes les chaînes étendues, portent un grand nombre de

---

* La classification des montagnes est une chose d'autant plus difficile que l'on est généralement tenté de combiner avec les considérations orographiques, proprement dites, celles hydrographiques, géognostiques et géogéniques ; aussi règne-t-il beaucoup de divergence dans les divisions et les dénominations employées par les auteurs. Obligé de choisir entre ces diverses méthodes et ne me croyant pas les connaissances nécessaires pour créer une bonne classification des montagnes, j'ai pris pour règle de me conformer, autant que possible, à l'usage le plus ordinaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

noms. On peut cependant les considérer comme divisées, par le passage du *Dofrefield*, en deux parties, le *Kiœlfield* au nord et le *Langfield* au sud.

Le Kiœlfield ne forme en général que de simples crêtes, mais le Langfield présente des plateaux qui ont quelquefois plus de 6 myriamètres de large. C'est dans la portion septentrionale de cette division que se trouvent les cimes les plus élevées, notamment le *Sœndre-Skagestœlting*, haut de 2469 mètres. Le faîte de cette chaîne est généralement peu éloigné de la mer du côté de l'ouest; mais, du côté de l'est, le sol s'affaisse avec lenteur vers le golfe de Bothnie, et il se détache de la chaîne principale des rameaux qui se prolongent plus ou moins avant. Le plus important de ces rameaux est celui connu sous le nom de *monts Sevons* ou *Kœlen Molen*, qui se détache vers Dovrefield en présentant dans le commencement une altitude de plus de 1400 mètres, et qui, se dirigeant du nord au sud, vient se perdre dans les plaines qui bordent la Baltique.

Les neiges perpétuelles sont très-communes dans les Dofrines, surtout dans le milieu de la chaîne. M. de Buch y fixe leurs limites inférieures à l'altitude d'environ 1600 sous le 61e degré de latitude, à environ 1200 mètres sous le 67e degré, à environ 1000 mètres sous le 70e et à 700 sous le 71e. On y voit aussi des glaciers, et il en existe un, au pied du Kunnen, sous le 67e degré de latitude, dont les glaces sont baignées par les eaux de la mer.

76. Les **montagnes des îles Britanniques** couvrent la partie septentrionale et occidentale de ces îles. Leur direction a beaucoup de rapport avec les Dofrines; elles s'abaissent aussi en pentes douces vers l'est, tandis que, du côté de l'ouest, elles forment des côtes escarpées et découpées par une multitude de golfes, de canaux et de bras de mer qui y déterminent un grand nombre d'îles et de presqu'îles. Leurs diverses parties sont désignées par un grand nombre de dénominations particulières. On y distingue notamment les *monts Grampians*, qui occupent la partie septentrionale de l'Écosse, et les *monts Cheviots*, qui forment en partie la séparation de cette contrée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et de l'Angleterre. Du reste, ce système n'atteint pas une grande élévation, et le sommet que l'on considère comme le plus haut de toute les îles Britanniques est le *Ben-Nevis* dans les Grampians, haut de 1325 mètres.

77. Les petites *montagnes* ou collines de la presqu'île *de Bretagne*, dont l'altitude atteint tout au plus 300 mètres, forment un intermédiaire entre les îles Britanniques et le **plateau central de la France**. Elles ne sont, en effet, séparées des premières que par la Manche, et du second par une petite dépression du sol dans laquelle coule le Clain, et qui établit en quelque manière la communication du bassin de Paris avec la *plaine de Gascogne*.

La partie nord-ouest du plateau central est assez unie et d'une hauteur moyenne de 750 mètres; celle du nord-est est, au contraire, fort entamée par des plaines : l'une des plus remarquables est la riche *Limagne d'Auvergne*, séparée par les *montagnes du Forez*, des *plaines de Montbrison* et *de Roanne*, traversées par la Loire, et qui, en se réunissant à la Limagne, forment la *plaine du Bourbonnais*, qui se lie à la partie sud-est du bassin de Paris. Entre ces *plaines* et celles où coulent le *Rhône* et la *Saône*, s'étendent les *montagnes du Lyonnais, du Beaujolais, du Morvan* et *de la Côte-d'Or*, dont l'altitude va successivement en s'abaissant, et que l'on peut considérer comme séparées des dépendances des monts Hercyniens par les cours de l'Ouche et de l'Armençon.

La partie sud-est du plateau présente des chaînes plus élevées connues sous les noms de *montagnes d'Auvergne* et de *Cévennes*.

On distingue dans les premières trois groupes principaux : les *monts Dores*, dont le sommet le plus élevé, nommé le *Puy-de-Sancy*, atteint la hauteur de 1886 mètres; le *Cantal*, grosse masse conique, dont l'élévation est de 1857 mètres, et les *monts Dômes*, qui forment une chaîne de montagnes coniques, dont le point culminant est le *Puy-de-Dôme*, haut de 1467 mètres.

Les *Cévennes*, qui forment la chute du plateau central vers le golfe de Lyon et le cours du Rhône, se présentent en général

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sous la forme de plateaux terminés par des escarpements plus ou moins prononcés et surmontés dans la partie orientale par quelques chaînes ou sommités plus élevées. Leur point culminant est le *mont Mézin* près des sources de la Loire, qui atteint l'altitude de 1766 mètres. La chaîne de la *Margeride*, qui lie les Cévennes avec les montagnes d'Auvergne, s'élève à 1500 mètres. Le prolongement oriental des Cévennes, ou *chaîne du Pilas*, atteint l'altitude de 1072 mètres et se rattache aux montagnes du Lyonnais, dont il est séparé par le cours du Gier. Le prolongement occidental, dont le point culminant est le *pic Nore*, haut de 1256 mètres, porte le nom de *montagne Noire* et se perd dans la plaine de Gascogne.

78. Au sud de cette plaine s'élèvent les **montagnes Hispaniques**, vaste plateau d'une hauteur moyenne de 7 à 900 mètres qui occupe toute la péninsule Hispanique, et sur lequel s'élèvent des cimes plus élevées dans lesquelles on peut reconnaître cinq systèmes ou chaînes dirigés de l'ouest à l'est et qui se distinguent assez nettement dans la partie occidentale, où ils sont, à quelques exceptions près, séparés par quatre grands cours d'eau, mais qui, du côté de l'est, présentent une telle confusion, que l'on y a aussi admis l'existence d'un sixième système, dont la direction formerait un angle droit avec celle des cinq autres. Toutefois ce système pourrait bien n'être que la chute d'un plateau sur un sol plus élevé *.

79. Celui de ces systèmes qui est le plus au nord se compose des *monts Cantabres* et des *Pyrénées*. Les premiers forment la côte que borde le golfe de Gascogne au midi. Leurs prin-

---

* Je veux parler ici du *système* que M. Bory de Saint-Vincent désigne par l'épithète d'*Ibérique*, et qui se dirigerait, comme le cours de l'Èbre, du nord-nord-ouest au sud-sud-ouest. Ne connaissant pas les lieux, je suis bien loin de vouloir nier l'existence de ce système, mais, avant d'adopter une division qui se trouve en opposition complète avec l'uniformité de direction qui caractérise les autres systèmes de montagnes de la Péninsule, j'aimerais de savoir si le savant auteur que je viens de citer n'a pas été influencé par l'importance que beaucoup de géographes attribuent aux bas-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cipales parties sont désignées par les noms de *monts d'Aralar, Sierra de Aranzazu, monts d'Altube, Sierra de Salvada, Sierra Angana, Sierra Sejos, Sierra Cabadonga, Sierra Penaramela, Sierra Constantina, Sierra de Meyra, Sierra de Troncedo, Sierra de Quadramon, Sierra de Teeyra,* etc.

Le faîte de cette chaîne étant peu éloigné de la mer, son versant septentrional n'a pas beaucoup d'étendue, mais son versant méridional présente des rameaux plus ou moins prolongés, qui se rattachent à ceux du second système, dont on les considère comme séparés par le cours du Duero.

La cime la plus élevée des monts Cantabres paraît être la *Pena de Penaranda,* haute de 3262 mètres.

Les *Pyrénées* forment le prolongement des monts Cantabres, depuis le golfe de Gascogne jusqu'à celui de Lyon. C'est une chaîne fort remarquable, dont le versant septentrional se détache nettement des contrées environnantes, du moins dans la partie occidentale qui est bordée par la plaine de Gascogne ; car, dans la partie orientale, les contre-forts des Pyrénées, dont une portion prend le nom de *Corbières,* s'éloignent du faîte, et se terminent par des collines qui se lient avec les contre-forts des Cévennes, dont elles sont séparées par la dépression dans laquelle on a construit le canal de Languedoc. Les Pyrénées sont sillonnées par un grand nombre de vallées transversales, qui, en général, prennent naissance au faîte de la chaîne ; les vallées longitudinales y sont peu étendues. On y voit beaucoup de cirques ; l'un des plus remarquables par l'élévation et l'escarpement de ses bords, ainsi que par la beauté de la cascade qu'y forme le gave de Pau, est l'*Oule de Gavar-*

---

sins hydrographiques, et si de nouvelles observations ne feront pas reconnaître que ce que l'on a pris pour une chaîne de montagnes ne serait pas une simple coupure dans le plateau de Castille, et s'il ne serait pas possible, ainsi que je l'indiquerai ci-après, de voir dans le Mont-Serrat une continuation de la Sierra de Guadarama, dans la Sierra de Albaracin une continuation de la Sierra de Guadalupe, et dans la Sierra de Onil une continuation de la Sierra Morena.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*nie*, ainsi nommé parce qu'il ressemble à une immense chaudière. Ces montagnes ne présentent en général que des crêtes étroites et des pics qui atteignent, dans le milieu de la chaîne, une hauteur considérable; tels sont le *pic de Néthou*, haut de 3481 mètres, et le *Mont-Perdu*, de 3410. Les cols ou, comme disent les habitants des Pyrénées, les *ports*, par où l'on peut franchir cette partie de la chaîne, sont aussi très-élevés; tels sont le *port de la Paz*, haut de 3298 mètres; celui d'*Oo*, 3002; celui de *Gavarnie*, 2333, etc.; mais la chaîne s'abaisse vers ses deux extrémités, et le col de Gorrity, que l'on considère comme formant la limite entre les Pyrénées et les monts Cantabres, ne paraît pas avoir plus de 1000 mètres de hauteur; néanmoins on trouve, dans la partie orientale, le *Canigou*, qui atteint encore une élévation de 2781 mètres, quoiqu'il ne soit qu'à 7 myriamètres du point où la chaîne se termine.

Les hautes cimes des Pyrénées présentent des neiges perpétuelles, dont la limite inférieure est, d'après Ramond, à environ 2700 mètres, du moins sur les pentes septentrionales, car il est rare que les neiges des pentes méridionales ne fondent pas entièrement pendant l'été. Il existe aussi quelques glaciers dans le milieu de la chaîne, mais ils sont restreints aux grandes hauteurs, et ne descendent pas dans les vallées profondes.

80. Le second système, que M. Bory de Saint-Vincent appelle *Carpetano-Vettonique*, porte, dans la partie centrale, le nom de *Sierra de Guadarama*, d'où il se prolonge à l'ouest, sous diverses dénominations, telles que *Sierra de Avila*, *Sierra de Gredos*, *Sierra de Bejar*, *Sierra de Gata*, *Sierra de Estrella*, et se termine à la mer par divers chaînons qui occupent l'espace entre les embouchures du Duero et du Tage. La plus grande élévation de ce système paraît être dans la *Sierra de Gredos*, qui atteint la hauteur de 3216 mètres. Les montagnes qui se prolongent à l'est de la Sierra de Guadarama portent les noms de *Sierra de Ayllon*, de *Sierra de Pela* et de *Sierra de Miledos*. A l'extrémité de celle-ci, la chaîne est interrompue par la dépression dans laquelle coule l'Èbre; mais, au delà de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cette dépression, on trouve, dans la même direction, les *montagnes de la Catalogne*, qui pourraient, sous certains rapports, être considérées comme une dépendance du système qui nous occupe, et qui se rattachent, vers le nord, aux Pyrénées. L'un des points les plus remarquables est le *Mont-Serrat*, haut de 1218 mètres.

81. Le troisième système a pour partie principale la *Sierra de Guadalupe*, située vers le centre de la Péninsule, et qui s'élève à l'altitude de 1559 mètres; il se prolonge, à l'ouest, sous divers noms, tels que *Sierra de Montanchès*, *Sierra de San-Pedro*, *Sierra de San-Leon*, *Sierra de San-Mames*, etc. Le prolongement oriental porte le nom de *monts de Tolède;* mais ensuite le système est moins bien dessiné, ou moins bien connu; il semble cependant que l'on pourrait y rapporter la *Sierra de Albaracin* en Aragon, et d'autres massifs qui s'étendent jusqu'à la Méditerranée.

82. Au sud de la Sierra de Guadalupe se trouve la *Sierra Morena* ou *monts Marianiques;* grande chaîne de montagnes qui forme la chute du plateau central de l'Espagne vers la vallée du Guadalquivir, et qui se prolonge, à l'ouest, sous les noms de *Sierra Constantina* et de *Sierra de Aroche*. C'est dans cette dernière partie que se trouve la cime la plus élevée du système, le *Cumbre de Aracena*, haut de 1676 mètres. On peut aussi comprendre dans ce système la *Sierra de Calderao* et la *Sierra de Monchique* ou *monts Cunéiques*, qui se trouvent dans la même direction, et qui ne sont séparées des premières chaînes que par le cours de la Guadiana, rivière qui, après avoir coulé longtemps de l'est à l'ouest dans une dépression longitudinale, prend brusquement la direction du nord au sud pour passer entre la Sierra de Aroche et celle de Calderao. Il semble que l'on pourrait aussi voir un prolongement oriental de ce système dans la *Sierra de Alcaraz*, dans la *Sierra de Onyl*, et même dans les *îles Baléares*, qui se trouvent sur la même direction, et présentent, entre autres, le *puig de Torcella* dans l'île de Maïorque, dont l'altitude est de 1463 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

83. Enfin, entre le Guadalquivir et la mer se trouve la *Sierra de Nevada*, chaîne de montagnes qui doit son nom à la présence des neiges perpétuelles, et qui est la plus haute de l'Europe après les Alpes et le Caucase, l'une de ses cimes, le *Mulahasen*, atteignant la hauteur de 3609 mètres.

Le prolongement occidental de la Sierra de Nevada est connu sous les noms de *Sierra de Antequera* et de *Sierra de Ronda*, et celui de l'est sous le nom de *Sierra de Filabres*. Il se détache aussi de cette chaîne des rameaux ou contre-forts, dont l'un des plus remarquables porte le nom d'*Alpuxarras*.

Ce système, que M. Bory de Saint-Vincent désigne par l'épithète de *Bétique*, est peu découpé par des vallées, ce qui est cause que, malgré sa grande élévation, il présente des pentes assez douces.

84. La **Sardaigne** et la **Corse** sont deux îles qui forment, dans la Méditerranée, une petite chaîne de montagnes, dirigée du sud au nord, interrompue par le détroit de Boniface, et dont il se détache des rameaux transversaux. Le point culminant paraît en être le *Monte-Rotondo* en Corse, haut de 2672 mètres.

85. La **Sicile** est aussi une île montueuse, séparée de la chaîne des Apennins par le phare ou détroit de Messine. Son point le plus élevé est l'*Etna*, grosse montagne isolée, de forme conique, dont l'altitude est de 3237 mètres.

86. Les **Apennins** sont une grande chaîne de montagnes qui se détache des Alpes maritimes, vers le cours de la Roia, en se dirigeant d'abord de l'ouest à l'est, à peu près parallèlement aux Alpes pennines et lépontiennes, dont elle est séparée par la *plaine*, ou grande vallée où coule le *Pô*, laquelle est, en quelque manière, le prolongement de la mer Adriatique. La chaîne se recourbe ensuite vers le sud, et traverse la péninsule Italique dans toute sa longueur en se bifurquant vers l'extrémité pour embrasser le golfe de Tarente. Les Apennins présentent souvent des croupes arrondies et une crête assez uniforme, d'où se détachent des rameaux qui vont en s'abaissant vers les côtes, et qui sont séparés par des val-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lées qui s'ouvrent quelquefois de manière à former de véritables plaines ; telles sont celles qui se trouvent vers les embouchures du Tibre, du Volturne, etc. Cependant le versant méridional de la partie de la chaîne qui borde le golfe de Gênes se compose d'escarpements qui s'élèvent brusquement le long de la mer. Parmi les rameaux qui se détachent des Apennins, nous citerons le *Vésuve*, près de Naples ; les *monts d'Albano*, près de Rome; et les *montagnes de Piombino* en Toscane, que l'on devrait peut-être considérer comme un groupe indépendant. Le point culminant des Apennins est le *Monte-Corno* ou *Cavallo* dans l'Abruzze, haut de 2900 mètres; mais la chaîne est en général beaucoup moins élevée.

87. Les **Alpes** sont les montagnes les plus remarquables de l'Europe, tant sous le rapport de leur élévation que sous celui de leur étendue; elles forment une chaîne qui se prolonge du golfe de Lyon aux plaines de la Hongrie, en se dirigeant d'abord du sud au nord, et ensuite de l'ouest à l'est.

Il y a diverses manières de diviser les Alpes et de nommer leurs divisions. La partie occidentale, c'est-à-dire celle qui se dirige du sud au nord, est souvent divisée en *Alpes maritimes*, qui s'étendent de la mer au mont Viso, près des sources du Pô ; en *Alpes cottiennes*, qui se prolongent de ce point au mont Cenis; en *Alpes graies*, qui se terminent avec le Mont-Blanc. La partie orientale, c'est-à-dire celle qui se dirige de l'ouest à l'est, devenant plus large, on y distingue ordinairement la série des chaînons septentrionaux de la série des chaînons méridionaux. Celle-ci se compose des *Alpes pennines*, qui s'étendent du Mont-Blanc au Mont-Rose ; des *Alpes léponiennes*, qui se prolongent jusqu'au Mont-Bernardin, près des sources du Rhin supérieur; des *Alpes rhétiques*, qui se terminent au Monte-Croce, près des sources de la Piave ; et des *Alpes carniques*, que l'on pourrait considérer comme se prolongeant jusqu'à la partie inférieure du cours de la Mur, qui les séparerait des *montagnes de Bakony*, où l'on peut aussi voir une dépendance des Alpes, séparée des Karpathes par le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cours du Danube *. Dans la série des chaînons septentrionaux se trouvent les *Alpes bernoises*, au nord de la vallée du Rhône; les *Alpes de Saint-Gall*, au nord-ouest de la vallée du Rhin, et les *Alpes noriques*, que l'on considère ordinairement comme s'étendant du lac de Constance au Kahlenberg, près de Vienne. On distingue aussi, entre les Alpes noriques et carniques, sous le nom d'*Alpes styriennes*, un chaînon intermédiaire, commençant vers les sources de la Mur et se rattachant au *Leythagebirge*, qui se prolonge entre la *plaine de Vienne* et celle *de Raab*, en Hongrie, jusqu'au Danube, qui le sépare des Karpathes.

D'autres fois on désigne simplement les portions des Alpes par les noms des contrées qu'elles traversent; c'est ainsi que l'on dit : les *Alpes piémontaises*, les *Alpes dauphinoises*, etc.; mais cette nomenclature a souvent l'inconvénient de séparer les deux versants d'un même chaînon.

Le *Mont-Blanc*, dont l'altitude est de 4810 mètres, est la cime la plus élevée des Alpes et de l'Europe entière, lorsque l'on considère le Caucase comme appartenant entièrement à l'Asie. Parmi les autres cimes nous citerons le *Mont-Rose*, 4736 mètres; le *Finsteraarhorn*, dans les Alpes bernoises, 4362; le *mont Viso*, 4214; l'*Ortler*, dans les Alpes rhétiques, 3908; le *Gross-Glockner*, dans les Alpes noriques, près des sources de la Salzach, 3791; le *Terglou*, dans les Alpes carniques, près des sources de la Save, 3019; l'*Eisenhut*, dans les Alpes styriennes, 2493. Dans le nombre des passages les plus fréquentés des Alpes, nous citerons le *col de Tende*, dans les Alpes maritimes, élevé de 1795 mètres; le *mont Genèvre*, dans les Alpes cottiennes, 3592; le *mont Cenis*, 2066; le *grand Saint-Bernard*, dans les Alpes pennines, 2491; le *Simplon*, dans les mêmes

* J'ai inséré dans les *Eléments de géologie* une note pour justifier l'extension que je donne aux Alpes carniques, et faire connaître les motifs pour lesquels je n'étends pas la dénomination d'Alpes aux montagnes de Slavogrèce.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Alpes, 2005; le *Saint-Gothard*, dans les Alpes lépontiennes, 2075; le *Splügen*, dans les Alpes rhétiques, 1925; le *Brenner*, dans les mêmes Alpes, 1430; le *Loiblberg*, dans les Alpes carniques, 1309; le *Semmering*, dans les Alpes noriques, 1413.

Les parties les plus élevées des Alpes sont couvertes de neiges perpétuelles, qui commencent vers l'altitude de 2700 mètres. On y voit aussi, surtout dans les environs du Mont-Blanc, des glaciers très-étendus. En général, les Alpes, par leur élévation, leurs escarpements, les pics décharnés qui forment plusieurs de leurs cimes, les neiges et les glaces qui en décorent d'autres, les eaux qui se précipitent en cascades de leurs sommets, les forêts et les pâturages qui recouvrent leurs flancs, présentent les effets les plus imposants et les vues les plus pittoresques de l'Europe. On y remarque beaucoup de vallées longitudinales plus ou moins étendues, mais généralement barrées à leurs extrémités et communiquant par des défilés transversaux, communément fort étroits, et dont les flancs sont ordinairement plus escarpés que ceux des vallées longitudinales.

Le versant sud-est des Alpes occidentales, après s'être séparé des Apennins, présente des pentes abruptes nettement détachées de la plaine du Pô; mais, à partir du lac de Garde, les contre-forts s'élargissent et se rattachent à deux petits groupes de montagnes coniques nommées *Monti-Berici* et *monts Euganéens*, et ensuite aux montagnes de Slavogrèce.

Le versant opposé comprend dans sa portion méridionale de puissants contre-forts qui recouvrent la plus grande partie de la Provence et du Dauphiné, et dans le nombre desquels nous citerons, en allant du sud au nord, les *Maures*, l'*Esterel*, le *Leberon*, le *mont Ventoux*. Il s'en détache ensuite, au nord du Rhône, un grand chaînon ou chaîne particulière nommée *Jura*, qui va se rattacher aux monts Hercyniens, dont elle est séparée par le Rhin et par la dépression où passe le canal qui communique de ce fleuve à la Saône. Le Jura atteint au *reculet* l'altitude de 1717 mètres et est sillonné à ses extrémités par un grand

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nombre de vallées longitudinales dirigées, comme la chaîne, du sud-ouest au nord-ouest.

Entre le Jura et la continuation des Alpes s'ouvre une contrée plus basse ou *plaine* inégale qui se prolonge le long des Alpes au travers *de la Suisse, de la Souabe et de la Bavière,* jusque vers le confluent de l'Enns avec le Danube, où les Alpes ne sont plus séparées des monts Hercyniens que par le cours de ce dernier fleuve.

88. Nous entendons par **monts Hercyniens** l'ensemble des pays montueux qui s'étendent du bassin de Paris aux plaines de Pologne. Ce système forme un grand nombre de chaînes et de groupes portant des noms particuliers. La partie occidentale est dirigée du sud-ouest au nord-est de même que le plus grand nombre des chaînes qui la composent, et, quoique cette direction se retrouve encore dans plusieurs des chaînes de la partie orientale, celle-ci peut être considérée comme ayant une direction générale du nord-ouest au sud-est, de sorte que l'ensemble du système présente la forme d'un arc de cercle, du moins du côté méridional ou interne; car, du côté externe ou septentrional il se détache une longue chaîne dirigée vers le nord-ouest que l'on peut considérer comme le prolongement ou plutôt comme le commencement du massif oriental.

89. La partie méridionale du massif occidental est partagée, par la *plaine* où coule le Rhin *de Bâle à Mayence,* en deux groupes que l'on envisage souvent comme deux chaînes dirigées du sud au nord. Celle de l'ouest se compose des *Vosges,* au sud de la Zorn; de la *Hardt* ou *basses Vosges*, au sud de la Primm; et des *montagnes de la Nahe,* au sud de la rivière de ce nom. Les Vosges sont un groupe de montagnes coniques qui atteignent, au *ballon de Sulz*, l'altitude de 1430 mètres. La Hardt se compose d'une série de plateaux moins élevés, sillonnés par des vallées à flancs escarpés, semblables à des murs flanqués de grosses tours. Les montagnes de la Nahe présentent, comme les Vosges, des élévations coniques, dont l'une, le *Donnersberg,* atteint l'altitude de 679 mètres. L'en-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

semble de cette chaîne se dessine par des pentes rapides du côté de la plaine, mais sur le versant opposé elle s'abaisse lentement vers le bassin de Paris par l'intermédiaire des *plateaux de la Lorraine occidentale* et se rattache par les *monts Faucilles* et le *plateau de Langres* ou plateau central de la France.

90. De l'autre côté de la plaine d'entre Bâle et Mayence se trouve, en face des Vosges, le *Schwarzwald* ou *forêt Noire*, montagnes qui ont beaucoup de ressemblance avec les Vosges et dont le point culminant est le *Feldberg*, haut de 1493 mètres. Il se détache de la partie sud-est de ce groupe une chaîne étroite que l'on appelle *Rauhe Alb* ou *Alp de Souabe* ou *Jura allemand* parce qu'elle forme le prolongement du Jura. Elle atteint l'altitude de 1020 mètres au *Hohenberg*, près de Rottweil.

Une dépression que le sol éprouve vers le cours de la Prints, au nord du Schwarzwald, sépare ce groupe de l'*Odenwald*, et du *Spessart*, autres groupes placés dans la même direction, et dont les points culminants sont le *Katzenbuckel* et le *Geiersberg*, hauts de 625 et 617 mètres.

91. La partie septentrionale du massif occidental des monts Hercyniens commence par un vaste plateau qui s'étend des sources de l'Oise à celles de la Diemel, et qui n'est coupé que par des vallées étroites. La portion de ce plateau comprise entre les sources de l'Oise et celles de la Kyll porte le nom d'*Ardenne* et atteint, aux *hautes Fagnes*, près de Malmedy, l'altitude de 680 mètres. Entre l'Ardenne et le Rhin se trouve l'*Eifel*, où le plateau est surmonté par des élévations coniques, dont l'une, le *Hohen-Acht*, près d'Adenau, a 760 mètres. La Moselle sépare l'*Eifel* du *Hundsrück*, qui se lie aux montagnes de la Nahe et dont une des crêtes, l'*Erbsenkopf*, s'élève à 758 mètres. On peut également distinguer, dans la partie du plateau située sur la rive droite du Rhin, trois parties principales, savoir : le *Taunus* ou *Hœhe*, entre le Mein et la Lahn, lequel atteint, au *Gross-Feldberg*, l'altitude de 880 mètres. Le *Westerwald*, entre la Lahn et la Sieg, et le *Sauerland* au nord, dont l'altitude ne paraît pas surpasser 563 mètres, qui est celle du *Heinberg* près de Friedenwald.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

A l'est de ce grand plateau, le sol éprouve des dépressions plus ou moins étendues et qui séparent divers groupes de montagnes parmi lesquelles nous citerons le *Vogelsgebirge*, le *Rœhngebirge* et l'*Habichtswald*, qui se distinguent par une grande quantité de sommets coniques et qui atteignent, au *Dammersfeld*, dans le Rœhngebirge, l'altitude de 923 mètres.

92. Le massif oriental, prolongé comme nous l'avons indiqué ci-dessus, a la forme d'un triangle allongé, dont le sommet s'élève au milieu de la grande plaine vers le confluent de l'Ohre avec l'Ems, et commence par une longue chaîne fort basse que l'on peut envisager comme formée de trois chaînons parallèles : le principal, au sud-ouest, est le *Teutoburgerwald ;* le second, au milieu, qui est à peu près aussi étendu, est quelquefois désigné par la dénomination de *montagnes du Weser* ou de *chaîne de la Porta Westphalica*, du nom d'une coupure traversée par le Weser; le troisième, au nord, n'est qu'un petit chaînon, entre Minden et Hanovre, appelé *Deister*. A la suite des montagnes du Weser s'élève le *Harz*, groupe à peu près isolé qui atteint au *Brocken* l'altitude de 1140 mètres. Le Harz est séparé par le *plateau de la Thuringe*, du *Thuringerwald*, chaîne qui se trouve sur le même alignement que le Teutoburgerwald et dont le point culminant est le *Gross-Beerberg*, élevé de 1046 mètres. En continuant la même direction, on trouve le *Frankenwald*, puis le *Fichtelgebirge*, et enfin la grande chaîne du *Bœhmerwald*, qui, comme nous l'avons dit, n'est séparé des contre-forts des Alpes noriques que par le cours du Danube, et qui atteint au *Rachel* l'altitude de 1451 mètres.

Du côté nord-ouest du triangle, une espèce de golfe de la grande *plaine* interrompt, aux environs *de Leipsick*, la continuation du Harz avec les *montagnes de la Lusace*, qui sont suivies par le *Riesengebirge* ou *montagnes des Géants*, et ensuite par les *Sudètes*, lesquels ne sont séparés des Karpathes que par le cours de l'Oder. Le point le plus élevé de cette chaîne, et en même temps de tous les monts Hercyniens, est le *Schneekoppe* dans le Riesengebirge, haut de 1451 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Cette chaîne est liée avec la chaîne occidentale par deux chaînons dirigés du nord-est au sud-ouest : l'un, au midi, lie les Sudètes au Bœhmerwald, c'est le *Mœhrischegebirge* ou *monts Moraves*, séparés des Karpathes par la Marsch, et qui atteint, au *Fleckenstein*, l'altitude de 1340 mètres; l'autre, plus au nord, est *l'Erzgebirge* ou *monts Métalliques*, dont le point culminant est le *Keilberg*, haut de 1241 mètres et qui lie les montagnes de Lusace avec le Fichtelgebirge. Cette espèce de parallélogramme renferme un sol moins élevé, que l'on appelle souvent la *Plaine de Bohême*, quoiqu'il soit d'ailleurs fort inégal.

93. Les **Karpathes** ou *monts Krapacks* forment, comme on a déjà pu le voir, le prolongement des Alpes et des monts Hercyniens dont elles ne sont séparées que par les cours du Danube, de la Marsch et de l'Oder. Elles décrivent, entre les 14e et 24e degrés de longitude orientale, un arc de cercle dirigé de l'ouest à l'est, dont la convexité est tournée vers le nord. La partie orientale se divise ordinairement en deux portions : les *petites Karpathes* ou *montagnes de Pœsing*, qui sont peu élevées et s'étendent entre la *plaine de Moravie* à l'ouest et celle de *Raab*, en Hongrie, à l'est; les *Beskides* ou *monts de Jablunka* qui se lient à l'ouest avec les Sudètes. Le reste de la chaîne est ensuite borné au nord et à l'est par la grande plaine d'Europe, dont elle se détache d'une manière uniforme et nette, en présentant néanmoins des pentes assez douces. Mais le versant intérieur ou méridional est plus compliqué, et il s'en détache de puissants rameaux, ou plutôt la chaîne forme des renflements considérables qui s'avancent dans la plaine. Il y a notamment, vers le milieu de la chaîne, entre la Vaag et la Theiss, un massif considérable dont le groupe principal porte le nom de *Tatra*, dans lequel se trouve la *pointe de Lomnitz*, haute de 2701 mètres. Ce massif se prolonge jusqu'au Danube, qui le sépare des montagnes de Bakony (86). Un autre massif, dans lequel se trouvent les *montagnes de Bihar*, sépare la *plaine de la Theiss* de celle *de Transylvanie*, à l'est de laquelle la chaîne extérieure des Karpathes paraît atteindre sa plus grande élévation, au *Budosch-Hegy* ou *mon-*



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*tagne puante*, haute de 2904 mètres. Un peu au sud de cette cime, la chaîne se perd dans la plaine, ou plutôt elle se recourbe presque à angle droit pour former un grand chaînon souvent appelé *montagnes de Fagaras*, qui est dirigé de l'est à l'ouest en se rattachant au massif des montagnes de Bihar.

94. Les **montagnes** qui s'élèvent au sud des Alpes carniques, de la Drave et du Danube, région que nous désignons par le nom **de Slavogrèce**, se rattachent du côté du nord-ouest aux Alpes carniques et aux montagnes de Fagaras, et ne sont séparées des montagnes du milieu de l'Asie, à l'est, que par des bras de mer plus ou moins étroits. Ces montagnes sont fort compliquées et peu connues, de sorte qu'il est difficile d'en donner une idée générale. Peut-être qu'il y a lieu d'y distinguer une chaîne médiane dirigée du nord-ouest au sud-ouest avec des chaînes latérales, dirigées en divers sens et plus ou moins ramifiées.

On peut diviser ce que nous considérons comme la chaîne médiane en quatre parties, savoir : les *montagnes Juliennes* de l'Isonzo à la Dobra, les *montagnes Dinariennes*, de la *Dobra* à la *Narenta*, les *montagnes Scordiennes*, de la Narenta au confluent du Drin noir avec le Drin blanc et les *montagnes Rhodopienne* ou *Despoto-Dagh*, de ce confluent au détroit des Dardanelles. Ces divisions paraissent avoir respectivement pour points culminants le *Snisnik* ou *Schneeberg*, haut de 2300 mètres, le *Dinara* 1760, le *Kom* 2500, le *Rilo-Dagh* 2500. Le versant septentrional des montagnes Dinariennes et Scordiennes avec ses contre-forts recouvre à peu près tout le sol de la Croatie et de la Bosnie. Il est séparé par la vallée ou série de plaines dans laquelle coule la Save, de deux groupes qui s'étendent entre cette rivière et la Drave. L'un, à l'ouest, ou *montagnes de Warasdin*, se rattache aux Alpes carniques; l'autre, ou *Phrousca-Gora*, près du confluent de la Save et du Danube, n'est qu'une montagne de 800 mètres d'altitude, isolée au milieu d'un sol bas qui se rattache à la grande plaine de la Theiss. Quant aux *montagnes du nord de la Servie*, on pourrait y voir des chaînons qui se détachent de la chaîne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

médiane en se dirigeant du sud au nord et laissant entre eux des dépressions qui deviennent quelquefois de petites *plaines* ou de larges vallées, telle est celle où coule la partie inférieure *de la Morava*. La plupart de ces chaînons viennent se terminer à la grande plaine de la Theiss; mais celui qui est à l'est de la Morava se rattache aux montagnes de Fagaras, dont il n'est séparé que par un défilé étroit dans lequel coule le Danube.

Vers le point où ce chaînon se lie à la chaîne médiane, il s'en détache aussi une grande chaîne latérale, dirigée de l'ouest à l'est, connue sous le nom de *Balkan* ou *Hémus*. Sa partie occidentale ou *grand Balkan*, atteint l'altitude de 1300 mètres; mais le *petit Balkan* s'abaisse successivement jusqu'à la mer Noire, où il se termine par le cap Emineh. Le versant septentrional de cette chaîne se compose de gradins qui s'abaissent lentement vers la plaine de Valachie; mais le versant méridional présente des pentes plus rapides vers la *plaine de Thrace*.

Un rameau, quelquefois désigné sous le nom de *Grandsia* et dirigé du nord-ouest au sud-est entre la mer Noire et la plaine de Thrace, s'étend du Balkan au détroit de Constantinople, qui le sépare des montagnes du milieu de l'Asie.

Le versant méridional des montagnes Juliennes et Dinariennes, ainsi que de la partie occidentale des montagnes Scordiennes, est beaucoup plus étroit que le versant septentrional, et forme, le long de la mer Adriatique, une côte escarpée, entamée par de nombreux golfes ou bras de mer qui donnent naissance à beaucoup d'îles et de presqu'îles; mais ensuite ce versant devient un vaste massif montueux qui couvre le sol de l'Albanie, de la Macédoine, de la Thessalie et de la Grèce; on peut y distinguer une longue chaîne dirigée du nord au sud et des rameaux dirigés en divers sens, surtout de l'ouest à l'est et du nord-ouest au sud-est. La chaîne principale, qui s'étend des montagnes Scordiennes au cap Matapan ou Ténare à l'extrémité de la Morée, a pour point culminant le *Pinde* ou *Mont-Mezzovo* ou *Mont-Grammos*, dont l'altitude est d'environ 2800 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Parmi les chaînes latérales nous citerons celles où se trouve l'*Olympe* ou *Mont-Lacha* ou *Tchélé Keschisch*, si célèbre dans l'antiquité et dont l'altitude est d'environ 2000 mètres. Cette chaîne sépare la *plaine de Thessalie* de la mer Égée, et son prolongement forme l'*île d'Eubée* ou *de Négrepont*. Tout ce massif est aussi fortement entamé par les eaux de la mer Ionienne et de la mer Égée qui y déterminent l'existence d'un grand nombre de golfes, de presqu'îles et d'îles, tandis que le groupe d'îles qui forme l'*archipel grec*, ainsi que l'*île de Candie*, où se trouve le *Mont-Ida* ou *Psiloriti*, haut de 2339 mètres, peuvent être considérés comme établissant une liaison avec les montagnes de l'Asie.

95. Il y a aussi des **montagnes** dans la partie méridionale de la presqu'île **de Crimée**, lesquelles forment, en quelque manière, l'intermédiaire entre les Karpathes et le Caucase et ne sont séparées de cette dernière que par le détroit d'Énikalé. Leur point culminant est le *Tchatir-Dagh*, dont l'altitude paraît être d'envron 2000 mètres.

96. **Subdivision de l'Europe.** — L'*Europe* peut être partagée en deux grandes portions : l'une *occidentale*, l'autre *orientale* *, qui, de leur côté, peuvent se subdiviser en quatorze régions ; savoir : dans l'Europe occidentale, le *Spitzberg*, les *îles Feroë*, les *îles Britanniques*, les *îles Açores*, l'*Espagne*, la *France*, l'*Italie*, l'*Allemagne*, le *Danemark*, la *Scandinavie*, et dans l'Europe orientale la *Russie*, la *Pologne*, la *Hongrie* et la *Slavogrèce* (**).

---

* On divise souvent l'Europe en septentrionale, centrale et méridionale ; mais la division en occidentale et orientale, employée par M. Balbi, me paraît préférable ; car elle est en partie tracée par la mer Baltique et la mer Adriatique, et elle évite de partager la grande région comprise entre la mer Blanche et la mer Noire, que l'usage réunit ordinairement sous le nom de Russie.

** Les dénominations dont on se sert ordinairement pour désigner les diverses divisions de la terre sont établies d'après deux principes différents et souvent opposés, le *principe purement géographique* et le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

97. **Position astronomique et limites.** — L'Asie est située entre le 78e degré de latitude boréale et le 11e degré de latitude australe, et entre le 23e degré de longitude orientale et le 171e degré de longitude occidentale. Elle est baignée, au nord, par l'océan Arctique; à l'est, par le détroit de Bé-

---

*principe politique.* Le premier de ces principes détermine seul la division de premier rang, c'est-à-dire en cinq parties, et celles de deuxième rang, qui distingue, dans chacune de ces parties, deux ou trois portions; mais, lorsqu'il s'agit de divisions moins étendues, on fait ordinairement usage des démarcations politiques en États ou fractions d'États qui établissent des rapports dont les hommes s'occupent dans une foule de circonstances. Cependant, comme ces divisions rompent fréquemment les rapports naturels et varient à chaque instant par l'effet des guerres et des révolutions, on fait aussi usage de divisions purement géographiques, lorsqu'il s'agit de contrées nettement dessinées par des circonstances géographiques ou de pays dans lesquels les sociétés politiques sont fort variables. C'est ainsi, par exemple, que, malgré le pouvoir que les Français et les Allemands ont exercé dans certaines parties de la région au sud des Alpes, on a toujours vu l'Italie dans toute cette région. Il est résulté de cet état de choses que les géographes, obligés de choisir au milieu de ces usages contradictoires, se sont, en quelque manière, fait chacun un système particulier qui tenait plus ou moins de l'un ou de l'autre principe, d'après leur point de départ ou la tournure de leur esprit. Dans ma manière de voir, il convient d'avoir des subdivisions de chaque partie de la terre en régions et contrées géographiques qui soient tout à fait indépendantes des divisions politiques, mais je pense, en même temps, que, pour se rapprocher, autant que possible, de l'usage ordinaire, et pour éviter de créer des noms nouveaux ou de se servir de dénominations inusitées, on peut, lorsque les circonstances s'y prêtent, désigner ces régions par le nom de l'État dont le territoire en forme le noyau, et lui donne, en quelque manière, ses caractères généraux. C'est d'après ces principes que j'ai établi les régions dont les noms seront rappelés dans cet ouvrage. Je crois, du reste, pouvoir me dispenser de rapporter ici les motifs que j'ai invoqués pour justifier quelques innovations, et je prie-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ring, la mer de ce nom, l'océan Pacifique et la mer de Lanchidol ; au sud, par l'océan Indien ; enfin elle est bornée, à l'ouest, par le détroit de Bab-el-Mandeb, la mer Rouge, l'isthme de Suez, la Méditerranée et les limites orientales de l'Europe indiquées ci-dessus (65) *.

---

rai les personnes qui voudraient juger cette partie de mon travail, de recourir aux notes insérées, à ce sujet, dans les 2e et 3e éditions de mes *Eléments de géologie*. Le peu d'avantage qu'il y a pour des commençants de connaître les limites fixes de ces créations d'auteur et la facilité avec laquelle on peut trouver ces régions sur une carte m'ont également porté à ne pas reproduire ici leurs positions astronomiques et leurs limites ; je dirai seulement que ces limites sont généralement tirées de circonstances géographiques, c'est-à-dire de mers ou bras de mer, de rivières, de faîtes de montagnes, d'isthmes, etc. ; et, pour les personnes qui n'auraient pas en main le petit Atlas de la *division de la terre en régions géographiques*, publié, en 1839, chez MM. Langlois et Leclerc, rue de la Harpe, à Paris, ou les cartes enluminées d'après ce système, chez M. Andriveau, rue du Bac, à Paris, j'ajouterai, en note, les moyens de retrouver sur les cartes statistiques ordinaires l'emplacement de celles de mes régions dont les dénominations ne concordent pas avec les noms écrits sur ces cartes.

Je dirai, en conséquence, ici, que par *Slavogrèce* j'entends la grande péninsule bornée au nord par le Danube, la Drave, le faîte des Alpes carniques ; à l'ouest par l'Izonzo, la mer Adriatique, la mer Ionienne ; et des autres côtés par les limites de l'Europe. Cette région est partagée, sous le rapport politique, entre l'empire Ottoman, l'empire d'Autriche, le royaume de Grèce et la république des îles Ioniennes.

* La plupart des géographies et des cartes françaises donnent moins d'extension à l'Asie que la délimitation indiquée ci-dessus, parce qu'elles rangent dans l'Océanie les îles de la Sonde, les îles Philippines et l'archipel des Moluques ; mais il m'a paru que la marche des géographes qui continuent à placer ces terres dans l'Asie était plus rationnelle ; car, si on les considère sous le rapport de leur position, on remarque qu'elles embrassent, en quelque manière, la presqu'île de Malacca, qui fait partie du continent asiatique, et, si on les envisage sous le rapport orographique, on ne peut s'empêcher de voir dans Sumatra un prolongement des montagnes de l'Indochine, et dans les Philippines, Bornéo, etc., une partie

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

98. **Étendue et forme**. L'Asie est la plus grande des parties de la terre : elle contient à elle seule plus de la moitié de l'ancien continent et le quadruple de l'Europe, sa surface étant de 439,000 myriamètres carrés. Sa plus grande longueur est, de même que celle de l'Europe, dans le sens de l'ouest à l'est.

99. Quoique moins entamée par des mers intérieures que l'Europe, la partie continentale de l'Asie se termine de même, au midi, par trois grandes **péninsules**; savoir, celles *de l'Arabie, de l'Hindoustan* et *de l'Indochine*. Deux autres grandes péninsules forment aussi ses extrémités occidentale et orientale; ce sont celles d'*Anatolie* et d'*Okhotsk* ou *Sibérie orientale*. Parmi les *péninsules* moins considérables, nous citerons celles *de Kamtschatka*, qui fait partie de celle d'Okhotsk; celle *de Corée*, un peu plus au sud; celle *de Malacca*, qui fait partie de l'Indochine; celle *de Guzerat*, dans l'Hindoustan; celle *des Samoïèdes*, qui est la terre continentale la plus septentrionale du globe.

100. Les côtes orientales de l'Asie sont bordées par une longue chaîne d'**îles**, où l'on distingue en plusieurs archipels, savoir, en allant du nord au sud :

1° Les *îles Kouriles*, qui forment une ligne de petites îles longues et étroites à la suite de la presqu'île du Kamtschatka;

2° Le *Japon*, groupe dans lequel se trouvent plusieurs îles considérables, notamment *Nifon* ou *Nipon*, qui a environ 2800 myriamètres carrés; *Yeso* ou *Matsmaï*; *Kiousiou* et *Sikokf* ou *Sikoko*;

3° L'archipel *Lieu-Kieu*, groupe de petites îles que l'on

---

de la grande chaîne ou plutôt du grand système de montagnes formé par le Kamtschatka, les îles Kouriles, les îles du Japon, les îles Lieukieu. On pourrait dire, en troisième lieu, que, pour être conséquent dans le principe qui a fait séparer de l'Asie les trois archipels dont il s'agit, on aurait dû en faire autant de celui de Japon, qui se trouve absolument dans les mêmes relations, et que l'on a cependant laissé avec l'Asie.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

divise ordinairement en deux parties; les îles *Lieu-Kieu proprement dites*, et les îles *Madjikosima;*

4° L'île *Formose* ou *Thai-Wan*, qui est beaucoup plus grande;

5° Les îles *Philippines*, grand archipel dans lequel on distingue, entre autres, l'île *Luçon* ou *Manille*, au nord, qui a près de 1500 myriamètres carrés de surface; celle de *Mindanao*, au sud-est; celle de *Palawan* ou *Paragua*, au sud-ouest : les petites îles *Soulou* peuvent aussi être considérées comme une dépendance des Philippines;

6° Les îles de *la Sonde* forment également un archipel très-considérable, dans lequel se trouvent, entre autres, *Bornéo*, la plus grande des terres rangées parmi les îles, sa surface étant de près de 8000 myriamètres carrés : on y distingue également les grandes îles de *Sumatra* et de *Java;*

7° L'archipel des Moluques, dont l'île principale est *Célèbes* ou *Macassar*, d'une surface de plus de 1400 myriamètres carrés; nous y citerons aussi les îles *Gilolo*, *Céram*, *Timor* et *Flores*, ainsi que les petites îles de *Ternate*, *Makian*, *Motis*, *Batchian* et *Tidor*, qui forment les *petites Moluques* ou *Moluques proprement dites*, renommées dans le commerce pour la production des épices.

Entre cette grande chaîne d'îles et le continent, on peut citer l'île *Saghalien* ou *Tarrakaï*, sur les côtes de la Mandchourie, et l'île *Hainan*, au sud de la Chine.

Nous citerons encore, dans l'océan Indien, l'île importante de *Ceylan*, les petits *archipels des Maldives*, *des Lakedives*, dépendant de l'Hindoustan; *d'Andaman; de Nicobar*, dépendant de l'Indochine; dans la Méditerranée, les îles *de Chypre*, *de Rhodes*, *de Scio*, *de Metelin;* et enfin dans l'océan Arctique, les *îles Liakhof* ou *archipel de la nouvelle Sibérie*.

101. L'Asie renferme des **lacs** tellement grands, qu'il y en a deux qui portent habituellement le nom de mers : ce sont la *mer Caspienne* et la *mer d'Aral*, vers les limites de l'Europe. Parmi les autres lacs importants, nous citerons le *lac Baïkal*, en Sibérie; le *Thoung-Thing* et le *Phoyang*, en Chine; le *Tin-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*gri-Noor* ou *Terkiri*, dans le Tibet; le *Khoukou-Noor* ou *lac Bleu* et le *Lob-Noor*, dans le Tangut; le *Balkachi*, l'*Alagoul*, l'*Issigoul*, le *Dzaisang*, dans la Dzoungarie; le *Zereh*, dans la Perse; les *lacs de Van*, d'*Ormiah* et de *Sebanga*, en Arménie.

102. Quoiqu'il y ait plusieurs portions de l'Asie dépourvues de **cours d'eau**, cette partie de la terre renferme beaucoup de grands fleuves : les uns, comme l'*Oby*, le *Ienissei*, la *Lena*, l'*Indighirka*, la *Kolima*, coulent du sud au nord dans l'océan Arctique; d'autres, comme l'*Anadyr*, le *Saghalien* ou *Amour*, le *Hoangho* ou *fleuve Jaune*, l'*Yang-tse-Kiang*, le *Ta-Kian* ou *rivière de Canton*, coulent de l'ouest à l'est, et se jettent dans les dépendances de l'océan Pacifique, ainsi que le *May-Kang* et le *Ménam*, qui coulent du nord au sud. L'océan Indien reçoit le *Salouen*, l'*Irawaddy*, le *Brahmapoutre*, le *Gange*, le *Mehenedi*, le *Godaveri*, la *Krichna*, le *Caveri*, la *Nerbedah*, le *Tapty*, l'*Indus* ou *Sind*, l'*Euphrate* ou *Chat-el-Arab*. La mer Noire reçoit le *Kisil-Irmak;* d'autres enfin se perdent dans les lacs de l'intérieur : tels sont l'*Helmend*, en Perse; l'*Oxus* ou *Djihoun* ou *Amou*, l'*Iaxarte* ou *Sihoun* ou *Sir-Deria*, dans le Turkestan; l'*Ili*, dans la Dzoungarie; le *Tarim* ou *Yarkand*, dans le Tangut.

Parmi les affluents de ces fleuves, nous citerons l'*Irtiche* pour l'Oby, l'*Angara* ou *Toungouska supérieure*, la *Toungouska inférieure* pour l'Ienissei, le *Villoui*, le *Tettim*, l'*Olekma*, l'*Aldan* pour la Lena, le *Soongari* pour le Saghalien; la *Djemmah*, la *Gogra*, la *Sone*, le *Kosi*, la *Tislach* pour le Gange; le *Setledje* pour l'Indus; le *Tigre* pour l'Euphrate, etc.

103. Le **relief** de l'Asie a beaucoup de rapports avec celui de l'Europe, car cette partie de la terre est également traversée dans toute sa longueur par une vaste plaine au midi de laquelle s'élèvent d'immenses contrées montueuses.

104. La **grande plaine** peut être considérée comme tenant à celle de l'Europe par la mer Caspienne, et converge vers le nord-est, de même que celle d'Europe converge vers le nord-ouest; de sorte que cet immense ensemble de régions basses forme un arc de cercle dont l'Oural serait la flèche; mais la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

grande plaine d'Asie diffère de celle d'Europe en ce qu'elle aboutit dans toute sa longueur à l'océan Arctique, tandis que l'autre en est séparée au nord-ouest par les montagnes de Scandinavie. Elle en diffère aussi par la quantité de steppes qu'elle renferme. Son altitude, qui est, ainsi que nous l'avons déjà dit, inférieure au niveau de l'Océan dans le voisinage des mers Caspienne et d'Aral, se tient assez basse dans la partie occidentale, mais se relève dans la partie orientale.

105. Les **montagnes** de l'Asie ne sont pas assez connues pour que l'on puisse en faire une bonne classification, ni même pour que l'on puisse les indiquer convenablement. Il paraît que, comme en Europe, les chaînes principales sont dirigées de l'est à l'ouest, tandis que d'autres sont plus ou moins dirigées du nord au sud. On peut les considérer comme formant deux massifs distincts d'étendue très-inégale : l'un, au nord-ouest, qui ne se compose que d'une grande chaîne ou système de montagnes; l'autre, au midi, qui comprend plus de la moitié de la surface de cette partie de la terre. Nous considérerons ce dernier massif comme subdivisé en neuf systèmes, que nous désignerons par les noms de *système Tauro-Persique*, *système de l'Himalaya*, *système du Kouenlun*, *système du Thian-Chan*, *système de l'Altaï*, *système Japonais*, *système Siamois*, *système des Ghattes* et *système Arabique*. Les cinq premiers sont généralement dirigés de l'ouest à l'est, et les quatre derniers du nord au sud, mais les uns et les autres avec des déviations plus ou moins fortes, ainsi qu'on le verra ci-après.

106. Le massif du nord-ouest, ou **système ouralien**, est dirigé du nord au sud et peut être considéré comme commençant dans la Nouvelle-Zemble (68), où il présente déjà une altitude de 1200 mètres. La partie septentrionale de la chaîne continentale, nommée quelquefois *monts Poyas*, est encore presque inconnue, et l'on ne sait pas si les *monts Obdores*, qui se trouvent vers le 67e degré de latitude, un peu plus à l'ouest que la direction générale de la chaîne, sont le résultat d'une bifurcation de cette dernière, ou s'ils forment un groupe isolé. La chaîne est assez simple dans sa partie moyenne, entre les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

62e et 54e degrés de latitude, où se trouvent les sommets les plus élevés, notamment le *Kondjakovskoi-Kamen*, dont l'altitude est estimée à environ 1800 mètres, et que l'on considère comme le point culminant. La chaîne s'élargit au sud du 54e degré de latitude, où elle se subdivise en trois chaînons principaux. Celui du milieu, qui conserve dans le commencement le nom particulier d'*Oural*, prend ensuite ceux de *Kirkti*, *Irendik*, *Goberlinsk*, *Ourkatch*, et peut être considéré comme se terminant par le plateau d'*Oust-Ourt*, entre les mers Caspienne et d'Aral. Le chaînon occidental est connu sous diverses dénominations, telles que *Iurma*, *Taganaï*, *Urenga*, *Iremen*, et paraît pousser quelques rameaux de collines dans la plaine. Le chaînon oriental porte aussi divers noms, tels que ceux d'*Ilmen*, de *Kara-Edir-Tau*, de *Mougodjar*, et se perd dans les steppes au nord de la mer d'Aral. Les pentes de l'Oural sont ordinairement assez douces et couvertes de végétation, mais fort pittoresques, et cette chaîne dépasse rarement l'altitude de 1000 mètres.

107. Nous désignons, par le nom de **système tauro-persique**, un vaste plateau qui s'étend de la mer Égée à l'Indus, en formant la liaison des montagnes de Slavogrèce (93) avec celles du centre de l'Asie. Ce plateau est très-inégal dans sa partie occidentale, mais il est plus uni et moins élevé dans sa partie orientale. Les sommités qui le surmontent forment diverses chaînes particulières qui varient par leur direction, leur élévation et leur étendue. La plus septentrionale est celle du *Caucase*, qui s'étend du détroit d'Enikalé à la presqu'île d'Abschéron, sur la mer Caspienne, et forme la chute du plateau vers la grande plaine d'Europe. Cette chaîne, à laquelle on trouve beaucoup de rapports avec les Pyrénées (78), est de même dirigée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, et peut être considérée comme la continuation des montagnes de Crimée (94). Elle est, en partie, baignée au sud par la mer Noire, et le surplus est soudé au reste des plateaux, dont il est séparé par le cours du Rioni et celui du Kour. Le Caucase est sillonné par un grand nombre de vallées transversales qui prennent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

naissance au faîte de la chaîne, lequel présente, en général, une crête dentelée. Son point culminant est l'*Elbrouz*, cime couverte de neiges perpétuelles et de glaciers dont l'altitude est de 5636 mètres.

La partie du plateau, qui est, ainsi que nous venons de l'indiquer, soudée avec le sud-est du Caucase, est surmontée par l'*Ararat*, montagne célèbre dans l'histoire, qui atteint l'altitude de 5219 mètres, et sur le prolongement de laquelle se trouve la chaîne de l'*Elbourz*, dont la direction est à peu près la même que celle du Caucase, et qui forme la chute du plateau le long de la côte méridionale de la mer Caspienne. Son point culminant paraît être le *Demavend*, haut de 4478 mètres.

La longue *chaîne du Taurus* se dirige de l'ouest à l'est, en formant, dans sa partie occidentale, la chute du plateau vers la Méditerranée, et en se liant, dans sa partie orientale, avec le système Arabique. Le *Sogoul-Dagh*, dont on évalue l'altitude à 4700 mètres, est considéré comme son point culminant.

La *chaîne de Zagros* ou *du Louristan*, qui se détache du Taurus en prenant la direction du nord-ouest au sud-est, forme la chute du plateau vers la plaine de Chaldée et le golfe Persique, tandis que sa chute vers la plaine où coule l'Indus forme une autre *chaîne* dirigée du nord au sud, que l'on désigne quelquefois par le nom collectif de *Brahouik*. Sa partie méridionale, nommée *monts de Hala*, ne paraît pas être très-élevée, mais la partie septentrionale, ou *monts Solimans*, atteint une grande altitude et se lie avec l'Hindou-Kho, que M. de Humboldt considère comme une dépendance du système du Kouenlun.

108. Le **système de l'Himalaya** se lie aussi avec l'Hindou-Kho, dont il est séparé par le cours de l'Indus *. Il se dirige d'abord du nord-ouest au sud-est, mais il fléchit ensuite

---

* On a quelquefois étendu l'Himalaya à l'ouest de l'Indus, mais cette manière de voir est attaquée par M. de Humboldt, qui considère les montagnes de l'Hindou-Kho comme une dépendance du système du Kouenlun (*Asie centrale*, 1843).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

vers l'est et peut être considéré comme se prolongeant jusqu'à la mer de la Chine. La partie entre l'Indus et le Brahmapoutre, ou *chaîne de l'Himalaya proprement dite,* renferme le *Dawalagiri*, haut de 7821 mètres, que nous avons déjà cité comme le point le plus élevé du globe.

109. Le **système du Kouenlun** peut être envisagé comme la continuation de la chute du grand plateau de la Perse vers la plaine du Turkestan, et se dirige de même de l'est à l'ouest en se prolongeant, sauf probablement quelques interruptions, jusqu'à la mer de Corée. La partie occidentale, comprise entre les 65e et 71e degrés de longitude, que l'on appelle *chaîne de l'Hindou-Kho**, atteint l'altitude de 6166 mètres et aboutit au point de jonction de plusieurs chaînes dirigées en divers sens, parmi lesquelles, outre l'Himalaya et les monts Solimans, dont il a déjà été fait mention, figure le *Bolor* ou *Belour-Dagh,* grande chaîne dirigée du sud au nord, qui lie le système du Kouenlun avec celui du Thian-Chan, et qui donne naissance au célèbre *plateau de Pamer,* couvert de bons pâturages, quoique son altitude soit évaluée à près de 3000 mètres. Les montagnes qui se trouvent à l'angle formé par la jonction du Bolor avec le Kouenlun paraissent être celles que les Chinois nomment *Thsoung-Ling;* elles sont suivies à l'est par la *chaîne du Kouenlun proprement dit* ou *Kourkoun,* qui prend, à l'est du 81e degré de longitude, les noms d'*A-Neou-Tha,* et ensuite ceux de *Bassa-Doungram-Oola, Baïnkhara-Oola, Nan-Chan, Kilian-Chan.* Ces quatre dernières chaînes paraissent former un groupe très-élevé d'où sort le Hoang-Ho, et qui se lie avec le système de l'Himalaya par la *chaîne du Young-Ling,* dirigée du nord au sud.

110. Le **système du Thian-Chan** s'étend, parallèlement

---

** On appelle aussi cette chaîne *Hindou-Koush*, mais M. de Humboldt pense que cette dénomination ne s'applique qu'à un col ou passage (*id.*)

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

à celui du Kouenlun, des plaines du Turkestan à la mer du Japon. Il commence par une chaîne nommée *Asferah-Dagh* ou *Ak-Dagh*. Il est ensuite croisé par la chaîne transversale du Bolor, qui se prolonge au nord sous les noms de *Kosyourt* et de *Karatou* pour se perdre dans les steppes, vers le 45e degré de latitude. A la suite de l'Asferah-Dagh vient la *chaîne du Thian-Chan* ou *montagnes célestes*, aussi nommées *Tengri-Dagh* et *Kilian-Chan*, et dont les diverses portions sont distinguées par plusieurs dénominations particulières. Son point culminant paraît être le *Bogdo-Oola* ou *montagne sainte*. La chaîne s'abaisse vers le 95e degré de longitude et se confond avec un grand plateau désert, nommé *Gobi* ou *Chamo*, qui paraît s'étendre, au sud, jusqu'au système du Kouenlun, et au nord jusqu'à celui de l'Altaï. Le système du Thian-Chan se relève à l'est du Gobi, où il forme notamment la chaîne nommée *In-Chan* ou *Gadchar*, qui se lie aussi avec les systèmes du Kouenlun et de l'Altaï par deux chaînes transversales, savoir, le *Thai-Han-Chan* au sud et le *Khin-Gan-Petcha* au nord.

111. Nous entendons par **système de l'Altaï** l'ensemble des montagnes qui s'étendent le long des grandes plaines de la Sibérie. Ce système commence à se manifester vers le 30e degré de latitude et le 64e de longitude, par des collines ou petites *montagnes* qui s'élèvent dans la steppe des *Kirghiz* et qui portent divers noms tels que : *Oulou-Tau, Ildigis, Kent, Tchengis-Tau, Arkat*, etc. L'*Altaï proprement dit*, aussi nommé *mont d'Or* et improprement *petit Altaï*, forme un massif important dont le point culminant paraît être le *mont Biéloukha*, haut de 3350 mètres, situé près des sources de la Katounia, l'un des affluents de l'Obi. Il se détache de ce massif une chaîne nommée *Kousnetsk*, qui s'avance vers le nord pour se perdre dans la plaine, et trois autres chaînes à peu près parallèles qui se dirigent de l'ouest à l'est; ce sont l'*Ergik* ou *chaîne Sayane*, le *Tangnou* et l'*Oulangom*. La série des montagnes prend ensuite, à l'est de la Selinga, une direction qui est en général plus septentrionale, c'est-à-dire à peu près du sud-ouest au nord-est, mais qui présente beaucoup de varia-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tions dans les détails. Ces montagnes se subdivisent en un grand nombre de chaînes ou de chaînons qui forment quelquefois plusieurs rangs parallèles, parmi lesquels nous citerons le *Kentei*, les *montagnes d'Onon*, le *Jablonoi-Khrebet*, le *Stanovoi-Khrebet*, le *Vilouiski Khrebet*, la *chaîne d'Oudskoi*, celle *de l'Aldan*, celle d'*Omekonsk*, celle d'*Ouroul-gansk* et les *monts de Tchoukotsk*, qui se terminent au cap oriental, extrémité orientale du continent asiatique.

112. Nous désignons, par le nom de **système japonais**, une série de *montagnes* plus ou moins interrompues, qui se rattachent aux monts de Tchoukotsk et se prolongent, du nord au sud, au travers des terres que nous avons déjà indiquées sous les noms de presqu'île *de Kamtschatka*, îles *Kouriles*, archipel *du Japon*, îles *Lieu-Kieu*, île *Formose*, archipel *des Philippines*, île *de Bornéo* et archipel *des Moluques*. Cette série atteint l'altitude de 6000 mètres au *pic de Klintchevska*, dans le Kamtschatka; elle ne paraît pas dépasser 1000 mètres dans les Kouriles; elle se relève dans le Japon, dont plusieurs montagnes sont couvertes de neiges perpétuelles. Le *mont Mahaie*, dans l'île Luçon, paraît atteindre 6000 mètres d'altitude, le *mont de Cristal*, dans l'île de Bornéo, 2500, et le *pic de Ceram*, dans les Moluques, 2600.

113. Par le nom de **système siamois** nous désignons les *montagnes* qui couvrent la presqu'île *d'Indochine*, l'île de Sumatra et quelques îles voisines. Ces montagnes partent, comme des rameaux transversaux, du système de l'Himalaya, et paraisssent former cinq chaînes dirigées d'abord assez régulièrement du nord au sud, mais qui, ensuite, fléchissent vers l'est. La plus occidentale de ces chaînes, entre le Brahmapoutre et l'Irawaddi, peut être considérée comme se prolongeant dans les îles *Nicobar* et dans celle *de Sumatra*, où se trouve le sommet que l'on croit être le point culminant du système, savoir : le *Goumong-Kosumbra*, haut de 4,674 mètres. On pourrait peut-être rapporter à cette chaîne les îles *de Java*, *Sumbava*, *Flores*, etc., qui viennent à la suite de Sumatra, mais qui se dirigent de l'ouest à l'est. Elles sont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

aussi très-montueuses, et le *Simourou*, dans l'île de Java, paraît approcher de 4000 mètres d'altitude.

114. **Système des Ghattes.** — La péninsule de l'Hindoustan est, comme celle de l'Indochine, couverte de montagnes, mais qui, au lieu de se rattacher au système de l'Himalaya, en sont séparées par une *plaine* ou grande vallée qui s'étend de l'Indus au golfe *de Bengale*. On distingue, dans ce massif, la *chaîne des Ghattes occidentales*, nommée, dans le pays, *Syhadree*, qui longe la côte occidentale de la péninsule, et qui paraît atteindre, au sud du Tapty, l'altitude d'environ 3000 mètres. La côte orientale présente aussi des montagnes que l'on appelle *Ghattes orientales*, mais qui atteignent tout au plus 1000 mètres, et dont la continuité est souvent interrompue par de petites plaines ou de larges vallées. L'espace entre ces deux chaînes présente des plateaux plus ou moins sillonnés par des vallées et plus ou moins élevés. On y distingue, entre autres, les *monts Nilgherries*, dans la partie méridionale, qui atteignent l'altitude de 2670 mètres. Au nord, la chute de ces plateaux vers la plaine porte principalement le nom de *monts Vindhiah*, et paraît ne pas dépasser 1500 mètres. L'île de *Ceylan*, qui est une dépendance de ce système, est dominée par le *pic d'Adam*, qui s'élève à près de 1000 mètres d'altitude.

115. Le **système arabique**, tel que nous l'entendons, se compose de montagnes qui partent de la chaîne du Taurus (106), en prenant d'abord une direction du nord au sud, pour former, le long des côtes de Syrie, la *chaîne du Liban* que l'on dit atteindre une altitude de plus de 4500 mètres. Cette chaîne, arrivée au *mont Sinaï*, au nord de la mer Rouge, dont le point culminant a 2746 mètres, fléchit un peu vers l'est en formant une côte escarpée le long de la mer Rouge, et se développe dans la presqu'île *d'Arabie*, qui est un plateau fort peu connu, où l'on a indiqué une chaîne de *montagnes* dirigées de l'ouest à l'est, comme traversant le *Nedged*, c'est-à-dire le milieu de la péninsule.

116. L'Asie peut être partagée en trois grandes **divisions** :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'une au nord, l'autre au milieu et la troisième au midi.

L'*Asie septentrionale* est ordinairement considérée comme ne formant qu'une immense région connue sous le nom de *Sibérie*.

Nous divisons l'*Asie médiane* en treize régions que nous désignons par les noms d'*îles Kouriles*, de *Japon*, de *Corée*, de *Mandchourie*, de *Mongolie*, de *Chine*, de *Tibet*, de *Tangut* *, de *Dzoungarie*, de *Turkestan*, de *Perse*, de *Chaldarménie* **, et d'*Anatolie ou Asie Mineure*.

Enfin l'*Asie méridionale* se subdivise en six régions, savoir : l'*Arabie*, l'*Hindoustan*, l'*Indochine*, les *îles de la Sonde*, les *îles Philippines*, et l'*archipel des Moluques*.

---

* Le vaste pays que les géographes ont longtemps désigné par le nom de Tartarie chinoise a une démarcation trop peu naturelle pour n'en faire qu'une région, et il est trop peu connu pour y établir de bonnes divisions. Cependant M. de Humboldt ayant indiqué, dans ses *Fragments asiatiques*, une division fondée sur les faîtes des quatre grands systèmes de montagnes de l'Altaï, du Thianchan, du Kouenlun et de l'Himalaya, j'ai cru pouvoir l'adopter, de sorte que mes trois régions de *Mandchourie*, de *Mongolie* et de *Dzoungarie* occupent l'espace entre les deux premiers de ces systèmes, tandis que le *Tangut* est entre le Thianchan et le Kouenlun, de même que le *Tibet* est entre le Kouenlun et l'Himalaya. Toutefois, pour ne pas m'écarter de l'usage, je n'ai pas cru devoir diviser la *Chine*, qui doit être traversée par le système du Kouenlun, et qui, par conséquent, s'étend du faîte du système du Thianchan à celui de l'Himalaya.

** J'ai considéré comme formant une région particulière les contrées limitées par le faîte du Caucase, au nord ; la mer Caspienne, le Kisil-Ousen et la Kerkah, à l'est ; le désert d'Arabie, au sud ; la Méditerranée, une ligne tirée du golfe d'Alexandrette à l'embouchure du Batoumi, et la mer Noire, à l'ouest ; et j'ai cru pouvoir désigner cette région par la dénomination de *Chaldarménie*, qui rappelle deux contrées dont l'une est le berceau d'un des premiers peuples qui ont cultivé les sciences naturelles, et dont l'autre est remarquable par son étendue, sa constitution orographique, ses habitants, ainsi que par la manière dont elle a conservé son nom, depuis les temps historiques les plus anciens. Cette région



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

117. **Position astronomique**. — La portion continentale de l'Afrique est située entre le 37e degré de latitude boréale et le 35e degré de latitude australe, et entre le 20e degré de longitude occidentale et le 49e degré de longitude orientale; mais avec les petites îles qui doivent y être annexées, cette partie de la terre s'étend à peu près jusqu'au 60e degré de latitude australe.

118. **Limites**. — L'Afrique est bornée au nord par le détroit de Gibraltar et la Méditerranée; à l'est, par l'isthme de Suez, la mer Rouge, le détroit de Bad-el-Mandeb et l'océan Indien; au sud, par l'océan Antarctique, et à l'ouest par l'océan Atlantique; de sorte qu'elle ne tient au reste du continent que par l'isthme de Suez, dont la largeur est de 10 myriamètres.

119. Son **étendue** est d'environ 270600 myriamètres carrés, et sa **forme** donne l'idée d'un cœur renflé par une de ses extrémités supérieures; de sorte qu'elle présente deux grandes **péninsules** qui embrassent près de trois quarts de sa surface: l'une au nord-ouest, tracée par une ligne qui s'étendrait du golfe de la Syrte dans la Méditerranée à celui de Biafra, dépendance du golfe de Guinée; l'autre au sud, tracée par une ligne partant du même golfe de Biafra et se dirigeant sur celui d'Aden dans l'océan Indien. Un autre caractère de l'Afrique, c'est la contiguïté des terres qui la composent, lesquelles ne sont presque pas entamées par des mers inté-

---

pourrait se subdiviser en neuf contrées de la manière suivante: l'*Abasie*, qui est le versant du Caucase sur la mer Noire; la *Géorgie* et le *Schirwan*, comprenant le reste du versant méridional du Caucase; l'*Azerbaïdjan* et l'*Arménie*, qui occupent le grand plateau médian; le *Kourdistan*, la *Chaldée* et la *Mésopotamie*, qui se composent de son versant méridional et de la plaine qui règne à son pied; enfin la *Syrie* ou contrée montueuse, qui se prolonge le long des côtes de la mer Méditerranée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rieures. Les **îles** y sont même rares et fort petites, à l'exception toutefois de celle de *Madagascar*, l'une des plus grandes terres que l'on considère comme îles, sa surface étant de 5000 myriamètres carrés. Cette île, située dans l'océan Indien, près de la côte orientale du continent, forme, avec quelques petites îles plus ou moins éloignées et plus ou moins réunies en groupes, un archipel étendu, où nous citerons les *îles Comores*, les *îles Séchelles*, les *îles Amirantes*, les *îles des Sept Frères* et les *îles Mascareignes*, parmi lesquelles on distingue les *îles Bourbon* et *Maurice*, les seules de tout l'archipel qui aient quelque importance après Madagascar. Plus au nord se trouve l'*île de Socotra*, également dans l'océan Indien.

Il existe aussi quelques *îles* entre les 36e et 56e degrés de latitude *australe;* mais, à l'exception de l'*île de Kerguelen* ou *de la Désolation*, elles sont très-petites; telles sont l'*île d'Amsterdam*, l'*île Saint-Paul*, l'*île Crozet*, l'*île Boudet* ou *de la Circoncision*, l'*île Diego d'Alvarez* ou *de Gough*, les *îles de Tristan d'Acunha*. On trouve aussi, dans l'océan Atlantique, les petites *îles de Sainte-Hélène* et *de l'Ascension*, au sud de l'équateur, ainsi que les *archipels du cap Vert*, *des Canaries* et *de Madère*, au nord de l'équateur.

120. Plusieurs parties de l'Afrique sont privées de **cours d'eau**, ce qui en fait de vastes déserts, mais d'autres en sont bien pourvues. L'un des plus remarquables de ces fleuves est le *Nil*, qui se forme en Nubie par la réunion du *Bahr-el-Abiad* ou *rivière blanche* avec le *Bahr-el-Asrek* ou *rivière bleue*, et qui coule du sud au nord, dans la Méditerranée. Parmi les autres cours d'eau que reçoit cette mer, mais dont aucun n'est important, nous citerons la *Moulaïa*, le *Cheliff* et la *Medjerdah*. L'océan Atlantique reçoit, au contraire, plusieurs fleuves importants, notamment le *Sénégal*, la *Gambie*, le *Kabou* ou *Rio-Grande*, le *Niger* ou *Djoliba* ou *Kouara*, le *Zaïre* ou *Couango*, la *Couanza*, l'*Orange* ou *Gariep*. Ces fleuves ont leur direction générale de l'est à l'ouest, à l'exception du Niger, qui coule d'abord de l'ouest à l'est, prend ensuite la direction du nord au sud, traverse les montagnes de Kong et se jette dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le golfe de Guinée. Les fleuves d'Afrique qui se jettent dans l'océan Indien sont peu connus; les principaux paraissent être : le *Zambèze* ou *Couama*, le *Loffih*, le *Motcherfine*, l'*Ouotundo* et le *Zebee* ou *Kibber*. La mer Rouge ne reçoit aucun cours d'eau important. On suppose qu'il existe aussi en Afrique plusieurs cours d'eau qui se perdent dans les terres ou qui se jettent dans des lacs sans débouchés, tels sont le *Chary* et le *Yeou*, qui se jettent dans le *lac de Tchad*, dans le Soudan, le plus important des **lacs** connus jusqu'à présent en Afrique. Nous citerons aussi le *lac de Tzana* ou *de Dembea* en Abyssinie, qui est traversé par le Bahr-el-Asrek.

121. L'Afrique est si peu connue, que l'on ne peut donner une idée complète de son **relief**. Il paraît cependant, du moins d'après ce que l'on connaît des côtes, qu'il n'y a pas de plaines basses aussi grandes que celles qui existent en Europe et en Asie. Il y a cependant de vastes contrées dont le sol est assez uni, mais on suppose que ce sont plutôt des plateaux que des plaines basses. On n'y a pas non plus mesuré jusqu'à présent des montagnes aussi élevées que celles d'Asie ni même que celles d'Europe. On y a reconnu l'existence de chaînes dirigées, comme les principales chaînes de l'Asie et de l'Europe, de l'ouest à l'est. Il y a notamment deux grands *systèmes* dirigés dans ce sens. Le plus septentrional est celui de l'*Atlas*, qui s'étend le long de la Méditerranée. Ses points les plus élevés, lesquels approchent de 4000 mètres, sont dans la partie occidentale, et l'altitude va en diminuant à mesure que l'on s'avance vers l'est, de manière que son point le plus élevé en Égypte ne serait que de 700 mètres. Le second *système*, qui porte successivement les noms de *montagnes de Kong*, *montagnes de la Lune*, *montagnes d'Abyssinie*, paraît traverser le continent africain dans sa plus grande largeur vers le 10e degré de latitude boréale. Il y a lieu de croire qu'il s'élève à une altitude plus forte que celle de l'Atlas. L'espace moins élevé qui sépare ces deux systèmes présente un sol assez uni, qui semble, ainsi que nous l'avons déjà dit, être plutôt un plateau peu élevé qu'une véritable plaine, et qui se divise en deux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

longues bandes. Celle du côté de l'Atlas est le vaste *désert de Sahara*, presque entièrement privé de cours d'eau ; l'autre, au contraire, qui longe le système de Kong en formant une grande partie du *Soudan*, est arrosée par beaucoup de cours d'eau dont plusieurs se jettent dans le lac de Tchad à une altitude d'environ 400 mètres.

Les *montagnes de la péninsule méridionale*, au sud du système de Kong, semblent, comme les Ghattes de l'Hindoustan, former de chaque côté de la péninsule deux chaînes qui convergent l'une vers l'autre. Par un second rapprochement avec les Ghattes, la chaîne occidentale paraît être la plus continue et la plus élevée. La chaîne orientale, qui, entre les 20e et 10e degrés de latitude australe, porte les noms de *monts Lupata* ou *Épine du monde*, devient très-basse ou cesse même tout à fait vers le 5e degré. A l'extrémité méridionale de la péninsule, ces chaînes sont réunies par des massifs dans lesquels on croit pouvoir distinguer des chaînes transversales, dirigées de l'ouest à l'est ; telle est celle du *Zwarteberg*, à peu de distance des côtes, et celle qui comprend les *monts Bokkeveld*, *Roggeveld* et *Sneeuwberg* plus au nord. Ces chaînes semblent former des gradins, et leurs plateaux présentent des espèces de steppes que l'on nomme *Karrous*. Les contrées qui s'étendent plus au nord, entre les chaînes occidentales et orientales, ne sont pas connues, mais il y a lieu de croire qu'elles renferment de vastes plateaux.

Les îles d'Afrique sont aussi très-montueuses. Le *pic de Teyde*, dans l'île Ténériffe, l'une des Canaries, s'élève à 3710 mètres d'altitude ; on dit que la chaîne de *montagnes* qui traverse l'île *de Madagascar* dans le sens de sa longueur a 3600 mètres ; l'*île de Fuego*, dans les îles du cap Vert, s'élève à 2400, et le *pic de Ruivo*, dans l'île Madère, à 1781 mètres.

122. **Division en régions.** — L'*Afrique* peut être divisée en deux portions, l'une *septentrionale*, l'autre *méridionale*, qui seraient séparées par la ligne tirée du golfe de Biafra à celui d'Aden, dont il a été parlé ci-dessus ; mais son intérieur est trop peu connu pour que l'on y établisse des divisions géographiques régulières. Cependant on pourrait subdiviser l'A-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

frique septentrionale en onze régions, de la manière suivante : les *îles du cap Vert*, les *îles Canaries*, les *îles Madères*, la *Barbarie*, le *Sahara*, l'*Égypte*, la *Nubie*, l'*Abyssinie*, le *Soudan*, la *Sénégambie* et la *Guinée* *. Quant à l'Afrique méridionale, son intérieur étant tout à fait inconnu, on ne peut y indiquer de subdivisions, mais on pourrait distinguer dans les parties maritimes les huit régions suivantes : le *Congo*, la *Cimbébasie*, le *Capland*, la *Cafrerie* le *Zanguebar*, l'*Ajan*, l'*archipel de Madagascar* et les *îles australes*.

## QUATRIÈME PARTIE DE LA TERRE. — AMÉRIQUE.

123. **Position astronomique.** — La portion continentale de l'Amérique s'étend entre le 71e degré de latitude boréale et le 54e degré de latitude australe et entre les 37e et 169e degrés de longitude occidentale ; mais, en y comprenant les îles qui en dépendent, elle s'étend du 16e degré de longitude occidentale au 170e degré de longitude orientale, et on connaît de ses dépendances jusqu'au 78e degré de latitude boréale et jusqu'auprès du 60e degré de latitude australe.

124. **Limites.** — Elle est baignée au nord par l'océan Arctique, à l'est par l'océan Atlantique, à l'ouest par l'océan Pacifique, et s'étend au sud jusqu'à l'océan Antarctique.

125. **Étendue.** — On évalue sa surface à 405700 myriamètres carrés.

---

* On étend souvent le nom de *Guinée* à toutes les côtes qui bordent le golfe de ce nom, c'est-à-dire qui s'étendent du Rio-Pongo au Bambarougue, par 16 degrés de latitude australe, et alors la partie méridionale est nommée *Guinée inférieure*, et la partie septentrionale *Guinée supérieure ;* mais il me semble préférable de suivre, à cet égard, les géographes qui terminent la Guinée au Rio de Camarones ; d'autant plus que la majeure partie de la Guinée inférieure est souvent désignée par le nom de *Congo*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

126. Le continent se compose de deux immenses péninsules, de **forme** allongée, dirigées, l'une et l'autre, du nord au sud et unies par l'*isthme de Panama*, qui n'a qu'environ 5 myriamètres de large dans la partie la plus étroite. La péninsule méridionale a la forme d'un cœur très-allongé, mais la péninsule septentrionale est beaucoup plus irrégulière et présente un grand nombre de **péninsules** de plus petites dimensions dans le nombre desquelles, cependant, il y en a deux qui sont assez considérables, savoir : celle de *Labrador*, au nord-est, et celle de la *Béringie* ou de l'*Amérique russe* au nord-ouest. Parmi les autres, nous citerons la *Californie*, l'*Yucatan*, la *Floride*, la *Nouvelle-Écosse*, la *presqu'île Melville*, etc.

127. La partie septentrionale de l'Amérique comprend un grand nombre d'**îles** ; celles *de la Nouvelle-Bretagne*, entre la mer Polaire et la mer de Baffin, ne sont encore connues que d'une manière très-imparfaite; on y distingue, entre autres les *îles Parry* ou *Géorgie septentrionale* et *Devon septentrional*, dont une partie appartient peut-être à un petit continent polaire, l'*île Cockburn*, l'*île Cumberland*, l'*île Boothia-Felix*, qui est peut-être une presqu'île du continent américain, l'*île Southampton*, etc. A l'est de la mer de Baffin se trouve le *Groenland*, terres dont les limites septentrionales se perdent dans les glaces polaires et qui forment probablement un archipel considérable, mais qui pourraient aussi appartenir en partie à un continent polaire. Dans l'océan Atlantique se trouvent notamment l'*Islande*, que l'on considère quelquefois comme appartenant à l'Europe; l'*île du prince Édouard* ou *Saint-Jean*; l'*île du cap Breton*; *Rhode-Island*; *Long-Island*; les petites *îles Bermudes*; le grand *archipel des Antilles*, qui forme trois groupes, savoir : les *îles Lucayes* ou *de Bahama*, composées d'un grand nombre de petites îles; les *grandes Antilles*, dont les principales sont *Cuba* qui a plus de 100 myriamètres de long, *Haïti*, la *Jamaïque*, *Porto-Rico*; les *petites Antilles*, qui forment une chaîne de petites îles où l'on distingue, entre autres, la *Guadeloupe* et la *Martinique*. On considère aussi quelquefois comme une division des Antilles et l'on ap-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pelle alors *Antilles sous le Vent* quelques îles situées dans la partie méridionale de la mer des Antilles le long de la côte de l'Amérique méridionale et que, pour cette raison, nous croyons appartenir à cette division. Les principales de ces îles sont la *Trinidad, Tabago*, l'*île Marguerite, Curaçao.*

La partie septentrionale de la côte occidentale de l'Amérique est aussi garnie d'une grande quantité d'îles parmi lesquelles nous citerons l'*île Nunivok*, dans la mer de Béring; les *îles Aleutiennes*, longue chaîne entre cette mer et l'océan Pacifique; l'*île Kodiak*, l'*île Sitka* ou *Baranof*, l'*île du Prince de Galles*, l'*île de la Reine Charlotte*, l'*île de Nootka* ou *Quadra et Vancouver* sur les bords de l'océan Pacifique.

L'Amérique méridionale ne présente presque pas d'îles dans sa portion du nord; mais vers le sud, nous citerons les *archipels de Chiloé, de Chonos* et *de la Mère de Dieu*, sur les côtes de Patagonie; l'*archipel de la terre de Feu*, ou *de Magellan*, au sud de cette dernière région; les *îles Falkland* ou *Malouines*, la *Géorgie du sud* et les *îles Sandwich du sud*, qui s'avancent jusque près du 60e degré de latitude australe.

128. La partie septentrionale de l'Amérique est remarquable par l'importance des **lacs** qu'elle renferme; on y trouve notamment, les *lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié* et *Ontario*, qui, groupés les uns près des autres, forment le plus grand amas connu d'eau douce. Parmi les nombreux lacs situés au nord-ouest de ce groupe principal, nous citerons ceux de *Winnipig*, d'*Athapescow* ou des *Montagnes*, de l'*Esclave*, du *grand Ours*. Plus au sud, on rencontre les *lacs de Teguayo*, de *Timpanogos*, de *Tescuco*, de *Chapala* au Mexique, de *Nicaragua* dans le Guatimala. Les lacs sont beaucoup plus rares dans la portion méridionale, où l'on trouve cependant celui de *Titicaca*, au Pérou, remarquable par son étendue aussi bien que par son altitude de 3888 mètres. Nous y citerons aussi le *lac de Macaraïbo*, dans la Nouvelle-Grenade; celui *de los Patos*, dans le sud du Brésil, qui est plutôt une lagune qu'un véritable lac, et le *lac* temporaire *de Xarayes*, à l'est de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cette région, qui n'est qu'une plaine marécageuse régulièrement inondée dans la saison des pluies.

129. C'est dans la partie méridionale de l'Amérique que se trouve le plus grand des **cours d'eau** connus : l'*Amazone* ou *Maranon*. Ce fleuve, qui se jette dans l'océan Atlantique, a un bassin immense et compte, parmi ses affluents, des cours d'eau très-considérables; tels sont le *Rio-Negro*, l'*Yapura*, le *Napo*, le *Tunguragua*, le *Huallaga*, l'*Ucayale*, la *Madeira*, le *Topayos*, le *Xingu*. Parmi les autres fleuves de l'Amérique méridionale, nous citerons encore le *Rio de la Plata*, le *San-Francisco*, le *Parnahiba*, le *Tocantin* ou *Para*, l'*Orénoque*, qui se jettent aussi dans l'océan Arctique, et la *Magdalena*, qui se jette dans la mer des Antilles. L'Orénoque présente cette particularité qu'il s'en détache un bras nommé *Cassiquiare*, qui se rend dans le Rio-Negro, et établit de cette manière une communication entre l'Orénoque et l'Amazone. Le Rio de la Plata n'est, pour ainsi dire, qu'un golfe d'eau douce, mais il a des affluents très-considérables; tels sont la *Parana*, l'*Uruguay*, le *Paraguay*, le *Vermejo*, le *Picolmayo*. D'un autre côté, l'Amérique méridionale ne verse aucun cours d'eau important dans l'océan Pacifique; mais dans le voisinage de cet océan se trouve le *Desaguadero*, qui sert de débouché au lac de Titicaca, et se perd par évaporation dans une vallée.

130. L'Amérique septentrionale renferme le *Mississipi*, dont le bassin a une étendue qui ne le cède qu'à l'Amazone, et qui se jette dans le golfe du Mexique. Parmi les nombreux affluents de ce fleuve se trouvent la *rivière Rouge*, l'*Arkansas*, le *Missouri*, qui est le plus important de tous, l'*Illinois*, l'*Ohio*, le *Tennessee*. Dans le nombre des autres cours d'eau que reçoit le golfe du Mexique, nous citerons le *Rio del Norte* ou *Rio-Bravo*, qui, comme le Mississipi, coule du nord au sud. Les cours d'eau que l'océan Atlantique reçoit directement de l'Amérique septentrionale sont moins considérables que ceux que nous venons d'indiquer; tels sont l'*Alatamaha*, le *Savannah*, le *Santee*, le *Potamac*, la *Susquehanna*, l'*Hudson*, le *Saint-Jean*; mais le golfe *Saint-Laurent* reçoit le large fleuve du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

même nom qui sert de débouché au groupe des grands lacs cités ci-dessus.

La baie d'Hudson et la mer Polaire reçoivent beaucoup de cours d'eau importants ; tels sont l'*Albani*, la *Severn*, le *Nelson* formé par les *Saskatchawan méridional et septentrional*, le *Missinipi* ou *Churchill*, le *Coppermine*, le *Mackensie* ou *rivière de l'Esclave*. Les eaux de ces contrées présentent un caractère particulier, c'est que l'on y voit souvent la même plaine ou le même lac, soit constamment, soit temporairement, verser leurs eaux dans des bassins hydrographiques différents. Cette circonstance, jointe à l'abondance des eaux, est cause que les plaines qui s'étendent de la mer Polaire au golfe du Mexique peuvent être traversées en divers sens avec des embarcations que l'on est seulement obligé de transporter sur de petites parties de terres que l'on nomme *portages*. Quoique l'Amérique septentrionale verse beaucoup plus d'eau dans l'océan Pacifique et ses dépendances que l'Amérique méridionale, les fleuves qui s'y rendent sont généralement moins importants que ceux qui se jettent dans les océans Atlantique et Arctique; nous citerons, parmi les principaux, le *Rio-Grande*, le *Rio-Colorado*, le *Caledonian*, le *Frazer* ou *Tacouche-Tesse*, et surtout l'*Oregon* ou *Columbia* avec ses affluents : le *Lewis* ou *Saptine*, le *Clarke* ou *Flathead*, le *Maltnomah*, etc.

**131.** Le trait le plus remarquable du **relief** de l'Amérique est l'existence d'une chaîne ou système de chaînes de *montagnes* qui la traverse dans le sens de sa longueur du côté *de l'occident*, en s'écartant peu de l'océan Pacifique, et qui atteint, entre l'équateur et le tropique du Capricorne, une élévation qui ne le cède presque pas aux plus hautes cimes de l'ancien continent. On peut aussi reconnaître un *système oriental* du côté de l'océan Atlantique; mais ce système est divisé par plusieurs interruptions, et ne se prolonge pas sur toute la longueur du continent.

**132.** D'immenses **plaines** séparent les montagnes occidentales des montagnes orientales. On pourrait voir dans celle de ces *plaines* qui est *au nord* une communication de la mer Po-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

laire avec le golfe du Mexique et la mer des Antilles, et une continuation de cette série de dépressions dans les plaines arrosées par l'Amazone et par les affluents du Rio de la Plata. Toutefois la *plaine de l'Amazone* est en partie barrée au nord et au sud par les renflements qu'éprouvent les montagnes tant de l'occident que de l'orient. Quant à la *plaine de la Plata*, elle s'étend au sud jusque vers l'extrémité du continent, c'est-à-dire beaucoup plus loin que les montagnes orientales qui ne dépassent pas le Rio de la Plata; elles renferment de vastes pampas et des savanes, mais ces dernières sont surtout abondantes dans la plaine de l'Amazone.

133. Les **montagnes occidentales** dont la partie méridionale est connue sous le nom d'*Andes* forment, à partir de l'extrémité sud du continent, une chaîne assez étroite dont l'altitude est de moins de 2000 mètres, mais qui, vers le 37e degré de latitude australe, présente déjà une cime, le *mont d'Antuco*, qui a près de 5000 mètres. La chaîne s'élargit entre les 20e et 14e degrés de latitude australe, où se trouve le point culminant de toute l'Amérique, le *Nevado de Sorata*, haut de 7696 mètres; elle se rétrécit ensuite, tout en conservant néanmoins une largeur de près de 50 myriamètres et une altitude qui atteint 6530 mètres au *Chimboraço*, dans les *Andes de Quito*, montagnes que l'on a considérées pendant longtemps comme le point le plus élevé de la terre. La chaîne se bifurque vers le 8e degré de latitude boréale, la partie la plus large et la plus élevée qui présente encore, dans la *Sierra de Merida*, des cimes de 600 mètres d'altitude va se terminer brusquement à la mer des Antilles, tandis que la partie occidentale, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un chaînon presque interrompu par une forte dépression, prend une direction ouest pour former l'isthme de Panama; mais la chaîne, en reprenant la direction du nord-ouest, redevient bientôt plus large et donne naissance au vaste *plateau du Mexique*, dont l'altitude ordinaire est de 2000 mètres, et sur lequel s'élèvent des cimes qui, comme le *Popocatepelt*, atteignent 5400 mètres. La chaîne se rétrécit de nouveau tout en conservant une largeur d'au

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

moins 50 myriamètres et prend le nom de *Rocky-mountains* ou *montagnes Rocheuses*. Là se trouve le *Bighorn* ou *pic de Long*, vers le 42e degré de latitude, haut de 4134 mètres. Plus au nord, c'est-à-dire près de la baie de Béring, s'élève le *mont Saint-Élie*, dont l'altitude est de 5513 mètres. Un peu plus au nord encore il se détache un rameau, qui, prenant la direction de l'ouest, donne naissance à la presqu'île d'*Alaska* et aux *îles Aleutiennes*, tandis que la chaîne principale, continuant sa direction vers le nord-ouest, vient se terminer à l'océan Arctique près des monts de Tchoukotsk, dont elle n'est séparée que par le détroit de Béring.

134. Les **montagnes orientales** de l'Amérique commencent dans le *Groenland*. On pourrait considérer l'*Islande*, dont le point culminant est le *Snœfials-Jokull*, haut de 1559 mètres, la petite *île Jean Mayen*, où se trouve le *Beerenberg*, dont l'altitude est de 2085 mètres, et peut-être même le *Spitzberg*, dont il a été parlé à l'article de l'Europe, comme étant de leurs dépendances. La portion de ce système qui s'étend sur la partie septentrionale du continent est souvent désignée maintenant par le nom collectif d'*Apalaches*. Elle se compose de montagnes qui n'ont pas ordinairement plus de 8 à 900 mètres d'altitude et dont les plus grandes élévations se trouvent aux deux extrémités de la chaîne, notamment à l'extrémité septentrionale qui porte le nom de *montagnes Blanches* et renferme des sommets de plus de 2000 mètres. Les Apalaches sont en général formées de chaînes parallèles dont les principales sont les *montagnes Bleues*, du côté de l'océan Atlantique, et les *Alleghanis* du côté opposé. Toute cette partie du système tend à converger vers l'ouest, mais ensuite on trouve les *Antilles*, qui reprennent vers l'est et que l'on peut considérer comme la continuation du système, car ces îles sont très-montueuses, et le *mont Potrillo*, dans l'île de Cuba, paraît dépasser l'altitude de 2700 mètres. Au sud des Antilles s'élèvent sur le continent les *montagnes de la Guyane*, qui atteignent à la *Duida*, dans la Sierra de Parima, l'altitude de 2500 mètres. La plaine de l'Amazone forme une nouvelle interruption au sud de la-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quelle se trouvent les *montagnes du Brésil;* massif extrêmement puissant qui converge vers l'ouest et dont les rameaux occidentaux se rapprochent de la chaîne des Andes, s'ils ne se lient pas à ceux dépendants de cette dernière chaîne. Du reste, les montagnes du Brésil sont peu élevées en comparaison de celles des autres chaînes de l'Amérique, et le *mont Itacolumi*, que l'on considère comme son point culminant, n'a que 1851 mètres d'altitude.

135. **Divisions.** — L'*Amérique*, ainsi qu'on a pu le voir d'après sa forme, se divise d'une manière très-distincte en deux portions, l'une *septentrionale*, l'autre *méridionale*, que nous subdivisons en 19 régions, savoir : dans l'Amérique septentrionale, l'*Islande*, le *Groenland*, la *Nouvelle-Bretagne*, la *Béringie*, l'*Orégonie*, la *Washingtonie*, le *Mexique*, le *Guatimala* et les *Antilles;* dans l'Amérique méridionale, la *Nouvelle-Grenade*, la *Guyane*, le *Quito*, le *Pérou*, la *Bolivie*, le *Brésil*, la *Platarie*, le *Chili*, la *Patagonie* et les *îles australes* *.

---

* Je ne répéterai pas ici, pour les motifs déjà énoncés, ce qui est dit dans les *Éléments de géologie*, sur les limites particulières de chacune de ces régions, que, d'ailleurs, je n'ai pas la prétention de considérer comme étant toutes également naturelles ; je vais seulement ajouter quelques indications pour trouver, sur les cartes ordinaires, celles dont les noms ne figurent pas sur ces cartes.

La *Béringie* comprend l'Amérique russe et les possessions anglaises, à l'ouest du Mackenzie et au nord d'une ligne tirée des sources de ce fleuve au détroit de Dixon.

L'*Orégonie* comprend la partie du versant occidental des Rocky-mountains située entre la Béringie et une ligne tirée du cap Saint-Sébastien au mont Bighorn.

La *Washingtonie* comprend les pays à l'est du Rio del Norte, c'est-à-dire tout le territoire des États-Unis à l'est des Rocky-mountains, la république du Texas et les possessions anglaises au sud du Saint-Laurent.

La *Platarie* correspond aux États-Unis du Rio de la Plata, y compris ceux du Paraguay et de l'Uruguay.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CINQUIÈME PARTIE DE LA TERRE. — OCÉANIE.

136. **Limites**. — L'Océanie, telle que nous la limitons, se compose, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, du petit continent de la Nouvelle-Hollande, des nombreuses îles de l'océan Pacifique et des terres voisines du cercle polaire antarctique. Elle peut être considérée comme bornée à l'est par une grande bande de l'océan Pacifique, dépourvue d'îles, qui baigne les côtes occidentales de l'Amérique; à l'ouest, par les terres orientales de l'Asie et par l'océan Indien; au nord, par le 40e degré de latitude boréale pour la partie située entre l'Asie et l'Amérique et par le 60e degré de latitude australe pour les portions situées au sud de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie *.

137. Celles des portions de l'Océan dont on connaît l'**étendue** sont évaluées à environ 100,000 myriamètres carrés ; mais on a reconnu, dans le voisinage du pôle austral, des terres dans l'intérieur desquelles on n'a pu pénétrer et qui pourraient avoir une surface à peu près égale à celle des parties connues.

138. **Divisions**. — Nous distinguons dans l'Océanie trois portions situées respectivement, au milieu, au nord-est et au sud, et que nous désignons par les noms de *Polynésie*, d'*Australie* et d'*Antarctie*.

---

* On a vu ci-dessus que la plupart des géographes français actuels comprennent les îles Philippines, celles de la Sonde et l'archipel des Moluques dans l'Océanie, tandis que je les range dans l'Asie, avec les anciens géographes. D'un autre côté, les nouvelles découvertes faites vers le pôle austral indiquant une certaine continuité entre les terres que l'on y a observées, on ne peut plus répartir ces terres entre les trois parties du globe au sud desquelles elles se trouvent, tandis que leur peu d'importance ne leur donne pas le droit d'être élevées au rang de division de premier ordre; j'ai cru, en conséquence, devoir les comprendre dans l'Océanie, où elles formeront une troisième subdivision de second rang que, d'après M. Grœberg de Hemsœ, je désigne par le nom d'*Antarctie*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

139. La **Polynésie**, qui embrasse près de la moitié de l'espace occupé par l'Océanie, est séparée des autres subdivisions par une portion de mer moins remplie d'îles qui passe au sud des îles Carolines et des îles de Fidji, de sorte qu'elle est entièrement baignée par l'océan Pacifique et ses dépendances.

Elle se compose d'une multitude de petites îles, ordinairement réunies en archipels, quelquefois isolées. Une partie de ces îles sont basses et presque à fleur d'eau ; d'autres, au contraire, présentent des montagnes plus ou moins élevées et souvent de forme conique. La plupart sont entourées de récifs.

Le nombre de ces îles et leurs grandes ressemblances seraient cause qu'une énumération complète et une description particulière de chaque groupe nous entraîneraient au delà du cadre que nous nous sommes tracé et présenteraient des répétitions fastidieuses. Nous nous bornerons, en conséquence, à citer les treize archipels ci-après, auxquels on pourrait, jusqu'à un certain point, rattacher respectivement les groupes moins importants et les petites îles isolées qui en sont plus ou moins éloignées. Ces archipels principaux sont :

Les *îles Sandwich*, au nord-est : l'un des groupes les plus importants et qui présente la cime la plus élevée observée jusqu'à présent dans la Polynésie ; savoir : le *Mauna-Roa*, dans l'île d'*Owhyhee* ou *Hawaii*, haut de 4838 mètres.

L'*archipel d'Anson*, qui ne renferme que quelques petites îles, éloignées les unes des autres.

L'*archipel de Magellan*, au nord-ouest, qui ne renferme aussi que de petites îles, où l'on distingue les groupes de *Mounin Sina* ou *Bouin Sina*, de *Malagrida*, de *Grampus*, des *Volcans*, de *Peel*, de *Kendrick*, etc.

Les *îles Marianes* ou *des Larrons*, qui forment une chaîne dirigée du nord au sud.

Les *îles Carolines* ou *Nouvelles-Philippines*, dans lesquelles on pourrait comprendre les *îles Pelew* ou *Palaos*, et qui for-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment aussi une chaîne de petites îles, mais dirigées de l'ouest à l'est.

L'*archipel de Mulgrave*, qui se compose des *îles Brown*, des *îles Ralik*, des *îles Radak*, des *îles Skarboroug ou Gilbert*, des *îles Kingsmill*, etc.

Les *îles Fidji* ou *Viti*.

Les *îles des Amis* ou *archipel de Tonga*, ainsi nommé de *Tonga-Taboo* ou *île d'Amsterdam*, l'une des principales de ce groupe.

L'*archipel de Bougainville*, dans lequel nous réunissons deux groupes assez éloignés: celui des *îles d'Hamoa* ou *des Navigateurs* à l'ouest, et celui des *îles Roggewin* à l'est, ainsi que plusieurs îles isolées.

L'*archipel de Cook* dont l'*île* principale est celle de *Mangea* ou *Manaca*, et dans lequel nous comprenons les *îles Hervei*, les *îles Toubouaï*, et plusieurs îles isolées.

Les *îles de la Société*, où se trouve notamment l'*île d'Otahiti*, qui renferme le *mont Oroena*, haut de 3323 mètres.

L'*archipel de Pomotou* ou des *îles Basses*, qui se compose d'un grand nombre de petites îles ordinairement très-basses, où l'on a souvent distingué deux groupes principaux sous les noms d'*archipels Dangereux* et d'*îles de la mer Mauvaise*.

Enfin l'*archipel des Marquises* ou *de Mendana* ou *de Noukahiva*.

140. L'**Australie** s'étend entre l'équateur et le 60e degré de latitude australe et entre le 110e degré de longitude orientale et le 177e degré de longitude occidentale : elle est baignée, au nord et à l'est, par l'océan Pacifique; au sud, par l'océan Antarctique; à l'ouest, par l'océan Indien, la mer de Lanchidol, et par les bras de l'océan Pacifique qui séparent la Nouvelle-Guinée des îles Moluques.

Elle se compose du continent de la *Nouvelle-Hollande* et d'un grand nombre d'îles qui, outre celles que nous considérons comme dépendantes de la Nouvelle-Hollande, peuvent être rangées dans les cinq archipels suivants; savoir : de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Nouvelle-Guinée*, de *Salomon*, des *Nouvelles-Hébrides*, de la *Nouvelle-Calédonie* et de la *Nouvelle-Zélande*.

La terre principale de l'archipel de la *Nouvelle-Guinée* est la grande île du même nom, appelée aussi *terre des Papous* et *Papouasie*, dont l'étendue est de plus de 7000 myriamètres carrés. On peut y annexer les îles *Arrou*, à l'ouest, et les îles de la *Louisiade*, à l'est.

Nous croyons pouvoir étendre le nom d'*archipel de Salomon* à une grande chaîne d'îles, dirigée du nord-ouest au sud-est, et qui se compose des îles *Salomon proprement dites* ou *terre des Arsacides* ou *Nouvelle-Géorgie*, des *îles de la Nouvelle-Bretagne*, de la *Nouvelle-Irlande*, de l'*Amirauté*, à l'ouest, et des *îles de la Reine-Charlotte* ou de *Santa-Cruz*, à l'est.

Les *Nouvelles-Hébrides* ou *archipel du Saint-Esprit* ou de *Quiros* forment, en quelque manière, la continuation de la chaîne de l'archipel de Salomon.

L'archipel de la *Nouvelle-Calédonie*, un peu plus au sud, se compose de l'île de ce nom, qui est assez importante, et de quelques petites îles plus ou moins éloignées.

L'archipel de la *Nouvelle-Zélande*, est principalement formé par deux grandes îles : celle d'*Eahenomaawe* et celle de *Tavaï poenammou*. On peut rapporter à cet archipel les petites îles de *Kermandec*, au nord ; de *Broughton* ou de *Chatam*, à l'est ; d'*Antipodes*, d'*Auckland* et de *Macquari*, au sud.

Quant à la *Nouvelle-Hollande*, aussi nommée *Notasie*, son étendue est d'environ 76,000 myriamètres carrés ; mais elle est encore fort peu connue, attendu que les peuples civilisés n'ont point pénétré dans son intérieur ; nous nous bornerons à dire que l'on a observé, dans la partie sud-est, une série de montagnes auxquelles on a donné, en allant du nord au sud, les noms de *montagnes Bleues*, *Alpes australes*, *Pyrénées australes* et *Grampians du sud*. Le *Seawiew-Hill*, dans la première de ces divisions, a 1982, et le *mont William*, dans la dernière, a un peu moins de 1400 mètres d'altitude. Sur la côte occidentale, il y a une cime qui paraît atteindre plus de 3000 mètres, c'est le *pic près la rivière des Cygnes*. Les grands cours



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'eau semblent être très-rares dans ce continent, du moins on en a peu remarqué le long des côtes. Le plus considérable de ceux connus jusqu'à présent est le *Murray*, qui arrose la partie sud-est.

La principale des îles, que nous considérons comme dépendances de la Nouvelle-Hollande, est celle de *Van-Diemen*, au sud du continent, et qui présente une cime, le *mont Wellington*, haute de 1524 mètres.

141. Les terres que nous désignons, d'après M. Grœberg de Hemsœ, sous le nom d'**Antarctie** sont situées au sud du 60e degré de latitude australe. On n'y connaît encore que quelques petites îles et quelques portions de côtes, presque toujours embarrassées de glaces, qui paraissent appartenir soit à de grands archipels, soit à un petit continent qui pourrait avoir une étendue analogue à celle de la Nouvelle-Hollande.

Ces terres forment trois groupes qui sont respectivement placés au sud de l'Australie, de l'Afrique et de l'Amérique. Le premier se compose de *terres* qui ont été successivement découvertes sous les noms *de Sabrina, de Balleny, d'Adélie, de Victoria*, et que l'on a aussi désignées sous le nom collectif de *terre de Wilkes;* on y a reconnu des montagnes de plus de 1000 mètres d'altitude. Le second groupe, qui se prolonge, comme le premier, sous le cercle polaire, comprend les *terres d'Enderby et de Kemp*. Le troisième renferme les *terres de la Trinité* ou de *Louis-Philippe, de Palmer, de Graham et d'Alexandre Ier*, que l'on désigne quelquefois par le nom collectif de *terre de Gerrits*. On y trouve aussi l'*île de Pierre Ier*, les *îles Biscoe*, comprenant, entre autres, l'*île Adélaïde* et l'*île Pitt*, les *Shetland australes*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# LIVRE DEUXIÈME.

## DE LA MINERALOGIE.

142. Les matériaux qui composent le globe terrestre sont ordinairement désignés par le nom collectif de **substances minérales**; mais, quand on les considère dans leur état de pureté et d'individualité, s'il est permis de s'exprimer de la sorte, on les nomme *minéraux,* tandis que l'on appelle *roches* les masses assez considérables pour être prises en considération dans l'étude de la structure générale de l'écorce du globe, masses qui sont plus souvent composées de l'association de divers minéraux que d'un seul minéral. Nous allons, en conséquence, indiquer successivement les propriétés générales, la classification et les propriétés particulières des minéraux, et nous parlerons ensuite des roches considérées minéralogiquement.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE PREMIER.

### DES PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES MINÉRAUX.

143. **Observation préliminaire.** — Si nous suivions à la rigueur le plan que nous nous sommes tracé, nous ne parlerions pas des propriétés générales des minéraux, parce que ces propriétés doivent être traitées dans les ouvrages de physique et de chimie; mais cette marche obligerait le lecteur de recourir à ces ouvrages chaque fois qu'il aurait perdu de vue la signification d'un des mots qui servent à désigner ces propriétés, et laisserait ignorer le sens que nous attribuons à ces expressions dans les cas où les auteurs ne sont pas d'accord à ce sujet, ce qui nous engage à rappeler succinctement les principales propriétés générales des minéraux *.

**Division des propriétés générales.** — Les minéraux étant privés de la vie, leurs propriétés se réduisent à celles qui résultent des phénomènes physiques et chimiques, c'est-à-dire que les unes, telles que la forme, la couleur, la pesanteur, la résistance aux actions mécaniques, se manifestent extérieure-

---

* Il règne peu d'uniformité sur le sens des termes destinés à faire connaître les propriétés générales des minéraux et des roches, ce qui provient de ce que l'on est dans l'habitude d'exprimer une propriété isolée avec des mots usuels, sans chercher à créer une véritable terminologie : d'où il résulte que le même mot est souvent pris dans des sens différents, et que l'on n'a quelquefois pour opposer à une propriété qu'un terme qui se rapporte à un caractère d'une autre nature. Il m'a paru que le meilleur moyen de remédier à cet inconvénient était d'avoir, pour désigner chaque catégorie de propriété, au moins deux termes qui, en exprimant les divers degrés du caractère, fussent dans le cas de comprendre, par exclusion l'un de l'autre, tous les corps de la nature, ou du moins tous ceux qui, d'après leur état, peuvent posséder la propriété dont on s'occupe, ou celle qui lui est opposée; de réunir ensuite tous ces termes dans un tableau général, et de ne les employer qu'après avoir examiné, par la comparaison avec le mot indiquant le caractère opposé,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment sans que le minéral change de nature, tandis que les autres, telles que la combustibilité, la solubilité, ne se manifestent pas sans que la composition intérieure du minéral éprouve quelques changements, de sorte que l'on peut considérer les propriétés générales des minéraux comme se divisant en deux groupes principaux que l'on désigne par les noms de *propriétés physiques* ou *caractères extérieurs* et de *propriétés chimiques*. Celles-ci étant les plus importantes, nous en parlerons en premier lieu, et nous passerons ensuite aux caractères extérieurs, que nous subdiviserons en *propriétés géométriques, mécaniques, optiques, électriques, magnétiques* et *acoustiques* *.

---

ainsi qu'avec l'ensemble du tableau, si celui dont on fait usage est appliqué dans le véritable sens que l'on a en vue. En agissant de cette manière, on s'exprimera avec plus de clarté et de précision, et on parviendra successivement à améliorer la terminologie, ainsi qu'à faciliter les moyens d'étudier les productions du règne minéral. Du reste, je suis loin de prétendre avoir fait, par cette marche, une bonne terminologie : je sens trop bien, au contraire, qu'un semblable résultat est au-dessus de mes forces ; mais je crois que, si les personnes qui s'occupent de sciences naturelles s'imposaient l'obligation d'agir toujours de la manière indiquée ci-dessus, on finirait par rendre cette partie de la science beaucoup moins imparfaite.

* Les dénominations de *propriétés physiques* et de *caractères extérieurs* ont souvent été employées dans des sens plus restreints que celui énoncé ci-dessus ; d'un autre côté, on pourrait dire, à la rigueur, qu'un caractère comme la cassure, qui exige la fracture du minéral pour être observé, n'est pas extérieur, et que des propriétés géométriques ne sont pas des propriétés physiques. Mais, outre qu'il vaut souvent mieux se servir de dénominations imparfaites que d'en créer de nouvelles, je répondrai que, quoique la cassure ne peut s'observer qu'autant que le minéral ait été brisé, elle n'en est pas moins un *caractère extérieur* du fragment que l'on observe; et, quant à la dénomination de propriété géométrique, on ne doit pas la prendre trop à la rigueur, n'étant employée ici que pour signifier qu'il s'agit de décrire des formes, c'est-à-dire des choses susceptibles d'être mesurées et non des actions, comme dans les autres cas.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## SECTION PREMIÈRE.

### *Des propriétés chimiques des minéraux.*

144. **Observations préliminaires.** — La connaissance de la composition des minéraux est la première base de l'étude de ces corps; mais cette connaissance ne peut s'acquérir, en général, que par l'analyse chimique, branche de science qui, quoique la véritable base de la minéralogie, ne doit pas être traitée ici. Nous nous bornerons, en conséquence, à indiquer quelques propriétés chimiques qui se manifestent à nos sens et quelques expériences faciles à exécuter qui servent à faire reconnaître les minéraux dans lesquels l'analyse chimique a indiqué certaines compositions. Cependant nous ferons précéder ces notions par l'exposition des signes et des formules que M. Berzélius a imaginés pour représenter la composition des corps, et sur la manière dont on discute les analyses chimiques afin d'y reconnaître les matières qui doivent être considérées comme appartenant à la composition essentielle d'un minéral, et celles qui peuvent être considérées comme y étant accidentellement.

145. **Division des corps en simples et composés.** — L'étude de la chimie a fait connaître que les minéraux, ainsi que tous les autres êtres susceptibles de manifester leur existence par la pesanteur, sont formés de certains *corps* que les chimistes appellent *simples*, parce que l'on n'est pas encore parvenu à les décomposer. Ces corps se trouvent rarement seuls dans la nature, car presque toutes les substances minérales sont *composées* de plus d'un d'entre eux.

146. On a également reconnu que, quand les corps qui ont de l'affinité les uns pour les autres se trouvent à même de s'unir sous des circonstances favorables, l'union n'a lieu que dans des proportions déterminées; on dit alors qu'il y a **combinaison**, et on appelle *éléments essentiels* les corps dont l'union forme la combinaison. Au contraire, lorsque les circonstances ont plus ou moins contrarié les lois de l'affinité, alors

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le composé ne présente plus des proportions définies ; on dit qu'il y a *mélange*, et on appelle *éléments accidentels* les corps qui se trouvent dans le composé en sus des éléments essentiels.

On a aussi été conduit à admettre que, dans la nature inorganique, les corps simples ne se combinent entre eux que deux à deux, ce qui forme des *combinaisons de premier ordre*, lesquelles se combinent également deux à deux et forment des *combinaisons du second ordre*, et ainsi de suite ; que, toutes les fois que deux corps, soit simples, soit composés, sont susceptibles de plusieurs combinaisons, on peut, en supposant que la quantité de l'un des éléments reste fixe, représenter les quantités de l'autre par des nombres simples, tels que 1, 2, 3, 4, etc., et que, quand les éléments d'une combinaison contiennent un principe commun, ce principe s'y trouve dans des rapports tels que la quantité qui existe dans celui des éléments qui en contient le moins peut exprimer la quantité que contient chacun des autres éléments en la multipliant par un de ces nombres simples ; d'où l'on a supposé que les combinaisons étaient formées par un certain nombre d'*atomes* de chaque élément, réunis dans des rapports fort simples, tels que 1 à 1, 1 à 2, 1 à 3, 2 à 3, 2 à 5, etc.

Enfin on a observé que, dans toute combinaison, l'un des éléments est à l'état d'électricité négative et l'autre à l'état d'électricité positive, et que, quoique deux mêmes éléments conservent toujours le même état électrique, l'un par rapport à l'autre, cet état peut changer lorsque l'un de ces corps se combine avec un autre corps ; de sorte que le corps qui joue le rôle d'élément électro-positif dans une combinaison deviendra électro-négatif s'il est combiné avec un corps plus électro-positif ou moins électro-négatif que lui.

147. Partant de ces données, on a imaginé des signes ou **formules chimiques** qui ont la propriété de représenter la composition et le mode de combinaison des corps d'une manière fort abrégée. On commence, à cet effet, par désigner chaque corps simple par un signe qui est la première lettre du nom que porte le corps dans la nomenclature latine, sauf que, quand

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

plusieurs corps ont la même initiale, on y ajoute la première des lettres suivantes qui sont différentes. Cependant on s'abstient d'ajouter une seconde lettre aux initiales des corps de la classe des métalloïdes, lors même que d'autres corps simples qui ne sont pas de cette classe ont la même initiale, d'où l'on a la table suivante :

Ag. Argent.
Al. Aluminium.
Aś. Arsenic.
Au. Or (*aurum*).
B. Bore.
Ba. Barium.
Bi. Bismuth.
Br. Brome.
C. Carbone.
Ca. Calcium.
Cd. Cadmium.
Ce. Cérium.
Cl. Chlore.
Co. Cobalt.
Cr. Chrome.
Cu. Cuivre.
D. Didyme.
F. Fluor.
Fe. Fer.
G. Glucium.
H. Hydrogène.
Hg. Mercure (*Hydrargirum*).
I. Iode.
Ir. Iridium.
K. Potassium (*Kalium*).
La. Lantane.
Li. Lithium.
Mg. Magnésium.
Mn. Manganèse.
Mo. Molybdène.
N. Nitrogène.
Na. Soude (*Natrium*).
Ni. Nickel.
O. Oxygène.
Os. Osmium.
P. Phosphore.
Pb. Plomb.
Pd. Palladium.
Pt. Platine.
Rh. Rhodium *.
S. Soufre.
Sb. Antimoine (*Stibium*).
Se. Sélénium.
Si. Silicium.
Sn. Étain (*Stannum*).
Sr. Strontium.
Ta. Tantale.
Te. Tellure.
Th. Thorium.
Ti. Titane.
U. Urane.
V. Vanadium
W. Scheelin (*Wolframium*).
Y. Yttrium.
Zn. Zinc.
Zr. Zirconium.

---

* M. Berzélius n'emploie que le signe R pour indiquer le rhodium ; je me suis permis d'y ajouter une seconde lettre pour éviter l'incertitude qui peut avoir lieu lorsque l'on emploie le signe R pour signifier tout radical de base, pris d'une manière générale. On peut, dans le même sens, employer le signe A pour désigner tout radical d'acide, ou plutôt d'élément électro-négatif, indistinctement.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

148. On exprime ensuite le nombre relatif des atomes que l'on suppose exister dans chaque combinaison, par des chiffres placés à côté de chaque signe, de sorte que $S^1\ O^3$ annonce un composé de trois atomes d'oxygène et d'un atome de soufre, c'est-à-dire l'acide sulfurique; et afin d'indiquer l'ordre auquel appartiennent les combinaisons, on sépare, dans celles qui ne sont pas de premier ordre, chaque élément de premier ordre par un signe +; ainsi $Ca^1\ O^1 + S^1\ O^3$ indique non-seulement un composé d'oxygène, de soufre et de calcium, mais fait aussi connaître que trois atomes d'oxygène sont réunis avec un atome de soufre pour former un atome d'acide sulfurique; qu'un autre atome d'oxygène est réuni avec un atome de calcium pour former de la chaux ou oxyde de calcium, et que ces deux composés de premier ordre sont réunis pour former du sulfate calcique ou karsténite, et la formule $Ca^1\ O^1 + S^1\ O^3 + H^4\ O^2$ indiquera que ce composé de ce second ordre est combiné avec deux autres atomes d'oxygène et quatre atomes d'hydrogène qui sont réunis pour former de l'eau, et composent ainsi une combinaison de quatrième ordre qui est le gypse.

149. On a cherché à rendre ces formules encore plus courtes et plus dégagées de chiffres au moyen des règles suivantes : on a établi, en premier lieu, comme dans l'algèbre, que tout signe qui n'est point accompagné de chiffres représente l'unité, c'est-à-dire un atome, ce qui a permis de supprimer tous les chiffres 1. On a également décidé que la réunion de deux atomes du même corps serait indiquée par une barre tirée dans la partie inférieure du signe, de sorte que $\underline{H}$ indique deux atomes d'hydrogène aussi bien que $H^2$. D'un autre côté, on a trouvé moyen de diminuer le nombre des chiffres et de rendre leurs significations plus claires, en établissant que les chiffres placés à la gauche, comme les coefficients algébriques, multiplient tous les atomes placés à la droite de ces chiffres jusqu'au premier signe +, tandis que les chiffres placés à la droite, comme les exposants algébriques, n'affectent que l'atome indiqué par la lettre qui les touche immédiatement à leur gauche; ainsi, dans l'exemple du gypse cité ci-dessus, on

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

écrira Ca O+$SO^3$+2 HO, formule qui, quoique plus courte que l'autre, fera également connaître le nombre d'atomes de corps simples dont se compose chacun des éléments binaires, et qui a, en outre, l'avantage d'indiquer que les quatre atomes d'hydrogène et les deux atomes d'oxygène qui composent le troisième de ces éléments forment deux atomes d'une combinaison de premier ordre, composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène, c'est-à-dire d'eau.

Comme plus des trois quarts des combinaisons naturelles contiennent de l'oxygène, on évite aussi beaucoup d'écritures dans les formules en représentant les atomes d'oxygène par des points placés au-dessus de la lettre indiquant le nom de l'autre atome de corps simple. Ainsi S̈ indiquera la combinaison de trois atomes d'oxygène et d'un atome de soufre, et Ḣ la combinaison d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène : de cette manière, les combinaisons de premier ordre se trouvant en général représentées par un seul signe, il n'est plus nécessaire de les séparer par des + pour indiquer les combinaisons de deuxième ordre, de sorte que l'on ne fait usage de ces signes que pour les combinaisons d'ordres supérieurs, et la formule du gypse citée ci-dessus s'écrira Ca S̈+2 Ḣ.

150. Ces formules ont non-seulement l'avantage de faire connaître d'une manière extrêmement abrégée la composition des minéraux, mais aussi d'indiquer des rapports que l'on n'aperçoit pas dans le simple énoncé des résultats en poids d'une analyse chimique; car, lorsqu'on dit, par exemple, que l'alun est composé de 0.36 de sulfate aluminique, de 0.18 de sulfate potassique et de 0.46 d'eau, on n'indique qu'une partie des rapports que présente la composition de cette substance; il en est de même quand on dit qu'elle est formée de 0.34 d'acide sulfurique, de 0.11 d'alumine, de 0.10 de potasse et de 0.45 d'eau, ou quand on dit qu'elle se compose de 0.68 d'oxygène, de 0.13 de soufre, de 0.08 de potassium, de 0.06 d'aluminium et de 0.05 d'hydrogène. Mais, quand nous jetons les yeux sur la formule K S̈+Äl $S̈^3$+24 Ḣ, nous voyons,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

non-seulement qu'il s'agit d'une combinaison de quatrième ordre formée de vingt-quatre atomes d'eau, et d'un atome d'une combinaison de troisième ordre composée d'un atome de sulfate aluminique et d'un atome de sulfate potassique, mais aussi que ce dernier est formé d'un atome de potasse et d'un atome d'acide sulfurique; que le sulfate aluminique est composé d'un atome d'alumine et de trois atomes d'acide sulfurique; que l'eau est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène; que l'acide sulfurique est composé d'un atome de soufre et de trois atomes d'oxygène; que l'alumine est composée de deux atomes d'aluminium et de trois atomes d'oxygène; et que la potasse est composée d'un atome de potassium et d'un atome d'oxygène. Nous y voyons également que l'atome d'alun contient un atome de potassium, deux atomes d'aluminium, quatre atomes de soufre, quarante atomes d'oxygène et quarante-huit atomes d'hydrogène; que l'oxygène de l'alumine est triple de celui de la potasse; que l'oxygène de l'acide sulfurique est douze fois celui de la potasse et quatre fois celui de l'alumine; que l'oxygène de l'eau est vingt-quatre fois celui de la potasse, huit fois celui de l'alumine, et deux fois celui de l'acide sulfurique.

151. Pour **réduire en formules le résultat d'une analyse** chimique, il faut chercher le rapport qui existe entre le poids atomique des divers éléments qui composent la substance analysée; or, comme on peut considérer les poids obtenus par l'analyse, comme étant ceux de certains nombres d'atomes de ces éléments, on obtiendra facilement le rapport entre le nombre de ces atomes, si on divise leur poids par celui de l'atome de ce corps, tel qu'on le trouve dans les tables dressées par les chimistes, et dont nous joignons un extrait à la fin du chapitre III. Ainsi, si nous voulons exprimer en formules le résultat d'une analyse de chalkopyrite qui aurait donné 0.36 de soufre, 0.34 de cuivre et 0.30 de fer, nous chercherons dans les tables les poids atomiques de ces trois corps simples, que nous trouverons être de 201 165, 395.695 et 339.205; d'où nous aurons $\frac{36}{201.165} = 0.18$, $\frac{34}{395.695} = 0.09$ et $\frac{30}{339.205} = 0.09$,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

c'est-à-dire trois nombres qui sont entre eux comme 2,1 et 1; d'où l'on voit que cette substance est composée de deux atomes de soufre, d'un atome de cuivre et d'un atome de fer, c'est-à-dire $S^2$ Cu Fe; d'un autre côté, comme il y a tout lieu de croire que cette substance inorganique n'est point un composé ternaire de premier ordre, mais un composé binaire de second ordre, c'est-à-dire une combinaison de sulfure de cuivre et de sulfure de fer, et que l'on sait que les atomes se combinent dans les proportions les plus simples, il y a lieu d'admettre que, dans ce minéral, un atome de soufre est uni à un atome de cuivre, tandis qu'un autre atome de soufre est uni à un atome de fer, et que ces deux atomes binaires, de premier ordre, sont ensuite unis entre eux pour former une combinaison de second ordre, circonstance que l'on indique dans la formule en partageant les deux atomes de soufre et en écrivant Cu S + Fe S.

152. Lorsqu'il s'agit de composés dont les divers éléments contiennent de l'oxygène, on peut suivre une autre marche qui consiste à chercher directement, au moyen des tables et de règles de proportions, la quantité d'oxygène que contient chacun des éléments. Si nous voulons traduire en formule, par ce moyen, le résultat de l'analyse de l'alun, que nous avons vu être de 0.34 d'acide sulfurique, 0.11 d'alumine, 0.10 de potasse et 0.45 d'eau, nous cherchons dans les tables combien 100 parties de ces composés contiennent d'oxygène en poids, nombre que nous trouvons être respectivement de 59.86, 46.70, 16.95 et 88.91, d'où nous tirerons les proportions suivantes :

100 : 59.86 : : 34 : l'oxygène de l'acide sulfurique = 203.
100 : 46 70 : : 11 : l'oxygène de l'alumine = 51.
100 : 16.95 : : 10 : l'oxygène de la potasse = 17.
100 : 88.91 : : 45 : l'oxygène de l'eau = 400.

Ce qui donne respectivement les nombres 203, 51, 17 et 400. Si nous cherchons ensuite les rapports de ces nombres, nous trouverons qu'ils sont entre eux comme 12, 3, 1 et 24, c'est-à-dire que l'alumine contient 3 fois, l'acide sulfurique 12 fois

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et l'eau 24 fois autant d'oxygène que la potasse; nous prendrons alors, dans les tables, les formules de ces diverses combinaisons en commençant par celle de la potasse, $\dot{K}$, qui annonce que cette substance ne contient qn'un atome d'oxygène. La formule de l'alumine, $\ddot{A}l$, annonçant trois atomes d'oxygène, se trouve conforme au rapport obtenu, ce qui annonce qu'il n'y a pas de chiffre à ajouter à la formule; mais l'acide sulfurique ayant pour formule $\ddot{S}$, qui annonce seulement trois atomes d'oxygène, tandis que le rapport en indique 12 fois autant que dans la potasse, on y ajoute le chiffre 4 qui signifiera 4 atomes d'acide sulfurique et, par conséquent, 12 atomes d'oxygène. Par la même raison, nous ajouterons 24 au signe de l'eau $\dot{H}$, ce qui nous donnera $\dot{K}$, $\ddot{A}l$, $\ddot{S}^4$, $\dot{H}^{24}$. Or, comme il y a lieu de considérer ces divers éléments, non comme une combinaison quaternaire de second ordre, mais comme une combinaison binaire de quatrième ordre formée d'eau et d'une combinaison binaire de troisième ordre composée de sulfate de potasse et de sulfate d'alumine, il s'agit de répartir ces signes en trois termes, et, par conséquent, de diviser l'acide sulfurique entre le sulfate de potasse et le sulfate d'alumine; à cet effet, on consulte encore les tables, et l'on y voit que le seul sulfate de potasse connu se compose d'un atome de potasse et d'un atome d'acide sulfurique, c'est-à-dire qu'il a la formule $\dot{K}\ddot{S}$; or, en soustrayant ces trois atomes d'oxygène des douze qui étaient contenus dans tout l'acide sulfurique, il n'en reste plus que 9, c'est-à-dire $\ddot{S}^3$, qui, réuni au signe $\ddot{A}l$, donne $\ddot{A}l\,\ddot{S}^3$, pour l'indication du sulfate d'alumine, et l'on voit effectivement dans les tables que telle est la formule du sulfate aluminique; de sorte que l'on a pour l'alun la formule $\dot{K}\ddot{S} + \ddot{A}l\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$, qui indique les divers rapports énoncés ci-dessus.

153. On peut, d'un autre côté, **réduire les formules en poids** analogues à ceux que donnent les analyses, et tel est le meilleur moyen de connaître la *composition normale* d'un minéral, attendu que, par ce moyen, on obtient des résultats dégagés de tous les mélanges qui existent dans la na-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ture. Il suffit, pour atteindre ce but, d'établir, d'après les tables, le poids atomique de chacun des éléments qui composent le minéral, et de calculer ensuite, par des règles de proportion, la quantité de chacun en fractions décimales, le total étant pris pour unité.

Ainsi, si nous voulons connaître, d'après la formule $\dot{K}\ddot{S} + \ddot{A}l\ddot{S}^3 + 24\,\dot{H}$, la quantité relative en poids d'acide sulfurique, d'alumine, de potasse et d'eau que contient l'alun, nous établirons d'abord le poids atomique de cette substance de la manière suivante :

| | | |
|---|---|---|
| 4 | atomes d'acide sulfurique ou $4\ddot{S}$ | 2004.660. |
| 1 | atome d'alumine ou $\ddot{A}l$, | 642.332. |
| 1 | atome de potasse ou $\dot{K}$, | 589.916. |
| 24 | atomes d'eau ou $24\,\dot{H}$, | 2699.496. |
| | Total : | 5936.404. |

D'où nous tirerons les proportions suivantes :

5936.404 : 2004.660 : : 1 : l'acide sulfurique cherché = 0.3377.
5936.404 : 642.332 : : 1 : l'alumine cherchée = 0.0082.
5936.404 : 589.916 : : 1 : la potasse cherchée = 0.0994.
5936.404 : 2699.496 : : 1 : l'eau cherchée = 0.4547.

qui donnent respectivement les nombres 0.34, 0.11, 0.10 et 0.45 indiqués ci-dessus.

On sent que si, au lieu d'opérer, dans cet exemple, sur les combinaisons de premier ordre, on l'avait fait sur les corps simples ou sur les combinaisons du second ordre, on aurait de même obtenu les quantités respectives de ces divers corps*.

---

* On a encore imaginé, pour simplifier les formules, d'autres moyens dont je crois pouvoir me dispenser de faire usage dans cet ouvrage, parce que, si, d'un côté, ils rendent les formules plus courtes, ils exigent, d'un autre côté, que la mémoire retienne un plus grand nombre de signes. Je vais cependant les indiquer ici pour la facilité des personnes qui les rencontreront dans d'autres livres.

Le premier est relatif au soufre, au sélénium et au tellure, qui ont,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

154. **Substitution des éléments.** Les combinaisons sont susceptibles d'éprouver dans leur composition une anomalie qui, au premier aperçu, semblerait détruire les lois

---

comme l'oxygène, la propriété de former des combinaisons qui se combinent ensemble à la manière des oxacides et des oxybases, et que l'on représente, dans la formule de ces combinaisons, par les signes ' — et + que l'on place, de la même manière que le signe de l'oxygène, au-dessus des lettres indiquant les autres corps de la combinaison; ainsi, de même que la formule $\dot{K}\,\ddot{M}o$ indique l'oxymolybdate potassique, $\dot{K}\,\ddot{M}o$ indique le sulfomolybdate potassique, $\bar{K}\,\ddot{M}o$ le sélénimolybdate et $\dot{\bar{K}}\,\ddot{M}o$ le tellurimolybdate potassique.

Le second moyen consiste dans l'adoption de *signes* particuliers que l'on appelle *minéralogiques*, par opposition à ceux indiqués ci-dessus que l'on nomme *signes chimiques*. Ces signes représentent d'une manière plus courte certains composés oxygénés ; à cet effet, on supprime les points qui indiquent le nombre d'atomes d'oxygène, et on met en italique la lettre indiquant l'autre corps simple, en ajoutant, s'il y a lieu, un exposant pour faire connaître combien la quantité d'oxygène de l'acide contient de fois celui de la base; ainsi la formule de la karsténite, citée ci-dessus, sera $Ca\,S^3$, qui indiquera, comme la formule chimique, que cette substance est composée de sulfate calcique, et que l'oxygène de l'acide est triple de celui de la base, mais où l'on ne voit pas le rapport entre l'oxygène et les autres éléments ; aussi, quand il s'agit de corps qui ont deux degrés d'oxydation, on fait usage de deux espèces de lettres, et, par exemple, on écrira *Fe* pour l'oxyde ferrique et *fe* pour l'oxyde ferreux. D'un autre côté, comme ces signes ne feraient pas connaître les rapports qui existent entre l'oxygène des diverses bases, on donne, aux termes qui contiennent une base plus oxydée, des coefficients qui indiquent le rapport de leurs atomes avec ceux de la base qui en contient moins; ainsi, dans la formule de l'alun citée ci-dessus, au lieu de transformer le terme $\ddot{A}l\,\ddot{S}^3$ en $Al\,S^3$, qui n'indiquerait plus que l'alumine y contient trois fois autant d'oxygène que la potasse du premier terme, on écrit $3Al\,S^3$, et l'on a la formule minéralogique $K\,S^3 + 3\,Al\,S^3 + 24\,Aq$, qui fait connaître, comme la formule chimique, qu'il y a dans l'alumine trois fois et dans l'eau vingt-quatre fois autant d'oxygène que dans la potasse.

Les formules minéralogiques ont l'avantage de se déduire plus directement des analyses chimiques et d'être indépendantes des variations que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

énoncées ci-dessus, mais qui sert, au contraire, à les confirmer : c'est que les combinaisons d'un même corps amphigène *, qui

---

des observations nouvelles pourraient introduire dans les nombres atomiques d'oxygène. Si nous voulons, par exemple, transformer en formule minéralogique le résultat de l'analyse de l'alun, nous cherchons, comme ci-dessus, les rapports de l'oxygène des divers éléments, et, lorsque nous aurons trouvé que ces rapports sont 1 pour la potasse, 3 pour l'alumine, 12 pour l'acide sulfurique et 24 pour l'eau, nous en tirerons directement les signes $K$, 3 $Al$, 12 $S$ et 24 $Aq$, pour lesquels il s'agit seulement de diviser l'acide sulfurique entre le sulfate potassique et le sulfate aluminique; or, la première de ces substances ayant la formule $KS^3$, on voit que l'oxygène de la partie d'acide sulfurique qui reste pour le sulfate aluminique est dans le rapport de 9 à 3 avec celui de l'acide sulfurique du sulfate potassique, et, comme le signe de l'alumine est $AlS^3$, on sent qu'en donnant à ce terme le coefficient 3, on exprime toutes les conditions voulues, puisque l'on indique que l'alumine contient trois fois et l'acide sulfurique neuf fois l'oxygène de la potasse, le tout sans déranger la formule du sulfate aluminique qui fait connaître que l'acide contient trois fois plus d'oxygène que la base, de sorte que l'on a la formule $KS^3 + 3\,AlS^3 + 24\,Aq$.

Pour transformer une formule minéralogique en formule chimique, il faut d'abord rechercher, à l'aide des tables, le nombre des atomes. Ainsi, dans le cas ci-dessus, nous verrons facilement que les signes minéralogiques $KS^3$, $AlS^3$ et $Aq$ s'expriment par les signes chimiques $\dot{K}\ddot{S}$, $\ddot{A}l\,\ddot{S}$ et $\dot{H}$. Alors il ne s'agit plus que d'ajouter les chiffres nécessaires pour annoncer les rapports donnés par la formule minéralogique. Or les trois points qui surmontent le signe $\ddot{A}l$, faisant connaître, comme le coefficient 3, que l'alumine contient trois fois autant d'oxygène que la potasse, il n'y a plus de chiffre à mettre pour cet objet; mais il n'en est pas de même à l'égard de l'acide sulfurique qui, d'après la formule minéralogique, contient 3 fois 3, c'est à-dire 9 fois plus d'oxygène que la potasse, tandis que les trois points n'annoncent que le triple; d'où il est nécessaire d'ajouter à ce signe un 3 en forme d'exposant. Quant à l'eau, comme les rapports atomiques de son oxygène avec celui de la potasse demeurent les mêmes que dans la formule minéralogique, on doit lui rendre son coefficient 24, de sorte que l'on obtient la formule $\dot{K}\ddot{S} + \ddot{A}l\,\ddot{S}^3 + 24\dot{H}$, telle que nous l'avons déjà indiquée.

* On sait que M. Berzélius donne le nom de corps amphigènes à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sont composées dans les mêmes proportions atomiques, ont assez souvent, surtout les bases ou éléments électro-positifs, la faculté de se *substituer* l'une à l'autre dans toute proportion, mais sans que les rapports entre les éléments qui ont des degrés différents d'oxydation, de sulfuration, de sélénisation ou de tellurisation, se trouvent changés; de sorte que si, dans les formules représentant la composition de ces corps, on substitue le signe R à celui qui indique le radical des bases, et le signe A à celui qui indique le radical des éléments électro-négatifs, on aura des formules qui conviendront à des substances dans lesquelles l'analyse a fait connaître des éléments différents. C'est ainsi, par exemple, que si nous exprimons la composition du grenat par la formule générale $\dot{R}3\,\ddot{S}i + \ddot{R}\,\ddot{S}i$, cette formule conviendra aux six analyses du tableau suivant, qui indiquent cependant des compositions plus ou moins différentes, savoir :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\ddot{S}i$ | 0.397 | 0 360 | 0.410 | 0.411 | 0.356 | 0.402 |
| $\ddot{A}l$ | 0.197 | 0.220 | 0.201 | 0.212 | » | 0.069 |
| $\ddot{F}e$ | » | » | » | » | 0.300 | 0.205 |
| $\dot{C}a$ | » | 0.030 | 0.015 | 0.371 | 0.292 | 0.295 |
| $\dot{M}g$ | » | » | 0.060 | 0.006 | » | » |
| $\dot{F}e$ | 0.397 | 0.368 | 0.288 | » | » | » |
| $\dot{M}n$ | 0.018 | » | 0.028 | » | 0.030 | 0.040 |

Il est à remarquer, d'un autre côté, que les combinaisons

---

l'oxygène, au soufre, au sélénium et au tellure, parce que ces corps simples ont, comme il a déjà été dit dans la note précédente, la propriété de former des combinaisons de premier ordre, susceptibles de se combiner entre elles.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de même formule générale étant souvent isomorphes, c'est-à-dire prenant des formes cristallines à peu près semblables, ainsi qu'on l'a vu dans la Chimie, elles s'associent entre elles avec une extrême facilité, et sans que leurs formes cristallines et la plupart de leurs autres caractères extérieurs présentent des variations sensibles; d'où il résulte que ces minéraux, quoique de nature différente, ne peuvent ordinairement être distingués que par l'analyse chimique, et que l'on trouve des séries de passages continuels entre ceux où domine un élément et ceux où domine un autre élément.

155. La théorie peut envisager sous trois points de vue différents la composition des minéraux contenant plus d'un corps susceptible de substitution.

Dans la première manière de voir, on suppose que chaque base forme avec l'acide un sel simple, et que ces combinaisons de second ordre s'unissent pour former une combinaison de troisième ordre ou sel double; mais cette manière de voir ne peut, en général, s'appliquer qu'aux minéraux qui ne contiennent, en quantité importante, que deux bases susceptibles de substitution, et où ces bases se trouvent dans des rapports atomiques simples entre elles et avec les autres éléments. Ainsi, par exemple, l'analyse d'un minéral du genre des carbonates ayant donné les quantités indiquées dans la seconde colonne du tableau suivant :

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ac. carb. $\dot{C}$ | 0.473 | 3429 | 4 | 3429 | 2 |
| Chaux, $\dot{C}a$ | 0.305 | 856 | 1 | 1715 | 1 |
| Magnés. $\dot{M}g$ | 0.222 | 859 | 1 | | |

On trouvera, en cherchant la quantité d'oxygène contenue dans chacun de ces éléments, les nombres indiqués à la troisième colonne; d'où l'on peut déduire les rapports 1, 4 et 1,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qui annoncent la combinaison d'un atome de carbonate calcique et d'un atome de carbonate magnésique, c'est-à-dire une combinaison de troisième ordre qui aurait la formule $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$.

156. Dans la seconde manière de voir, on assimile de même les bases susceptibles de substitutions à des éléments essentiels; mais on ne les considère que comme formant un seul élément. Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, au lieu de chercher un rapport atomique particulier pour la chaux et la magnésie, nous réunissons l'oxygène de ces deux corps et nous trouvons les nombres portés à la cinquième colonne qui donnent, entre l'acide et la base, les rapports 2 à 1; de sorte que, au lieu de considérer ce minéral comme le résultat de la combinaison de deux sels particuliers à bases différentes, on le considère comme un sel à double base, circonstance que l'on indique dans la formule en plaçant les signes de ces bases, séparés par des virgules, entre deux parenthèses, ce qui signifie que ces signes, ainsi renfermés, représentent un seul élément du système atomique ordinaire, et que les bases qu'ils indiquent n'ont point de proportions déterminées entre elles, mais qu'elles peuvent se substituer indéfiniment. Envisagée de cette façon, la composition du minéral analysé serait représentée par la formule $(\dot{C}a, \dot{M}g)\,\ddot{C}$ *.

Cette marche doit être suivie pour les minéraux qui contiennent plus de deux bases au même degré d'oxydation. Si, par exemple, nous voulons exprimer la composition atomique de la cérine dont l'analyse a donné les résultats consignés dans les deux premières colonnes du tableau suivant :

---

* On représente aussi ce genre de formule de la manière suivante : $\left.\begin{matrix}\dot{C}a \\ \dot{M}g\end{matrix}\right\}\ddot{C}$ ; nous avons préféré l'autre moyen, parce qu'il n'exige pas de laisser de grands intervalles entre les lignes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Silice | $\ddot{S}i$ | 0.3017 | 0.1567 | 0.1567 | 3 |
| Alumine | $\ddot{A}l$ | 0.1131 | 0.0528 | 0.0528 | 1 |
| Oxyde céreux | $\dot{C}e$ | 0.2819 | 0.0417 | 0.1144 | 2 |
| Oxyde ferreux | $\dot{F}e$ | 0.2072 | 0.0471 | | |
| Chaux | $\dot{C}a$ | 0.0912 | 0.0256 | | |
| Oxyde cuivrique | $\dot{C}u$ | 0.0089 | 0.0010 | | |
| Matière volatile | | 0.0040 | | | |
| Totaux. | | 1.0080 | | | |

Nous trouverons d'abord que les nombres indiquant la quantité d'oxygène contenue dans chacun des éléments, et qui sont énoncés à la troisième colonne, ne peuvent, pris isolément, donner aucun rapport simple entre eux. Mais, si nous réunissons ensemble l'oxygène de toutes les bases ayant le même degré d'oxydation, nous aurons le nombre 1144, qui est sensiblement le double de l'oxygène de l'alumine et les deux tiers de celui de la silice : ce qui donne les rapports 1, 2 et 3, et la formule générale $2\ddot{R}^3\,\ddot{S}i + \ddot{R}\,\ddot{S}i$, annonçant une combinaison de troisième ordre, formée d'un silicate dont la base contient trois atomes d'oxygène et de deux atomes d'un silicate dont la base contient un atome d'oxygène, d'où l'on tire la formule $2(\dot{C}e, \dot{F}e, \dot{C}a)^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$, en substituant, au signe général R, ceux particuliers à chaque radical, à l'exception, cependant, de celui de l'oxyde cuivrique, dont la présence est trop peu importante pour qu'on surcharge la formule de son indication, qui, d'ailleurs, serait plutôt une cause d'erreur qu'une donnée sur la composition réelle, puisque le langage atomique n'a pas d'expression pour faire sentir que ce corps s'y trouve dans une quantité aussi petite, et que l'observation

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

prouve que ces matières, qui se trouvent ordinairement en très-petites quantités, sont encore moins constantes que les autres bases susceptibles de substitutions.

157. Dans la troisième manière de voir, on suppose que les principes qui n'entrent pas dans la composition normale attribuée au minéral principal y indiquent la présence de certaine quantité d'un autre minéral ou de plusieurs autres minéraux que l'on considère comme se trouvant dans le composé par voie de mélange. Ainsi, par exemple, si, en partant de cette manière de voir, nous recherchons les formules particulières de toutes les combinaisons ou minéraux particuliers, que l'on suppose exister dans les substances dont nous avons rapporté les analyses à la page 113, nous aurons les formules suivantes :

1° $\dot{F}e^3\ \ddot{S}i + \dot{\ddot{A}}l\ \ddot{S}i$.
2° $\dot{C}a^3\ \ddot{S}i + \ddot{A}l\ \ddot{S}i$.
3° $\dot{C}a^3\ \ddot{S}i + \ddot{F}e\ddot{S}i$.
4° $\dot{M}n^3\ \ddot{S}i + \dot{\ddot{A}}l\ \ddot{S}i$.
5° $\dot{M}g^3\ \ddot{S}i + \ddot{A}l\ \ddot{S}i$.

Mais, comme il y a de ces formules qui annoncent des compositions qui n'ont pas encore été trouvées à peu près pures dans la nature, on ne peut considérer ces dernières formules que comme indiquant des *minéraux théoriques*, et non pas des *minéraux réels*.

158. **Mélanges des minéraux.** — Il est assez rare de trouver des minéraux qui ne contiennent que leurs éléments essentiels : le plus souvent, ils renferment aussi des éléments accidentels, et constituent, comme nous l'avons déjà dit, des *mélanges*, c'est-à-dire des substances que l'on peut considérer comme formées par l'association de minéraux différents, soit que ceux-ci s'unissent d'une manière *intime*, soit qu'ils présentent une association telle que leurs parties puissent être séparées par une opération *mécanique*.

159. Les **mélanges intimes** sont aussi de deux catégories : dans le premier cas, l'un des minéraux *conserve ses caractères extérieurs*, et l'existence du mélange ne se révèle que par l'analyse chimique, qui fait connaître que la substance analysée contient des principes qui ne font point partie des élé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ments essentiels du minéral annoncé par les caractères extérieurs, ou qui ne sont pas des corps susceptibles de se substituer avec l'un des éléments essentiels, ou enfin qui se trouvent en excès des quantités dans lesquelles ces éléments et les principes qui les substituent doivent se trouver dans le minéral d'après sa composition normale. Ce n'est alors que par des calculs que l'on peut déterminer les quantités de ces minéraux étrangers. Mais, comme il y a beaucoup de minéraux qui sont composés d'éléments de même nature, il arrive souvent que l'on ne peut établir ces calculs qu'autant que l'on a quelques notions sur les substances qui accompagnaient le minéral dont on s'occupe.

160. D'autres fois, les *mélanges intimes* donnent naissance à des substances *qui ont des caractères extérieurs particuliers*, et on conçoit qu'alors la détermination des minéraux particuliers qui les composent devient encore plus difficile que dans le cas précédent, puisqu'il arrive quelquefois que l'on manque à peu près de données pour établir les calculs sur des bases fondées; aussi l'étude de ces matières présente-t-elle beaucoup de difficultés, ainsi que nous aurons l'occasion de le faire remarquer dans les chapitres suivants. Elles sont cependant très-abondantes dans la nature, et constituent un grand nombre de roches que nous désignerons sous le nom de *roches à base d'apparence simple.*

161. Quant aux **mélanges** dont les parties peuvent être séparées par des moyens **mécaniques**, parce qu'ils consistent dans l'association de parties qui conservent leurs caractères particuliers, l'étude des minéraux n'y voit qu'un mode de gisement des substances qui composent ces mélanges; mais, comme ceux-ci composent quelquefois des masses extrêmement abondantes, l'étude des roches s'en occupe d'une manière spéciale, et nous aurons l'occasion d'en décrire un grand nombre sous le nom de *roches à base mélangée phanérogène.*

162. **Recherche des propriétés chimiques.** — Les propriétés par lesquelles les minéraux manifestent la nature des éléments qui les composent se reconnaissent, soit par les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

phénomènes qui se passent lorsque ces substances sont soumises à l'*action de la chaleur*, à celle de certains corps que l'on appelle *réactifs*, ou à celle de l'*atmosphère*; soit par l'*action* qu'elles exercent *sur nos sens*.

Pour soumettre les minéraux à l'action de la chaleur et à celle des réactifs, ainsi que pour constater les phénomènes qui se passent dans ces actions, on a besoin de quelques *instruments* et d'un certain nombre de *réactifs* dont il convient de donner l'énumération.

163. Les **instruments** dont il s'agit sont :

Des marteaux et un poinçon d'acier.

Une bougie, ou mieux, une lampe à mèche plate, avec un anneau en fil de fer disposé de manière à tenir une petite capsule au-dessus de la flamme.

Un chalumeau *.

Une pince à pointe de platine.

Des feuilles minces de platine.

Un petit mortier d'agate avec son pilon.

Des verres de montre pour servir de capsules, et une petite capsule de platine.

* Le chalumeau étant un instrument qui sert en chimie, ainsi que dans plusieurs arts, il n'est pas nécessaire d'en donner ici la description. Nous rappellerons seulement qu'il consiste dans un tube courbé, terminé par une très-petite ouverture, et que, en soufflant dans ce tube, après avoir mis la pointe près de la flamme d'une lumière, on détermine un dard de flamme que l'on dirige sur un très-petit fragment de minéral soutenu par la pince, ou placé dans une espèce de petit creuset pratiqué dans un charbon ou formé en courbant un petit morceau d'une feuille de platine. Pour pouvoir donner à ce dard de flamme la consistance nécessaire, il faut que l'on s'habitue à inspirer par les narines, tandis que l'on souffle dans le chalumeau. Lorsque l'on tient le corps soumis à l'action du chalumeau, de manière à ce qu'il soit à l'extrémité de la flamme, et, par conséquent, en contact avec l'air, il s'oxyde; si, au contraire, on projette la flamme sur le charbon, de manière qu'elle environne le corps de toutes parts, il se désoxyde, en tout ou en partie, s'il était oxygéné; d'où l'on distingue ces deux manières d'opérer, en feu d'*oxydation* et en feu de *réduction*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

De petits tubes de verre, les uns bouchés d'un côté et renflés en forme de matras; les autres ouverts des deux côtés et courbés.

164. Les **réactifs** sont *secs* ou *liquides :* parmi les premiers on distingue les corps suivants :

Acide borique.
Borax.
Carbonate sodique.
Charbon; celui du saule et d'autres bois blancs est le meilleur.
Chlorure stanneux.
Étain en feuilles très-minces.
Graisse.
Lames de cuivre, d'étain, de fer et de zinc.
Limaille de cuivre.
Nitrate barytique.
Nitrate potassique.
Papier teint en bleu par le tournesol.
Papier teint en jaune par le curcuma.
Phosphate ammonico-sodique ou sel phosphorique.

Les réactifs liquides sont :

Acide chlorhydrique.
— sulfhydrique.
— nitrique.
— sulfurique.
Alcool.
Ammoniaque.
Eau de chaux.
— distillée.
Carbonate ammonique.
Chlorure ammonique.
— platinique.
Cyanure ferro-potassique.
Infusion de noix de galle.
Nitrate argentique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nitrate barytique.
— cobaltique.
— plombique.
Potasse caustique.
Oxalate ammonique.
Soude caustique.
Sulfate sodique.
Sulfhydrate ammonique.
Sulfhydrate potassique.

165. Les **opérations** par lesquelles on recherche les propriétés chimiques des minéraux, au moyen de la chaleur et des réactifs, se font, comme les opérations ordinaires de chimie, de deux manières principales, que l'on désigne par les dénominations de *voie sèche* et de *voie humide*.

Les premières ont, en général, lieu à l'aide du chalumeau, au moyen duquel on fait éprouver à de petits fragments une chaleur aussi forte que celle que l'on produit en grand dans les fourneaux.

Quelques minéraux sont *inaltérables* par la chaleur seule, qualité que l'on exprime ordinairement par le mot *infusible*. Les autres sont plus ou moins *altérables*, et sont tout à fait *fixes*, ou *décrépitants*, ou plus ou moins *volatils*. Parmi les minéraux fixes, les uns sont seulement *désagrégés*, les autres sont *fondus;* ceux-ci présentent divers degrés, les uns n'étant que faiblement *fusibles sur les bords*, d'autres se couvrant d'un léger *vernis vitreux*, d'autres se transformant en une *fritte* imparfaitement fondue et plus ou moins boursouflée, d'autres étant complétement *fusibles*, soit en *émail* ou verre opaque, soit en *verre* transparent, soit en *globule métallique*. On dit que ces minéraux *décrépitent* lorsque l'effet de la chaleur les fait éclater et se disperser en un grand nombre de petites parties; on est obligé alors, pour pousser plus avant leur traitement au chalumeau, de les réduire en poussière et de les chauffer dans le petit creuset de charbon ou de platine, et on reconnaît ainsi s'ils sont *fusibles* ou *infusibles*. D'un autre côté, les minéraux sont totalement ou partiellement *volatils*, selon

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que tout ou partie des principes qui les composent s'échappent sous la forme de gaz. Dans le second cas, les parties, restant fixes, présentent les divers phénomènes qui distinguent les minéraux fixes.

Souvent on associe l'action des réactifs à celle de la chaleur, surtout pour les minéraux infusibles, qui deviennent tous fusibles si on les chauffe avec du borax ou du phosphate ammonico-sodique dans de petits creusets de platine ou de charbon. De cette manière, tous les minéraux contenant des métaux qui ont une grande affinité pour l'oxygène donnent des verres ou des émaux dont la couleur varie selon la nature des principes qu'ils contiennent, et on obtient la réduction des autres métaux, surtout quand on les chauffe avec un mélange de charbon et de corps gras.

Les *opérations par la voie humide* ne peuvent se faire qu'autant que les substances minérales sont dissoutes *par l'eau* ou *par les acides*. La plupart des minéraux sont *insolubles* dans l'eau, et un petit nombre est *soluble* dans des proportions plus ou moins considérables. Un beaucoup plus grand nombre est *attaquable* par les acides, et la plupart de ceux qui sont directement *inattaquables* se dissolvent en tout ou en partie dans l'eau, ou dans les acides lorsqu'on les a fait fondre avec du carbonate sodique ; on obtient de cette manière des solutions qui, traitées par divers réactifs, donnent des précipités qui font connaître la nature des divers éléments qui entraient dans la composition du minéral.

166. **Adhérence entre les liquides et les solides.** — Nous indiquerons ici quelques propriétés des minéraux qui sont plutôt physiques que chimiques, mais qui cependant ont de l'analogie avec les opérations par la voie humide, puisqu'elles sont relatives à des actions qui se passent lorsque des corps liquides sont mis en contact avec des corps solides. On remarque, en effet, que, quand on met certain corps solide en contact avec l'eau ou un autre liquide, celui-ci éprouve une espèce d'attraction pour celui-là, et il se produit une adhésion telle, que, quand on retire le corps solide, il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

reste toujours une certaine quantité du liquide attachée à sa surface, circonstance que l'on exprime en disant que le corps est *mouillé*, tandis que d'autres corps solides repoussent, en quelque manière, les molécules liquides et *ne se mouillent pas*. Lorsque la propriété de se mouiller est poussée à un haut degré et coïncide avec un tissu poreux, qui permet l'absorption du liquide par un phénomène semblable à celui qui se passe dans les tubes capillaires, et dont on trouve l'explication dans les ouvrages de physique, l'absorption est quelquefois telle que, si on applique un semblable minéral à la langue, l'humidité qui entoure cet organe étant absorbée, il se produit un vide qui amène l'adhérence des deux corps par un phénomène analogue à celui des ventouses, et alors on dit que le minéral *happe à la langue*. L'adhérence qui s'établit entre les corps solides et les corps liquides n'est pas toujours due à ces derniers, mais elle dépend aussi des premiers; de sorte que, si, en considérant les corps sous ce rapport, on peut diviser les solides en *mouillables* et en *non mouillables*, les liquides peuvent se diviser, de leur côté, en *mouillants* et en *non mouillants*. Mais on ne doit pas perdre de vue que ces propriétés ne sont que relatives à l'action d'un corps sur un autre; c'est ainsi que le mercure, qui est un liquide non mouillant par rapport à presque tous les solides, est mouillant par rapport à l'argent et à quelques autres métaux.

167. Lorsque les minéraux sont exposés à l'**action de l'atmosphère**, les uns sont *inaltérables*, ou, du moins, ne s'altèrent qu'avec une telle lenteur, que cette altération peut être considérée en minéralogie comme sensiblement nulle; d'autres s'*oxydent*, c'est-à-dire que les corps simples ou faiblement oxydés qui les composent absorbent l'oxygène de l'atmosphère. D'autres sont *déliquescents*, c'est-à-dire qu'ils absorbent l'humidité de l'atmosphère et deviennent liquides; d'autres, au contraire, sont *efflorescents*, c'est-à-dire qu'ils tombent en poussière ou du moins se couvrent d'un enduit pulvérulent. Ordinairement ce dernier phénomène est dû à ce que ces minéraux perdent l'eau qu'ils tenaient en combinaison; mais,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'autres fois, il est dû à des causes qui ne sont pas encore bien connues, car la laumonite effleurie, par exemple, contient autant d'eau que celle à l'état cristallin.

Du reste, entre ces quatre termes principaux des résultats de l'action de l'atmosphère sur les minéraux, il y en a beaucoup d'intermédiaires, dans le nombre desquels il y a des actions qui ne peuvent pas être réputées chimiques ; c'est notamment ce qui a lieu dans les minéraux qui, ayant la propriété d'absorber de l'eau hygrométriquement, se désagrégent lorsque l'eau, venant à geler, écarte les molécules du minéral, ainsi que la chose se passe dans les pierres gélisses ; mais l'étude de ces phénomènes est plutôt du domaine de la physique et de la géogénie que de celui de la minéralogie.

168. Les **actions des minéraux sur nos sens**, que l'on peut considérer comme chimiques, dépendent de leur *saveur* et de leur *odeur*.

Sous le premier rapport, la plupart des minéraux sont *insipides;* d'autres, en plus petit nombre, sont *sapides*, et, quoiqu'il soit difficile d'exprimer les diverses variations des *saveurs*, on distingue principalement, dans celles que manifestent les minéraux, celles auxquelles on donne les dénominations d'*hépatique**, d'*alcaline*, d'*acide*, d'*amère*, de *salée*, de *douce*, de *fraîche*, d'*astringente* et de *métallique*.

Sous le second rapport, la plupart des minéraux sont *inodores* et d'autres sont *odorants*, soit dans leur état naturel, soit quand on les soumet à une action quelconque, telle que la percussion, le frottement, l'application de la chaleur, le contact de l'eau ou de l'haleine. L'*odeur* d'une partie de ces minéraux leur est *propre*, c'est-à-dire qu'elle tient à leur nature même ; d'autres fois elle est *accidentelle*, c'est-à-dire qu'elle est due à d'autres corps qui se trouvent interposés accidentellement dans le minéral. Les odeurs étant susceptibles d'un grand nombre de variations, et ne pouvant s'exprimer que par

* Cette épithète désigne une saveur analogue à celle des œufs pourris.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la comparaison, lorsqu'il y a lieu, avec celles d'un autre corps, il est inutile de donner ici une indication des principales odeurs que l'on distingue dans les minéraux.

## SECTION II.

### *Des propriétés géométriques des minéraux.*

169. **Subdivision.** — Les propriétés géométriques des minéraux peuvent être envisagées sous trois points de vue particuliers, selon que l'on considère les *formes* extérieures de ces corps, l'arrangement intérieur de leurs parties, appelé ordinairement *texture,* et les formes qu'ils prennent lorsqu'on les brise, ce que l'on nomme leur *cassure.*

Ces propriétés étant souvent en rapport avec le mode de formation des minéraux, il peut y avoir deux moyens de les envisager : celui qui s'occupe exclusivement des caractères qu'elles présentent, et celui qui ne considère que le mode de formation. Cette dernière considération paraît la plus satisfaisante au premier aperçu; mais, lorsque l'on arrive à l'application, on rencontre beaucoup de difficultés qui proviennent de ce que des modes différents de formation produisent quelquefois des résultats semblables, et de ce que, d'autres fois, le mode de formation de certaines substances est encore hypothétique ou inconnu. Nous avons cru, en conséquence, que la considération tirée de l'état réel des choses était plus en harmonie avec le but de la minéralogie telle que nous l'entendons, et nous lui avons accordé la préférence pour l'établissement de nos subdivisions, tout en nous réservant de faire remarquer les rapports qui peuvent exister entre certaines catégories de propriétés et certains modes de formation.

170. C'est d'après cette considération que nous divisons les **formes** qu'affectent les minéraux en cinq catégories, que nous désignons par les épithètes de *cristallines,* de *concrétionnées,* de *massives,* de *fragmentaires* et d'*organiques.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

171. Les **formes cristallines** doivent leur origine à un phénomène extrêmement important, connu sous le nom de *cristallisation;* mais ce phénomène, qui n'est point particulier au règne minéral, étant un des phénomènes généraux de la nature, son étude fait partie des sciences physiques, telles que nous les avons définies; de sorte que nous ne donnerons point ici de détails à ce sujet, et que nous nous bornerons à rappeler en peu de mots quelques notions sur les principales formes produites par ce phénomène.

On entend, par *cristaux*, des corps où la force de cristallisation a pu produire des solides polyédriques terminés par des faces ordinairement planes et brillantes. Ils présentent quelquefois les formes des solides de la géométrie, et, quoique ces formes y soient presque toujours plus ou moins modifiées, la plupart des cristaux peuvent être rapprochés de l'un plutôt que de l'autre de ces solides; alors celui-ci est considéré comme la *forme dominante* du cristal.

172. **Division des cristaux en systèmes.**— Le nombre de formes particulières qu'affectent les cristaux est très-considérable, et l'on en connaît aujourd'hui plusieurs milliers; mais leur étude et la théorie des lois de la cristallisation permettent de les considérer comme dérivant de l'une ou de l'autre des six formes simples suivantes :

1° Le cube.

2° Le prisme droit à base carrée.

3° Le prisme droit à base rectangulaire.

4° Le rhomboèdre ou prisme oblique à rhombes égaux.

5° Le prisme rhomboïdal oblique à rhombes inégaux.

6° Le prisme oblique non symétrique.

De sorte que si l'on suppose des solides qui aient ces diverses formes, et que l'on en retranche successivement des parties en suivant les règles de la cristallographie, c'est-à-dire en opérant de la même manière sur toutes les arêtes de même espèce (*) ou sur tous les angles solides de même espèce, dans

* On entend, par *faces d'une même espèce* dans un cristal, celles

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le cas de l'holoédrie ou sur la moitié soit des arêtes de même espèce, soit des angles de même espèce, dans le cas de l'hémiédrie, on obtiendra successivement des solides qui présentent toutes les formes possibles de cristaux. On parviendra aussi au même résultat si, au lieu de retrancher, on ajoute,

---

qui sont égales et qui se trouvent dans la même position relative.

Une *arête* est *de même espèce* qu'une autre, lorsqu'elle se trouve à l'intersection de deux plans de même espèce et de même inclinaison mutuelle que ceux qui déterminent celles-ci; elle est différente, lorsque les plans qui la déterminent ne sont pas de même espèce que ceux qui forment l'arête à laquelle on la compare, ou lorsque, étant de la même espèce, ils sont inclinés différemment l'un sur l'autre.

Les *angles* des cristaux sont de trois sortes : l'*angle dièdre* est celui que forment deux faces unies par la même arête ou leur angle d'incidence réciproque, l'*angle plan* est celui que forment entre elles deux arêtes qui se rencontrent, et l'*angle solide* est celui formé par la réunion d'au moins trois plans dans un même point; d'où ces angles se divisent en triples, quadruples, etc. Comme les angles dièdres sont les plus faciles à mesurer, ce sont ordinairement ces angles que l'on a en vue quand on parle de la mesure des angles. Mais, d'un autre côté, c'est des angles solides qu'il s'agit, lorsque l'on parle de modifications opérées sur un angle. Un angle solide est de même espèce qu'un autre, lorsque les angles plans qui le forment sont égaux, chacun à chacun, à ceux qui déterminent celui-ci.

On dit que les modifications sont de même espèce lorsque, ayant lieu sur des parties analogues, toutes sur des arêtes ou sur des angles, elles font, avec les plans qu'elles rencontrent dans ces cas, des angles égaux à ceux qu'elles forment avec les plans qu'elles rencontrent dans un autre.

Les angles des cristaux se mesurent avec le *goniomètre*, instrument plus ou moins compliqué, dont la description doit se trouver dans les ouvrages de physique.

Dans la planche première, où l'on a représenté quelques-unes des formes les plus simples de chaque système, on a indiqué par des lettres semblables les angles, les arêtes et les faces de même espèce; les lettres capitales indiquent les angles et les arêtes, les petites lettres les faces.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sur les faces des six solides mentionnés ci-dessus, des lames qui éprouvent successivement des décroissements conformes aux lois de la cristallisation, c'est-à-dire qui soient les mêmes sur toutes les arêtes ou sur tous les angles de même espèce, dans le cas de l'holoédrie, ou seulement sur la moitié des arêtes ou des angles de même espèce, dans le cas de l'hémiédrie.

On peut, en conséquence, diviser les cristaux en six systèmes de la manière suivante :

Le *premier système* ou *système cubique* ou *système régulier*, dont les trois axes sont perpendiculaires entre eux et d'égale longueur.

Le *second système* ou *système prismatique droit à base carrée*, dont les trois axes sont aussi perpendiculaires entre eux, mais dont deux seulement sont égaux.

Le *troisième système* ou *système prismatique droit à base rectangulaire*, dont les trois axes sont encore perpendiculaires entre eux, mais sont tous de longueurs différentes.

Le *quatrième système* ou *système rhomboédrique*, dont les trois axes passant par le milieu des faces opposées se coupent sous des angles obliques et sont d'égales longueurs *.

Le *cinquième système* ou *système prismatique rhomboïdal oblique*, dont les axes forment également des angles obliques, et dont un axe est différent des deux autres qui sont égaux.

Le *sixième système* ou *système prismatique non symétrique*, dans lequel il n'y a rien de symétrique.

173. **Formes primitives et secondaires.**—Dans le nombre des formes que l'on considère comme résultant des modifications de ces six types, il en est qui sont presque aussi simples que celles dont on suppose qu'elles dérivent. Or certaines substances minérales présentant souvent l'une de ces formes avec d'autres qui en conservent encore l'empreinte gé-

* Je me sers ici de l'ordre de numération adopté par M. Dufrénoy, qui me paraît plus naturel que ceux dans lesquels le système rhomboédrique est placé au 2e, au 3e ou au 6e rang.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nérale, et qui semblent avoir été formées sur les premières, on désigne ordinairement celles-ci par le nom de *formes primitives* ou *fondamentales*, tandis que les autres sont nommées *formes secondaires*.

Toutes les formes d'un même système cristallin ne peuvent appartenir qu'à ce système, et sont absolument incompatibles avec un autre système. Mais il n'en est pas de même de celles qui dérivent d'une forme simple d'un système, par rapport à celles qui dérivent d'une autre forme simple du même système. Ainsi, en n'envisageant que le point de vue théorique, il y a beaucoup de cristaux du système cubique, par exemple, qui pourraient être considérés comme ayant pour forme primitive, soit le tétraèdre, soit le cube, soit l'octaèdre régulier, soit le dodécaèdre rhomboïdal; mais l'observation de la nature conduit à d'autres résultats, car, d'un côté, la plupart des cristaux sont doués d'une propriété très-remarquable dont nous parlerons tout à l'heure sous le nom de *clivage*, et qui consiste dans la faculté de se laisser diviser mécaniquement par des joints naturels, de manière à conduire à l'une des formes primitives possibles, et qui exclut les autres. Quant aux minéraux qui ne se laissent pas cliver, la forme dominante des cristaux indique la forme particulière que l'on doit considérer comme primitive : c'est ainsi que la forme dominante des cristaux d'alun annonce que l'octaèdre régulier doit être considéré comme leur forme primitive plutôt que le cube ou le dodécaèdre.

Les formes primitives du premier système cristallin, telles que le tétraèdre, le cube, l'octaèdre régulier, etc., étant immédiatement définies par leur propre nature, et ne pouvant varier en aucune manière, n'ont besoin que d'être nommées pour être suffisamment connues; mais celles des autres types pouvant exister dans des dimensions relatives différentes, on a besoin, pour faire connaître l'une de ces formes en particulier, de joindre à sa dénomination plus ou moins de notions sur la mesure des angles et les rapports de longueur des arêtes, selon que les dimensions dont il s'agit sont plus ou moins dé-



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

terminées par la nature même du solide. La cristallographie donne ensuite les règles au moyen desquelles on calcule les rapports qui existent entre la forme primitive et les formes secondaires possibles.

174. **Rapports des formes cristallines avec la nature des minéraux.** — Les formes cristallines étant probablement une conséquence de celles des molécules qui composent les corps, ainsi qu'on a pu le voir dans l'étude des sciences physiques, constituent l'un des caractères extérieurs des minéraux les plus importants. Cependant il est à remarquer que beaucoup de substances très-différentes prennent des formes cristallines semblables; mais, en général, toute substance de même nature et de même mode de combinaison, qui a pu cristalliser sous les mêmes circonstances, présente des cristaux qui appartiennent au même système cristallin. Cette règle souffre fort peu d'exceptions, et peut-être pas, dès que l'on fait attention à la seconde condition; car il est bien probable que le très-petit nombre de minéraux de même composition qui présentent des formes appartenantes à des systèmes cristallins différents, tels, par exemple, que le calcaire et l'arragonite, n'ont pas cristallisé sous des circonstances semblables, et encore est-il à remarquer que, dans ces minéraux, la différence de système cristallin coïncide avec des différences dans presque tous les autres caractères extérieurs.

Les circonstances qui ont accompagné la cristallisation ont aussi influé sur la production des formes secondaires, en ce sens que ce sont, en général, les mêmes formes secondaires qui dominent dans un même gisement, ou qui se retrouvent dans des lieux différents où sont associés des minéraux des mêmes espèces.

175. On a remarqué également que les minéraux ayant un élément commun et le même mode de composition, c'est-à-dire la même formule générale, ont aussi le même système de cristallisation, d'où on les appelle *isomorphes*, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (154). Cependant il y a ordinairement, dans les mesures des angles correspondants des cristaux de ces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

minéraux, de légères différences, dont le maximum a lieu lorsque chaque élément susceptible de substitution est tout à fait seul, mais qui diminuent successivement à mesure que la substitution fait entrer dans la composition de l'un de ces minéraux une quotité du corps qui caractérise l'autre. C'est ainsi que le calcaire, c'est-à-dire la combinaison d'un atome d'acide carbonique et d'un atome de chaux, ou $\dot{C}a\,\ddot{C}$, a pour forme primitive un rhomboèdre dont l'angle dièdre obtus est de $105^d\ 5'$, et que la giobertite, c'est-à-dire la combinaison d'un atome d'acide carbonique et d'un atome de magnésie, ou $\dot{M}g\,\ddot{C}$, a pour forme primitive un autre rhomboèdre dont l'angle obtus est de $107^d\ 25'$. Or, lorsque la substitution fait entrer de la magnésie dans le calcaire ou de la chaux dans la giobertite, on voit l'angle du premier augmenter et celui du second diminuer, de manière que quand il y a autant d'atomes de chaux que de magnésie dans la combinaison, c'est-à-dire lorsque celle-ci est arrivée à la composition normale de la dolomie qui est $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$, l'angle obtus du rhomboèdre primitif est de $106^d\ 15'$, c'est-à-dire précisément la moyenne entre $105^d\ 5'$ et $107^d\ 25'$.

Cette loi ne s'applique pas à la présence des principes qui se trouvent dans un minéral par voie de mélange, les cristaux de ces substances conservant les dimensions qui leur sont propres, quand même ils contiennent une quantité de matière étrangère supérieure à celle du minéral qui a imprimé sa forme; tel est le cas du calcaire quartzifère ou grès cristallisé de Fontainebleau qui présente des formes très-nettes de calcaire, et qui cependant contient plus de quartz que de calcaire.

176. On doit éviter, au surplus, dans les conséquences que l'on peut tirer des formes cristallines pour connaître la nature des minéraux, de confondre les **vrais cristaux** avec *ceux qui ont changé de nature*. Les premiers doivent leurs formes à l'arrangement même des molécules qui les composent, tandis que la forme des autres a été déterminée par une substance différente de celle qui compose actuellement le cristal. Ces derniers sont de deux sortes : les *cristaux pseudomorphiques*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et les **cristaux épigènes**. Ceux-ci n'ont éprouvé qu'un changement partiel, et l'un des principes seulement qui composaient originairement le cristal a été remplacé par un autre; tel est, par exemple, le cas d'une marcassite ou persulfure de fer, qui se trouve transformée en limonite ou hydrate de fer, parce que les molécules de soufre ont été successivement remplacées par des molécules d'oxygène et d'eau, sans que la forme du cristal et quelquefois même sa texture aient été changées; de sorte que l'on ne peut reconnaître ces cristaux que parce que leurs formes ne sont pas celles qu'affecte ordinairement la substance dont ils sont composés, mais sont au contraire celles que prend une autre substance ayant un élément commun.

Les **cristaux pseudomorphiques** doivent leur origine à une matière minérale qui s'est comme moulée dans une cavité formée par la destruction complète d'un cristal qui se trouvait empâté dans une matière susceptible de conserver le moule extérieur de sa forme. Les cristaux pseudomorphiques peuvent ordinairement se distinguer des vrais cristaux, parce qu'ils n'ont jamais le clivage propre à la plupart de ceux-ci; mais, quand il s'agit de substances dont les cristaux n'ont pas de clivage, on ne peut les distinguer que par les rapprochements que nous venons d'indiquer à l'occasion des cristaux épigènes parce qu'ils ont souvent leurs angles et leurs arêtes émoussés, et parce qu'ils renferment quelquefois, dans leur intérieur, de petites cavités qui sont elles-mêmes tapissées d'autres cristaux.

177. On peut aussi diviser les **cristaux** en **normaux** et **anomaux**. Les premiers sont ceux où les lois de la cristallisation se sont exécutées librement et où toutes les formes secondaires peuvent se déduire par des modifications symétriques sur les arêtes ou sur les angles des formes indiquées ci-dessus comme types des cinq premiers systèmes cristallins. Dans les seconds, au contraire, ces lois ont été plus ou moins modifiées par des circonstances accidentelles qui ont produit, soit de simples *défauts de symétrie*, soit des *groupements*, soit des *déformations*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

178. Les **cristaux non symétriques** diffèrent des cristaux normaux parce qu'ils offrent des exceptions aux lois de la cristallisation, en ce sens que, pour être rapportés au type du système cristallin auxquels ils appartiennent, il faut admettre que les modifications n'ont pas eu également lieu sur toutes les arêtes ou sur tous les angles correspondants; mais ces cristaux sont beaucoup plus rares qu'on ne le croyait avant de connaître la loi de l'hémiédrie (172), et M. Dufrénoy les considère comme étant aussi le résultat d'une loi générale de la nature, car tous ces cristaux étant susceptibles de prendre la polarité électrique, propriété dont il sera parlé ci-après, on peut supposer que c'est l'intervention de la force électrique qui a déterminé cette modification aux lois ordinaires de la cristallisation.

179. Les **cristaux** se sont ordinairement formés si près les uns des autres, qu'il est rare d'en trouver dans la nature qui aient pu prendre complétement leurs formes normales. Ils sont, au contraire, presque toujours **groupés** entre eux de manière que leur développement a été plus ou moins entravé et qu'ils offrent une multitude de dispositions qui suivent quelquefois des lois *régulières* et qui d'autres fois sont tout à fait *irrégulières*.

180. Pour que les **groupements** soient **réguliers**, il faut que les cristaux se réunissent par des faces et des côtés homologues de même étendue. Ces groupements peuvent être *directs* ou *inverses*.

Les premiers ont lieu lorsque toutes les faces qui composent les cristaux conservent une même position relative : souvent ces groupements rentrent dans les lois générales de la cristallographie, car on peut considérer les cristaux normaux comme n'étant que le résultat du groupement d'autres cristaux extrêmement petits, soit que la réunion de ces petits cristaux produise une forme semblable à celle des cristaux élémentaires, pl. I, fig. 35, soit qu'elle produise des formes différentes, fig. 36 et 38.

Quelquefois ces cristaux élémentaires deviennent assez vo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lumineux pour que l'on puisse les distinguer à la vue simple; d'autres fois le groupement direct n'a de régulier que la position relative des cristaux réunis; mais l'ensemble de ceux-ci présente des groupes à peu près arbitraires, fig. 39.

Les *groupements inverses* ont lieu lorsque les cristaux qui ont des faces de différentes espèces se trouvent réunis de manière que toutes leurs faces de même espèce ne se trouvent pas dans une position symétrique. On peut y distinguer des *groupements par des faces prismatiques*, fig. 40 et 41; des *groupements par des faces pyramidales*, fig. 42, et des *groupements par des faces perpendiculaires* à l'axe des pyramides, fig. 39 et 49.

On désigne ordinairement les *cristaux* réunis d'une manière inverse par l'épithète de *maclés*, qui paraît tirer son origine de ce que ces cristaux présentent souvent des angles rentrants, circonstance qui ne peut exister dans les cristaux simples. Parmi les formes qui résultent de ces réunions, on peut distinguer celles *en croix*, fig. 43 et 44, et celles *en cœur*, fig. 45, parce qu'elles donnent l'idée de ces objets. On a aussi désigné une partie des cristaux groupés par l'épithète d'*hémitropes*, parce qu'ils ressemblent à ce que l'on obtiendrait si, après avoir coupé un cristal par le milieu, on faisait faire à l'une des moitiés un demi-tour sur l'autre moitié, ainsi qu'on peut le voir par les fig. 46 et 48, qui, étant coupée par le plan *a b c d* et l'une des parties ayant fait un demi-tour sur l'autre, donne les fig. 47 et 49. Lorsque les cristaux groupés présentent le même résultat que si les deux parties d'un même cristal n'avaient fait qu'un sixième de révolution au lieu d'une demi-révolution, on les désigne par l'épithète *transposés*.

181. Les **groupements irréguliers** sont extrêmement communs dans la nature : les uns ne consistent que dans l'union d'un petit nombre de cristaux qui sont accolés par l'une ou par l'autre de leurs faces, de manière à conserver une partie de leurs formes, ce qui permet de reconnaître facilement la forme régulière à laquelle ils appartiennent; d'autres fois, le groupement se compose d'une multitude de petits cristaux plus ou moins déformés, et donne naissance à des corps qui res-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

semblent à des boules, à des crêtes de coq, à des faisceaux de baguettes, à des réseaux, à des gerbes, à des dendrites, c'est-à-dire à des dessins d'arbres, etc.; d'où on les désigne par les épithètes de *globaires*, de *crêtés*, de *bacillaires*, de *réticulaires*, de *gerbiformes*, d'*apiciformes*, de *dendritiques*, etc.

182. Les **cristaux déformés** sont souvent le résultat de *l'élargissement de certaines faces* qui prennent un grand développement, tandis que les autres deviennent plus petites ou disparaissent. Quelquefois, l'extension de certaines dimensions et le rétrécissement des autres deviennent tels, que l'on ne reconnaît plus les formes normales qui ont subi l'altération, et qu'il y a de ces cristaux qui ressemblent à de petites lames, d'où on les désigne par l'épithète de *lamelliformes*. D'autres fois, la déformation résulte d'*allongement*, et les cristaux ressemblent à des aiguilles ou à des cheveux, d'où on les appelle *aciculaires* ou *capillaires*. La déformation provient aussi de l'*arrondissement des arêtes et des angles solides;* les cristaux prennent alors des formes de boules, d'œufs, de lentilles, de cylindres, de tonnes, etc.; d'où on leur donne les épithètes de *sphéroïdes*, d'*ovoïdes*, de *lenticulaires*, de *cylindroïdes*, de *doliformes*, etc.

Une autre catégorie de déformations est celle des *cristaux à faces creuses*, dans lesquels les faces planes des cristaux ordinaires sont remplacées par des creux rappelant la forme d'une trémie dont les parois, partant des arêtes qui limitent les faces, tendent vers un centre commun, pl. I^re^, fig. 50, 51 et 52. Quelquefois toutes les faces du cristal sont creusées; mais, lorsqu'il y a sur un même cristal des faces de plusieurs espèces, ce ne sont ordinairement que les faces d'une même espèce qui sont dans ce cas.

183. Nous désignons par la dénomination de **formes concrétionnées** * des formes qui présentent tant de va-

* On désigne, en général, par le mot de *concrétions* des corps qui ont un mode de formation à peu près intermédiaire entre la cristallisa-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

riations, qu'il est impossible d'en donner une définition générale, mais qui, le plus communément, donnent l'idée de mamelons, de stalactites *, de tuyaux, de rameaux, de filaments, d'enduits, de croûtes, de réseaux, de grappes, etc.; d'où on les distingue par les épithètes de *mamelonnées*, *stalactitiques*, *fistuleuses*, *ramuleuses*, *filiformes*, *pelliculaires*, *incrustantes*, *cloisonnées*, *botryoïdes*, etc.

184. Les **formes massives** étant indépendantes de la

---

tion et la précipitation, mais où la forme extérieure a toujours dépendu de circonstances accidentelles, indépendantes de la forme des molécules, telles que le *mouvement des eaux*, le *moulage* dans une cavité, ou l'*incrustation* sur un corps préexistant. Or, comme je ne fais point ici une classification des minéraux d'après leur mode de formation, mais seulement une exposition de leurs propriétés extérieures, et que les concrétions prennent quelquefois des formes appartenantes à des catégories très-différentes, telles que les cristaux pseudomorphiques qui ont des formes cristallines, les pétrifications qui ont des formes organiques, les concrétions globuleuses qui ont des formes fragmentaires; j'ai cru qu'il eût été inconvenant de réunir sous la dénomination de formes concrétionnées toutes celles que prennent les minéraux formés par voie de concrétion, de même que je n'ai pu voir des formes cristallines dans les grandes masses naturelles formées par voie de cristallisation, et douées de la texture cristalline, mais qui, au lieu d'avoir la forme de cristaux, ont celle de couches, de filons, d'amas, et doivent, par conséquent se ranger parmi ces dernières formes et non parmi les formes cristallines. D'un autre côté, comme les formes mamelonnées, stalactitiques, fistuleuses, ramuleuses, incrustantes, cloisonnées et botryoïdes sont celles qu'affectent le plus souvent les concrétions, et qu'il n'est même pas très-commun de les voir adoptées par d'autres corps, j'ai cru pouvoir désigner ces formes par la dénomination générique de *formes concrétionnées*, tout en y comprenant certaines formes ramuleuses, filiformes, etc., qui n'appartiennent pas à des concrétions, mais qui se rapprochent beaucoup plus des formes que prennent ordinairement ces corps que de toutes les autres catégories de formes.

* On donne le nom de stalactites à des espèces de mamelons allongés, souvent tubuleux, qui se forment à la voûte d'une cavité.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nature des substances et dérivant uniquement du mode de formation des masses, ainsi que des circonstances extérieures qui ont agi sur celles-ci, ne peuvent servir à la détermination des minéraux, mais leur connaissance est extrêmement utile pour la géognosie et la géogénie. Nous les divisons en cinq groupes principaux, que l'on désigne habituellement par les noms de *couches*, de *masses non stratifiées*, de *filons*, de *coulées* et d'*amas*.

185. On appelle **couches** * des masses minérales beaucoup plus étendues dans le sens de leur longueur et de leur largeur que dans celui de leur épaisseur, et qui sont posées les unes sur les autres, sans croiser ni couper d'autres masses.

Les deux faces d'une couche sont souvent parallèles, mais il arrive quelquefois qu'elles éprouvent des renflements et des rétrécissements plus ou moins considérables.

Les mots *bancs* et *lits* sont quelquefois considérés comme synonymes de celui de couches; mais ordinairement on les applique plus spécialement aux couches d'une nature particulière, qui se trouvent intercalées dans un système de couches d'une autre espèce, avec cette distinction que le mot banc se donne de préférence à des couches cohérentes **, tandis que celui de lit est plus ordinairement employé pour désigner des couches meubles; ainsi on dira qu'une montagne est composée de couches de calcaire, renfermant quelques bancs de silex et quelques lits d'argile.

Par le nom de *nappes* on désigne aussi des couches particulières, qui diffèrent des masses avoisinantes, mais qui, au lieu

---

* Le mot *couche*, en latin *stratum*, est quelquefois remplacé par celui de *strate*, d'où viennent les mots de *stratifié* et de *stratification*, pour exprimer qu'un terrain est disposé par couches.

** On a vu (50) que les marins donnent une acception tout à fait différente au mot *banc*, puisqu'ils l'emploient pour désigner des masses de sable qui approchent de la surface de la mer.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'être intercalées dans celles-ci, comme les bancs, forment l'assise superficielle du massif.

186. On nomme ordinairement **masses non stratifiées** et nous proposons d'appeler **typhons** * les parties de l'écorce du globe qui présentent une épaisseur considérable, sans être divisées en couches; mais deux circonstances sont cause qu'il est souvent très-difficile de distinguer ces masses des roches stratifiées : la première, c'est qu'elles peuvent n'être que des couches d'une épaisseur considérable; la seconde, c'est qu'étant ordinairement traversées par une grande quantité de fissures, il est très-difficile de savoir si, parmi les joints que l'on aperçoit, il n'y en a pas qui soient le résultat de la stratification.

187. Les **filons** sont des masses minérales qui ont, comme les couches, une longueur beaucoup plus considérable que leur épaisseur, mais qui diffèrent des couches parce qu'ils coupent dans diverses directions les masses minérales dans lesquelles ils sont intercalés et se coupent aussi les uns les autres lorsqu'ils se rencontrent avec des directions différentes.

Les filons se divisent souvent en plusieurs branches, se développent en certains endroits, se resserrent dans d'autres, s'interrompent même tout à fait pour reparaître un peu plus loin. Les matières qui les composent sont ordinairement différentes de celles des masses qu'elles traversent, ou tout au moins elles présentent des caractères particuliers.

On peut diviser les filons en quatre modifications principales, que nous désignons par les noms de *filons proprement*

---

* La dénomination de *masses non stratifiées* est non-seulement défectueuse à cause de sa complexité, mais elle donne une idée fausse, puisqu'il y a d'autres masses non stratifiées que celles auxquelles on l'applique. J'ai cru pouvoir proposer de la remplacer par le nom de *typhon*, appliqué par la mythologie grecque à un géant enfoui dans l'intérieur de la terre, et dont M. Brongniart a dérivé la dénomination d'un terrain qui comprend toutes les masses non stratifiées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*dits*, de *filons fragmentaires*, de *filons muriformes* ou *dykes* et de *filons coniques* ou *culots*.

188. Les **filons proprement dits** renferment ordinairement une grande variété de substances à l'état cristallin, et forment les gîtes les plus abondants des minéraux, surtout des substances métalliques. On peut presque toujours y distinguer des matières principales et des matières accessoires; celles-ci sont disséminées dans les premières en cristaux, en rognons, en grains et en veines, ou elles alternent avec elles par bandes minces, ou enfin elles se trouvent dans des cavités dont elles tapissent les parois. Dans les filons métallifères, les parties non métalliques qui forment la masse principale sont désignées par le nom de *gangue*. Lorsque plusieurs branches de ces filons, ou lorsque plusieurs filons différents se trouvent rapprochés dans un même massif, la partie qui se trouve, pour ainsi dire, pénétrée par un réseau de filon est appelée *stockwerk* par les mineurs allemands.

189. Les **filons fragmentaires** sont, en général, composés de fragments, plus ou moins gros, de diverses substances; ils semblent avoir leur plus grande largeur vers la surface de la terre, et aller en se rétrécissant sans atteindre à de grandes profondeurs. Ils se lient quelquefois d'une manière très-intime avec les filons proprement dits.

190. Les **dykes** sont ordinairement composés d'une masse pierreuse uniforme, et se présentent souvent comme des espèces de murs qui se prolongent au milieu de roches de nature différente. Il paraît qu'en général leur épaisseur augmente à mesure que l'on s'enfonce et leur profondeur est inconnue.

191. Les **filons coniques**, que l'on nomme aussi **culots** *, diffèrent des dykes, parce que leur forme, au lieu de donner l'idée d'un mur, approche plus ou moins d'un cône : ils sont

* Le nom de *culot*, qui a déjà tant de significations dans les arts, ne me paraît pas très-heureux; mais, comme quelques géologues s'en servent et qu'il est plus commode que les dénominations binaires, j'ai cru préférable d'en faire usage plutôt que de créer un autre nom.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quelquefois entièrement cachés dans les matières qu'ils traversent; mais souvent ils forment au-dessus de celles-ci des élévations plus ou moins considérables. Il est probable que ces filons se prolongent jusqu'à des masses non stratifiées inférieures, dont on peut les considérer comme des espèces d'appendices.

192. Les **coulées** sont ordinairement des masses superficielles qui ont pour caractère principal de présenter la forme d'un torrent qui se serait subitement solidifié.

193. On appelle **amas** des masses qui ne sont pas assez étendues pour être rangées dans les typhons, dont les formes s'éloignent trop de celles d'une nappe, d'un mur, d'un cône ou d'un torrent, pour qu'on les appelle couches, filons ou coulées, et qui sont trop volumineuses pour être réputées fragments. Mais, comme il n'y a aucune limite tracée à ce sujet, et, en supposant qu'il y en eût, comme il arrive souvent que l'on ne peut apprécier les dimensions des masses minérales, on sent que l'application du nom d'amas est fort arbitraire; du reste, on laisse ce nom à des masses qui composent des collines entières, et à d'autres qui n'ont que quelques mètres cubes.

Les amas sont ordinairement intercalés dans des masses de nature différente, et alors ils ont souvent la forme de boudins, d'œufs ou de lentilles, mais dans des proportions gigantesques; d'autres fois, ils sont déposés à la surface du sol, et alors ils prennent souvent la forme de poches ou de bateaux. En général, les amas ne sont que des couches ou des filons qui n'ont pas les dimensions en longueur et en largeur qui caractérisent ces masses; dans le premier cas, on leur donne ordinairement le nom d'*amas couchés*.

194. Les corps que nous considérons comme ayant des **formes fragmentaires** * peuvent se subdiviser en dix

---

* L'emploi des épithètes de *massives* et de *fragmentaires* pour désigner les formes des corps qui n'ont pas des formes cristallines, concré-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

catégories principales que l'on désigne ordinairement par les noms de *blocs*, de *plaques*, de *veines*, de *rognons*, de *nids*, de *cailloux*, de *noyaux*, de *fragments anguleux*, de *grains* et de *paillettes*.

195. Le nom de **blocs** s'applique à des portions de substances cohérentes que l'on trouve sur le sol ou enfouies dans des masses d'une nature ou d'une texture différente; mais la ligne de démarcation entre les amas et les blocs est à peu près arbitraire, ainsi que celle entre les blocs, d'une part, et les rognons, les cailloux et les fragments anguleux,

---

tionnées ou organiques, est très-défectueux; car les mots *masse* et *fragment* n'ont point, en général, l'acception absolue que je leur donne ici. On les emploie, au contraire, plutôt dans un sens relatif, car on appelle ordinairement *masses* des objets très-peu volumineux dont on détache de plus petits *fragments*, et on n'applique ce dernier mot qu'à des parties détachées d'une masse plus considérable; mais je n'ai pu trouver d'autres mots plus convenables pour désigner les deux groupes qui nous occupent, et je pense qu'il est préférable de régulariser le sens scientifique d'un mot que d'en créer de nouveaux; cette marche étant d'ailleurs plus conforme à ce que l'on fait ordinairement, puisque l'on voit beaucoup de mots dont le sens est non-seulement différent dans le langage scientifique et dans le langage usuel, mais dont l'acception varie selon la nature du sujet auquel se rapporte la phrase dans laquelle on les emploie. Je pense donc que l'on pourra s'habituer à considérer le mot *masse* comme désignant exclusivement, dans le langage géologique, toutes les matières d'un volume considérable, et à étendre l'acception du mot *fragment* à toutes celles d'un petit volume qui n'ont pas des formes cristallines, concrétionnées ou organiques. On pourrait aussi reprocher à cette classification des formes de réunir des corps qui ont des modes différents de formation; mais je répondrai à cette objection que, si l'on avait la prétention d'avoir des noms qui exprimassent toujours, d'une manière positive, l'origine des choses, on se trouverait à chaque instant dans l'impossibilité d'appliquer ces noms; car il est une grande quantité de parties de l'écorce du globe dont l'origine est encore et sera probablement toujours hypothétique, sinon tout à fait inconnue; aussi, non-seulement l'usage vulgaire, mais celui de presque tous les naturalistes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'autre part. Cependant on ne donne jamais le nom de bloc à des fragments dont le volume n'est pas supérieur à celui de la tête d'un homme. La forme des blocs est quelquefois anguleuse, d'autres fois arrondie ou mamelonnée.

196. Les **plaques** se distinguent par une forme aplatie, c'est-à-dire que leur longueur et leur largeur sont toujours beaucoup plus étendues que leur épaisseur. Elles se trouvent, comme les blocs, à la surface du sol ou enfouies dans d'autres matières; souvent aussi des masses plus ou moins étendues se trouvent divisées en plaques placées les unes sur les autres, et alors les plaques ne sont que les feuillets des masses à texture feuilletée dont il sera parlé ci-après. Lorsque les plaques deviennent très-minces, on les appelle *lames* ou *feuilles*.

197. Les **veines** ont, comme les plaques, une forme très-aplatie; mais elles sont toujours engagées dans d'autres matières, dont elles diffèrent, soit par leur nature, soit seulement par leur couleur ou par leur texture. Les veines sont tantôt droites, tantôt contournées, tantôt simples ou ramifiées; elles traversent les masses dans tous les sens, se croisent et se coupent les unes les autres; elles ne sont, à la rigueur, que de très-petits filons, de même que les blocs ne sont que de très-petits amas.

198. Les **rognons** sont aussi des matières cohérentes qui

---

applique-t-il indistinctement certains noms à des choses faites de manières différentes; tel est le mot d'*amas* que l'on donne également à des masses formées à la manière des couches et à celle des filons; tels sont encore les mots *noyaux* et *grains* que l'on donne aussi bien à des corps qui ont pris directement leurs formes actuelles qu'à d'autres qui, ayant appartenu à des portions plus considérables, en ont été détachés par des causes accidentelles. Il en est de même du mot *bloc*, car, quoique ce nom désigne plus particulièrement un gros fragment détaché d'une masse plus considérable, on l'emploie aussi pour désigner des parties cohérentes, formées à la manière des amas, et qui se trouvent dans des masses meubles; c'est ainsi que l'on dit ordinairement des blocs de grès enfouis dans le sable, plutôt que des amas de grès enfouis dans le sable.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

se trouvent quelquefois intercalées dans des masses d'autre nature ou d'autre texture. Leurs dimensions sont moindres que celles des blocs, et leurs formes sont généralement déterminées par des surfaces courbes, ordinairement irrégulières et souvent plus ou moins étranglées. On se sert souvent du mot *nodule* pour désigner les rognons qui ne sont pas étranglés. Ils sont tantôt *pleins*, tantôt *géodiques*, c'est-à-dire avec des cavités dans leur intérieur.

199. Les **nids** sont, comme les rognons, de petites portions de substance minérale enveloppées dans des masses; mais ils diffèrent des rognons en ce qu'ils sont formés de matières meubles ou très-friables.

200. Nous entendons par **cailloux** * des fragments cohérents qui ne sont pas assez volumineux pour être appelés blocs, qui ont une forme plus ou moins arrondie, sans étranglement, et qui se trouvent, soit sur le sable, soit dans des dépôts meubles.

201. Le nom de **noyaux** s'applique à des portions de substances cohérentes qui ont, comme les cailloux, des formes arrondies, mais qui se trouvent enveloppées dans d'autres matières, sans être étranglées comme les rognons, et dont le volume n'est pas assez considérable pour qu'on les appelle blocs, ni assez petit pour qu'on les nomme grains. Les noyaux

---

* Plusieurs naturalistes n'appliquent le mot *caillou* qu'aux fragments de pierres dures faisant feu sous le briquet; mais je ne vois aucun avantage dans cette restriction, qui a l'inconvénient de ne plus permettre d'appliquer le nom de cailloux à tous ces fragments roulés que l'on trouve si souvent dans le lit des rivières ou sur les côtes de la mer. A la vérité, on pare à cet inconvénient, en remplaçant le mot *caillou*, dans le sens que je lui donne, par celui de *galet;* mais l'usage du nom de caillou étant plus général, et ayant, pour ainsi dire, été consacré par les ouvrages classiques du célèbre Saussure, je l'ai préféré; d'autant plus que, dans les contrées où l'on se sert du mot *galet* dans le langage usuel, on l'emploie principalement pour désigner la plage couverte de cailloux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

forment une partie essentielle des masses à texture poudingiforme ou amygdaloïde.

202. Nous désignons par le nom de **blocaux** * les fragments qui n'ont pas les formes arrondies ou aplaties qui caractérisent les rognons, les cailloux, les noyaux et les plaques, et qui ne sont pas assez volumineux pour être appelés blocs. Cette espèce de fragments est une partie essentielle des masses bréchiformes.

203. Les **grains** sont des parties de substances minérales, ordinairement arrondies, dont le volume ne dépasse pas, en général, celui d'un pois, tantôt libres, tantôt adhérents les uns aux autres.

204. Enfin on appelle **paillettes** de très-petites plaques ou plutôt de très-petites lames qui semblent avoir été détachées des substances à texture laminaire.

205. Les **formes organiques** que présentent certaines matières minérales sont dues à l'enfouissement de corps organisés, de sorte qu'elles ont peu d'intérêt pour la minéralogie; mais elles sont d'une grande importance pour la géognosie, la géogénie, la botanique et la zoologie; aussi fait-on de leur étude le sujet d'une science particulière à laquelle on donne le nom de *paléontologie*. Nous nous bornerons, en conséquence, à rappeler ici que les corps doués de ces formes que l'on trouve dans l'écorce du globe terrestre sont, ou des restes des corps organisés eux-mêmes, ou des matières qui se sont moulées, soit autour de ces corps, soit dans leur intérieur, soit dans les cavités qu'ils avaient occupées. Dans le premier cas, le corps organisé est plus ou moins modifié, soit qu'il n'ait éprouvé que de ces altérations qui ont lieu dans les corps organisés privés de la vie, soit qu'il y ait eu introduction de

---

* La dénomination complexe de *fragments anguleux* me paraissant d'autant plus défectueuse que les blocs, les plaques, les veines et les paillettes sont souvent des fragments anguleux, je me suis permis de proposer le mot *blocaux*, tiré de *blocaille*, que l'on emploie dans les arts pour désigner un assemblage de fragments de ce genre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

matières étrangères par un phénomène analogue à celui qui produit les cristaux épigènes (176). Cette introduction donne souvent lieu à un changement complet de nature, mais où les nouveaux matériaux présentent encore le plus souvent la texture organique. Tel est le cas des bois agatisés et des coquilles siliceuses, c'est-à-dire des corps que l'on appelle ordinairement *pétrifications*. Quant aux *moules intérieurs* ou *extérieurs*, on conçoit qu'ils n'ont d'autre rapport avec le corps organisé que d'en rappeler la forme. On donne ordinairement le nom d'*empreintes* aux matières pierreuses qui présentent des formes de végétaux herbacés, parce que ces corps, offrant peu de résistance à la pression des matières pierreuses qui les recouvraient, se sont promptement aplatis et ne laissent, en général, que des empreintes sur la pierre : cependant l'un des côtés de celle-ci semble ordinairement représenter le végétal lui-même, tandis que l'autre n'est qu'un moule extérieur.

206. Nous avons déjà fait connaître que nous entendions par **texture** * l'arrangement intérieur des parties qui composent les substances minérales et entre lesquelles on distingue ordinairement des *joints* plus ou moins sensibles, qui se prêtent à des divisions mécaniques plus ou moins faciles. Ces joints donnent naissance à un grand nombre de textures différentes que nous croyons pouvoir distribuer en sept catégo-

* On emploie souvent le mot de *structure* pour désigner ce que j'appelle *texture;* mais il m'a paru qu'il était préférable de réserver le premier de ces mots pour indiquer l'arrangement des grandes masses minérales qui composent l'écorce du globe terrestre, et d'appliquer le second à l'arrangement des parties qui composent les minéraux et les roches, et par conséquent de dire la *structure de l'écorce du globe* ou d'*un terrain,* et la *texture d'un minéral* ou d'*une roche.* On a aussi subdivisé les propriétés que je réunis sous le nom de texture, en *texture* et *structure,* et ce mode de division est quelquefois utile, notamment lorsqu'il est question de décrire des roches schistoïdes ; mais il m'a paru que les difficultés d'application qu'entraîne cette distinction l'emportaient sur les avantages.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ries principales, que nous désignons par les épithètes de *cristalline*, de *feuilletée*, de *massive*, de *celluleuse*, de *conglomérée*, d'*organique* et de *meuble*. Toutefois il est à remarquer que ces diverses modifications passent non-seulement de l'une à l'autre, comme toutes les divisions que l'on cherche à établir parmi les choses naturelles, mais qu'en outre elles ne s'excluent point l'une l'autre, et que diverses catégories de texture peuvent souvent s'associer : c'est ainsi, par exemple, qu'un minéral peut posséder en même temps les textures feuilletées et cristallines, massives et celluleuses.

207. La **texture cristalline** est, comme les formes cristallines, due à la force de cristallisation; mais, quoique ces deux propriétés se rencontrent souvent réunies, on ne doit pas les confondre; car il y a des cristaux dont la texture n'est pas cristalline, et la nature renferme des masses immenses à texture cristalline qui ne sont pas des cristaux. La texture cristalline peut se subdiviser en *normale* et *anomale*.

208. Les minéraux à **texture cristalline normale** se distinguent par une propriété très-importante, celle d'être *clivables*, c'est-à-dire de se laisser diviser en lames minces qui se détachent parallèlement l'une à l'autre dans certaines directions déterminées, d'où on les appelle aussi *laminaires;* et, comme le même minéral a souvent plusieurs clivages, on obtient, en opérant cette division mécanique avec le soin convenable, des solides qui sont ordinairement les formes primitives cristallines dont nous avons parlé ci-dessus (173). D'où l'on voit que cette propriété est, en quelque manière, le complément du caractère tiré de la forme cristalline, et qu'elle est plus importante pour la détermination de la nature des substances minérales, puisqu'elle n'est point sujette aux erreurs résultantes de l'existence des cristaux pseudomorphiques.

La facilité avec laquelle le clivage peut s'opérer est très-variable, la nature présentant une série de nuances depuis les minéraux qui ne sont susceptibles d'aucun clivage, jusqu'à ceux qui se clivent avec tant de facilité, qu'un coup de mar-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

teau suffit pour les diviser en une grande quantité de petits solides primitifs. On appelle *indices de clivage* les joints qui ne se prêtent qu'imparfaitement à la division, et ne donnent pas des faces bien nettes.

Le nombre des clivages est aussi très-variable : quelquefois il n'est pas suffisant pour conduire à un solide ; le plus souvent on en compte trois, quatre, cinq ou six, et il y a des minéraux qui en ont jusqu'à dix. On conçoit que quand il y a trop peu ou trop de clivages pour conduire à un seul solide, la détermination de la forme primitive présente quelques difficultés. Dans le premier cas, on complète le solide par la pensée, en adoptant, pour les plans qui manquent, les directions que le calcul annonce se prêter le mieux aux dérivations de formes secondaires observées. On peut aussi suivre la même marche pour choisir entre les diverses formes que l'on peut obtenir lorsqu'il y a plus de clivage que le nombre nécessaire pour conduire à un solide ; mais, comme, dans ce cas, il y a toujours des clivages plus faciles et d'autres plus difficiles, on considère ordinairement comme forme primitive les solides donnés par les clivages les plus faciles et ceux qui présentent les faces les plus nettes. On nomme alors *clivages essentiels* ceux qui conduisent à la forme adoptée comme primitive, et *clivages surnuméraires* ceux qui conduisent à d'autres solides.

Les clivages considérés sous le rapport de leurs directions sont invariables pour chaque substance, c'est-à-dire que les angles que forment leurs plans entre eux sont toujours exactement les mêmes ; mais il paraît qu'ils peuvent quelquefois varier sous le rapport de leur netteté, selon les localités d'où proviennent les minéraux ; c'est-à-dire que certain clivage qui est ordinairement le plus net et le plus facile deviendrait le plus difficile dans les minéraux qui proviennent d'une localité particulière ; de sorte qu'il pourrait arriver que les clivages surnuméraires fussent quelquefois plus nets que les clivages essentiels.

209. Les minéraux à **texture cristalline anomale** ne sont pas clivables dans leur ensemble ; mais les diverses par-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ties qui les composent jouissent quelquefois de cette propriété et peuvent alors être considérées comme ayant la texture normale dans leurs petites dimensions. Nous désignons les principales modifications de texture cristalline anomale par les épithètes de *lamellaire*, de *fibreuse*, de *radiée*, de *granitoïde*, de *porphyroïde* et d'*amygdaloïde*.

210. On entend par **texture lamellaire** un assemblage de petites lames, ou de petits cristaux groupés confusément l'un à côté de l'autre, sous toutes sortes de directions. La variété de calcaire connue sous le nom de marbre de Paros donne un exemple de cette texture.

211. La **texture fibreuse** peut être considérée comme le résultat de l'agrégation de cristaux capillaires, ou aciculaires, ou même bacillaires; quelquefois elle présente des fibres *droites;* d'autres fois elles sont plus ou moins *contournées*, et quelquefois comme *tressées*.

212. La **texture radiée** est, comme la texture fibreuse, le résultat de l'agrégation de cristaux allongés, mais qui, au lieu d'avoir une disposition parallèle, ont généralement une disposition rayonnée ou divergente.

213. La **texture granitoïde** ressemble beaucoup à la texture lamellaire et n'en diffère que parce que les lames ou cristaux qui composent l'ensemble, au lieu d'être de même nature, sont formés de minéraux différents; d'où l'on voit que cette texture n'appartient qu'aux roches mélangées et non aux minéraux proprement dits.

214. Il en est à peu près de même de la **texture porphyroïde**, qui consiste dans la présence de cristaux au milieu d'une pâte non cristalline; cependant il arrive quelquefois que la pâte et les cristaux appartiennent à la même substance et ne diffèrent que par la texture ou la couleur.

215. La **texture amygdaloïde** se rapporte aussi, comme la texture porphyroïde, à une pâte non cristalline qui enveloppe des parties cristallines; mais elle en diffère en ce que les parties cristallines, au lieu de présenter la forme de cristaux, ont pris celle de noyaux plus ou moins arrondis.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

216. Les minéraux que nous considérons comme ayant la **texture feuilletée** ont la propriété de se diviser en feuillets plus ou moins épais, ou de présenter l'apparence de semblables feuillets. Cette texture se rapproche quelquefois de la texture laminaire; car on pourrait, à la rigueur, considérer la faculté de se diviser en feuillets comme un clivage, le seul moyen de distinction se réduisant, dans ce cas, à l'observation des lames : si celles-ci présentent des faces lisses très-nettes et semblent susceptibles d'une division à peu près indéfinie dans le sens de leurs faces, on peut considérer la texture comme laminaire; tandis que si les faces sont raboteuses et si on reconnaît qu'elles sont formées de grains, de cristaux, ou de lames qui ont une autre direction que le plan du feuillet, la texture doit être considérée comme feuilletée. Du reste, les feuillets sont quelquefois, comme les lames de la texture cristalline, susceptibles d'une division à peu près indéfinie; d'autres fois, au contraire, ils ont une épaisseur déterminée : souvent ils sont droits; d'autres fois, ils sont contournés, plissés, ou s'enveloppent comme des sphères concentriques; leurs faces sont communément parallèles, mais quelquefois elles sont un peu convergentes, de sorte que les feuillets se terminent en forme de tranchants. Ces diverses modifications sont très-difficiles à classer, parce qu'elles se confondent l'une dans l'autre. Nous avons cru cependant pouvoir les distribuer en trois catégories que nous désignons par les dénominations de *texture-globuleuse*, *stratoïde* et *schistoïde*.

La *texture globuleuse* consiste dans la réunion de feuillets disposés à peu près concentriquement, comme s'ils s'étaient moulés successivement sur un noyau central. La *texture stratoïde* présente des feuillets ou des apparences de feuillets qui semblent avoir une épaisseur déterminée, au delà de laquelle la division ne peut plus être opérée. Quelquefois même les parties qui composent les feuillets sont disposées dans un sens très-différent de celui du plan des feuillets. D'autres fois on remarque des différences dans la nature, dans la texture, ou dans les propriétés optiques des divers feuillets ou appa-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rences de feuillets; car on range dans la texture stratoïde des matières qui ne se prêtent pas à la division par feuillets, mais qui sont formées par des lames ou couches minces qui se distinguent par l'une ou par l'autre de leurs propriétés. Dans la *texture schistoïde,* la division en feuillets paraît à peu près indéfinie, et les plans de division ne coïncident presque jamais avec des différences dans la nature ou dans la couleur. On remarque même que, si la masse présente des variations de ce genre, les plans de division des feuillets passent indistinctement à travers les parties de différentes couleurs, et quelquefois à travers celles de nature différente, sans se trouver affectés par ces changements, de sorte que, dans ce cas, le feuillet le plus fin présente la réunion des diverses modifications *.

---

* La texture feuilletée paraît tirer son origine de divers phénomènes: l'un est la *cristallisation anomale*, c'est-à-dire troublée par des circonstances extérieures successives qui ont été cause que chaque dépôt cristallin ressemble à de petites couches. Ce mode a donné naissance à des minéraux stratoïdes, lorsque les couches s'appliquaient sur des surfaces planes ou mamelonnées, et à des minéraux globuleux, lorsque les couches s'appliquaient un fragment isolé qui était agité par le mouvement des eaux, lequel entretenait dans ces fragments une forme arrondie.

Le mode de formation le plus commun paraît dû à une simple *précipitation* qui, se faisant à des intervalles *successifs*, a produit plus d'adhérence entre les molécules qui se précipitaient en même temps, qu'entre celles-ci et celles qui s'étaient déposées auparavant ou qui se seront déposées après.

Mais il est un grand nombre de substances feuilletées dont il est impossible d'expliquer la structure par l'un ou l'autre de ces phénomènes, telles sont les roches schistoïdes, dont les plans des feuillets ont une direction différente de celle des plans des couches et les roches plutoniennes, qui se divisent en feuillets plus ou moins épais ou qui forment des boules où l'on rencontre une certaine tendance à la texture globuleuse. Il paraît que dans ces deux derniers cas la disposition feuilletée est le résultat du retrait qu'éprouvent les matières qui se solidifient par refroidissement, retrait qui aura probablement été influencé par une certaine ten-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

La texture feuilletée a aussi la propriété d'être toujours associée avec une autre texture, car on sent que les feuillets, considérés dans un sens perpendiculaire à leurs plans de division, ne présentent pas une texture feuilletée, mais peuvent offrir presque toutes les autres textures. D'après cette circonstance, la texture d'un minéral feuilleté ne peut être bien connue qu'autant qu'on indique cette double disposition, et c'est ce que l'on fait en accolant les deux dénominations qui indiquent les deux textures; ainsi, par exemple, lorsque la texture schistoïde est associée avec un assemblage de petites lames de même nature, comme dans certaines variétés d'amphibole, on dit *schisto-lamellaire;* si les lames sont de nature différente, comme dans le gneiss, on dit *schisto-granitoïde;* si les feuillets du minéral stratoïde sont composés de fibres cristallines, comme on le remarque dans certains calcaires concrétionnés, on dit *strato-fibreux;* et de même pour toutes les autres associations.

217. Nous désignons par le nom de **textures massives** celles où l'on ne distingue pas de joints ou parties séparées, et où, par conséquent, le minéral semble former une seule masse homogène; lorsque ces conditions se trouvent tout à fait remplies, et que l'œil n'aperçoit qu'une surface unie, on dit que la texture est *compacte;* si, au contraire, on distingue sur cette surface des inégalités qui annoncent comme des espèces de grains unis entre eux, on emploie les épithètes de *saccharoïde*, de *grenue* et de *grossière*. La première indique une apparence cristalline qui rappelle celle du sucre blanc, et n'est, à la ri-

---

dance des molécules à prendre un arrangement symétrique, c'est-à-dire par un commencement de cristallisation.

On a aussi attribué, ainsi qu'on le verra dans la géogénie, la production des feuillets contrastants à cette tendance à prendre l'état cristallin, qui aurait été déterminée dans certains dépôts neptuniens par l'échauffement et la dilatation que l'on suppose que ces dépôts ont éprouvés postérieurement à leur formation.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

gueur, qu'une texture lamellaire où les lames sont devenues si petites, qu'elles ressemblent à de petits grains. Il en est de même de la texture grenue, qui ne diffère de la texture saccharoïde que parce qu'elle a moins l'apparence cristalline. La texture grossière ne diffère, de son côté, de la texture grenue que parce que les aspérités que l'on compare à des grains sont plus fortes et plus irrégulières.

218. Nous désignons par la dénomination de **texture celluleuse** celle des matières minérales qui présentent, dans leur intérieur, des cavités visibles à l'œil nu. Ces cavités varient beaucoup par leur forme et leur qualité. Quelquefois elles ne consistent que dans de simples *tubulures* ou canaux sinueux qui traversent la masse; d'autres fois celle-ci est comme criblée par une infinité de petites cavités plus ou moins arrondies, et alors nous désignerons cette texture par l'épithète de *bulleuse*;* d'autres fois ces cavités sont de dimensions fort inégales, souvent assez considérables et quelquefois comme crevées : on dit alors que la texture est *scoriacée*, parce qu'elle est semblable à celle des scories qui se font dans les fourneaux de fusion. Dans d'autres circonstances, les cavités, au lieu de présenter des formes arrondies dans l'un ou l'autre sens, ont des figures polyédriques, et les parties pleines ressemblent à un assemblage de barres ou de lames ; dans ce dernier cas, on dit ordinairement que le minéral est *carié*.

Les cavités qui se trouvent dans les substances minérales paraissent, en général, provenir de dégagement de gaz ou de la destruction de parties composantes qui se trouvaient renfermées dans celles qui sont demeurées intactes.

219. Les **textures conglomérées** donnent l'idée de

---

* J'ai préféré l'épithète de *bulleuse* à celle de *poreuse*, qui est beaucoup plus usitée, mais qui me paraît fort impropre; car la physique nous apprend que beaucoup de corps qui nous paraissent *compactes* sont *poreux*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

fragments plus ou moins considérables qui sont agglutinés ensemble, soit par un ciment visible, soit sans ciment visible. Lorsque ces fragments sont très-petits, nous disons que la *texture* est *grésiforme*, et alors elle ne diffère de la texture grenue que parce que les grains sont mieux prononcés. Lorsque ces fragments sont plus gros, leurs textures deviennent *poudingiforme* ou *bréchiforme*, selon que les fragments sont des noyaux arrondis ou des fragments anguleux; elles se rapprochent alors des textures porphyroïde et amygdaloïde, dont elles ne diffèrent que parce que les fragments empâtés sont rarement cristallins et souvent plus gros. On doit aussi citer la *texture oolithique* qui, sous le rapport de la grosseur des fragments, doit se placer entre la texture grésiforme et la texture poudingiforme, et qui ne diffère de cette dernière que parce que les fragments qui composent la masse ont assez généralement la texture globuleuse, et sont ordinairement moins volumineux.

220. Les **textures organiques** sont celles qu'affectent les corps organisés que nous avons dit ci-dessus se trouver enfouis dans le sein de l'écorce du globe : on peut les subdiviser en *végétales* et *animales*.

221. **Texture meuble.** — Dans toutes les modifications que nous venons d'examiner, la texture ne se rapporte qu'à des parties adhérentes l'une à l'autre ; mais il arrive quelquefois que les substances minérales se trouvent en fragments plus ou moins petits, accumulés les uns sur les autres. A la rigueur, on pourrait considérer chaque fragment comme une substance isolée, qui a l'une ou l'autre des textures indiquées ci-dessus ; mais la réunion de ces fragments formant souvent des masses plus ou moins considérables, on est dans l'habitude de considérer ces masses dans leur ensemble, comme celles dont les parties sont adhérentes ; et on dit, par exemple, une couche de sable tout comme on dit une couche de grès. Or, si l'on cherche à se rendre raison de la différence qu'il y a entre la couche de sable et celle de grès, on verra qu'il y a là deux ordres de considérations qui conduisent également à dire que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cette différence consiste dans l'état *meuble* de la première. L'une de ces considérations est mécanique et rentre dans la catégorie des propriétés qui seront traitées dans la section suivante; l'autre se rapporte aux propriétés que nous examinons en ce moment; car on sent de suite que le grès diffère du sable, parce que les grains de celui-ci ne sont pas conglomérés comme ceux du grès; d'où l'on voit que l'on peut, et que l'on doit même considérer l'état meuble, comme remplaçant dans le sable, l'état conglomeré. Or, comme l'état de conglomération représente évidemment une texture, il nous semble que l'on ne peut se refuser à considérer l'état meuble qui lui est opposé, comme exprimant aussi un mode de texture. Considérées dans ce sens, les substances meubles peuvent être subdivisées en quatre catégories, que nous désignons par les épithètes de *terreuse*, d'*arénacée*, de *graveleuse* et de *caillouteuse*.

Dans le premier cas, ces parties sont réduites à l'état de ténuité que nous remarquons dans la terre végétale et dans la poussière; dans le second, elles sont à l'état de petits grains analogues à ce que nous voyons dans le sable *; dans le troi-

* On étend quelquefois la dénomination de *roches arénacées* aux roches conglomérées, surtout à celles qui ont la texture grésiforme, parce que l'on suppose que ces roches ont été à l'état arénacé avant d'être conglomérées; mais, outre que cette manière de s'exprimer a le désavantage de détourner le mot *arénacé* de la signification que les anciens donnaient à celui d'*arena*, elle tend à confondre deux choses distinctes, c'est-à-dire l'état meuble et l'état cohérent. La recherche de l'état antérieur d'une substance est, sans contredit, une question très-intéressante de géogénie. Mais le but de la minéralogie étant de faire connaître l'état actuel des minéraux, les considérations tirées du mode de formation ou de l'état antérieur d'une substance ne doivent jamais prévaloir sur celles qui sont relatives aux propriétés dont une substance jouit maintenant.

D'un autre côté, on donne aussi aux mots *sable* et *sableux* une acception telle qu'on l'étend à toutes les substances qui sont à l'état que j'appelle *arénacé;* mais cette marche a l'inconvénient de ne plus laisser de dénomination univoque pour désigner le *quartz arénacé* qui forme la plus grande partie de toutes les matières à l'état arénacé.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sième, ces parties correspondent à ce que nous présentent les graviers de nos rivières, et peuvent atteindre la grosseur d'un pois; enfin, dans le quatrième cas, les fragments sont encore plus considérables, ainsi qu'on peut le remarquer dans les amas de cailloux roulés qui se trouvent ordinairement dans le lit des rivières.

222. On appelle **cassure** la forme que présentent les nouvelles faces qui résultent, dans une matière minérale solide, d'une séparation occasionnée par un choc; d'où l'on voit que la cassure est à peu près la même chose que la texture, puisque celle-ci détermine toujours une partie du détail des formes que présente une cassure, et que la texture n'est souvent mise à découvert que par la cassure. Mais il est à remarquer que les caractères que nous appelons texture existent dans le minéral indépendamment de la division mécanique que l'on y opère, tandis que les caractères que nous rangeons sous le nom de cassure sont le résultat de cette division, quoiqu'ils soient aussi, jusqu'à un certain point, une conséquence de l'arrangement des parties. Du reste, outre les caractères qui viennent d'être décrits sous le nom de texture, les cassures présentent encore beaucoup d'autres modifications, dont les unes se rapportent à la forme générale et les autres à des détails qui se rapprochent davantage de la texture. Nous désignons les principales, parmi les premières, par les épithètes de *droite*, de *conique* et de *conchoïde*, et, parmi les secondes, par celles de *lisse*, de *raboteuse* et d'*écailleuse*. Nous disons que la *cassure* est *droite* lorsque son ensemble présente des lignes droites : c'est la plus commune de toutes; la *cassure* est *conique* lorsqu'elle offre des reliefs ou des enfoncements en forme de cônes plus ou moins surbaissés; et elle est *conchoïde* lorsque ces reliefs ou ces enfoncements sont moins enfoncés par rapport à la grandeur de leurs bases, moins arrondis, et rappellent, jusqu'à un certain point, les formes les plus communes chez les coquilles bivalves. D'un autre côté, la cassure est *lisse* lorsque ses faces, considérées en petit, présentent l'apparence unie des corps polis, tandis qu'elle est *raboteuse* si ses

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

faces, aussi considérées dans leurs détails, offrent des inégalités où l'on n'aperçoive pas des espèces d'éclats en partie détachés de la masse principale; et elle est *écailleuse*, lorsque l'on observe une quantité plus ou moins considérable de ces éclats, qui donnent, jusqu'à un certain point, l'idée d'écailles *.

## SECTION III.

### *Des propriétés mécaniques des minéraux.*

223. **Considération préliminaire.**—Nous réunissons ici divers caractères qui tirent leur origine des forces connues en physique sous le nom de *pesanteur* et de *cohésion*, et nous les désignons par la dénomination de *propriétés mécaniques*, parce que celles dépendantes de la cohésion consistent dans la manière dont les corps résistent à des actions mécaniques, et que celles relatives à la pesanteur se manifestent par des phénomènes purement mécaniques.

224. La propriété de cette dernière catégorie, qui intéresse particulièrement l'étude des minéraux, est celle appelée **densité** ou *pesanteur spécifique*, et qui se manifeste par la circonstance que des corps différents présentent des poids différents sous un même voulume. Chaque corps simple a, en général, une densité particulière; et, quoique les combinaisons soient loin, ainsi qu'on l'a vu dans la Chimie, d'avoir toujours la

* On emploie quelquefois le mot *esquilleuse* comme synonyme d'écailleuse; mais d'autres fois on s'en sert pour désigner une cassure que l'on peut considérer comme différente de la cassure écailleuse, parce que les éclats ressemblent davantage aux esquilles qui se forment lorsque l'on brise des os ou du bois qu'à de véritables écailles. Peut-être que cette cassure mériterait de figurer dans la série des principales modifications énoncées ci-dessus; si je ne l'y ai pas comprise, c'est qu'il me semble qu'elle n'est souvent qu'une manifestation de la texture fibreuse et des formes bacillaires.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

densité moyenne des corps dont elles sont composées, elles se rapprochent ordinairement plus ou moins de cette densité : c'est ainsi, par exemple, que toutes les combinaisons contenant du plomb et de la baryte ont une pesanteur spécifique considérable; d'où l'on sent que tous les minéraux mélangés doivent avoir des densités différentes de ceux qui ne sont composés que de leurs principes essentiels. On sait aussi que l'on augmente la densité des corps en les comprimant, et qu'on la diminue en les dilatant par la chaleur Mais en minéralogie on ne s'occupe que de la densité des corps dans leur état naturel et rapportée à la température la plus ordinaire.

On pourrait diviser les minéraux, sous le rapport de leur densité, en *pesants* et *légers*, selon que leur pesanteur spécifique surpasserait ou serait inférieure à une densité donnée. Mais une semblable indication serait extrêmement vague; et on exprime ce caractère par la comparaison avec le poids d'un même volume d'eau distillée, pris à la température de dix-sept degrés et demi du thermomètre centésimal. Ainsi, quand nous disons que la pesanteur spécifique du platine en grains naturels est de 17.33, ou, par abréviation, que le platine *pèse* 17.33, cela signifie qu'un grain de platine pèse 17 fois 33 dixièmes de fois une quantité d'eau distillée de même volume; et, comme le centimètre cube d'eau distillée pèse un gramme, il en résulte que le centimètre cube de platine pèse 17 grammes 33 centigrammes.

Les procédés à employer pour déterminer la pesanteur spécifique des corps devant être exposés dans la Physique, nous nous bornerons à rappeler ici que ces opérations consistent à peser le corps dans l'air et puis dans l'eau. La différence de ces deux poids exprimant le poids de l'eau déplacée par le corps soumis à l'épreuve, c'est-à-dire d'une quantité d'eau d'un volume égal à celui de ce corps, on obtient la pesanteur spécifique de celui-ci en faisant la proportion suivante : le poids de l'eau déplacée est à celui du corps dans l'air, comme un est à la densité cherchée, ou, en d'autres termes, en divisant le poids du corps dans l'air, par la diffé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rence entre ce poids et celui du corps dans l'eau *. Dans la manière ordinaire de prendre la densité d'un corps, on le laisse tel qu'il se présente naturellement, ce qui est cause que les résultats diffèrent, selon le mode d'agrégation des parties du minéral, et que, si celui-ci contient intérieurement quelques pores accidentels, la densité obtenue n'est pas exacte. Pour parer à cet inconvénient, on peut réduire le minéral en poussière, et alors on obtient, pour chaque substance prise dans son état de pureté, des résultats qui ne diffèrent que par de si petites quantités, qu'on peut considérer ces différences comme provenant uniquement des erreurs d'opération. M. Beudant, qui appelle la densité calculée de cette manière *pesanteur spécifique absolue*, a remarqué qu'elle diffère très-peu de celle des petits cristaux, prise selon la manière *ordinaire*, et qu'elle est toujours supérieure à celle des gros cristaux et à celle des variétés lamellaires et fibreuses; d'où il résulte que c'est, autant que possible, sur de petits cristaux que l'on doit calculer la densité, lorsqu'il y a des considérations qui s'opposent à ce que l'on réduise en poussière les échantillons que l'on veut essayer.

225. Les **propriétés** qui **tirent leur origine de la cohésion** sont très-nombreuses et très-variées : nous avons essayé de ranger les principales dans sept catégories, que nous désignons par les noms de *consistance*, de *cohérence*, de *flexibilité*, de *ductilité*, de *dureté*, de *tactilité* et de *graphicité*. Mais cette

* Les minéralogistes se servent ordinairement, pour cette opération, d'un instrument portatif que l'on appelle *aéromètre de Nickolson*, et qui consiste dans un tube creux fermé aux deux extrémités et à chacune desquelles est attaché un plateau. On obtient le poids du corps dans l'air et dans l'eau en plongeant l'instrument dans ce liquide et en plaçant successivement dans le plateau supérieur les poids nécessaires pour que l'immersion atteigne toujours le même point de la tige, lorsque le corps soumis à l'expérience ne s'y trouve pas, lorsqu'il est placé dans le plateau supérieur, et lorsqu'il est placé dans le plateau inférieur, c'est-à-dire plongé dans l'eau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nomenclature devrait être considérablement augmentée, si l'on voulait exprimer toutes les considérations de ce genre sous lesquelles les minéraux sont envisagés dans les arts où l'on fait usage de ces corps, et même dans les descriptions scientifiques. Plusieurs de ces propriétés, notamment la consistance, la ténacité, la flexibilité et la ductilité, varient dans le même corps selon la température.

226. La **consistance** des minéraux se rapporte à trois états principaux que les physiciens désignent par les épithètes de *solide**, de *liquide* et de *gazeux*.

227. Dans les corps **solides**, les molécules sont assez adhérentes pour que le corps puisse conserver sa forme lorsqu'il est abandonné à lui-même. Mais, dans les uns, cette forme ne peut être modifiée que par une force assez considérable, tandis que, dans les autres, une semblable altération peut être déterminée par une force beaucoup plus faible. Ces derniers sont ordinairement appelés corps *mous*, et établissent un intermédiaire entre les liquides et les solides qui sont à l'état *rigide*.

228. Dans les corps **liquides**, l'adhérence des molécules est assez faible pour que ces corps, abandonnés à eux-mêmes, ne conservent d'autres formes que celles que leur impriment les obstacles qui les empêchent de suivre entièrement les lois de la pesanteur, c'est-à-dire de s'étendre de manière que toutes les molécules soient placées à une égale distance du centre de la terre; mais la force de cohésion y est encore suffisante pour que ces molécules demeurent unies entre elles et opposent un obstacle très-sensible au passage des autres corps.

---

* On emploie aussi le mot *solide* pour désigner des matériaux ou d'autres objets destinés à un usage quelconque, et qui sont susceptibles de durer longtemps sans se détériorer. Considéré de cette manière, le mot solide a pour opposé *peu durable, altérable, mauvaise qualité ;* mais on voit aisément que, dans cette acception, il ne s'agit que d'une considération technique et nullement de l'état des corps considérés dans le sens qui nous occupe en ce moment.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les liquides sont susceptibles d'être divisés en trois catégories principales. La première pourrait être désignée par la dénomination de liquides *lourds*, parce que leur densité est au moins double de celle de l'eau. Ces liquides sont extrêmement rares à la surface de la terre, parce que, à l'exception du mercure, tous les corps susceptibles de les produire ne prennent et ne conservent l'état liquide qu'autant que leur température est beaucoup plus élevée que la température ordinaire de la surface de la terre et de son écorce solide. La seconde catégorie se compose principalement de l'eau et des corps qui sont tenus à l'état liquide par leur dissolution dans l'eau, d'où l'on peut distinguer ces liquides par l'épithète d'*aqueux*. Ceux de la troisième catégorie, que l'on pourrait appeler liquides *huileux*, parce qu'ils ont les propriétés des corps gras, sont, en général, plus légers que l'eau. Ils sont fort rares dans le règne minéral.

229. Dans les **corps gazeux**, les molécules ont non-seulement une adhérence assez faible pour qu'on puisse les traverser sans éprouver d'obstacles très-sensibles, mais elles semblent même se repousser, de manière que l'on dirait qu'elles tendent toujours à s'éloigner autant que les lois de la pesanteur le permettent. On refuse quelquefois à ces corps le nom de minéraux, mais on doit alors créer un règne particulier pour les ranger, ce qui nous semble au moins inutile. Les corps gazeux se subdivisent en *gaz permanents*, qui sont susceptibles de supporter une température très-basse sans changer d'état, et en *gaz non permanents* ou *gaz vaporeux*, qui se transforment en liquide ou en solide dès que la température s'abaisse.

230. Nous désignons par le mot *cohérence* * la propriété re-

* On ne doit pas perdre de vue que je donne ici au mot *cohérence* un sens très-différent de celui de *cohésion* : ce dernier indique la force générale qui unit les molécules similaires qui composent un corps, et ce sont les diverses modifications de cette force qui produisent les pro-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lative à la manière dont les parties qui composent une substance solide, tiennent les unes avec les autres. Lorsque ces parties sont assez adhérentes pour ne pouvoir être séparées sans un effort quelconque, on dit que la substance est *cohérente*, et comme l'effort nécessaire pour obtenir cette séparation doit être plus ou moins considérable, les minéraux présentent, sous ce rapport, plusieurs modifications que l'on désigne en général par les épithètes de *tenace*, de *fragile* et de *friable*. Le premier cas a lieu lorsque le minéral cède avec difficulté au choc du marteau, le second lorsqu'il se brise avec facilité, et le troisième lorsque les parties peuvent être séparées par la simple pression des doigts. Quand il n'y a aucune adhérence entre les parties, on dit que la substance est *incohérente* ou *meuble*, propriété que nous avons déjà fait connaître en parlant de la texture, mais qui appartient plus particulièrement à l'ordre de considérations que nous examinons en ce moment.

231. La **flexibilité** est la propriété qu'ont certains corps

---

priétés qui font le sujet de cette section ; tandis que la cohérence, telle que je viens de la définir, a seulement pour but d'indiquer si les diverses parties qui composent une quantité quelconque de matières minérales solides sont liées entre elles de façon à ne pouvoir être séparées sans effort, ou si elles n'ont aucune adhérence. De sorte que cette propriété n'est, sous certain rapport, qu'une modification de l'état solide : cependant elle ne dépend pas de la même cause que celle qui produit les états solides, liquides et gazeux ; cette dernière cause, agissant également sur toutes les parties, tandis que, dans la cohérence, la cause qui empêche l'adhérence des molécules d'un fragment avec celles d'un autre n'a pas agi sur les molécules qui composent le même fragment. Aussi la division en substances cohérentes et substances meubles ne pourrait pas s'associer avec celles en solides rigides et en solides mous, puisqu'il y a des corps de ces deux catégories qui sont cohérents. On sent, par ce qui précède, que l'on doit éviter d'employer, ainsi qu'on le fait assez souvent, le mot *solide* pour celui de *cohérent*, qui ne s'applique qu'à une partie des substances solides et qui désigne un ordre différent de considérations.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de céder, sans se rompre, aux forces qui tendent à faire plier un corps solide; d'où l'on voit que cette propriété a beaucoup de rapport avec la cohérence; car, d'un côté, elle ne se manifeste que dans les corps cohérents, et les corps *flexibles* sont généralement tenaces, tandis que les corps fragiles et friables sont ordinairement *roides*. Mais, comme il y a des corps tenaces qui ne sont point flexibles, la flexibilité doit être rapportée à un autre ordre de considérations que la cohérence.

232. La **ductilité** se rapporte à la faculté qu'ont certains corps solides de pouvoir être étendus par la pression ou par le choc sans se rompre; cette propriété a beaucoup de rapports avec la flexibilité et la cohérence, en ce sens que tous les corps *ductiles* sont essentiellement flexibles et tenaces, et que les corps roides, fragiles ou friables, sont *cassants*. Aussi ce dernier mot, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, est également employé comme synonyme de fragile, c'est-à-dire comme une des modifications de la cohérence; mais, attendu qu'il y a des corps tenaces et flexibles qui ne sont pas ductiles, on doit considérer la ductilité comme différente de la flexibilité et de la ténacité. Les corps ductiles peuvent être subdivisés en deux catégories, selon que cette propriété exige des efforts plus ou moins prononcés pour se manifester. Le premier cas est notamment celui des métaux que l'on appelle *malléables*, parce qu'ils s'étendent sous le choc du marteau; le second a lieu dans les corps mous qui, considérés sous ce rapport, pourraient être appelés *plastiques*, parce que c'est sur cette propriété que sont fondés la plupart des arts plastiques, tels que la poterie.

233. Quoique la ductilité appartienne exclusivement aux corps solides, les liquides ont aussi une propriété qui s'en rapproche; c'est celle que l'on désigne vulgairement par le mot *filer*, et d'après laquelle il se fait, lorsque l'on sépare des parties de liquide, une espèce de traînée ou de fil dont la longueur varie selon la nature du liquide. Cette disposition est sensiblement nulle dans l'eau et dans la plupart des liquides aqueux; elle est assez prononcée dans les liquides huileux,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et se trouve poussée à un très-haut degré dans quelques liquides lourds, notamment dans le verre.

234. La **dureté** est la propriété par laquelle un minéral solide est susceptible d'en entamer un autre, ou de se laisser entamer par celle-ci *. Comme les expressions de *dur* et de *tendre* ne peuvent donner que l'idée de la comparaison de deux substances et sont insuffisantes pour rendre les nombreuses variations que présente le caractère de la dureté, on l'exprime ordinairement en énonçant si le minéral dont on s'occupe raye ou est rayé par une autre substance assez généralement connue. La propriété de donner des étincelles par le choc du briquet a beaucoup de rapport avec la dureté, puisqu'il faut, pour qu'elle ait lieu, que le minéral soumis à l'expérience soit assez dur pour entamer l'acier ; mais, d'un autre côté, il faut que ce minéral ait aussi beaucoup de ténacité et un volume assez considérable ; car un corps très-dur, mais qui est fragile, ne donnera pas aussi facilement des étincelles qu'un minéral moins dur, mais tenace. Et, tandis que le plus petit fragment d'un minéral conserve toujours sa dureté caractéristique, une lame mince du corps le plus propre à donner des étincelles se rompra sous le choc du briquet avant de détacher des particules d'acier, et par conséquent sans donner d'étincelles ; car on sait que celles-ci sont produites par des particules d'acier détachées par le choc, et qui s'enflamment dans l'air par suite de la rapidité avec laquelle elles y sont lancées.

---

* On confond souvent la dureté avec la ténacité, ce qui a donné lieu à beaucoup d'inconvénients. Je crois, en conséquence, devoir faire remarquer ici qu'il faut éviter de dire qu'un corps est *dur* lorsqu'il n'est que *tenace*, et *tendre* lorsqu'il est *friable* ; ainsi, par exemple, le grès n'est jamais *tendre* quoiqu'il soit quelquefois assez *friable* pour s'égrener sous les doigts ; il est, au contraire, toujours assez *dur* pour que ses grains puissent rayer le verre. De même le diamant, le plus *dur* de tous les corps, puisqu'il les raye tous, est assez *fragile* pour être brisé au premier coup de marteau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

235. Nous désignons par le nom de **tactilité** les propriétés qui se manifestent quand nous touchons des minéraux avec nos doigts. Ces propriétés se rattachent en général à la dureté; mais le moyen d'observation étant tout à fait différent, nous croyons devoir les classer sous une autre dénomination. Considérés sous ce rapport, les corps peuvent être appelés *âpres, rudes, doux* et *onctueux*. Ces derniers sont généralement des corps très-tendres et plus ou moins friables qui, lorsqu'on les touche, se désagrégent en petites paillettes ou en poussière très-fine qui produisent sur les doigts une sensation analogue à celle du savon, quoiqu'elle ne soit due qu'à la facilité avec laquelle les particules du minéral glissent l'une sur l'autre, et non à une action du minéral sur la peau. Les corps doux sont ceux qui ne font éprouver aux doigts aucune sensation de rudesse. Cet effet provient quelquefois de ce que les minéraux sont assez tendres et assez friables pour céder à la pression, mais avec moins de facilité que les minéraux onctueux; d'autres fois il résulte de ce que les faces sont assez polies et d'un grain assez serré pour que le doigt glisse dessus sans éprouver aucun obstacle. Les minéraux sont *rudes* dans le cas contraire, et ils deviennent *âpres* lorsque non-seulement leurs particules sont assez dures pour résister à la pression des doigts, mais sont assez acérées pour faire éprouver à ceux-ci une sensation qui annonce que ces particules exercent un commencement d'action mécanique contre la peau.

236. Nous appelons **graphicité** la propriété qu'ont certains corps de laisser de leurs particules sur un autre corps, lorsqu'on les passe l'un sur l'autre; d'où l'on voit que cette propriété tient aussi de très-près à la dureté et se rapproche beaucoup de la tactilité. Considérés sous ce rapport, les minéraux peuvent se subdiviser en *écrivants*, *tachants* et *non tachants*. Les premiers sont ceux qui possèdent la propriété qui nous occupe, au point d'être propres à écrire ou à dessiner, tel est, par exemple, le graphite. Les autres sont ceux où cette propriété n'est plus assez prononcée pour faire un dessin, et où elle ne se manifeste que par la faculté de faire des taches

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

irrégulières, tandis que les derniers sont ceux qui ne laissent aucune de leurs particules sur le corps contre lequel on les a frottés.

## SECTION IV.

### *Des propriétés optiques des minéraux.*

237. **Division.**—Si nous voulions parler ici de toutes les propriétés optiques des minéraux et de leurs causes, nous serions obligé de nous étendre sur des choses qui doivent être traitées dans les ouvrages de physique, et qui ne sont pas d'une application directe à la minéralogie. Nous croyons, en conséquence, devoir nous borner à indiquer les principaux caractères dépendants de l'action de la lumière qui peuvent être utiles pour la description des minéraux. Ces caractères peuvent être rangés dans trois catégories principales selon qu'ils se rapportent à la *transparence*, à l'*éclat* et à la *couleur*. Nous y ajouterons quelques notions sur la *phosphorescence*, phénomène dont la cause n'est pas connue, et qui pourrait appartenir aux propriétés électriques aussi bien qu'aux propriétés optiques.

238. Les minéraux, considérés sous le rapport de la **transparence**, c'est-à-dire de la manière dont ils se laissent traverser par la lumière, peuvent être divisés en trois catégories que l'on désigne par les épithètes de *transparents* ou *diaphanes*, de *translucides* et d'*opaques*. Dans le premier cas, le minéral se laisse traverser par la lumière de manière à ce que l'on puisse distinguer les formes d'un objet qui se trouve placé derrière ; dans le second cas, le passage de la lumière est trop imparfait pour que l'on puisse distinguer un objet placé derrière une plaque mince ; et, dans le troisième cas, le minéral se refuse à tout passage de la lumière. Du reste, il en est de cette division comme de toutes celles que l'on établit en histoire naturelle, c'est-à-dire que les diverses modifications passent de l'une à l'autre par des nuances insensibles : c'est ainsi, par exemple, que des corps qui paraissent opaques lorsqu'ils ont une cer-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

taine épaisseur, deviennent translucides, et que des corps translucides deviennent transparents lorsqu'ils sont taillés en plaques minces; d'où l'on sent que la transparence est une propriété susceptible de varier dans le même minéral. Il y a cependant des substances, notamment presque tous les métaux, qui sont toujours opaques, du moins lorsque leurs plaques ont une certaine épaisseur. Il en est d'autres qui sont opaques quand elles ont été longtemps exposées à l'air et qui deviennent translucides et même transparentes lorsqu'elles ont été plongées dans l'eau, d'où on les appelle *hydrophanes*.

239. La transparence donne lieu d'observer une propriété qui a beaucoup attiré l'attention des physiciens, et qui est quelquefois utile aux minéralogistes pour distinguer certaines substances : c'est que, quand on regarde un très-petit objet, tel qu'un trait de plume, à travers un minéral transparent, on voit, dans certains cas, une image simple, et dans d'autres une image double; d'où l'on dit qu'il y a **réfraction simple** dans le premier cas, et **réfraction double** dans le second. Cette propriété dépendant, ainsi qu'on le démontre dans la physique, de la disposition des molécules du minéral, se trouve en rapport avec le mode de cristallisation; d'où il résulte que la réfraction est toujours simple ou toujours double dans le même minéral, vu dans le même sens. Les substances non cristallisées, et celles cristallisées dans le système cubique, ont toujours la réfraction simple quel que soit le sens dans lequel on les examine; tandis que les substances cristallisées dans les autres systèmes cristallins sont susceptibles de présenter la double réfraction, mais pas indistinctement dans tous les sens.

Cette propriété est surtout très-prononcée dans le rhomboèdre primitif ou solide de clivage du calcaire qui présente nettement la double image dès que l'on regarde à travers deux faces parallèles; mais, si on taille le cristal de manière à y former des faces qui soient perpendiculaires à la ligne qui joint les deux sommets obtus opposés du rhomboèdre, on

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ne verra qu'une image simple lorsqu'on regardera perpendiculairement à ces nouvelles faces. Le même phénomène a lieu dans tous les cristaux du système rhomboédrique et du système prismatique droit à bases carrées, c'est-à-dire que ces cristaux présentent la réfraction double dès que l'on regarde à travers des faces plus ou moins obliques à la ligne indiquée ci-dessus pour les premiers et à l'axe cristallographique vertical pour les seconds, tandis que la réfraction est simple lorsque l'on regarde perpendiculairement à ces lignes. Les minéraux cristallisés dans les systèmes prismatique droit rectangulaire, prismatique oblique rhomboïdal et prismatique oblique non symétrique, ont deux directions dans lesquelles leur réfraction est simple, tandis qu'elle est double dans les autres; d'où l'on dit que ces minéraux ont deux *axes optiques* ou *lignes neutres* ou *axes de double réfraction*, et que ceux des systèmes rhomboédrique et prismatique droit à bases carrées n'ont qu'un axe optique. Cet axe se confond avec l'axe cristallographique vertical dans le système prismatique droit à bases carrées; tandis qu'il coupe les trois axes cristallographiques sous des angles égaux dans le système rhomboédrique; et que, dans les 3e, 5e et 6e systèmes cristallins, chaque axe optique partage en deux parties égales les angles formés par les axes cristallographiques, tels qu'ils ont été indiqués ci-dessus (172).

On sent, d'après ce qui précède, que, si on éprouve des difficultés à reconnaître un fragment de minéral cristallisé qui n'a pas une forme cristalline, l'observation de la double réfraction suffit pour éliminer tous les minéraux qui cristallisent dans le système cubique, et que, si on observe dans ce fragment deux axes optiques, ce fragment doit appartenir à l'un des quatre derniers systèmes cristallins. Mais il serait dangereux de prendre trop légèrement l'inverse de cette proposition, car on ne pourrait dire qu'un fragment de minéral n'est pas doué de la double réfraction, ou qu'il a un ou deux axes, qu'autant que l'on aurait taillé ce minéral, de manière à y faire naître successivement des faces sous un grand nombre de di-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rections. D'un autre côté, il est des substances où l'écartement des deux images est si faible, qu'il devient inappréciable à l'œil, si l'on est dans le cas d'observer sur des cristaux ou sur des lames minces.

240. On a cependant trouvé un moyen par lequel on peut reconnaître, sans devoir tailler le minéral sur toutes ses faces, s'il est ou s'il n'est pas doué de la double réfraction. Ce moyen, qui est fondé sur la polarisation de la lumière, phénomène dont la démonstration est donnée dans les ouvages de physique, consiste dans l'emploi de deux lames d'un cristal du minéral connu sous le nom de tourmaline; ces lames ne doivent pas être ni trop transparentes ni trop opaques, et doivent être taillées parallèlement à l'axe. Une telle lame ne laisse passer que des rayons polarisés dans un certain sens; les autres, qui devraient être polarisés en sens inverse, se trouvant éliminés. En plaçant la seconde lame devant la première, toute la lumière qui a traversé celle-ci se trouve transmise par la seconde, si les deux axes des lames sont parallèles, et elle est, au contraire interceptée, si les axes sont croisés à angle droit, en sorte que l'endroit du croisement est tout à fait obscur.

Si l'on place entre les deux lames de tourmaline, croisées à angle droit, une lame d'un corps qui n'est point doué de la double réfraction, l'endroit du croisement restera obscur, parce que la polarisation déterminée par la première lame n'aura subi aucun changement de la part de ce corps. Si, au contraire, le corps est doué de la double réfraction, l'endroit du croisement laissera passer la lumière, parce que chaque rayon de lumière polarisée par la première lame se partagera en général par l'action du corps en deux faisceaux, dont l'un est polarisé en sens inverse et peut dès lors traverser la seconde; en sorte que la lumière reparaît à l'endroit du croisement. Ce phénomène pourrait cependant ne pas avoir lieu si la plaque du minéral essayé se trouvait dans une position telle que son axe fît exactement un angle droit avec celui de la lame de tourmaline; mais on évite facilement cette cause d'er-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

reur en inclinant légèrement la lame soumise à l'expérience, car alors on voit reproduire la lumière si cette lame appartient à un corps doué de la double réfraction, tandis que, dans le cas contraire, l'endroit du croisement reste obscur; à moins que l'on n'inclinât la lame sous des incidences trop fortes qui développeraient un autre genre de polarisation par réfraction.

On peut aussi déterminer, au moyen des lames de tourmaline, si une substance possède un ou deux axes de double réfraction ; mais il y a beaucoup de minéraux qui ne se prêtent à cette observation qu'après avoir été taillés convenablement. Ainsi toutes les substances à un axe de réfraction, taillées en plaques dont les faces sont perpendiculaires à cet axe, étant placées entre deux tourmalines, laissent voir des anneaux circulaires et concentriques, lorsque l'on interpose l'appareil entre l'œil et la lumière, et assez près de l'œil pour que les rayons qui arrivent à la pupille aient traversé la plaque dans des directions suffisamment inclinées à l'axe de double réfraction. Ces anneaux sont généralement partagés par une croix noire, pl. I^re^, fig. 53, qui est quelquefois la seule partie visible. Dans le quarz, les anneaux sont simples et présentent seulement une tache noire dans leur centre. Dans les substances qui ont deux axes de double réfraction, on peut aussi observer des anneaux autour de chacun de ces axes; mais on les distingue à ce caractère, qu'ils ne sont jamais traversés par une croix noire, et qu'ils présentent seulement une ligne droite centrale, fig. 54, ou des lignes courbes non centrales.

241. **L'éclat**, tel qu'on l'entend en minéralogie, est une propriété plus facile à concevoir qu'à définir. On sait que l'on emploie le mot éclat dans le langage vulgaire pour désigner l'aspect brillant ou la vivacité de couleur qui distingue certains objets ; et, comme les minéraux sont souvent plus ou moins éclatants, l'indication de cette propriété est un moyen de les distinguer que l'on ne doit pas négliger; d'où s'est établi l'usage de parler de leur éclat dans les descriptions, lors même qu'au lieu d'être *éclatants* ils sont *ternes*. Cependant, dans ce dernier cas, on peut éviter le contre-sens en se ser-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

vant du mot *aspect* au lieu de celui d'éclat. Cette propriété, qui dépend principalement de la manière dont les minéraux réfléchissent la lumière, touche de très près à la couleur, ainsi qu'à la cassure et à la texture, attendu que la disposition des parties du minéral influe sur la réflexion de la lumière, et que ce n'est ordinairement que dans des cassures fraîches que l'on peut facilement observer l'éclat. Les diverses modifications de cette propriété sont très-nombreuses et très-difficiles à faire connaître, parce que l'on ne peut, en général, donner une idée de l'éclat d'un corps qu'en le comparant à celui d'un autre corps bien connu. On pourrait cependant distinguer huit modifications principales d'éclat que nous désignons par les épithètes de *métallique*, de *vitreux*, de *résineux*, de *gras*, de *nacré*, de *soyeux*, de *luisant* et de *terne*.

On dit que l'éclat est *métallique* lorsqu'il ressemble à celui qui caractérise la plupart des métaux, notamment l'or, l'argent, etc. L'éclat est *vitreux* lorsqu'il rappelle celui du verre, *résineux* lorsqu'il a du rapport avec celui de la résine; ces deux éclats sont souvent confondus avec la cassure. L'éclat est *gras* lorsqu'il donne l'idée des corps gras; il est *nacré* s'il se rapproche de celui de la nacre de perle; il est *soyeux* lorsqu'il rappelle la soie, ce qui est ordinairement dû à la réunion d'un aspect brillant et d'une texture fibreuse. On dit que l'éclat est *luisant* lorsque l'aspect brillant n'est accompagné d'aucune des particularités qui déterminent les modifications dont nous venons de parler. Lorsque l'éclat brillant a tout à fait disparu, on dit que le minéral est *terne* ou *mat*.

L'éclat est une propriété sujette à présenter beaucoup de variations dans la même substance, et l'on remarque souvent, dans les minéraux cristallisés, que le même échantillon présente des éclats différents, selon le sens dans lequel on le regarde. Cependant il est extrêmement rare que l'éclat métallique et l'éclat vitreux appartiennent au même minéral.

242. La **couleur** est celui des caractères des minéraux qui frappe le premier notre attention, mais il est loin d'être le plus important pour le minéralogiste. On peut considérer les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

couleurs sous le rapport de leur *diversité*, de leur *intensité*, de leur *distribution* et de leur *constance*.

243. Les couleurs, considérées sous le rapport de leur **diversité**, présentent une multitude de nuances différentes que l'on range ordinairement dans dix types ou *couleurs principales* désignées par les noms de *rouge*, d'*orangé*, de *jaune*, de *vert*, de *bleu*, de *violet*, de *brun*, de *noir*, de *gris* et de *blanc*. On peut y ajouter une onzième modification que l'on appelle *limpide*, et qui est l'absence de toute couleur, propriété qui est toujours accompagnée de la transparence; car les corps opaques que les physiciens considèrent comme sans couleur sont blancs.

244. On subdivise ces diverses couleurs en *nuances* que l'on désigne, soit par des noms particuliers, soit en ajoutant au nom de la couleur des épithètes qui indiquent le passage d'une couleur à une autre, ou le rapprochement avec la nuance qui caractérise certains objets connus. Ces subdivisions sont quelquefois portées à un nombre très-considérable. Voici celles qui nous paraissent les mieux caractérisées.

Pour le rouge : le *ponceau* que l'on peut considérer comme le type de la couleur, le *rouge de carmin*, le *rose*, le *cramoisi*, le *rouge violâtre*, le *rouge noirâtre*, le *rouge brunâtre*, le *rouge de chair*, le *rouge de cuivre* et le *rouge de brique*.

Pour le jaune : le *blond*, l'*isabelle*, le *jaune d'ocre*, le *jaune de cire*, le *jaune de paille*, le *jaune de citron* qui est le type de la couleur, le *jaune de laiton*, le *jaune de bronze* et le *jaune verdâtre*.

Pour le vert : le *vert jaunâtre*, le *vert-olive*, le *vert noirâtre*, le *vert-pistache*, le *vert-pomme* qui est un vert très-clair, le *vert d'émeraude* qui est le vert le plus pur, le *vert-poireau* qui est un vert bleuâtre foncé, et le *vert-de-gris* qui est un vert bleuâtre peu intense.

Pour le bleu : le *bleu verdâtre*, le *bleu noirâtre*, le *bleu d'indigo*, le *bleu de Prusse* qui est le bleu le plus pur, le *bleu de ciel*, et le *bleu de lavande* qui est un bleu clair tirant sur le violet.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Pour le brun : le *brun violâtre*, le *brun rougeâtre*, le *marron* qui est en quelque manière le type du brun, le *châtain* dont le nom, quoique dérivé du mot de châtaigne, désigne un brun qui n'a point le ton rougeâtre du marron, le *brun jaunâtre*, le *brun verdâtre* et le *brun noirâtre*.

Pour le noir : le *noir brunâtre*, le *noir verdâtre*, le *noir bleuâtre*, le *noir de velours* qui est le noir le plus pur, et le *noir grisâtre*.

Pour le gris : le *gris noirâtre*, le *gris d'acier*, le *gris de cendre* que l'on peut en quelque manière considérer comme le type de cette couleur, le *gris bleuâtre*, le *gris verdâtre*, le *gris jaunâtre*, le *gris de fumée*, le *gris de lin*, c'est-à-dire qui ressemble à la fleur du lin et se rapproche du rose, tandis que le *gris rougeâtre* se rapproche du rouge de brique.

Enfin pour le blanc : le *blanc rougeâtre*, le *blanc jaunâtre*, le *blanc verdâtre*, le *blanc bleuâtre*, le *blanc grisâtre*, le *blanc d'étain*, le *blanc d'argent* et le *blanc de neige* qui est le blanc parfaitement pur.

On se sert aussi du nom seul d'une couleur terminé en *âtre* pour désigner des teintes qui s'éloignent plus ou moins du type, mais qui s'en rapprochent plus que des autres couleurs. Souvent cette manière de s'exprimer n'est employée que pour indiquer les teintes qui ne sont pas assez prononcées ni assez constantes pour mériter une dénomination particulière ; mais d'autres fois elles s'appliquent à la réunion de quelques-unes des subdivisions admises dans la couleur principale ; ainsi, par exemple, en disant que certains minéraux sont *rougeâtres*, on n'exclura pas, des teintes que l'on veut indiquer, les modifications de rouge que l'on désigne par les noms de rouge de brique, rouge de cuivre, rouge de chair, etc.

245. L'**intensité** de chaque nuance se distingue par les épithètes de *foncée* et de *claire* ou *pâle*. Cette propriété est souvent susceptible de varier avec l'épaisseur ou la cohésion de l'échantillon que l'on observe : c'est ainsi qu'une lame mince paraîtra très-pâle, tandis que l'échantillon plus épais dont on l'aura détachée sera très-foncé. Quelquefois l'intensité devient

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

telle que la couleur en est changée : c'est ainsi, par exemple, qu'un échantillon peut paraître noir, tandis que, réduit en lames minces ou en poussière, il sera gris, vert, bleu, violet, brun ou rouge. Pour éviter toute erreur de ce genre, on a soin d'examiner et d'indiquer séparément la couleur de la poussière et celle de la masse.

On pourrait rapprocher de l'intensité une propriété qui s'exprime en disant que les teintes sont *vives* ou *ternes*, *pures* ou *sales;* mais ce genre de considération se rapporte aussi, jusqu'à un certain point, à l'éclat et à la nature des nuances.

246. Lorsque l'on considère les couleurs sous le rapport de leur **distribution,** on dit qu'elles sont *unies* ou *bigarrées*, selon que la masse ou le fragment que l'on examine présente une seule nuance ou plusieurs nuances ; dans ce dernier cas, on dit que le minéral est *rubané* lorsque les diverses nuances sont disposées par bandes parallèles, *veiné* lorsqu'elles ressemblent à des veines, *nuagé* si elles rappellent des nuages, *tacheté* si elles forment des taches plus ou moins arrondies, *pointillé* lorsque l'on voit de très-petits points sur un fond d'une autre teinte, *dendritique* ou *ruiniforme* lorsque l'association de diverses couleurs donne l'idée de dessins d'arbres ou d'édifices en ruine.

247. Si nous considérons maintenant les couleurs sous le rapport de leur **constance** dans une même substance, nous verrons qu'elles peuvent être divisées en **couleurs propres** à ce minéral lorsqu'elles en forment un caractère constant, et en **couleurs accidentelles** lorsqu'elles varient dans une même substance; mais celles-ci présentent de leur côté deux modifications principales, que l'on pourrait désigner par les épithètes de *fixes* et de *mobiles*.

248. Les **couleurs fixes** sont de véritables couleurs propres par rapport à la combinaison qui en est réellement douée et ne deviennent accidentelles que par rapport au minéral dans lequel cette combinaison se trouve mélangée et où elle fait les fonctions de principe colorant. C'est ainsi, par exemple, que le vert est une couleur accidentelle dans l'éme-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

raude, puisque ce minéral est limpide ou blanc lorsqu'il est pur ; mais le vert est la couleur propre de l'acide chromique, corps qui se trouve comme principe accidentel dans les émeraudes qui jouissent de cette belle nuance verte que l'on appelle vert d'émeraude.

249. Les **couleurs mobiles** ne tiennent pas, comme les couleurs propres et les couleurs fixes, à la nature des molécules qui les réfléchissent ; mais elles dépendent uniquement de la disposition de ces molécules, de sorte qu'elles disparaissent lorsque l'on détruit la cohérence entre ces molécules. On peut les subdiviser en quatre catégories que l'on désigne ordinairement par les noms d'*iridiation*, de *polychroïsme*, d'*astérisme* et de *chatoiement*.

250. L'**iridiation** a lieu lorsqu'un corps présente la réunion des couleurs de l'arc-en-ciel. Dans les minéraux opaques cette coloration a encore certains rapports avec les couleurs fixes, car les couleurs irisées demeurent ordinairement les mêmes quel que soit le sens dans lequel on regarde le corps qui en est doué. Quelquefois ce phénomène se manifeste sans que la nature du corps annonce aucune espèce de changement, mais d'autres fois elle n'a lieu que dans une pellicule extérieure, soit que cette pellicule résulte de l'altération d'une partie de la masse, soit qu'elle provienne de matières étrangères qui la recouvrent. Dans les minéraux transparents l'iridiation ne consiste ordinairement que dans des espèces de reflets tout à fait mobiles et analogues au phénomène connu dans la physique sous le nom d'*anneaux colorés*.

251. Il y a **polychroïsme** quand les minéraux sont susceptibles de présenter diverses couleurs selon le sens dans lequel on les regarde. Cette propriété ne peut avoir lieu dans les minéraux opaques, et, comme elle dépend de l'arrangement des molécules, elle est, comme la double réfraction, en rapport avec le système cristallin ; ainsi tous les minéraux qui ne jouissent pas de la double réfraction sont aussi privés du polychroïsme, et sont, par conséquent, *unichroïtes*. Ceux à double réfraction, qui ont un axe optique, peuvent être *di-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*chroïtes*, c'est-à-dire qu'ils peuvent présenter deux couleurs. Cette propriété est notamment très-bien prononcée dans la cordiérite, qui est ordinairement bleue dans un sens et violette dans l'autre. Enfin les minéraux qui ont deux axes optiques sont susceptibles d'être *trichroïtes*, c'est-à-dire de présenter trois nuances, selon qu'on les regarde dans une direction parallèle au plan des axes et à la ligne moyenne, ou dans une direction parallèle au plan des axes et perpendiculairement à la ligne moyenne, ou enfin dans une direction perpendiculaire au plan et à la ligne dont il s'agit. M. Sorret a vérifié ce phénomène dans une topaze du Brésil, qui était rose avec une légère teinte jaunâtre dans la première direction, violette dans la seconde, et blanc jaunâtre dans la troisième. Ces teintes extrêmes passaient de l'une à l'autre dans les positions intermédiaires.

252. L'**astérisme** consiste dans la propriété qu'ont certains minéraux, lorsqu'ils sont convenablement taillés, de présenter une étoile brillante dont le nombre de branches varie selon les substances. C'est ainsi que le corindon astérie, qui cristallise en prisme hexagone, présente une étoile à six rayons ; que le prisme carré d'émeraude donne une étoile à quatre rayons rectangulaires ; d'où l'on voit que cette propriété est aussi une conséquence du mode de cristallisation.

253. Le **chatoiement** tire sa dénomination de la propriété qu'ont certains minéraux, lorsqu'ils sont convenablement taillés, de renvoyer des reflets qui semblent flotter et se mouvoir dans l'intérieur à mesure que l'on change leur position en imitant, jusqu'à un certain point, l'effet que les yeux des chats produisent dans l'obscurité. Ce phénomène, qui paraît provenir de la texture fibreuse de ces minéraux, ne diffère, en quelque manière, de l'astérisme que parce que les reflets produits ne sont pas en forme d'étoiles ; et il se distingue de l'iridiation parce que les reflets ne présentent pas les couleurs de l'iris.

254. On appelle **phosphorescence** la propriété qu'ont certains corps de paraître plus ou moins lumineux dans l'obs-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

curité, sans éprouver d'altération dans leur nature. Ce phénomène peut être développé par le *frottement*, par la *chaleur*, par l'*insolation* et par l'*électricité*.

Il y a des minéraux qui peuvent devenir phosphorescents par l'effet du plus léger frottement: telles sont certaines variétés de blende sur lesquelles on développe ce phénomène par le simple frottement d'une barbe de plume. D'autres substances ont besoin d'un frottement très-fort ou plutôt d'une percussion; tel est le quarz cristallisé. Enfin il est beaucoup de minéraux qu'il est impossible de rendre phosphorescents par des moyens mécaniques.

Presque tous sont, au contraire, susceptibles de donner une lueur phosphorique par la *chaleur* poussée à un degré qui varie selon les substances. L'un des minéraux les plus remarquables sous ce rapport est la fluorine, dont certaines variétés sont phosphorescentes à la température ordinaire et dont la lumière présente quelquefois diverses nuances qui semblent être en rapport avec les couleurs de l'échantillon soumis à l'expérience.

On a aussi attribué à l'*insolation*, c'est-à-dire à l'exposition des corps aux rayons du soleil, la propriété de donner à certains minéraux la faculté de répandre une lueur phosphorique, si on les porte ensuite dans l'obscurité; tel est le cas de la barytine radiée de Bologne. Mais d'autres physiciens doutent que ce phénomène puisse être attribué à l'absorption des rayons lumineux et croient qu'il n'est qu'un effet de l'élévation de la température.

Enfin il est des minéraux que l'on rend phosphorescents en les soumettant pendant quelque temps à l'action des étincelles *électriques*.

Du reste, la phosphorescence n'est pas dans le cas d'être utile au minéralogiste pour la détermination des substances, parce qu'elle n'est pas constante, et que le même *minéral* peut être quelquefois *phosphorescent* et d'autres fois *non phosphorescent*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## SECTION V.

### *Des propriétés électriques des minéraux.*

255. **Considérations préliminaires**. Il n'entre pas plus dans notre plan de nous étendre sur la théorie de l'électricité que sur celle de l'optique. Nous nous bornerons, en conséquence, à dire quelques mots des cas où les minéraux manifestent des *propriétés électriques* qui peuvent servir à les faire reconnaître.

256. On sait que les corps, considérés sous le rapport de l'électricité, peuvent être envisagés sous trois points de vue différents, savoir : la *conductibilité*, le *mode de développement* et la *nature de l'électricité développée*.

257. Considérés sous le rapport de la **conductibilité**, les minéraux, comme les autres corps, se divisent en deux catégories, les *corps conducteurs* et les *corps isolants*. Les minéraux qui ont l'éclat métallique sont ordinairement de la première catégorie, et ceux qui ont l'éclat vitreux ou résineux, de la seconde.

258. Le **développement de l'électricité** a lieu chez les minéraux *par le frottement, par la compression, par le contact* ou *par la chaleur*. Souvent la même substance peut être électrisée par tous ces moyens; mais cette propriété se développe bien plus aisément dans les uns que dans les autres, et les minéraux conducteurs ne peuvent s'électriser qu'après avoir été isolés, c'est-à-dire placés sur un corps isolant. Il y a aussi beaucoup de variations dans la durée de l'état électrique, certaines substances ne le conservant qu'un instant, et d'autres pouvant le conserver pendant plusieurs jours.

Tous les corps de la nature sont considérés comme susceptibles de s'électriser *par le frottement;* mais la quantité d'électricité développée varie selon la nature du corps frotté et du corps frottant : souvent elle est si faible, que le minéralogiste doit la considérer comme nulle. L'une des substances



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

minérales sur lesquelles ce phénomène se manifeste de la manière la mieux prononcée est le succin (*electrum*), qui s'électrise dès qu'on le frotte avec une étoffe de laine, et d'où est dérivé le nom d'électricité.

L'électrisation *par la pression* se manifeste moins généralement et d'une manière moins prononcée que celle par frottement; cependant elle a lieu très-sensiblement dès que l'on presse avec les doigts un rhomboèdre de calcaire en le prenant par deux faces parallèles; et, si ce corps est suffisamment isolé, il conservera sa propriété électrique pendant plusieurs jours, il ne la perdra même pas lorsqu'on le plongera dans l'eau. Ce mode de développement de l'électricité peut être en quelque manière rapporté à celui par frottement, car il paraît que les doigts, à raison de leur mollesse, agissent dans cette circonstance par frottement plutôt que par simple pression.

Quant à l'électricité *par contact*, on sait qu'en général ses effets ne sont sensibles que quand ils sont favorisés par des appareils particuliers; de sorte qu'il n'y a pas lieu de s'en occuper en minéralogie.

Il n'en est pas de même de l'électricité *par la chaleur*, qui est un phénomène remarquable que l'on n'a encore observé que dans les corps isolants du règne minéral, surtout dans les cristaux non symétriques, notamment dans ceux de tourmaline et de topaze. M. Becquerel a remarqué que, dans ces substances, l'intensité de l'électricité augmente avec la température, qu'elle cesse dès que la température devient stationnaire, pour reparaître dès que la température devient décroissante. Le degré de chaleur nécessaire pour développer cette propriété varie selon les substances. Mais il en est dans lesquelles tout changement de température détermine des signes d'électricité. Telle est la calamine, qui présente ce phénomène au moindre changement de température croissante ou décroissante, ce qui avait fait croire qu'elle était habituellement à l'état électrique.

259. Quant à la **nature de l'électricité** développée, il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

est des minéraux qui s'électrisent négativement, d'autres qui s'électrisent positivement, et d'autres qui acquièrent la polarité électrique ; ce dernier phénomène n'a lieu que dans l'électricité par la chaleur, et présente des circonstances remarquables. Si l'échauffement se fait uniformément dans tout le cristal, l'une des extrémités de celui-ci présente l'électricité positive et l'autre l'extrémité négative, et cet état dure avec augmentation d'intensité, tant que la température est croissante. Mais, dès que la température devient stationnaire, l'état électrique cesse pour reparaître dès que la température s'abaisse, mais avec des pôles en sens contraire. M. Becquerel a aussi reconnu que, si l'on ne chauffe qu'une extrémité du cristal, la polarisation n'a pas lieu, l'extrémité échauffée devenant seule électrique. Si l'on chauffe ensuite l'extrémité opposée, celle-ci prendra l'électricité contraire, et la polarisation aura lieu tant que la température continue à être croissante dans les deux extrémités ; mais, si la température devient décroissante dans l'extrémité chauffée en premier lieu, le changement d'électricité s'y opérera ; de sorte que, quand la température d'une extrémité demeure croissante et que l'autre est décroissante, la pierre présente la même espèce d'électricité à ses deux extrémités, qui sont alors toutes deux positives ou toutes deux négatives.

260. On sait que l'état électrique d'un corps peut se reconnaître à l'aide d'un cheveu ou d'un fil fixé au bout d'un bâton de cire à cacheter ; mais les minéralogistes se munissent ordinairement de trois petits *électroscopes*, qui consistent dans une aiguille de laiton ou d'argent terminée par de petites boules, et qui s'ajuste sur un pivot de même nature, de manière à tourner librement. Dans l'un de ces appareils, qui est destiné à demeurer à l'état *naturel*, le pivot est monté sur un pied métallique. Dans le second, auquel on communique l'électricité *négative* en le touchant avec un bâton de cire à cacheter frotté sur une étoffe de laine, le pivot est fixé dans une base de cire à cacheter ou de résine. Il en est de même du troisième, où l'une des boules de l'aiguille est remplacée par un petit rhom-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

boèdre de calcaire que l'on presse entre les doigts chaque fois que l'on veut donner l'électricité *positive* à l'appareil. Si l'on approche un corps de l'électroscope naturel, on verra tout de suite s'il est électrisé ou s'il ne l'est pas, puisque dans le premier cas il y aura attraction, et que dans le second il n'y aura aucune action. Si le corps est électrique, on s'assurera de la nature de son électricité en le présentant successivement à l'électroscope positif et à l'électroscope négatif ; car il y aura répulsion lorsque le corps et l'électroscope jouissent de la même électricité, et attraction dans le cas contraire. On s'assurera de même s'il y a polarité ou non dans le corps électrisé en présentant successivement à l'un des électroscopes positif ou négatif les deux extrémités du minéral que l'on éprouve. On doit avoir soin, dans ces expériences, de s'assurer que les électroscopes positif et négatif n'ont point perdu leur propriété électrique, car dans ce cas il y aurait toujours attraction dès qu'on les approcherait d'un corps électrisé.

On peut remplacer l'aiguille par un cristal allongé de tourmaline, dans lequel on a pratiqué un petit trou pour le placer sur le pivot ; et, en faisant chauffer ce cristal, on a un électroscope qui est doué de la polarité, et qui par conséquent sert en même temps d'électroscope positif et négatif.

261. **Valeur du caractère.** — Quoique l'électricité soit quelquefois utile pour distinguer les minéraux, notamment quand il s'agit, comme cela arrive souvent à l'égard des pierres précieuses, d'échantillons taillés qui ont perdu leurs formes cristallines, et que l'on ne peut soumettre à des expériences chimiques, c'est un caractère auquel on doit éviter de mettre trop d'importance, parce que les diverses propriétés électriques sont sujettes à varier dans une même substance. C'est ainsi, par exemple, qu'un échantillon dont les faces sont lisses s'électrisera positivement, tandis qu'un autre échantillon du même minéral dont les faces sont raboteuses s'électrisera négativement, et ainsi pour beaucoup d'autres circonstances moins appréciables. Il en est de même de la faculté de s'électriser, qui est loin d'être toujours semblable dans la même

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

substance, tel échantillon pouvant quelquefois exiger un frottement plus fort ou une température plus élevée que tel autre de la même substance.

## SECTION VI.

### *Des propriétés magnétiques des minéraux.*

262. Nous avons encore moins à dire sur les *propriétés magnétiques* des minéraux que sur leurs propriétés électriques; car, bien que l'on ait reconnu que plusieurs substances sont magnétiques, il n'y a que les minéraux contenant du fer qui agissent sur l'aiguille aimantée; et dans le nombre de ces minéraux il n'y a que celui nommé aimant qui jouisse de la polarité magnétique. Il résulte de ces circonstances que tous les minéraux considérés sous le rapport de leurs relations avec le barreau aimanté peuvent être divisés en trois catégories : ceux qui n'exercent aucune action sur ce barreau, et que l'on appelle *non attirables*, dénomination qui serait plus exacte si l'on disait *non attirants;* ceux qui attirent également l'une et l'autre extrémité du barreau, et que l'on appelle *attirables;* enfin ceux qui sont *polarisés*, c'est-à-dire qui, jouissant de la polarité magnétique, attirent une extrémité et repoussent l'autre extrémité du barreau aimanté.

On voit qu'il est nécessaire, pour faire ces expériences, que le minéralogiste soit pourvu d'un petit barreau aimanté au milieu duquel il y a un petit trou qui sert à le placer sur un pivot où il se tient en équilibre avec la faculté de se mouvoir à la moindre attraction.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## SECTION VII.

### *Des propriétés acoustiques des minéraux.*

263. Les expériences faites par Savart sur les vibrations que l'on peut produire dans des plaques de substances minérales cristallisées ont fait connaître les rapports qui existent entre le système cristallin auquel appartiennent ces lames et les figures nodales qui se produisent à leur surface; mais le développement de ces expériences nous éloignerait de notre plan, et les seules *propriétés acoustiques* des minéraux dont nous nous occuperons en ce moment sont l'indication du bruit qui se manifeste dans quelques substances lorsqu'on les frappe, lorsqu'on les plie ou lorsqu'on les chauffe. Sous le premier point de vue, presque tous les minéraux donnent un bruit *sourd* par la percussion, tandis qu'un petit nombre de substances sont plus ou moins *sonores*. Sous le second rapport, on remarque que certains minéraux *craquent* lorsqu'on les plie ou qu'on les rompt, tandis que d'autres se plient ou se rompent sans bruit. Enfin il est des minéraux qu'une chaleur plus ou moins forte fait *petiller* ou éclater avec bruit, tandis que le plus grand nombre n'éprouve rien de semblable.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE II.

### DE LA CLASSIFICATION DES MINÉRAUX.

264. **Observation préliminaire.** — Il est très-difficile, ou plutôt il est impossible, selon nous, de parvenir à faire une bonne classification des minéraux, attendu qu'il n'y a pas entre les diverses propriétés de ces corps la même subordination que chez les êtres vivants. Aussi trouve-t-on beaucoup plus de divergences entre les classifications du règne minéral que dans celles du règne organique, et ces classifications sont si nombreuses, que l'on pourrait presque dire que chaque minéralogiste a la sienne, résultat qui ne doit pas étonner, car, toutes ces classifications étant artificielles, chacun aperçoit facilement les défauts de celles des autres et cherche à y substituer quelque chose qui ait au moins l'avantage d'être plus en rapport avec la manière de voir de son auteur. Tel est le seul mérite que nous attribuons à la classification qui sera suivie dans cet ouvrage, et dont nous allons faire connaître les bases, sans avoir la prétention de la présenter comme meilleure que celles qui l'ont précédée ou qui l'ont suivie *.

265. **Division en classes, ordres et familles.** — Pensant que la composition du minéral est le caractère qui doit primer tous les autres, nous considérerons, en premier lieu, l'ensemble des minéraux comme divisé en autant de *familles* qu'il y a de corps simples entrant dans la composition de ces substances, et nous désignerons chaque famille par le nom du corps simple qui lui sert de type en y ajoutant la terminaison *ide*.

Pour grouper les familles en ordres, nous sommes parti de la classification des corps simples de M. Berzélius, dans laquelle on trouve les quatre groupes ci-après, savoir : les

* On trouvera, page 278 et suivantes de mon *Introduction à la géologie*, les motifs que j'ai cru pouvoir faire valoir à l'appui de cette classification.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

métalloïdes, les métaux ordinairement électro-négatifs, les métaux ordinairement électro-positifs, les métaux qui se transforment en terres et en alcalis, et nous avons fait correspondre chacune de ces quatre divisions à un ordre de métaux. D'un autre côté, comme les minéraux terreux et alcalins ne se trouvent jamais à l'état métallique, et que leurs combinaisons ne présentent aucun caractère qui rappelle les métaux, nous avons cru pouvoir réunir les familles dont ces corps forment le type avec celles des métalloïdes dans une classe que nous désignons, avec M. de Kobell, sous le nom de *kouphylites*, parce que les bases des minéraux qui composent ces deux ordres sont généralement plus légères que celles qui composent les deux autres ordres, que nous appellerons classe des *métallites*, ce qui nous donne le tableau suivant * :

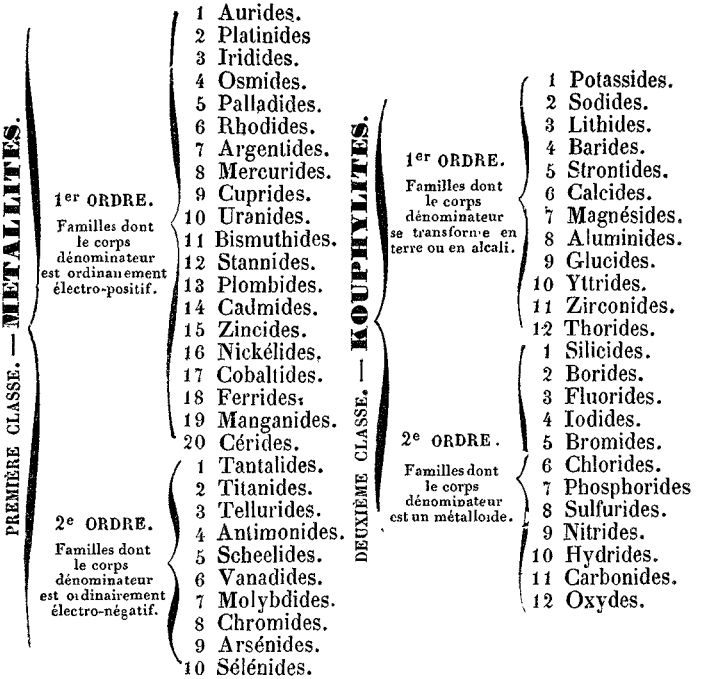
---

* Dans mon *Introduction à la géologie*, j'avais distingué les deux classes par les dénominations de *minéraux métalloïdes* et de *minéraux métalliques;* mais la première présentant quelques inconvénients, et M. de Kobell (*grundzüge der minéralogie*) qui a composé ses classes de la même manière que les miennes, ayant proposé le nom de *kouphylite*, j'ai cru devoir l'adopter; ensuite, pour conserver l'uniformité de terminaison, j'ai remplacé la dénomination de *minéraux métalliques* par celle de *métallites*.

Je n'ai pas introduit dans ce tableau des familles ayant pour type le *lantane* et le *didyme*, parce que ces deux corps sont encore si peu connus, qu'il est difficile de leur assigner la place qui leur convient et si rares qu'ils n'ont encore été trouvés que dans un gîte de minerais de cérium, où leurs oxydes sont probablement substitués à celui de cérium.

Du reste, je n'ai pas la prétention de présenter l'ordre dans lequel j'ai disposé les familles comme étant le plus naturel; mais, ne me croyant pas à même de faire une série réellement naturelle, j'ai cru devoir laisser dans chacune des quatre divisions la disposition relative que M. Berzélius donne à chaque corps simple. J'avais même, dans l'*Introduction à la géologie*, laissé l'ordre général de M. Berzélius en commençant par l'oxygène; mais d'après cette marche je plaçais en tête tous les minéraux qui, par la nature de leurs éléments, ont le plus de rapport avec les substances organiques et à la fin ceux que l'on peut considérer comme en étant les plus éloignés. Or, comme il me paraît que dans la série natu-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC




relle le règne minéral doit précéder le règne organique, il me semble convenable de commencer par les minéraux qui ont le moins de rapports avec les corps organiques pour finir par ceux qui s'en rapprochent par la nature de leurs éléments, ce qui est cause que j'ai renversé la série. D'un autre côté, la réunion des familles ayant pour types des métaux terreux et alcalins avec les métalloïdes m'obligeait de changer la position de ce groupe, et si celle que je me trouve forcé de lui donner semble contrarier les rapports naturels lorsque l'on ne voit que la nomenclature des familles, il n'en est pas de même lorsque l'on voit la série des minéraux, car les aluminides, la seule famille de cet ordre où soient inscrites des espèces minérales, se trouvent très naturellement à côté des silicides. Enfin, pour que les familles dont le corps dénominateur entre dans la composition des êtres organiques se trouvent toutes à la fin de la série, j'ai reporté les carbonides près des hydrides, ce qui termine très-naturellement la série des minéraux par ces matières douteuses, qui ne sont que des corps organiques plus ou moins modifiés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

266. La distribution rigoureuse des minéraux dans les familles établies ainsi qu'il est dit ci-dessus ramène chaque minéral composé dans autant de familles qu'il contient de corps simples dans sa composition, ce qui ne peut être admis dans une série de descriptions, ni dans le classement d'une collection. Il a donc fallu établir certaines règles pour déterminer la famille dans laquelle chaque minéral devra être exclusivement inscrit. Or, comme l'élément électro-négatif imprime chez les kouphylites une plus grande somme de rapports que l'élément électro-positif, tandis que les métaux électro-positifs proprement dits nous paraissent jouer souvent le rôle le plus important dans leurs combinaisons, nous avons cru pouvoir prendre pour règle générale de considérer les corps électro-négatifs comme déterminant, pour les premiers de ces minéraux, la famille où l'espèce sera placée et décrite, tandis que nous avons accordé cette prérogative aux corps électro-positifs dans les métallites. Nous avons cependant fait quelques exceptions à cette règle générale. La première est relative à l'oxygène, le corps le plus électro-négatif de la nature, mais dont la présence est si difficile à constater, qu'il sert rarement à déterminer les minéraux, et qui, d'ailleurs, est tellement répandu, que, si nous avions rangé dans la famille des oxydes tous les kouphylites qui en renferment, cette famille aurait absorbé presque toute la classe; de sorte que nous avons distribué toutes les combinaisons contenant de l'oxygène dans les familles indiquées par leurs autres éléments. La seconde exception est relative à l'eau qui, entrant aussi dans un très-grand nombre de combinaisons, comme élément électro-négatif, se trouve à peu près dans le même cas que l'oxygène, et qui, en outre, modifie quelquefois si peu les propriétés des autres corps avec lesquels elle se combine, que l'on romprait un grand nombre de rapports naturels si on réunissait ensemble tous les corps où l'eau forme un principe essentiel. Nous n'avons, en conséquence, pris aucun égard à la présence de l'eau pour la distribution des minéraux dans les familles. Une troisième exception a lieu à l'égard de quel-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ques minéraux dans lesquels des métaux proprement dits, ou plutôt des acides à radical de métal proprement dit, sont combinés comme élément électro-négatif avec des terres ou des alcalis; car, d'après la définition des deux classes, ces substances doivent demeurer dans la classe des métallites, et alors il faut bien les placer dans la famille indiquée par le métal électro-négatif. Enfin le désir de ne pas nous écarter d'usages reçus et de ne pas rompre des rapports que les substitutions rendent très-intimes nous a porté à admettre une quatrième exception qui consiste à laisser dans la classe des kouphylites quelques silicates dans lesquels du fer ou manganèse se trouvent associés avec des terres comme principe essentiel.

Il résulte de l'application de ces diverses règles que, parmi les familles dont le corps dénominateur n'a pas encore été trouvé à l'état simple, il y en a plusieurs dans lesquelles nous n'inscrivons aucune espèce, soit, en ce qui concerne les oxydes, pour les motifs énoncés ci-dessus, soit, en ce qui regarde les autres, parce que toutes les combinaisons connues jusqu'à présent, dans lesquelles se trouvent les corps dénominateurs de ces familles, doivent se ranger dans d'autres divisions. Nous avons cependant cru devoir laisser figurer leurs noms dans la série des familles, tant pour que cette série présente l'ensemble des corps simples, que pour avoir une occasion de rappeler brièvement les diverses combinaisons dans lesquelles chacun de ces corps se présente dans la nature minérale, et indiquer dans quelle famille on doit chercher ces combinaisons.

267. **Établissement des genres et des sous-genres.** Nous divisons les familles en genres et en sous-genres, selon que les corps qui servent à les désigner se trouvent à l'état simple ou combiné avec d'autres corps. Ainsi le corps dénominateur d'une famille, lorsqu'il existe à l'état simple dans la nature, forme le premier genre à la suite duquel se placent successivement les combinaisons de ce corps avec les autres corps simples en suivant l'ordre adopté pour la distribution

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des familles, sauf quelques interversions faites pour ménager des rapports naturels.

Il eût été difficile, avec la différence des principes de classification suivis dans chacune des classes, de donner toujours la même valeur aux subdivisions de même degré; car parmi les kouphylites, classés par l'élément électro-négatif, le premier degré de subdivision de la famille comprend, par exemple, comme les genres chimiques, toutes les combinaisons d'un acide avec les bases, tandis que chez les métallites, classés d'après l'élément électro-positif, le premier degré ne peut comprendre que les combinaisons du métal dénominateur avec un acide, et correspond de cette manière au second degré des kouphylites. D'un autre côté, dans quelques grands genres il y a jusqu'à trois degrés de subdivisions entre le genre et l'espèce; c'est ainsi notamment que les silicates sont d'abord subdivisés en simples et en doubles, que chacune de ces subdivisions est ensuite subdivisée d'après la nature des éléments qui servent de base, et enfin vu le grand nombre d'espèces d'après le système cristallin de ces espèces. Nous avons cru inutile de compliquer le système de classification en cherchant à atteindre une égalité de valeur dans l'application des dénominations de ces subdivisions en dessous de la famille, et nous apppellerons également *genres* toutes les subdivisions du premier degré, et *sous-genres* toutes celles intermédiaires entre le genre et l'espèce, en nous bornant à dire, lorsqu'il y aura lieu, *sous-genre de deuxième* ou de *troisième rang.*

268. Du reste, tout en conservant le principe que chaque composition particulière devait être constatée par l'établissement d'un genre ou d'un sous-genre, il fallait mettre une limite à l'application de ce principe qui, pris à la rigueur, aurait pu conduire à un nombre de divisions très-considérable; or cette limite ne pouvait être tirée des quantités, car, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, le rôle que joue un élément dans une combinaison rend, dans certaines circonstances, une petite quantité beaucoup plus importante qu'une quantité plus considérable dans d'autres circonstances. C'est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ainsi que l'acide sulfhydrique nous fait voir que la combinaison de 0.06 d'hydrogène avec 0.94 de soufre change tout à fait les propriétés de ce dernier corps, tandis que nous voyons, par l'exemple du grenat, que 0.30 d'oxyde ferrique peuvent être substitués à 0.20 d'alumine et 0.30 de chaux à 0.40 d'oxyde ferreux, sans que les caractères extérieurs soient sensiblement modifiés. Or nous avons reconnu que l'on ne devait pas avoir égard, pour l'établissement des sous-genres, aux substitutions qui se font dans les combinaisons de 3e ou de 4e ordre, parce que, dans le cas contraire, on sépare des minéraux qui ont entre eux des rapports tels qu'il convient de les laisser réunis *.

269. Nous désignons ordinairement les genres et les sous-genres par des dénominations indicatives de leur composition, et analogues à celles employées par les chimistes, sauf que nous avons cru devoir donner une terminaison adjective à tous les mots qui les composent. A cet effet, nous avons fait terminer en *é* tous les noms indiquant un élément électro-négatif, et en *ique* tous ceux indiquant un élément électro-positif, sauf que, quand il y a plus d'un élément de même état électrique, nous avons, selon l'usage, lié les noms de ces éléments au moyen de la terminaison en *o*, qui indique que le mot qui en est affecté doit être considéré comme ayant la même finale que celui qui le suit **.

Nous avons cru néanmoins devoir faire une exception à la

---

* J'avais essayé, dans mon *Introduction à la géologie*, d'établir des sous-genres d'après les changements de nature déterminés par la substitution dans les combinaisons d'ordres élevés, mais j'ai reconnu que cette marche avait des inconvénients très-sensibles.

** La terminaison en *ique* est déjà employée par M. Berzélius pour désigner des éléments électro-positifs; mais je n'ai pas cru, comme ce célèbre chimiste, pouvoir y attacher un sens relatif à la proportion des éléments, cette distinction pouvant entraîner souvent des difficultés dans le classement des minéraux; de sorte que je n'attribue à cette terminaison qu'un sens tout à fait général, et l'épithète de *ferrique* s'appliquera, dans ma nomenclature minéralogique, aux *sels ferreux* aussi bien qu'aux *sels ferriques* de M. Berzélius.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nomenclature générale à l'égard des sulfosels ; car, comme on n'est pas très-habitué à la nomenclature de ces corps, telle qu'elle a été établie par M. Berzélius, et qu'il y a dans la nature quelques combinaisons du soufre sur le mode de composition desquelles la chimie n'a pas encore donné des notions satisfaisantes, il nous a paru que, au lieu d'appliquer à ces combinaisons les mêmes finales qu'aux oxysels, il serait préférable de les désigner par une terminaison qui n'indiquât aucun mode spécial de combinaison ; ainsi, au lieu de dire *sulfarséniaté* et *sulfantimonité*, nous avons employé les mots *sulfarsénié* et *sulfantimonié*.

270. Il est à remarquer, à propos de la nomenclature dont nous venons d'exposer les principes, que, quand le nom du corps dénominateur de la famille ne paraît pas sous une modification quelconque, dans la dénomination des genres et des sous-genres, c'est que ce corps joue le rôle d'élément électropositif ; de sorte que, pour rétablir, à l'égard de ces genres ou sous-genres, la même marche que pour les autres, il faudrait répéter le nom du corps dénominateur immédiatement après le nom en *é* de l'élément électro-négatif, après avoir changé en *ique* sa terminaison en *ide ;* ainsi, lorsque nous disons *hydrides oxydés, arsénides sulfurés*, c'est comme si nous disions *hydrides oxydés hydriques* et *arsénides sulfurés arséniques*. Il faut naturellement excepter de cette règle les genres où le corps dénominateur est annoncé comme *simple*, ainsi que les divers genres de chlorides et de fluorides où le corps dénominateur est toujours électro-négatif, et les trois derniers genres de la famille des carbonides, où les mots *uratés*, *mellatés* et *homophytaires* doivent être censés représenter une modification du mot *carbonides* *.

* Je ne quitterai pas ce sujet sans faire observer qu'il ne faut pas voir dans ce système de nomenclature l'envie d'introduire un langage différent de celui des chimistes, mais seulement le désir de présenter plus d'uniformité, et de pouvoir désigner tous les groupes indistinctement, sans que la disposition des mots dérange l'ordre des idées qui ont présidé à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

271. L'**établissement des espèces** est, en général, aux yeux des naturalistes, d'une importance beaucoup plus grande que celui des autres groupes ; aussi se sont-ils attachés à donner, à cet égard, des règles qu'ils ont souvent présentées comme des lois immuables de la nature. Mais le peu d'accord qui règne dans les opinions admises à ce sujet porterait à croire que, si la nature a effectivement limité les rapports d'espèce à espèce d'une manière plus tranchée que ceux des autres groupes, les hommes ne sont pas encore parvenus à connaître d'une manière bien claire les lois qui dirigent cette délimitation. Du reste, parmi les diverses définitions théoriques de l'espèce minérale, nous croyons devoir donner la préférence à celle qui ne voit d'espèce certaine que dans *la réunion des minéraux de même nature dont les formes cristallines appartiennent à un*

---

l'établissement des diverses coupes. Je suis, au contraire, loin de vouloir bannir le langage chimique de la minéralogie, et si j'écris sur mon tableau *sulfides sulfatés calciques*, ce n'est pas pour que cette dénomination remplace constamment dans la bouche du minéralogiste celle plus commode de *sulfates de chaux ;* aussi ai-je voulu que ma nomenclature minéralogique pût être facilement rétablie en termes chimiques ; et, en effet, il suffit, pour atteindre ce but, de transformer en *e* les mots en *é*, et de remettre au génitif les mots en *ique*, en faisant attention que, sauf les exceptions indiquées ci-dessus, là où le corps dénominateur de la famille ne reparaît pas avec une terminaison en *é* ou en *o*, il ne doit pas être négligé comme dans ce dernier cas, mais qu'il doit être assimilé aux corps en *iques;* ainsi, pour traduire en langage chimique les mots *cérides carbonatés*, on devra dire *carbonates de cérium.*

C'est pour conserver cette facilité de traduire les expressions minéralogiques dans le langage chimique, que j'ai conservé des dénominations qui font, en quelque manière, des contre-sens ou des pléonasmes les unes à l'égard des autres. En effet, lorsque l'on voit dans une famille un genre de minéraux *oxydés*, on est tenté de croire qu'il renferme tous les corps de la famille contenant de l'oxygène, et cependant il ne comprend que les combinaisons de premier ordre de ce corps, c'est-à-dire les oxydes et les oxacides des chimistes, tandis que les oxysels sont répartis dans d'autres genres. D'un autre côté, on croit voir un pléonasme dans la réunion de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*même système cristallin ;* entendant par même nature, pour ce qui concerne les combinaisons, la réunion des mêmes éléments dans les mêmes proportions, et ne considérant, comme combinaison, que les corps dont les éléments se trouvent unis dans les proportions admises par le système atomique qui a été indiqué dans le chapitre précédent *.

272. Mais ce que nous avons dit sur la substitution qui a lieu entre un grand nombre d'éléments, sur la manière dont

---

mots tels que *carbonides carbonatés*, *argentides sulfurés ferro-argentiques ;* mais, si, dans ce dernier cas, je n'avais pas répété l'indication de l'argent après celle du fer, on n'aurait pu voir qu'il s'agit d'un sulfure double d'argent et de fer. Quant aux combinaisons de l'oxygène, si on les avait groupées sous la dénomination d'*oxydées*, en les subdivisant d'après leur état simple et les noms des bases, on aurait non-seulement perdu l'avantage du rapport avec les dénominations chimiques, mais il eût été impossible d'indiquer les divers degrés d'oxydation du corps dénominateur qui s'expriment si facilement par les noms chimiques. Il m'a paru, en outre, que la circonstance de ne pas ranger tous les corps contenant de l'oxygène dans la division des corps *oxydés* n'était qu'une de ces concessions que les nomenclatures les plus rigoureuses font aux usages reçus ; concession qui peut d'autant plus se pardonner, que ses inconvénients disparaissent dès que l'on se pénètre de l'idée que les terminaisons en *até* ou en *ité* annoncent la présence de l'oxygène.

* Plusieurs naturalistes rejettent de la définition l'espèce, la condition relative à la forme cristalline, et ils se fondent à cet égard sur la circonstance, que l'on peut faire varier le système de cristallisation de certains corps, selon que l'on opère par la voie sèche ou par la voie humide ; mais, si l'identité de nature doit évidemment suffire pour constituer l'espèce chimique, il me semble que la forme cristalline joue un rôle assez important dans les minéraux pour que l'on ne réunisse pas dans une même espèce des corps qui appartiennent à des systèmes cristallins différents, d'autant plus que cette différence concorde toujours avec d'autres dissemblances dans les autres caractères extérieurs. Au surplus, cette question est plutôt un objet de théorie que de pratique, car il n'y a qu'un très-petit nombre de minéraux qui soient dans le cas d'être séparés par l'application de ce principe.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les combinaisons se mélangent entre elles et sur l'absence de formes cristallines dans beaucoup de minéraux, suffit pour faire sentir que cette définition ne peut s'appliquer à une grande partie des substances minérales, notamment à tous les mélanges et aux substitutions dans les combinaisons d'ordres élevés, ainsi qu'à toutes les matières qui n'ont pas encore été suffisamment étudiées, soit à cause de leur rareté, soit parce qu'on ne les a pas rencontrées avec toutes les propriétés qui peuvent servir à les caractériser comme espèce. De sorte que, si l'on ne classait et si l'on ne décrivait que les minéraux qui peuvent se ranger dans une espèce, on ne donnerait qu'une idée bien imparfaite du règne minéral. Mais toutes ces matières, placées en dehors des espèces certaines, présentent des rapports si irréguliers et sont quelquefois connues si imparfaitement, qu'il est impossible de les classer d'une manière rationnelle ; cependant, pour ne point laisser une semblable lacune, nous les avons considérées comme pouvant se ranger dans quatre catégories de la manière suivante :

La première se compose de celles de ces substances que l'on fait figurer dans la série des *roches*, et, comme elles seront classées et décrites dans le dernier chapitre de ce livre, nous croyons devoir nous dispenser de les faire figurer dans la série des minéraux.

Nous plaçons dans la seconde catégorie les substances mal connues qui semblent devoir former une espèce lorsque l'on aura acquis plus de notions sur leurs propriétés, et quelques mélanges qui ne figurent pas dans la série des roches, qui ne se rattachent pas à une espèce véritable et qui cependant sont assez importants et assez bien caractérisés pour que l'on soit dans l'habitude de les désigner par un nom spécial, et pour que plusieurs auteurs les aient admis dans le rang des espèces ; nous désignons ces substances par le nom d'*espèces douteuses*, et, afin de ne pas rompre leurs rapports naturels, nous les admettons dans la série des minéraux indistinctement avec les espèces certaines, en faisant précéder leur nom d'un point de doute?.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nous mettrons en troisième ligne les mélanges intimes qui ne rentrent pas dans les deux catégories précédentes, ainsi que les minéraux que l'on croit pouvoir leur assimiler, et les minéraux dont la composition est changée par l'effet de substitutions dans les combinaisons d'un ordre élevé. Nous pensons qu'il y a lieu de rapprocher toutes ces substances des espèces que l'on peut considérer comme leur type, soit sous la forme d'appendice, soit comme variété ou comme sous-espèce; mais nous n'en ferons mention dans ce volume que dans les cas où elles méritent une attention spéciale à cause de leur abondance, de leurs propriétés ou de leurs usages.

Il reste pour former la dernière catégorie les mélanges mécaniques qui ne se rangent pas dans la série des roches; mais la minéralogie n'y voit qu'un mode de gisement des minéraux qui composent ces associations.

273. **Dénomination des espèces.** Partageant l'opinion de la plupart des minéralogistes modernes, qui préfèrent les noms univoques à ceux composés de plus d'un mot, nous avons toujours employé ces noms, lorsqu'il en existait, pour désigner les espèces, et nous avons, en général, adopté ceux suivis dans le savant traité de minéralogie que M. Beudant a publié en 1832. Mais, lorsqu'il n'existait pas de noms univoques, nous nous sommes servi des dénominations binômes des chimistes et notamment de la nomenclature de M. Berzélius.

274. Nous exprimerons les **subdivisions de l'espèce** par les dénominations de *sous-espèces*, de *variétés principales* et de *variétés particulières;* mais on sent qu'après la latitude que nous avons laissée dans la détermination des espèces, nous ne pouvons pas avoir la prétention d'assigner des limites rationnelles aux subdivisions de ces groupes. Voici, du reste, dans quel sens nous entendrons ces dénominations.

275. Lorsqu'une espèce est susceptible de se subdiviser en groupes qui ont des propriétés communes et dont la réunion embrasse toute l'espèce, nous considérons ces groupes comme des **sous-espèces**. Ce mode de division nous paraît surtout

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

favorable lorsque la définition que nous avons adoptée pour l'espèce nous a mis dans le cas de réunir des substances qui forment plus d'une espèce dans d'autres méthodes, et il nous a donné le moyen de conserver, comme dénomination de sous-espèces, des noms dont il est convenable de connaître la signification ; lorsqu'il y avait du choix dans ces noms, nous avons, comme pour les espèces, donné la préférence aux dénominations univoques sur celles plus compliquées.

276. Nous considérons, comme **variétés principales**, soit les subdivisions des sous-espèces, lorsque celles-ci renferment aussi des groupes réunissant des propriétés communes, soit les groupes semblables qui pourraient se trouver dans les espèces que l'on n'aura pas jugé à propos de subdiviser en sous-espèces. De sorte que la différence entre cette dernière dénomination et celle de variétés principales ne sera que relative aux cas où on l'emploiera, c'est-à-dire qu'une variété principale dans une espèce qui ne sera pas divisée en sous-espèces pourra avoir des caractères plus tranchés qu'une sous-espèce d'un autre groupe spécifique, la distinction dans la dénomination venant uniquement de ce que l'ensemble des matières formant la seconde espèce se sera mieux prêté que celui de la première à la subdivision complète en sous-espèces. Nous n'avons pas cherché à établir de règle générale pour la nomenclature de cette catégorie de variétés, et nous les avons indiquées de la manière la plus usitée.

277. Nous entendons par **variétés particulières** les modifications de chacune des propriétés physiques des minéraux; ainsi, quand nous disons quarz cristallisés, quarz compacte, quarz transparent, quarz opaque, quarz blanc, quarz jaune, quarz gras, etc., nous indiquons autant de variétés particulières, parce qu'il n'est pas ordinairement de l'essence de ces modifications de se rapporter à un ensemble de propriétés, ni d'en exclure d'autres que celles qui appartiennent au même groupe de caractères. Ainsi l'épithète de blanc, par exemple, exclut seulement les autres variétés de couleur, mais peut s'associer avec toutes les autres variétés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de formes, de texture, de transparence, d'éclat, etc. D'après cette propriété des variétés particulières, il nous semble qu'il n'y a pas lieu de faire pour elles des articles spéciaux dans les descriptions des minéraux, mais qu'il suffit de passer successivement en revue, à l'article de chaque substance, les modifications que présentent, dans cette substance, les diverses propriétés que les minéraux sont susceptibles de posséder; et nous suivrons dans cette revue la nomenclature qui a été établie dans le chapitre précédent. Cependant, lorsque des variétés particulières auront été désignées par des dénominations différentes de celles que nous avons adoptées, et que la connaissance de ces dénominations peut être de quelque utilité, nous les indiquerons, soit par une phrase spéciale, soit en plaçant ce nom entre deux parenthèses.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE III.

### TABLEAUX DES MINÉRAUX ET DESCRIPTIONS DE QUELQUES ESPÈCES.

278. **Plan.** — Nous allons donner ici les tableaux des genres, sous-genres et principales espèces et sous-espèces de minéraux qui se rangent dans chaque famille d'après l'application des principes énoncés ci-dessus; mais, afin de restreindre ce volume dans les limites que nous nous sommes tracées, nous nous bornerons à l'indication du nom, de la formule chimique et du système cristallin * pour tous les minéraux qui ne se distinguent point par leur abondance dans la nature ou par leurs usages dans les arts. Le même désir d'abréger est cause que nous nous dispenserons, dans les descriptions des autres minéraux, de rappeler les caractères qui sont une conséquence de leur composition; c'est ainsi, par exemple, que nous ne dirons pas que telle substance hydratée donne de l'eau par la calcination puisque cette propriété est un caractère distinctif de tous les minéraux contenant de l'eau, et que nous ne rappellerons pas que telle substance contenant de l'arsenic dégage une odeur d'ail par l'action de la chaleur, parce que c'est une propriété commune à tous les minéraux où l'arsenic entre comme élément essentiel. De sorte que, pour connaître les caractères d'un genre, d'un sous-genre ou d'une espèce, il faudra non-seulement consulter ce qui est rapporté à l'article de la famille où cette subdivision est placée, mais aussi ceux qui sont indiqués dans les articles des autres familles dont les corps dénominateurs en-

* Le système cristallin sera indiqué par le signe † précédé d'un chiffre correspondant à chacun des systèmes rappelés à la page 128, et, pour éviter que cette indication se confonde avec la formule chimique, elle sera placée en avant du nom spécifique. On trouvera, en outre, à la fin de ce chapitre un tableau des principaux minéraux isomorphes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trent dans la composition du genre ou du sous-genre. Nous ne rapporterons pas non plus les analyses de ces minéraux, parce que l'on peut jusqu'à un certain point, ainsi qu'il a été dit ci-dessus (153), retrouver la composition au moyen de la formule chimique et de la table des poids atomiques qui sera insérée à la fin de ce chapitre. Quant aux mélanges de minéraux ou matières considérées comme tels, qui sont dans le cas de figurer dans la série des roches, nous n'en parlerons que dans le chapitre suivant.

Conformément à ce qui se fait le plus ordinairement, nous n'indiquerons que les minéraux qui se trouvent effectivement dans l'écorce du globe, et tels qu'ils s'y trouvent, de sorte que nous ne ferons pas figurer dans les tableaux, ni les combinaisons qui se produisent dans les laboratoires ou dans les fabriques (*), ni celles dont nous avons fait connaître l'existence (157) sous le nom de *minéraux théoriques*.

## PREMIÈRE CLASSE.

## MÉTALLITES.

279. Minéraux contenant un métal proprement dit, c'est-à-dire qui ne se transforment pas en terre ou en alcalis.

Ces minéraux sont beaucoup moins abondants dans l'écorce du globe que les kouphylites; ils s'y trouvent communément

(*) Si j'élimine ici de la minéralogie les combinaisons produites dans les laboratoires et dans les fabriques, substances que l'on nomme habituellement *artificielles*, c'est principalement pour éviter de faire double emploi avec les livres de chimie, car, dans ma manière de voir, ces substances ne sont pas plus un produit de l'art que les animaux domestiques. L'art des hommes peut faire une statue, un tissu, un mélange, mais il ne peut pas plus faire une combinaison chimique ou un cristal, qu'il ne peut faire un animal. Tout ce qu'il fait, dans un cas comme dans l'autre, c'est de faciliter le développement des forces naturelles qui donnent naissance à la combinaison, au cristal ou à l'animal.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

en filons, en veines et en cristaux disséminés, et forment rarement des couches. Ils sont à l'état solide sous la température ordinaire, à l'exception d'une espèce, le mercure, qui est à l'état liquide. Une grande partie d'entre eux sont opaques et présentent l'éclat métallique.

### Ier ORDRE.

280. Familles dont le corps dénominateur est un métal proprement dit ordinairement électro-positif.

### 1re *famille.* — AURIDES.

281. Substances attaquables par l'eau régale et donnant une solution qui précipite en pourpre par le chlorure stannique.

Genre unique. Aurides simples. † 1 Or, Au.

L'or se trouve aussi associé avec d'autres corps, soit comme élément électro-négatif de quelques espèces que nous indiquerons dans le tableau des argentides, soit à l'état de mélange dans quelques autres substances, notamment dans les pyrites dont il sera question à l'article des ferrides.

282. L'**or** qui se trouve naturellement dans un état que l'on considère comme simple est cependant presque toujours mélangé d'un peu d'argent, quelquefois de platine, de fer ou de cuivre. Il cristallise en petits cubes, rarement simples, souvent modifiés sur les arêtes et sur les angles; en octaèdres; quelquefois en dodécaèdres rhomboïdaux. Il forme aussi des paillettes, des dendrites, des rameaux, des filaments et des fragments de diverses grosseurs que l'on appelle *pépites* lorsqu'ils atteignent le volume d'une noisette. Il y a de ces pépites plus grosses que le poing, mais c'est extrêmement rare. L'or pèse de 14.706 à 12.666 dans l'état naturel; purifié et travaillé, il pèse 19.2581. C'est le plus ductile et le plus tenace des minéraux; mais sa dureté est moindre que celle du fer, du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

platine, du cuivre et de l'argent, plus grande que celle de l'étain et du plomb. Sa couleur est jaune et son éclat métallique. Son inaltérabilité, son éclat, sa belle couleur le rendent très-précieux. Les contrées qui fournissent le plus d'or sont l'Oural et d'autres parties de la Sibérie, le Brésil, la Nouvelle-Grenade, le Chili, le Pérou, le Mexique, l'intérieur de l'Afrique. L'Europe en fournit maintenant très-peu et ne renferme d'exploitations un peu importantes que dans la Hongrie et la Transylvanie. On connaît les usages de ce métal, tant comme monnaie que pour les arts utiles et pour la décoration.

### 2e *Famille.* — PLATINIDES.

283. Substances attaquables seulement par l'eau régale et dont la solution jaunâtre donne par la potasse un précipité jaune insoluble dans le carbonate potassique.

Genre unique. Platinides simples. 1 † Platine, Pl.

284. Le **platine** est presque toujours mélangé de rhodium, de palladium, de fer, etc. Il est infusible au chalumeau. Il cristallise en octaèdre et en cube, et forme des fragments qui sont ordinairement des grains très-petits, mais qui deviennent quelquefois de la grosseur d'un pois ou d'une noisette, il y a même des exemples rares de pépites plus grosses que le poing. Les grains naturels ont une pesanteur spécifique de 17.33, mais le platine purifié et écroui pèse plus de 21. Son éclat est métallique, sa couleur d'un gris de plomb approchant du blanc d'argent. C'est un métal précieux à cause de son inaltérabilité et de sa ténacité; il est très-utile pour les instruments qui sont dans le cas d'être altérés par la chaleur et par les autres agents chimiques. On le trouve dans l'Oural, au Brésil, dans la Nouvelle-Grenade, à Haïti.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 3e *Famille.* — IRIDIDES.

285. Substances inattaquables par les acides, donnant après avoir été fondues avec le salpêtre, de l'iridate potassique en partie soluble, et qui, traité par l'acide chlorhydrique, donne une solution semblable au caméléon minéral, mais se colorant en jaunâtre sur les bords de la capsule.

1er genre. Iridides simples. Iridium, Ir.
2e — — osmiurés. 4 † Iridosmine, Ir, Os.

286. L'**iridium** est presque toujours mélangé de platine, de palladium et d'autres métaux. Il est infusible au chalumeau; sa couleur est le blanc d'argent passant au gris ou au jaune, il pèse 23,5; il use les meilleures limes; il forme de petits grains qui se trouvent dans les gîtes de platine, mais en petite quantité.

287. L'**iridosmine** est composée d'iridium et d'osmium dans des proportions qui ne sont pas encore bien déterminées; elle est infusible au chalumeau, donne par la calcination avec le salpêtre une odeur analogue à celle du chlore et une matière soluble dans l'eau qui précipite en flocons verts par l'addition de l'acide nitrique. Elle forme soit de petits grains présentant quelquefois de petites lames hexagones, soit une poudre fine. Sa pesanteur spécifique est évaluée à 19,25, son éclat est métallique, sa couleur est blanche dans la variété en grain, noire dans celle en poudre; elle se trouve avec le platine.

### 4e *Famille.* — OSMIDES.

288. L'osmium est un métal très-rare qui n'a encore été trouvé que combiné avec l'iridium dans l'espèce que nous venons de décrire.

### 5e *Famille.* — PALLADIDES.

289. Substances attaquables par l'acide nitrique et dont la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

solution rouge-brunâtre forme avec le cyanure ferroso-potassique une gelée verdâtre.

Genre unique. Palladides simples Palladium, Pd.

290. Le **palladium** est ordinairement mélangé de platine et d'iridium; il est infusible, il forme de petites paillettes, pèse de 11,3 à 11,8, est malléable ; il a l'éclat métallique; sa couleur est le gris d'acier passant au blanc d'argent. On le trouve, avec le platine, au Brésil et dans l'Oural.

### 6e *Famille.* — RHODIDES.

291. Le rhodium est très-rare et n'a encore été trouvé que dans des minérais de platine qui en contiennent un peu plus de 3 pour 100; il paraît qu'il y existe à l'état simple mélangé dans le platine.

### 7e *Famille.* — ARGENTIDES.

292. Substances donnant de l'argent ou un alliage d'or et d'argent lorsqu'on les traite au chalumeau sur du charbon avec du carbonate sodique. Attaquables par l'acide nitrique, à l'exception de deux espèces (la kérargyre et l'iodure argentique), et dont la solution donne un précipité blanc par l'acide chlorhydrique.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. | Argentides simples. | 1 † Argent, Ag. |
| 2 — | — aururés. | 1 † ? Electrum, Ag, Au. |
| 3 — | — tellurururés. | 3 † Sylvane, Ag, Te+3 Au Te³. Mullérine, Ag Te+Au Te. |
| 4 — | — tellururés. | Tellurure argentique. Ag Te. |
| 5 — | — mercururés. | 1 † Amalgame, Ag, Hg. |
| 6 — | — antimoniurés. | 3 † Discrase, Ag Sb. |
| 7 — | — arséniurés. | Arséniure d'argent, Ag As. |
| 8 — | — séléniurés. | 1 † Séléniure d'argent, Ag Se. |
| 9 — | — sulfurés simples. | 1 † Argyrose, Ag S. |
| | — sulfurés argento-ferriques. | 3 † Sternbergite, $Ag^2 S + Fe^2 S^3$. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10e genre. Argentides sulfarséniés. | | | 4 | † Proustite, $3Ag^2S + As^2S^3$. |
| 11 — — sulfantimoniés. | simples. | | 4 | † Argyrithrose, $3AgS + Sb^2S^3$. |
| | | | 5 | † Myargyrite, $AgS + Sb^2S^3$. |
| | | | 2 | † Psaturose, $6AgS + Sb^2S^3$. |
| | argento-cupriques. | | | Polybasite, $9(Ag, Cu)^2S + (Sb, As)^2S^3$. |
| 12 — — chlorurés. | | | 1 | † Kérargyre, $AgCl^2$. |
| 13 — — iodurés. | | | | Iodure argentique, $AgI^2$. |

L'argent entre aussi dans la composition essentielle de quelques autres minéraux que nous indiquerons à la famille des cuprides et se trouve accidentellement dans quelques autres qui sont quelquefois considérés comme minerais d'argent lorsque la quantité de ce métal est suffisante pour couvrir les frais d'exploitation : tel est le cas de la galène argentifère. On sait combien l'argent est utile, soit comme monnaie, soit pour faire des ustensiles d'économie domestique, soit pour la décoration.

293. L'**argent** qui se trouve naturellement à l'état que l'on considère comme simple ou *argent natif* est ordinairement mélangé de cuivre et d'antimoine. Il cristallise en octaèdres, en cubo-octaèdres et en dendrites; il forme aussi des rameaux et des fragments; sa texture est compacte, il pèse 10,4743, est tenace et malléable; il a l'éclat métallique et une couleur blanche; il est généralement peu abondant, il est cependant exploité avantageusement au Pérou et au Mexique, où il est accompagné de limonite et de kérargyre.

294. L'**electrum** est une espèce douteuse, car on trouve des associations d'argent et d'or dans un grand nombre de proportions, ce qui annoncerait plutôt des mélanges que des combinaisons à proportions définies. Il cristallise en cube, et se trouve avec l'or.

295. L'**amalgame** a une composition sujette à varier et paraît même former deux espèces dont les formules seraient $Ag^6Hg$ et $AgHg^2$ (la 1re se trouve à Arqueros au Chili et la 2e à Moschellandsberg dans le Palatinat). Cette substance cris-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tallise en octaèdres et en dodécaèdres rhomboïdaux, simples ou modifiés sur les arêtes et sur les angles solides ; elle forme aussi des dendrites, des enduits, et des fragments à texture compacte et à cassure conchoïde; elle est d'un blanc d'argent et a l'éclat métallique; elle est plus tendre que l'argent, malléable quand c'est ce métal qui domine, fragile dans le cas contraire. Elle forme un minerai important au Chili.

296. L'**argyrose** (*argent vitreux*, *silberglanz*, *glanzerz*) forme le minerai d'argent le plus répandu dans la nature. Il est fusible au chalumeau avec boursouflement, dégagement de vapeurs sulfureuses et formation de scories; il cristallise en cubes, en octaèdres, tantôt simples, tantôt modifiés sur les arêtes et sur les angles, ou en dodécaèdres rhomboïdaux; il forme aussi des dendrites, des filaments et des mamelons. Sa texture est compacte. Il pèse de 6,9 à 7,2 ; il est légèrement ductile, se laisse couper par un instrument tranchant ; il a l'éclat métallique, la couleur gris d'acier ou gris de plomb.

297. Nous avons déjà fait connaître (269) que les genres que nous désignons par les dénominations de **sulfantimoniés** et **sulfarséniés** sont des sulfosels; d'un autre côté, la facilité avec laquelle les sulfides et les sulfures métalliques se substituent est cause que ces diverses substances, qui d'ailleurs se trouvent fréquemment ensemble, passent de l'une à l'autre, de sorte que les mineurs les confondent ordinairement sous les mêmes noms triviaux et que les noms scientifiques ainsi que les formules qu'on leur attribue ne doivent être considérés que comme s'appliquant à des termes extrêmes d'une série de passages presque insensibles, mais que nos principes de classification nous forcent de distribuer dans plusieurs familles différentes. Tel est le cas des sulfosels indiqués dans le tableau ci-dessus, qui appartiennent aux groupes nommés *fahlerz* et *gültigerz* par les mineurs allemands, et qui se lient d'une manière intime avec les sulfosels que nous indiquerons dans d'autres familles, surtout dans les cuprides et les plombides.

298. La **kérargyre** (*argent corné*, *hornsilber*) est fusible

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

au chalumeau, non volatile, difficilement réductible ; elle dépose de l'argent lorsqu'on la frotte sur une lame de cuivre ou de fer avec un peu d'eau. Elle cristallise, mais rarement, en très-petits cristaux cubiques, simples ou tronqués sur les angles, ou en octaèdres ; elle forme des enduits et des fragments à texture compacte. Elle pèse de 4,75 à 5,55, se coupe comme de la cire et de la corne ; sa couleur est blanche ou brunâtre. Elle forme en Amérique un minerai important.

## 8e *Famille.* — MERCURIDES.

299. Substances qui, étant soumises à l'action de la chaleur avec de la soude, dans un tube de verre fermé, donnent un sublimé qui se réduit par l'agitation en gouttelettes de mercure.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1er | genre. | Mercurides simples. | 1 | † | Mercure, $H^3$. |
| 2 | — | — sulfurés. . . . | 4 | † | Cinabre, Hg S. |
| 3 | — | — séléniurés. . . | | | Séléniure mercurique, Hg Se. |
| 4 | — | — chlorurés. . . | 3 | † | Calomel, Hg Cl. |
| 5 | — | — iodurés. . . . | | | Iodure mercurique, Hg I. |

Nous avons déjà indiqué une autre combinaison de mercure dans la famille des argentides.

300. Le **mercure** est un corps simple entièrement volatil dans un tube fermé, cristallisant en octaèdre régulier, pesant 13. 598, liquide tant que la température n'est pas à moins de 40 degrés au-dessous du zéro du thermomètre centésimal. Son éclat est métallique, sa couleur le blanc d'argent. Il est fort rare.

301. Le **cinabre** se volatilise sur le charbon sans résidu et avec une odeur sulfureuse ; il est attaquable seulement par l'eau régale ; sa solution précipite sur une lame de cuivre une poussière grise qui argente la surface. Il cristallise en prismes hexagones réguliers, et plus souvent en petits cristaux qui sont des combinaisons de rhomboèdres ordinairement tronqués très-profondément au sommet, clivables en prismes hexagones ; il forme aussi des mamelons et des fragments, peut-être

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des masses, à texture stratoïde, compacte, grenue ou pulvérulente. Il pèse 8. 9, est facile à réduire en poussière ; sa couleur est rouge ou brune, sa poussière ordinairement d'un beau rouge.

Le cinabre est employé en peinture, mais son principal usage est pour en retirer le mercure, métal qui sert à un grand nombre d'usages dans les arts, notamment pour séparer l'or et l'argent de leurs gangues, ainsi que pour dorer et argenter d'autres métaux plus communs, pour donner le tain aux glaces et en faire des miroirs.

Le cinabre est souvent mélangé, et même assez intimement, avec des matières charbonneuses et bitumineuses ; il forme alors une substance noirâtre ou d'un brun rougeâtre nommée *cinabre bituminifère*, qui est un des minerais de mercure les plus communs.

Le cinabre s'unit aussi avec le fer ; ce *cinabre ferrifère* est d'un gris d'acier et devient attirable quand on l'expose à la flamme d'une bougie.

### 9e *Famille.* — CUPRIDES.

302. Substances attaquables par l'acide nitrique donnant une solution qui précipite du cuivre lorsque l'on y plonge une barre de fer et qui prend une belle couleur bleue lorsque l'on y ajoute de l'ammoniaque.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. | Cuprides simples. . . . . | | 1 | + Cuivre, Cu. |
| 2 — — | séléniurés | simples. . . . | | Berzéline, $Cu^2 Se$. |
| | | cupro-argentiques. | | Euchaïrite, $Cu^2 Se + Ag Se$. |
| 3 — — | sulfurés | simples. . . | 3 | + Chalkosine, $Cu^2 S$. |
| | | | | Covelline, Cu S. |
| | | cupro-ferriques. . . . | 1 | + Philipsite, $2Cu^2 S + Fe S$. |
| | | | 2 | + Chalkopyrite, $Cu^2 S + Fe S^3$. |
| | | cupro-argent. | | ? Stromeierine, $Cu^2 S + Ag^2 S$. |
| 4 — — | sulfantimoniés. . . . . | | 1 | + Panabase, $2(4 Cu^2 S + Sb^2 S^3) + (4 Fe S + Sb^2 S^3)$. |
| 5 — — | sulfarséniés. . . . . | | 1 | + Tennantite, $2(4 Cu^2 S + As^2 S^3) + (4 Fe S + As^2 S^3)$. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6e genre. | Cuprides chloro-hydratés. | | Atakamite, $CuCl^2+3\dot{C}u+3\dot{H}$. |
| 7 — | — oxydés. | 1 + | Zigueline, $Cu^2O$.<br>Melaconise, $\dot{C}u$. |
| 8 — | — arsénito-hydratés. | | Condurite, $\dot{C}u^6\ddot{A}s+4\dot{H}$. |
| 9 — | — arséniato-hydratés. | 3 + | Olivénite, $\dot{C}u^4\ddot{A}s+\dot{H}$. |
| | | 3 + | Euchroïte, $\dot{C}u^4\ddot{A}s+8\dot{H}$. |
| | | 3 + | Liriconite, $\dot{C}u^{10}\ddot{A}s+30\dot{H}$. |
| | | | Erinite, $\dot{C}u^5\ddot{A}s+2\dot{H}$. |
| | | 5 + | Aphanèse, $2\dot{C}u^5\ddot{A}s+15\dot{H}$. |
| 10 — | — phosphato-hydratés. | 5 + | Ypoleime, $\dot{C}u^5\ddot{P}+2\dot{H}$. |
| | | 3 + | Aphérèse, $\dot{C}u^4\ddot{P}+2\dot{H}$. |
| 11 — | — vanadatés. | | Volborthite, $\dot{C}u\ddot{V}$. |
| 12 — | — silicato-hydratés. | 4 + | Dioptase, $\dot{C}u^3\ddot{S}i^2+3\dot{H}$. |
| | | | Chrysocolle, $\dot{C}u^3\ddot{S}i^2+6\dot{H}$. |
| 13 — | — carbonatés. | | Mysorine, $\dot{C}u\ddot{C}$. |
| 14 — | — carbonato-hydratés. | 5 + | Malachite, $\dot{C}u^2\ddot{C}+\dot{H}$. |
| | | 5 + | Azurite, $2\dot{C}u\ddot{C}+\dot{C}u\dot{H}$. |
| 15 — | — sulfato-hydratés. | 3 + | Brochantite, $\dot{C}u^3\ddot{S}+3\dot{H}$. |
| | | 6 + | Cyanose, $\dot{C}u\ddot{S}+6\dot{H}$. |

Le cuivre entre encore comme élément essentiel dans la composition de quelques autres minéraux que nous rangeons dans les familles des argentides, des plombides, des stannides et des uranides.

Le cuivre est un métal très-utile dans les arts, que l'on emploie à l'état métallique, soit pur, soit allié à d'autres métaux, pour faire des ustensiles de ménage et des instruments de diverses espèces.

303. Le **cuivre** se trouve rarement à l'état pur dans la nature, il est fusible au chalumeau. Il cristallise en octaèdres réguliers, diversement modifiés, très-rarement en cubes, quelquefois en cristaux compliqués; il forme aussi des dendrites, de petites lames engagées dans d'autres substances, des filaments, des mamelons et des fragments à texture laminaire, fibreuse, compacte. Il pèse 8.89, il est ductile; il a l'éclat métallique, la couleur rouge.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

304. La **chalkopyrite** (*cuivre pyriteux, pyrite cuivreuse, kupferkies*), qui est le minerai de cuivre le plus abondant, donne, comme tous les sulfures, du gaz sulfureux par la chaleur. Elle cristallise en tétraèdres symétriques, très-rapprochés du tétraèdre régulier, simples ou modifiés, quelquefois maclés. Elle forme aussi des stalactites, des mamelons, des enduits et des fragments à texture compacte. Elle pèse 4.16, est cassante, cède aisément à la lime; elle a l'éclat métallique; sa couleur est le jaune de laiton. Elle est presque toujours mélangée de substances étrangères, notamment de marcassite, de philipsite, etc. C'est le minerai de cuivre le plus abondant : il se trouve non-seulement dans les filons, mais il entre aussi dans la composition de certaines couches.

305. La **panabase** (*cuivre gris, fahlerz schawrzerz, grau gültigerz*) cristallise en tétraèdres, rarement simples, le plus souvent modifiés sur les arêtes et sur les angles. Elle pèse de 4.79 à 5.10, a l'éclat métallique, la couleur d'un gris d'acier. Elle forme quelquefois la partie principale de certains gîtes de minerais, où elle est presque toujours mélangée d'autres sulfosels, surtout de ceux argentifères (297).

306. La **malachite** noircit par la calcination et se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique; elle cristallise en prismes obliques rhomboïdaux d'environ 107° 16′, dont la base est inclinée sur les faces latérales de 112° 33′, à sommets dièdres simples ou modifiés sur les arêtes latérales; elle présente aussi des cubes, des octaèdres, des dodécaèdres rhomboïdaux et des prismes rhomboïdaux, diversement modifiés, lesquels sont des épigénies résultantes de la décomposition de la ziguéline et de l'azurite. Elle forme également des aiguilles, des mamelons, des stalactites et des fragments à texture fibreuse, stratoïde, compacte et terreuse. Elle pèse 3.5, raye le calcaire, est rayée par la fluorine. Son aspect est soyeux luisant ou terne, sa couleur verte, mais présentant beaucoup de nuances différentes. Elle est susceptible de prendre un beau poli, et on l'emploie pour la confection d'objets d'orne-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment, tels que boîtes, vases, chambranles de cheminées, et même comme bijoux; on s'en sert aussi en peinture.

307. L'**azurite** se distingue de la malachite par sa belle couleur bleue, ordinairement très-vive dans les cristaux, souvent pâle dans les variétés terreuses. Elle cristallise en prismes obliques rhomboïdaux de 98° 42', dont la base est inclinée sur les pans de 91° 52'; elle forme aussi des groupes globuleux et des fragments à texture fibreuse, compacte et terreuse. Elle pèse de 3 à 3.83, raye le calcaire, est rayée par la fluorine. On l'emploie avec les autres minerais pour la préparation du cuivre, mais il est plus avantageux de s'en servir pour faire du sulfate cuivrique, sel qui est employé dans la teinture.

## 10e *Famille.* — URANIDES.

308. Substances donnant, par l'acide nitrique, des solutions jaunes qui précipitent en rouge brunâtre par le cyanure ferroso-potassique. Ce précipité, où les substances elles-mêmes donnent avec le phosphate ammonico-sodique un verre de couleur paille au feu d'oxydation et vert au feu de réduction.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. | Uranides oxydés..... | | | Péchurane, $\dot{U}$. |
| 2 — — | hydratés . .. ..... | | | Uraconise, $\dot{U}$, $\dot{H}$. |
| 3 — — | tantalatés..... | | | Uranotantale, $\dot{U}^3$ Ta. |
| 4 — — | phosphato-hydratés, | urano-cupriques.... | 2 + | Chalkolite, $\dot{C}u^3\dot{P}+2\dot{U}^3\dot{P}+24\dot{H}$. |
| | | urano-cacilques. ... | 2 + | Uranite, $\dot{C}a^3\dot{P}+2\dot{U}^3\dot{P}+24\dot{H}$. |
| 5 — — | sulfato-hydratés..... | | 5 + | Johannite, $\dot{U}$, $\dot{S}$, $\dot{C}u$, $\dot{H}$. |

309. Le **péchurane** (*uranpecherz*) est infusible au chalumeau; il forme des fragments à texture compacte ou stratoïde, pèse 6.46, raye difficilement le verre; il a l'éclat gras, demi-métallique, la couleur noirâtre. C'est de cette substance que l'on retire les oxydes d'urane, dont on se sert dans les laboratoires.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 11e *Famille.* — BISMUTHIDES.

**310.** Substances attaquables par l'acide nitrique avec ou sans dégagement de gaz oxyde nitrique. Solution précipitant abondamment en blanc par l'eau, précipitant en noir par les sulfhydrates.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Bismuthides simples... | 1 † | Bismuth, Bi. |
| 2 — — | sulfurés..... | 3 † | Bismuthine, $Bi^2 S^3$. |
| 3 — — | tellururés... ..... | 4 † | Bornine, Bi Te. |
| 4 — — | arséniurés..... | | Arséniure de bismuth. |
| 5 — — | oxydés..... | | Oxyde de bismuth, Bi. |
| 6 — — | carbonatés..... | | Carbonate de bismuth. |

**311.** Le **bismuth** est très-fusible au chalumeau en donnant un oxyde jaune qui couvre le charbon. Il cristallise en octaèdres groupés les uns sur les autres, forme aussi des fragments à texture lamellaire. Il pèse 9.737 ; est fragile ; s'égrène par la percussion ; il a l'éclat métallique, la couleur d'un blanc rougeâtre, quelquefois irisé. Il se trouve ordinairement dans les gîtes d'argent et d'arsenic. On l'emploie à faire des préparations pharmaceutiques et du blanc de fard.

**312.** La **bismuthine** (*Wismuthglanz*), qui ressemble beaucoup au bismuth, est fusible au chalumeau en projetant des gouttelettes incandescentes et couvrant le charbon d'oxyde de bismuth. Elle cristallise en petites aiguilles striées sur leur longueur avec une face perpendiculaire à l'axe et quelques facettes sur les angles solides, et qui paraissent appartenir à un prisme rhomboïdal de 91° ; elle forme aussi des fragments à texture fibreuse et de petites lames isolées disséminées dans d'autres substances. Elle pèse 6.54, son éclat est métallique, sa couleur d'un gris d'acier passant au gris jaunâtre. Elle se trouve dans presque toutes les mines où il y a du bismuth et on l'exploite pour la préparation de ce métal.

La bismuthine est souvent mélangée de sulfures de plomb, d'argent et de cuivre, ce qui donne lieu à des associations que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'on a nommées *bismuth sulfuré plombo-argentifère* (*wismuth bleierz*, *wismuthsilber*) *bismuth sulfuré cuprifère* (*wismuth kupfererz*) *et bismuth sulfuré plombo-cuprifère* (*nadelerz*).

313. La **bornine** (*tetradymite*) est quelquefois considérée comme un sulfotellurure parce qu'elle contient ordinairement un peu de soufre, mais il est probable que la présence de ce corps est due au mélange d'une petite quantité de bismuthine.

Il paraît qu'il existe aussi une *tellurure argento-bismuthique* (*argent molybdique*, *wassersilber*, *weisbbleierz*).

## 12e *Famille.* — STANNIDES.

314. Substances dont la solution précipite en pourpre par le chlorure aurique.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Stannides sulfurés..... | Stannine | (Sn, Cu, Fe)S. |
| 2 — | — oxydés..... | 2 † Cassitérite | Sn. |

L'étain a encore été trouvé dans quelques ferrides tantalatés, mais il y a lieu de croire qu'il y est à l'état de mélange accidentel; c'est, du reste, un métal assez rare qui est employé pour plusieurs usages.

315. La **cassitérite** est presque toujours plus ou moins mélangée d'oxydes de fer et de manganèse, quelquefois d'oxydes de tantale, d'arsenic, etc. Elle est infusible au chalumeau, difficilement réductible au feu de réduction, se réduit plus aisément par l'addition de la soude, difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique. Elle cristallise en prismes carrés modifiés sur les angles, en prismes octogones terminés par des facettes annulaires, en prismes simples ou modifiés terminés par des sommets d'octaèdres ou des pyramides à huit faces, quelquefois groupés deux à deux ou en plus grand nombre; elle forme aussi des stalactites et des fragments à texture fibreuse, stratoïde et compacte. Elle pèse de 6.50 à 6.96, raye le verre, est rayée par la topaze; sa couleur est ordinairement brune, quelquefois jaunâtre ou blanchâtre. On en voit de ru-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

banée qui donne l'idée de morceaux de bois. C'est de cette substance que l'on retire l'étain employé dans les arts.

### 13e *Famille.* — PLOMBIDES.

316. Substances dont on obtient assez aisément du plomb au moyen d'un grillage ménagé et du carbonate sodique; répandant sur le charbon une poussière blanchâtre ou jaunâtre qui, suivant la manière dont on dirige la flamme du chalumeau, devient plus ou moins rouge; attaquables par l'acide nitrique, ou susceptibles de le devenir après avoir été traitées avec le carbonate sodique. Solution précipitant en blanc par les sulfates; donnant de petites lames de plomb sur un barreau de zinc; noircissant avec plus ou moins de rapidité par le contact avec l'acide sulfhydrique, à l'exception cependant des espèces où le plomb est combiné avec le chlore; ayant une pesanteur spécifique supérieure à 5, sauf le plomgomme, qui pèse 4.88.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. | Plombides simples. | | 1 | + Plomb, Pb. |
| 2 — — | tellurures. | | | Elasmose, Pb Te. |
| 3 — — | séléniurés. | | 1 | + Claustalie, Pb Se. |
| 4 — — | sulfurés. | | 1 | + Galène, Pb S. |
| 5 — — | sulfantimoniés. | simples. | | Zinkénite, Pb S + $Sb^2$ $S^3$. |
| | | | 3 | + Jamesonite, 3 Pb S + 2 $Sb^2$ $S^3$ |
| | | | 5 | + Plagionite, 4 Pb S + 3 $Sb^2$ $S^3$. |
| | | | | Boulangerite, Pb $S^3$ + $Sb^2S^3$. |
| | | cupro-plombiques | 3 | + Bournonite (3 Cu S + $Sb^2$ $S^3$) + 2 (3Pb S + $Sb^2$ $S^3$). |
| 6 — — | oxydés. | | | Massicot, Ṗb. |
| | | | | Minium, P̈b. |
| 7 — — | scheelatés | | 2 | + Schéelitine, PbO + $WO^3$. |
| 8 — — | vanadatés. | | 4 | + Vanadinite, 2 PbO + $VO^3$. |
| 9 — — | molybdatés. | | 2 | + Mélinose, Ṗb M̈o. |
| 10 — — | chromatés | simples. | | Mélanochroïte, Ṗb C̈r$^2$. |
| | | cupro-plombiques | 5 | + Crocoïse, Ṗb C̈r. |
| | | | 5 | + Vauquelinite, Ċu$^3$C̈r$^2$ + 2ṖbCr$^2$. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11e genre. | Plombides sulfatés .... | | 3 | † Anglesite, Ṗb S̈. |
| 12 — — | sulfato-carbonatés | simples. | 5 | † Leadhillite, 3Ṗb C̈+Ṗb S̈. |
| | | cupro-plombiqu. | 5 | † Lanarkite, Ṗb C̈+Ṗb S̈. |
| | | | 3 | † Calédonite, Ċu C̈+2 Ṗb C̈+3 Ṗb S̈. |
| 13 — — | carbonatés..... | | 3 | † Céruse, Ṗb C̈. |
| 14 — — | chloro-carbonatés. .... | | 2 | † Kerasine, Pb Cl²+Ṗb C̈. |
| | | | 3 | † Mendipite, Pb Cl²+2 Ṗb C̈. |
| 15 — — | chloro-phosphatés. | simples .. | 4 | † Pyromorphite, PbCl²+3Ṗb³P̈. |
| | | calcio-plombiques .. | 2 | † Polysphérite, (Pb Cl², Ca F²) +3 (Ṗb, Ċa)³ P̈. |
| 16 — — | chloro-arséniatés. | simples..... | 4 | † Mimétèse, Pb Cl²+3 Ṗb³ Ä̈s. |
| | | calcio-plombiques.... | 4 | † Hédiphane, Pb Cl²+3 (Ṗb, Ċa)³ Ä̈s. |
| 17 — — | chlorurés..... | | | Cotunnite, Pb Cl². |
| 18 — — | aluminato-hydratés..... | | | Plomgomme, Ṗb Ä̈l²+6 Ḣ. |

Le plomb se trouve encore dans quelques autres minéraux, mais ceux-ci ne sont pas bien déterminés, ou le plomb n'y est qu'un élément accidentel. On sait que ce métal est utile dans les arts tant à l'état métallique que combiné avec d'autres corps.

317. Le **plomb** se trouve très-rarement dans la nature à l'état simple; il y forme des grains plus ou moins volumineux, très-fusibles, pesant 11.3523, très-malléables, de couleur grise à éclat métallique.

318. La **galène** est fusible au chalumeau avec dégagement de vapeur sulfureuse et facilement réductible. Elle cristallise en cubes et en octaèdres, tantôt simples, tantôt modifiés, clivables parallèlement aux faces d'un cube; elle présente aussi des prismes hexagones provenant par épigénie du pyromorphite, et des prismes rectangulaires provenant de même de la décomposition de la céruse; elle forme également des concrétions, des masses et des fragments à texture laminaire, lamellaire, saccharoïde, grenue, compacte et terreuse. Elle pèse 7.7532, ne se laisse pas couper, est cassante; son éclat est métallique, sa couleur le gris de plomb, quelquefois irisé. C'est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

un des minerais métalliques les plus abondants dans la nature, et celui qui fournit presque tout le plomb employé dans les arts. On s'en sert aussi directement sous le nom d'*alquifoux* pour faire le vernis des poteries grossières.

La galène est souvent mélangée de sulfure d'argent, de fer, d'antimoine, etc. On exploite souvent la *galène argentifère* pour en retirer l'argent.

319. La **céruse** (*plomb blanc, plomb spathique*) est très-facilement réductible au chalumeau sur le charbon, soluble avec effervescence dans l'acide nitrique. Elle cristallise en tables biselées sur les bords et modifiées de diverses manières, en prismes hexagones, simples ou modifiés sur les arêtes des bases ou terminés par des pyramides, en dodécaèdres à triangles isocèles, en octaèdres de diverses espèces et en cristaux groupés par les pans des prismes ordinairement terminés par des arêtes de pyramides; tous ces cristaux dérivent d'un prisme droit rhomboïdal de 117° 14'. Elle présente aussi des formes aciculaires, bacillaires, mamelonnées, stalactitiques et fragmentaires à texture fibreuse, compacte et terreuse. Elle pèse 6.729, raye difficilement le calcaire, est très-fragile. Elle est transparente, translucide et opaque, à éclat vitreux très-vif dans les cristaux. Les variétés compactes sont quelquefois ternes ainsi que les variétés terreuses. Elle est ordinairement blanche, quelquefois limpide, jaunâtre, brunâtre, rougeâtre. Elle se trouve dans presque tous les gîtes de minerais de plomb, mais en petite quantité; elle est traitée avec la galène pour la préparation du plomb.

320. La **crocoïse** ou *plomb rouge* de Sibérie et la **mélinose** ou *plomb jaune* sont deux substances qui se font remarquer dans les collections par les belles couleurs de leurs cristaux, surtout la première qui est d'un rouge orangé.

### 14e *Famille.* — CADMIDES.

321. Le cadmium n'a encore été trouvé que dans des minerais de zinc, où il existe en petite quantité. Hermann dit ce-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pendant qu'il y a de ces minerais qui en contiennent jusqu'à 11 pour 100. La présence de ce corps se reconnaît par une auréole de poussière rouge ou orangée qui se produit lorsque l'on chauffe sur le charbon les substances qui en contiennent.

### 15e *Famille.* — ZINCIDES.

322. Substances donnant, lorsqu'on les traite sur du charbon avec du carbonate sodique, une poussière blanche qui entoure le fragment sans lui être contiguë, et qui se volatilise facilement sans colorer la flamme. Solution dans les acides donnant par l'ammoniaque un précipité blanc qui se redissout par un excès d'alcali.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. | Zincides { simples. | 1 | † | Blende, Zn S: |
| | ferro-zinciques. | | | Marmalite, Fe S + 3Zn S. |
| 2 | — séléniurés. | | | Séléniure de zinc, Zn Se. |
| 3 | — oxydés. | 4 | † | Zincite, Żn. |
| 4 | — ferratés. | 1 | † | Franklinite, Żn F̈. |
| 5 | — aluminatés. | 1 | † | Gahnite, Żn Äl |
| 6 | — silicatés. | 4 | † | Willémite, Żn³ S̈i. |
| 7 | — silicato-hydratés. | 3 | † | Calamine, Żn³ S̈i + 3 Ḣ |
| 8 | — carbonatés. | 4 | † | Smithsonite, Żn C̈. |
| 9 | — carbonato-hydratés. | | | Zinconise, Żn³ C̈ + 3 Ḣ. |
| 10 | — sulfato-hydratés. | 3 | † | Gallitzinite, Żn S̈ + 6 Ḣ. |

323. La **blende** est infusible au chalumeau, ne donne par le grillage qu'une très-faible odeur d'acide sulfureux et se dissout difficilement dans l'acide nitrique. Elle cristallise en octaèdres et en tètraèdres, quelquefois simples, mais le plus souvent modifiés sur les arêtes ou sur les angles, quelquefois en dodécaèdres plus ou moins modifiés; clivables en tétraèdre, en octaèdre et en dodécaèdre rhomboïdal; elle forme aussi des mamelons et des fragments à texture laminaire, fibreuse, lamellaire, stratoïde et grenue. Elle pèse 4.16, raye la barytine, est rayée par une pointe d'acier, n'est pas susceptible d'être coupée. Elle est quelquefois transparente, d'autres fois translucide ou opaque; son éclat est ordinaire-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment vitreux, quelquefois résineux, d'autres fois métallique; sa couleur d'un jaune passant au jaune-verdâtre et au brun quelquefois très-foncé.

La blende est presque toujours mélangée de sulfure de fer ou de cadmium; sans être fort abondante, elle se trouve dans un grand nombre de gîtes métallifères, principalement dans ceux de galène; comme elle est difficile à réduire, ce n'est que depuis peu que l'on s'en sert pour la préparation du zinc et du laiton.

324. La **calamine** (*kieselgalmey*, *zinc oxydé siliceux*) est infusible au chalumeau, mais s'y gonfle, soluble en gelée dans les acides. Elle cristallise le plus souvent en tables rectangulaires biselées sur les quatre côtés, qui se modifient de différentes manières sur les arêtes et sur les angles solides et qui sont dérivées d'un prisme rhomboïdal droit de 103° 56'; elle forme aussi des mamelons, des stalactites, des masses et des fragments à texture fibreuse, globuleuse, lamellaire, compacte, celluleuse et terreuse. Elle pèse 3.42, raye la fluorine, est difficilement rayée par une pointe d'acier. Sa couleur est le blanchâtre, quelquefois coloré en jaunâtre et en brunâtre par l'hydrate de fer et en verdâtre par le carbonate de cuivre. Elle accompagne ordinairement la smithsonite avec laquelle on l'a longtemps confondue, et elle est exploitée avec ce minerai; mais il paraît qu'elle n'est pas décomposée dans les opérations relatives à la préparation du zinc et du laiton.

325. La **smithsonite** (*zinkspath*) est soluble avec effervescence dans l'acide nitrique; elle cristallise en petits rhomboèdres aigus et en dodécaèdres à triangles scalènes clivables, en rhomboèdres obtus de 107°; elle forme aussi des mamelons, de petites stalactites, des filons, des amas et des fragments à texture lamellaire, fibreuse et compacte. Elle pèse de 3.60 à 4.44, raye l'arragonite, est rayée par l'apatite; elle est ordinairement blanche ou jaunâtre, quelquefois colorée en bleu par du carbonate de cuivre. Elle est souvent mélangée avec d'autres minerais de zinc ainsi qu'avec d'autres carbonates. Elle est assez répandue et on l'exploite avantageusement, soit

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pour en retirer le zinc, soit pour fabriquer directement le laiton en traitant la smithsonite dans les fourneaux avec du cuivre.

### 16e *Famille.* — NICKÉLIDES.

326. Substances donnant par la fusion avec le borax, au feu d'oxydation, un verre orangé ou rougeâtre à chaud, jaunâtre ou incolore à froid; produisant, avec les acides, des solutions verdâtres qui deviennent violâtres par l'addition de l'ammoniaque et précipitent en vert par les alcalis fixes.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Nickélides sulfurés | 4 † | Harkise, $\dot{N}i\,S$. |
| 2 — — | arséniurés | 4 † | Nickéline, $\dot{N}i\,As$. |
| 3 — — | antimoniurés | 4 † | Antimonickel, $\dot{N}i\,Sb$. |
| 4 — — | sulfantimoniés | 1 † | Nickelantimon, $\dot{N}iS^2+\dot{N}iSb^2$. |
| 5 — — | sulfarseniés | 1 † | Disomose, $\dot{N}i\,S^2+\dot{N}i\,As^2$. |
| 6 — — | arsenito-hydratés | | Neoplaste, $\dot{N}i\,\ddot{A}s+18\,\dot{H}$. |
| 7 — — | arséniato-hydratés | | Nickelocre, $\dot{N}i^3\,\ddot{A}s+9\,\dot{H}$. |
| 8 — — | silicato-hydratés | | Pimélite, $6\dot{N}i\,\ddot{S}i+\dot{A}l\,\ddot{S}i+15\,\dot{H}$. |

Le nickel existe encore dans quelques autres minéraux; mais, outre qu'il y est en très-petite quantité, il paraît n'y être qu'accidentellement. Les nickélides se trouvent souvent dans les gîtes de cobalt, de plomb, d'argent, d'arsenic, d'antimoine; mais ils sont ordinairement en très-petite quantité, c'est la *nickéline* qui est la moins rare.

### 17e *Famille.* — COBALTIDES.

327. Substances donnant un verre bleu lorsqu'on les fond avec le borax.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Cobaltides sulfurés | 1 † | Koboldine, $\dot{C}o^2\,S^3$. |
| 2 — — | séléniurés | | Séléniure de cobalt, Co, Se. |
| 3 — — | arséniurés | 1 † | Smaltine, $\dot{C}o\,As^2$ |
| 4 — — | sulfarséniés | 1 † | Cobaltine, $\dot{C}o\,S^2+\dot{C}o\,As^2$. |
| 5 — — | oxydés | | Suroxyde de cobalt, $\dot{C}o^3\,O^4$. |
| 6 — — | arsénito-hydratés | | Rhodoïse, $\dot{C}o\,\ddot{A}s,\dot{H}$. |
| 7 — — | arséniato-hydratés | 5 † | Erythrine, $\dot{C}o^3\,\ddot{A}s+9\,\dot{H}$ |
| 8 — — | sulfato-hydratés | 5 † | Rhodalose, $\dot{C}o\,\ddot{S}+6\,\dot{H}$ |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le cobalt entre encore dans la composition de quelques autres substances, mais on l'y considère comme principe accidentel. Il se trouve ordinairement dans les filons métallifères plus ou moins mélangé avec d'autres minerais métalliques. On emploie les cobaltides pour colorer en bleu les verres et les émaux ainsi que pour préparer des couleurs bleues dont on se sert en peinture et pour le blanchissage du linge.

328. La **smaltine** (*speisskobalt*) donne sur le charbon une fumée arsenicale en laissant un globule blanc à éclat métallique, cassant, attaquable par les acides, dont la solution est rosacée et précipite en bleu violâtre par les alcalis, en verdâtre par le cyanure ferroso-potassique. Elle cristallise en octaèdres, forme aussi des dendrites, des mamelons et des fragments à texture fibreuse radiée, stratoïde, compacte et grenue. C'est le plus abondant des minerais de cobalt et le plus utile dans les arts. Elle est souvent mélangée d'oxydes de fer et de manganèse ainsi que d'autres substances.

329. La **cobaltine** est fusible au chalumeau avec dégagement de fumées arsenicales et sulfureuses. Elle donne par l'acide nitrique une solution rose ou violâtre précipitant en brun rougeâtre par les alcalis. Elle cristallise en dodécaèdre pentagonal, en cubo-dodécaèdre, en icosaèdre, etc., clivables en cubes ; elle forme aussi des fragments à texture lamellaire et compacte. Elle pèse 6.29, est assez fragile; elle a un éclat métallique très-vif; sa couleur est le gris d'acier.

330. La présence du cobalt dans les gîtes métallifères est ordinairement annoncée par de légers enduits couleur de rose d'**érythrine** et de **rhodoïse**.

### 18e *Famille.* — FERRIDES.

331. Substances attaquables par l'acide nitrique, soit directement, soit après avoir été calcinées avec la poussière de charbon ou fondues avec un alcali caustique. Solution dans l'acide nitrique précipitant en bleu par le cyanure ferroso-potassique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

1er genre. Ferrides simples. .... 1 † Fer, Fe.

2 — — sulfurés ou pyrites....
- 1 † Marcassite, $Fe\,S^2$.
- 3 † Sperkise, $Fe\,S^2$.
- 4 † Leberkise, $6\,Fe\,S^2 + Fe\,S^3$.

3 — — arseniés ..... 3 † Arséniure de fer, $Fe\,As^2$.

4 — — sulfarseniés ..... 3 † Mispickel, $Fe\,S^2 + Fe\,As^2$.

5 — — sulfantimoniés..... 3 † Haïdingérite, $3Fe\,S + 2Sb^2\,S^3$.

6 — — oxydés.....
- 1 † Aimant, $\dot{F}e\,\ddot{F}e$.
- 4 † Oligiste, $\ddot{F}e$ { spéculaire / rouge.

7 — — hydratés.....
- 3 † Gœthite, $\ddot{F}e\,\dot{H}$.
- 5 † Limonite, $\ddot{F}e^2\,\dot{H}^3$.

8 — — tantalatés.....
- 3 † Columbite $(\dot{F}e^2, \dot{M}n)^2\,\ddot{T}a$.
  Torrélite $(\dot{F}e, \dot{M}n)^2\,\ddot{T}a$.
- 3 † Baierine $(\dot{F}e, \dot{M}n)\,\ddot{T}a$.

9 — — titanatés.....
- 1 † Nigrine, $\dot{F}e, \ddot{T}i$.
- 4 † Chrichtonite, $\dot{F}e, \ddot{T}i$.
- 4 † Ilménite $(\ddot{F}e, \ddot{T}i)$.

10 — — schéelatés..... 5 † Wolfram $(Fe, Mn)\,O + WO^3$.

11 — — chromités..... 1 † Siderochrome $(\dot{F}e, \dot{M}g)\,(\ddot{C}r, \ddot{A}l)$.

12 — — arséniato-hydratés. ...
- 3 † Scorodite, $\ddot{F}e\,\ddot{A}s + 4\,\dot{H}$.
- 1 † Pharmacosidérite, $\ddot{F}e\,\ddot{A}s + 6\dot{H}$.
  ? Arséniosidérite, $\dot{C}a\,\ddot{A}s + \ddot{F}e\,\ddot{A}s + 9\,\dot{H}$.

13 — — phosphatés.....
- ? Dufrénite, $\ddot{F}e\,\ddot{P} + 5\,\dot{H}$.
- ? Anglarite, $\ddot{F}e\,\ddot{P} + 4\dot{H}$.
- ? Terre bleue, $\ddot{F}e^3\,\ddot{P} + 4\dot{H}$.
- ? Phosphate blanc de fer, $\dot{F}e^3\,\ddot{P} + 6\dot{H}$.
- 5 † Vivianite, $\dot{F}e^3\,\ddot{P} + 9\dot{H}$
- ? Kakoxène $(\ddot{F}e\,\ddot{A}l)\,\ddot{P} + 10\dot{H}$.
- ? Delvauxine, $\ddot{F}e\,\ddot{P} + 24\dot{H}$.

14 — — silicatés.....
- 3 † Liévrite, $2(\dot{F}e, \dot{C}a, \dot{M}n)^3\ddot{S}i + \ddot{F}e\ddot{S}i$
- 5 † Bucklandite, $\dot{F}e^3\,\ddot{S}i + 2\ddot{F}e\,\ddot{S}i$.
- 5 † Achmite, $\dot{N}a\,\ddot{S}i + \ddot{F}e\,\ddot{S}i^2$.

15 — — silicato-hydratés.....
- 4 † Chlorite, $\dot{F}e, \dot{M}g, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \dot{H}$.
- 4 † Sidérochisolite, $2\dot{F}e^3\,\ddot{S}i^4 + \ddot{A}l\ddot{S}i + 9\dot{H}$.
  Nontronite, $2(\ddot{F}e, \ddot{A}l)\,\ddot{S}i + 9\dot{H}$.
  Hisingérite, $\dot{F}e^3\,\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
- 4 † Cronstédite $(\dot{F}e, \dot{M}n, \dot{M}g)\,\ddot{S}i + \ddot{F}e\,\dot{H}^3$.
  Krokidolite, $2(\dot{F}e, \dot{N}a)\,\ddot{S}i + \dot{H}$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16e genre. | Ferrides silicato-aluminato-hydratés. . . . | | Berthiérine, $\dot{F}e^3\ddot{A}l + \dot{F}e^6\ddot{S}i + 3\dot{H}$. |
| | | | Chamoisite, $\dot{F}e^6\ddot{A}l + 2\ddot{F}e^3\ddot{S}i + 12\dot{H}$. |
| 17 | — — silicato-chloruro-hydratés. . . . . | 4 | + Pyrodmalite, $Fe\,Cl^2 + 4\,(\dot{F}e, Mn)^3\ddot{S}i^2 + \ddot{F}e\,\dot{H}^6$. |
| 18 | — — boratés. . . . . | | Borate de fer. |
| 19 | — — sulfato-hydratés. . . . . | 5 | + Couperose, $\dot{F}e\ddot{S} + 6\dot{H}$. |
| | | 5 | + Néoplase, $\dot{F}e^3\ddot{S} + 3\ddot{F}e\,\ddot{S}i^2 + 36\dot{H}$. |
| | | | ? Pittizite, $\ddot{F}e^2\ddot{S} + 6\dot{H}$. |
| | | 4 | + Coquimbite, $\ddot{F}e\,\ddot{S}^3 + 9\dot{H}$. |
| 20 | — — carbonatés. . . . . | 4 | + Sidérose, $\dot{F}e\,\ddot{C}$. |
| | | 3 | + Junckérite, $\dot{F}\,\ddot{C}$. |
| 21 | — — oxalatés . . . . . | 2 | + Humboldtite. |

Le fer, qui est le métal proprement dit le plus répandu dans la nature, entre comme élément essentiel dans la composition de plusieurs minéraux qui ne sont pas indiqués ci-dessus, soit qu'ils ne nous aient point paru assez bien caractérisés pour être inscrits sur le tableau, soit qu'ils figurent dans les familles des cuprides, des zincides, des manganides et des silicides. Le fer entre aussi, comme élément accidentel, dans la composition d'une très-grande quantité de substances minérales; on peut même dire que c'est à des combinaisons de fer que sont dues les couleurs de la plus grande partie des substances colorées. On sait que le fer est celui des produits du règne minéral qui est le plus utile dans les arts.

332. Le **fer**, considéré comme pur ou *fer natif*, est très-rare, et il est même presque toujours mélangé de matières étrangères principalement de nickel, quelquefois de chrome, de cobalt, de soufre, de silice, de magnésie, etc. Il est infusible au chalumeau, attaquable par l'acide nitrique avec dégagement de gaz nitreux. Il se présente, mais rarement, en octaèdres ou en fragments laminaires, clivables parallèlement aux faces de l'octaèdre, ainsi qu'en dendrites dont les stries se croisent sous l'angle de 60°; il forme aussi des fragments à texture compacte, grenue et celluleuse. Il pèse de 6.48 à 7.80, est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quelquefois ductile, d'autres fois cassant; il est de couleur gris bleuâtre à éclat métallique. Il se trouve principalement en blocs reposant sur le sol et que l'on appelle *fer météorique*, pour les motifs qui seront indiqués dans le livre suivant.

333. Les **pyrites** donnent du soufre par le grillage en laissant un résidu qui attire le barreau aimanté; elles sont directement attaquables par l'acide nitrique. Elles contiennent quelquefois une très-petite quantité d'or, et alors on les exploite comme minerai de ce métal; elles sont aussi ordinairement mélangées avec d'autres substances métalliques étrangères à leur composition normale.

334. La **marcassite** (*pyrite jaune, schwefelkies*) ne se décompose pas à l'air; elle cristallise en cubes lisses ou striés sur les faces suivant trois directions différentes, en octaèdres, en dodécaèdre pentagonal, en icosaèdres, tantôt simples, tantôt modifiés; elle forme aussi des dendrites, des mamelons, des stalactites, des masses, des fragments et des pseudomorphoses qui sont souvent modelées en ammonites; elle présente des textures fibreuse, radiée et compacte. Elle pèse de 4.6 à 5.0, étincelle sous le choc du briquet. Sa couleur est le jaune d'or à éclat métallique. Elle est très-répandue dans la nature, mais ne paraît pas former des dépôts considérables. On l'emploie pour fabriquer de la couperose après avoir aidé sa décomposition par le grillage, on s'en sert aussi pour obtenir du soufre; on l'a quelquefois emplovée dans la joaillerie, et l'on trouve dans les tombeaux des anciens Péruviens des plaques polies de marcassite, que l'on suppose avoir servi de miroir, d'où on l'appelle *miroir* des *Incas*.

334. La **sperkise** ou *pyrite blanche* se décompose facilement à l'air, cristallise en prismes rhomboïdaux de 106° 2' simples ou à sommets dièdres, ou en octaèdres surbaissés à base rectangle ou à base rhombe; quelquefois maclés; elle forme aussi des dendrites superficielles ou groupées, des crêtes (*pyrite lancéolée, kammkies*), des mamelons, des stalactites, des masses, des grains et des pseudomorphoses modelées en coquilles et en bois; sa texture est fibreuse, radiée,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

compacte ou grenue. Elle pèse 4.84, étincelle sous le choc du briquet. Sa couleur est d'un blanc passant au jaune verdâtre et au jaune de bronze, son éclat est métallique. Elle est très-commune dans la nature. Sa décomposition spontanée, lorsqu'elle est exposée à l'air, la rend très-propre à la fabrication de la couperose; aussi emploie-t-on à cet usage celle qui est extraite par l'exploitation des autres minerais et l'exploite-t-on même pour cette destination.

La **leberkise** ou *pyrite magnétique* cristallise en prismes hexagones, quelquefois modifiés sur les arêtes avec des faces annulaires ou terminés par des pyramides; elle forme aussi des masses et des fragments à texture lamellaire, compacte ou grenue. Elle pèse 4.62, a l'éclat métallique, une couleur jaune de bronze tirant sur le brunâtre et le rougeâtre, elle est attirable et jouit quelquefois de la polarité magnétique.

335. Le **mispickel** est fusible au chalumeau en dégageant une forte odeur d'ail et laissant un globule attirable à l'aimant. Il cristallise en prismes rhomboïdaux de 111° 12' à sommets dièdres modifiés de diverses manières; il prend aussi la forme de baguettes et de filaments groupés ensemble, ainsi que de fragments à texture compacte. Il pèse 6.127, étincelle sous le choc du briquet. Son éclat est métallique. Sa couleur est le blanc d'argent ou le blanc jaunâtre. Il se trouve dans les filons métallifères, principalement dans ceux d'étain, plus rarement dans ceux d'argent et de plomb. On l'exploite quelquefois pour en retirer l'arsenic.

336. L'**aimant** (*fer oxydulé, magneteisenstein*) est très-difficilement fusible au chalumeau et ne change pas au feu de réduction. Il cristallise en octaèdres plus ou moins modifiés ou en dodécaèdres rhomboïdaux; il forme aussi des masses et des fragments à texture laminaire, grenue et compacte, ainsi que des nids terreux. Il pèse de 4.74 à 5.09; il a l'éclat métallique, sa couleur est noire ainsi que sa poussière. Il est très-attirable au barreau aimanté et jouit ordinairement de la polarité magnétique. Il est exploité comme minerai de fer, et le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

métal que l'on en retire est un des plus estimés dans les arts. La Suède en renferme des mines extrêmement riches.

337. L'**oligiste** est infusible au chalumeau au feu d'oxydation, décomposé et fondant difficilement en globules non magnétiques au feu de réduction. Il cristallise en rhomboèdres de 86° 10' simples ou modifiés, quelquefois tronqués très-profondément au sommet et ne présentant alors que des lames en prismes hexagones réguliers et en doubles pyramides que l'on ne connaît que tronquées au sommet, d'autres fois déformées en lentilles; il présente également des octaèdres que l'on suppose être des épigénies de cristaux d'aimant et des cristaux pseudomorphiques qui ont pris des formes appartenant à du calcaire, quelquefois à du quarz. Il forme aussi des mamelons, des stalactites, des masses et des fragments à texture laminaire, lamellaire, fibreuse, compacte, grenue, feuilletée, oolithique, terreuse, etc. Il pèse de 5.24 à 5.50, ses cristaux rayent l'apatite; il est quelquefois attirable par le barreau aimanté.

L'*oligiste spéculaire* (*eisenglanz*, *fer micacé*) a l'éclat métallique; sa couleur est d'un gris de fer passant quelquefois au noir et au brun, d'autres fois irisé; sa poussière prend une teinte d'un brun rougeâtre. Ce minerai est très-recherché et donne du fer de très-bonne qualité. Parmi ses mines, l'une des plus célèbres est celle de l'île d'Elbe.

L'*oligiste rouge* (*hématite rouge*, *eisenrahm*) est d'un rouge passant au brun rougeâtre et au violet. Son aspect est ordinairement terne, quelquefois luisant; il cristallise rarement, mais présente fréquemment les textures fibreuse, compacte, grenue, feuilletée et terreuse, souvent tachante et même écrivante. Sans former d'aussi grandes masses que l'oligiste spéculaire, il est plus répandu dans la nature. Les variétés dures, qui sont ordinairement les plus brunes, donnent de très-bons fers, mais les variétés friables donnent ordinairement du fer cassant. Les variétés terreuses sont employées pour polir les pierres et les métaux ainsi que pour servir de couleurs. Les variétés fibreuses et stalactitiques, qui sont très-cohérentes, sont employées pour faire des brunissoirs ou ferrats.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

338. La **limonite** (*hématite brune, brauneisenstein, bohnerz, morasterz, wiesenerz, etc.*) donne, par la calcination, un résidu de couleur rouge. Elle est quelquefois cristallisée en petits prismes obliques rhomboïdaux; elle se présente aussi en cubes, en octaèdres et autres cristaux qui sont des épigénies de marcassite et de sperkise ou des pseudomorphoses d'autres substances. Elle offre fréquemment des formes aciculaires stalactitiques, mamelonnées, massives, fragmentaires et organiques. Sa texture est fibreuse, radiée, feuilletée, compacte, grenue, celluleuse, oolithique, ou terreuse. Elle pèse de 3.37 à 3.94. Son aspect est souvent terne, d'autres fois luisant; sa couleur brune ou jaune, quelquefois noire, rarement irisée; sa poussière toujours jaunâtre, ce qui sert à la distinguer de l'oligiste.

Elle est très-abondante dans la nature et recherchée pour l'extraction du fer; mais, comme elle est ordinairement mélangée de matières étrangères qui sont quelquefois très-nuisibles à la qualité du fer, ses produits sont de qualités moins généralement bonnes que ceux de l'aimant.

339. La **nigrine** ou *fer titané* a une composition très-variable; elle cristallise en octaèdres réguliers; on l'a aussi indiquée sous la forme de prismes rectangulaires, de prismes carrés et de rhomboèdres aigus, mais on n'est pas certain que ces cristaux lui appartiennent réellement; elle forme aussi des fragments et se présente souvent en dépôts arénacés. Elle pèse de 3.26 à 4.89, raye légèrement le verre. Sa couleur est noire, son éclat brillant dans la cassure; elle est attirable à l'aimant. Elle est quelquefois assez abondante pour être exploitée comme minerai de fer.

340. Le **wolfram** est fusible au chalumeau en globule noir, à surface cristalline; il donne avec le borax un verre jaune et avec le phosphate ammonico-sodique un verre d'un rouge sombre au feu de réduction. Il cristallise en prismes rectangulaires et rhomboïdaux modifiés sur les arêtes et sur les angles, ou déformés et groupés en faisceaux de baguettes, clivables parallèlement aux faces et aux diagonales d'un prisme oblique rhomboïdal de 101° et 110° 46'; il présente aussi des masses

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et des fragments à texture laminaire et lamellaire. Il pèse 7.3, raye la fluorine. C'est du wolfram que l'on retire l'acide schéelique dont on se sert dans les laboratoires.

341. Le **sidérochrome** (*eisenchrom*) est infusible au chalumeau, mais y devient attirable à l'aimant; il cristallise en très-petits octaèdres; il forme aussi des rognons et des nids à texture lamellaire, grenue, compacte et arénacée. Il pèse 4.498, raye le verre, est rayé par le feldspath. Il a l'éclat métallique et la couleur noire. On s'en sert pour préparer le jaune et le vert de chrome que l'on emploie pour peindre sur la porcelaine.

342. Les **phosphates de fer** sont assez répandus dans la nature, mais s'y trouvent en très-petite quantité; ils nuisent beaucoup à la qualité des minerais de fer dans lesquels ils sont mélangés et forment rarement des espèces minérales bien caractérisées.

La *terre bleue* forme des enduits ou de petits nids qui se trouvent assez fréquemment dans les lieux où il y a eu des matières organiques en décomposition.

343. Les **silicates de fer** sont ordinairement combinés avec d'autres matières et ont, en général, les propriétés des silicates non métalliques avec lesquels ils s'unissent intimement; aussi, pour ne pas rompre quelques-uns de ces rapports, avons-nous, ainsi qu'il a déjà été dit, laissé quelques-unes de ces combinaisons dans la classe des kouphylites.

344. La **chlorite**, telle que nous l'entendons, se compose de diverses matières que l'on désigne tant par cette dénomination que celles de *terres vertes*, de *glauconie*, etc., et dont la composition est très-variable. On peut cependant considérer le silicate ferreux et l'eau comme éléments essentiels de toutes ces substances; qui contiennent en outre ordinairement de l'alumine et de la magnésie, mais où ces deux corps manquent quelquefois. On y trouve aussi de la chaux, de la potasse, de la soude qui, sans doute, sont substituées à l'oxyde ferreux de même que la magnésie. Ces substances sont fusibles ou infusibles, plus ou moins attaquables par les acides. Elles forment des couches, des filons, des amas, des rognons,



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des nids, des grains. Leur texture est souvent terreuse, quelquefois lamellaire, schistoïde, grenue ou compacte. Elles sont communément friables ou meubles, douces au toucher, et leur couleur présente diverses nuances de vert passant quelquefois au noir. La variété nommée *chlorite écailleuse* se compose d'un assemblage de petites lames souvent meuble, quelquefois cohérent. Celle nommée *terre de Vérone* ou *baldogée* est employée en peinture.

345. La seule des combinaisons du fer avec la silice qui soit réellement exploitée comme minerai de fer est la **chamoisite**, substance qui forme de petites couches à texture compacte ou oolithique, qui pèse de 3 à 3.4, qui est rayée par une pointe d'acier, dont la couleur est le gris verdâtre et qui est attirable à l'aimant. Le fer que l'on en retire est de bonne qualité.

346. Le **sidérose** est presque toujours plus ou moins mélangé de calcaire, de giobertite et de diallogite, substances avec lesquelles il a beaucoup de rapports. Il ne tombe pas en poussière au feu, donne par la calcination une matière noire ou rouge, fusible en globules attirables à l'aimant, soluble dans les acides, lentement à froid et sans effervescence sensible, avec une vive effervescence à chaud. Il cristallise le plus souvent en rhomboèdres de 107°, rarement en rhomboèdres aigus, quelquefois en prismes hexaèdres, d'autres fois en rhomboèdres déformés, en lentilles, en crêtes, clivables en rhomboèdres semblables à celui indiqué ci-dessus ; il forme aussi des mamelons (*sphérosidérite*), des rognons, des fragments et des pseudomorphoses organiques. Sa texture est laminaire, lamellaire, compacte, grenue, oolithique et terreuse. Il pèse de 3 à 3.8, raye le calcaire, est rayé par l'arragonite. Sa couleur est le blanc jaunâtre, le jaune plus ou moins foncé, le rougeâtre, le brunâtre. Le sidérose est employé comme minerai de fer ; ses variétés cristallines sont très-faciles à traiter et donnent immédiatement du fer malléable d'où on les appelle *mines d'acier*. Les variétés massives ne donnent pas, en général, du fer de très-bonne qualité.

347. La **couperose** ne se présente dans la nature qu'en

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

aiguilles, en petites veines ou en concrétions d'un vert clair et à éclat vitreux. Celle qu'on emploie dans les arts est fabriquée, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, par la décomposition des pyrites.

### 19e *Famille.* — MANGANIDES.

348. Substances donnant, par la fusion avec le borax, un verre violet au feu d'oxydation et incolore au feu de réduction, s'il est refroidi promptement.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. Manganides sulfurés... | 1 | + Alabandine, $\dot{Mn}\,\dot{S}$. |
| 2 — — oxydés..... | 2 | + Hausmannite, $\dot{Mn}\,\ddot{Mn}$. |
| | 2 | + Braunite, $\ddot{Mn}$. |
| | 3 | + Pyrolusite, $\dot{Mn}$. |
| | | Psilomélane $(\dot{Ba}, \dot{K})\,\ddot{Mn}$. |
| 3 — — hydratés..... | 3 | + Acerdèse, $\ddot{Mn}\,\dot{H}$. |
| | | Groroïlite, $\dot{Mn}\,\dot{H}$. |
| | | Siegénite, $\ddot{Mn}\,\dot{H}$. |
| 4 — — phosphatés..... | 3 | + Tripplite, $(\dot{Mn}\,\dot{Fe})^4\,\ddot{P}$. |
| | 5 | + Triphylline, $(\dot{Mn}, \dot{Fe}, \dot{Li})\,\ddot{P}$. |
| 5 — — phosphato-hydratés.... | 5 | + Hétéposite, $3(\dot{Mn},\dot{Fe})^3\ddot{P}^2 + 5\dot{H}$. |
| | 5 | + Hureaulite, $(\dot{Mn}, \dot{Fe})^5\ddot{P}^2 + 8\,\dot{H}$. |
| 6 — — silicatés..... | | ? Allagite, $\dot{Mn}^9\,\ddot{Si}^6$. |
| | | ? Knebelite, $(\dot{Mn},\dot{Fe})^3\,\ddot{Si}$. |
| | | ? Dissnite $(\dot{Mn},\dot{Fe})^4\,\ddot{Si}$. |
| | 5 | + Rhodonite, $\dot{Mn}^3\,\ddot{Si}^2$. |
| | | ? Bustamite, $(\dot{Mn},\dot{Ca})^3\,\ddot{Si}^2$. |
| | 1 | + Helvine, $\dot{Mn}, \dot{Fe}, \dot{G}, \ddot{F}, \ddot{A}l, \ddot{Si}$. |
| 7 — — silicato-hydratés..... | | Opsimose, $\dot{Mn}^3\,\ddot{Si} + 3\dot{H}$. |
| | | Carpholite, $\dot{Mn}^3\,\ddot{Si} + 3\,\ddot{A}l\,\ddot{Si} + 6\dot{H}$. |
| 8 — — carbonatés..... | 4 | + Diallogite, $\dot{Mn}\,\ddot{C}$. |

Le manganèse se trouve encore, soit par mélange, soit par substitution, dans un grand nombre d'autres substances; c'est après le fer le principe colorant le plus répandu dans le règne minéral.

349. Les **oxydes de manganèse** donnent plus ou moins de chlore par l'action de l'acide chlorhydrique; ils produisent, par la fusion avec le carbonate sodique, une fritte verte so-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

luble dans l'eau, colorant celle-ci en vert et laissant ensuite précipiter l'oxyde brun. Ils sont infusibles au chalumeau.

350. La **pyrolusite** devient d'un beau rouge à un bon feu de réduction; elle produit une vive effervescence lorsqu'on la fond avec le verre de borax par suite de l'oxygène qui se dégage. Elle cristallise en prisme à huit pans terminé par des sommets dièdres mal conformés, quelquefois déformés et groupés en faisceaux de baguettes, clivables parallèlement aux pans d'un prisme rhomboïdal droit de 93° 40'; elle forme aussi des mamelons, des masses et des fragments à texture fibreuse, radiée, compacte, grenue et terreuse. Elle pèse de 4.82 à 4.94, raye le calcaire, a l'éclat métallique; sa couleur est d'un gris d'acier ou gris de fer, sa poussière est noire. C'est le minerai de manganèse le plus abondant et le plus utile; elle sert pour la préparation du chlore que l'on emploie dans les fabriques de toiles peintes et dans les blanchisseries; on en fait aussi usage dans les verreries pour purifier le verre blanc de quelques matières colorantes qui sont détruites par l'oxygène que la chaleur dégage de la pyrolusite, d'où on l'appelle *savon des verriers*. C'est aussi de cette substance que l'on extrait l'oxygène dont on se sert dans les laboratoires. Elle est souvent mélangée d'autres minerais de manganèse, ce qui la rend moins propre à ces divers usages.

351. L'**acerdèse** (*manganite*) est aussi très-commune et accompagne souvent la pyrolusite. Elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux de 99° 40', modifiés de différentes manières sur les arêtes latérales et au sommet, quelquefois déformés en cylindres isolés ou réunis en faisceaux, clivables parallèlement aux pans et aux diagonales du prisme primitif; elle forme aussi des aiguilles, des dendrites, des mamelons, des stalactites, des masses et des fragments à texture laminaire, fibreuse, globuleuse, lamellaire, grenue et terreuse; elle pèse 4.312, raye la fluorine. Elle a un éclat plus ou moins métallique, une couleur noire brunâtre ou noire grisâtre, une poussière brune. Elle est employée aux mêmes usages que la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pyrolusite, mais elle y est moins propre parce qu'elle contient moins d'oxygène.

La **siegénite** et la **psilomélane** sont aussi exploitées pour les mêmes usages ; la première l'est notamment à Siegen dans la Vétéravie, la seconde dans plusieurs mines de France, entre autres à Périgueux et à la Romanèche.

352. Le **rhodonite** est fusible en émail rose au feu de réduction et en globule noir au feu d'oxydation. Il forme des fragments et des masses à texture laminaire avec des indices de clivages inclinés entre eux de 87° 5', quelquefois lamellaire, plus souvent grenue et compacte. Il pèse de 3.6 à 3.9, raye le verre, donne des étincelles sous le choc du briquet, est de couleur rose ou rose violâtre. La variété compacte venant des environs d'Ékatherinbourg est travaillée pour faire des boîtes, des coffrets et d'autres objets d'ornements.

## 20e *Famille.* — CÉRIDES.

353. Substances donnant par la fusion avec le borax un verre qui, au feu d'oxydation, est orangé ou rouge à chaud, jaunâtre à froid et qui est incolore au feu de réduction; attaquables en partie par les acides, solution donnant un précipité qui devient brun par la calcination.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. Cérides fluorurés. . . . . | | Flucérine, $\dot{C}e\,F^3$. |
| 2 — — fluo-hydratés . . . . . | | Basicérine, $\dot{C}e\,Fe^5 + \dot{G}^2O^3H^2O^3$. |
| 3 — — silicatés. . . . . | ? | Cérine, $(\dot{C}e,\dot{F}e,\dot{C}u)^9\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i$. |
| | 3 † | Ællanite, $(\dot{C}e,\dot{F}e,\dot{C}a)^9\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i$. |
| | ? | Orthite, $(\dot{C}e,\dot{F}e,\dot{M}n,\dot{C}a,\dot{Y})^9\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i$. |
| | ? | Tchefkinite, $\dot{C}e,\dot{F}e,\ddot{S}i$. |
| 4 — — silicato-hydratés. . . . . | ? | Pyrorthite, $(\dot{C}e,\dot{F}e,\dot{M}n,\dot{Y},\dot{C}a),\ddot{A}l,\ddot{S}i,\dot{H}$. |
| | ? | Cérite, $\dot{C}e^3\ddot{S}i + 3\dot{H}$. |
| 5 — — phosphatés. . . . . | 5 † | Monazite, $(\dot{C}e,La,\dot{T}h)\ddot{P}$. |
| 6 — — carbonato-hydratés. . . . | | Carbocérine, $\dot{C}e^2\ddot{C} + 2\dot{H}$. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le cérium est un corps fort rare qui n'a encore été trouvé que combiné avec beaucoup d'autres éléments dans des substances dont la composition est fort variable. Outre celles indiquées ci-dessus et celles qui vont être mentionnées dans la famille des titanides, le cérium se trouve, soit par substitution, soit accidentellement, dans quelques autres minéraux rares, notamment dans la gadolinite, qui est principalement composée de silicate d'yttria et qui est isomorphe avec les silicates portés au tableau ci-dessus, lesquels sont fort peu connus.

### II^e ORDRE.

Familles dont le corps dénominateur est un métal proprement dit ordinairement électro-négatif.

### 1^re *Famille.* — TANTALIDES.

354. Substances donnant, par la fusion avec le carbonate sodique, un sel soluble dans l'eau dont la solution précipite, par l'addition de l'acide nitrique, une poudre blanche qui ne donne aucune couleur au verre de borax ou de phosphate ammonico-sodique.

Genre unique. Tantalides tantalatés. { Yttrotantale, $\dot{Y}^2\ddot{T}a$. / Pyrochlore, $2\dot{C}a^4\ddot{T}a^5 + NaF^2$.

Le tantale est aussi un métal très-rare qui ne se trouve que dans quelques minéraux de composition très-variable, où il est à l'état d'acide tantalique combiné avec diverses bases. Nous avons déjà indiqué trois de ces substances à l'article des uranides et des ferrides, de sorte que, d'après nos principes de classification, nous n'avons que deux espèces à inscrire dans cette famille.

### 2^e *Famille.* — TITANIDES.

355. Substances donnant par la fusion avec le carbonate sodique un sel insoluble dans l'eau, mais attaquable par l'acide

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

chlorhydrique, dont la solution, étendue d'eau, devient bleue par l'action d'un barreau de zinc, et donne, par l'ébullition ou par les alcalis, un précipité qui, traité au feu de réduction avec le phosphate ammonico-sodique, donne un verre bleu-violâtre qui devient plus ou moins opaque par le refroidissement.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. Titanides oxydés .... | 2 | + Anatase, $\dot{T}i$. |
| | 2 | + Rutile, $\dot{T}i$. |
| | 3 | + Brookite, $\ddot{T}i$. |
| | | Pérovskite, $\dot{C}a$, $\ddot{T}i$. |
| 2 — — titanatés..... | 3 | + Polygminite, $6(\dot{Y}, \dot{C}e, \dot{C}a, Mn)\ddot{T}i + \ddot{Z}i\ddot{T}i^3$. |
| | 3 | + Æschinite, $(\dot{C}e, \dot{C}a), (\ddot{Z}r, \ddot{A}l)\ddot{T}i$. |
| 3 — — silicato-titanatés..... | 5 | + Sphène, $\dot{C}a\ddot{T}i^3 + \dot{C}a\ddot{S}i^2$. |

Nous avons aussi indiqué, dans le tableau des ferrides (331), deux autres espèces de titanates.

356. Le *rutile* (*schorl rouge*) cristallise en prismes le plus souvent octogones, plus rarement carrés avec les traces de l'octogone, communément à sommets tétraèdres, quelquefois groupés au nombre de deux, de trois et bout à bout par des pans obliques à l'axe ; souvent déformés en cylindres et en aiguilles qui sont engagées dans d'autres matières, principalement dans le quarz, et qui sont quelquefois entrelacées comme un réseau ; clivables parallèlement aux pans d'un prisme à base carrée. Il forme aussi des fragments à texture laminaire et paraissant quelquefois pulvérulents à cause de la finesse des aiguilles réticulées. Il pèse 4.25, raye fortement le verre, est de couleur rougeâtre, brune ou jaune. On s'en sert pour extraire le titane que l'on emploie dans les laboratoires et pour faire des couleurs pour peindre sur la porcelaine.

### 3e *Famille.* — TELLURIDES.

357. Substances donnant un sublimé gris dans le tube fermé et répandant par le grillage, dans le tube ouvert, une fumée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

blanche piquante, sans odeur, qui se dépose à la partie froide du tube sous la forme d'une poudre blanche, susceptible de se fondre en gouttelettes limpides lorsqu'on la chauffe.

Genre unique. Tellurides simples. 4 † Tellure, Te.

Le tellure est aussi un corps peu répandu dans la nature, qui ne se trouve que dans un petit nombre de gîtes métallifères, où il est ordinairement combiné avec d'autres métaux ainsi que nous l'avons déjà indiqué aux articles des argentides, des bismuthides et des plombides.

Toutes ces substances, dont plusieurs sont des tellurisels, ont beaucoup de ressemblance entre elles et forment un groupe très-naturel, car non-seulement le tellure donne à tous les corps qui se combinent avec lui beaucoup de caractères communs, mais en outre toutes ces combinaisons ont une grande tendance à se mélanger ou à se substituer, de sorte que la plupart des espèces passent de l'une à l'autre.

358. Le **tellure**, que l'on considère comme simple ou *tellure natif*, est toujours mélangé d'une petite quantité d'autres matières, notamment de fer, d'or, etc.; il est très-fusible au chalumeau, presque entièrement volatil par le grillage, attaquable par les acides. Il cristallise, mais rarement, en petits prismes hexagones le plus souvent élargis dans un sens et terminés par des facettes annulaires. Il forme ordinairement des fragments lamellaires et grenus; il pèse 6.115 lorsqu'il est réduit à l'état de pureté, mais, dans l'état naturel, il varie de 2.72 à 6.53, par suite des mélanges. Il raye le calcaire, est fragile, a l'éclat métallique, est d'un blanc d'étain ou d'un gris d'acier.

### 4e *Famille.* — ANTIMONIDES.

359. Substances offrant immédiatement ou donnant par la calcination ou par l'acide nitrique, et avec dégagement de gaz oxyde nitrique, une matière blanche, volatile par la chaleur (tantôt au feu d'oxydation, tantôt au feu de réduction), atta-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quable par l'acide chlorhydrique, dont elle précipite en blanc par l'eau et en jaune par les sulfhydrates.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. Antimonides simples. | 4 | † Antimoine, Sb. |
| 2 — — arséniurés..... | | ? Arséniure d'antimoine, Sb, As. |
| 3 — — sulfurés..... | 3 | † Stibine, $Sb^2 S^3$. |
| 4 — — sulfoxydés..... | | ? Kermès, $2Sb^2 S^3 + \ddot{S}b$. |
| 5 — — oxydés..... | 3 | † Exitèle, $\ddot{S}b$. |
| 6 — — hydratés..... | | ? Stibiconise, $\ddot{S}b, \dot{H}$. |

L'antimoine entre encore dans beaucoup d'autres combinaisons naturelles que nous avons indiquées dans les tableaux des argentides, des cuprides, des plombides et des nickélides.

360. **L'antimoine**, considéré comme pur, est très-rare dans la nature; il donne sur le charbon, ou dans le tube ouvert, une fumée blanche, sans odeur d'ail, qui se dépose sur les parties froides, d'où on peut les volatiliser par la chaleur. Il forme de petits fragments clivables en rhomboèdres obtus de 117° 15′. Il pèse 6.712, a l'éclat métallique, et sa couleur est d'un blanc d'argent.

361. La **stibine** (*antimonglanz*) est aussi très-facilement fusible, elle se volatilise entièrement, se transforme en matière jaune par la potasse caustique humectée, cristallise en prismes rhomboïdaux de 90° 45′, terminés par des sommets à quatre faces, quelquefois modifiés, d'autres fois déformés en cylindres, en aiguilles ou en filaments, groupés de diverses manières, susceptibles de clivages très-nets parallèlement au plan des petites diagonales des bases du prisme; elle forme aussi des fragments et même des masses. Elle présente les textures laminaire, lamellaire, fibreuse à fibres droites, contournées ou tressées, quelquefois grenue ou compacte. Elle pèse de 4.3 à 4.6, est fragile, tache le papier en noir, a l'éclat métallique; sa couleur est d'un gris de plomb.

On exploite la stibine pour en retirer l'antimoine, que l'on emploie à faire quelques alliages, notamment celui des caractères d'imprimerie, et qui sert, dans les pharmacies, à la préparation du kermès, de l'émétique, etc. On fait aussi entrer la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

stibine dans la composition des crayons communs dits de mine de plomb.

### 5e *Famille.* — SCHÉELIDES.

362. Substances donnant, par la fusion avec le carbonate sodique, un sel soluble dans l'eau dont la solution précipite, par l'addition de l'acide nitrique, une poudre qui devient jaune par l'ébullition de la liqueur, qui bleuit lorsqu'on la dépose sur une lame de zinc et qui donne au feu de réduction un verre brun avec le borax et un verre bleu avec le phosphate ammonico-sodique.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. | Schéelides oxydés. | Acide schéelique $W O^3$. |
| 2e. — | — schéelatés calciques. | 2 † Schéelite $\dot{C}a W O^3$. |

Le schéelin à l'état d'acide entre encore dans la composition de deux autres substances que nous avons indiquées dans les tableaux des ferrides et des plombides.

363. **L'acide schéelique** ou *acide tungstique* ne forme que des enduits à la surface ou dans le voisinage du wolfram et de la **schéelite** (*schéelin calcaire, tungstate de chaux*). Celle-ci cristallise en octaèdres à bases carrées plus ou moins surbaissés, simples ou modifiés; elle forme aussi des fragments ordinairement susceptibles de se cliver en octaèdres à bases carrées. Elle pèse 6.076, raye la fluorine, est rayée par le verre; son éclat est vitreux, sa couleur blanche, accidentellement jaunâtre.

### 6e *Famille.* — VANADIDES.

364. Le vanadium est un métal très-rare qui n'a encore été observé que dans un très-petit nombre de substances, savoir : dans les minerais de fer de Jaberg, en Suède, mais on ne sait pas comment ni dans quel état il s'y trouve; dans les vanadates de plomb et de cuivre indiqués aux tableaux des plombides et des cuprides; et enfin dans quelques substances qui ne sont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pas encore bien déterminées et qui forment de petits mamelons sur la calamine dans la mine Wandoeheade, en Écosse.

### 7e *Famille.* — MOLYBDIDES.

365. Substances donnant, par la fusion avec le carbonate sodique, un sel soluble dans l'eau, dont la solution concentrée précipite, par l'addition de l'acide nitrique, une poudre qui reste blanche par l'ébullition, qui bleuit lorsqu'on la dépose sur le barreau de zinc, et qui forme un verre de couleur vert d'émeraude avec le phosphate ammonico-sodique au feu de réduction.

| | | |
|---|---|---|
| 1er | genre. Molybdides sulfurés. | 4† Molybdénite, Mo $S^3$. |
| 2e | — — oxydés. | Acide molybdique, Mo. |

Le molybdène à l'état d'acide entre encore dans la composition d'un autre minéral que nous avons indiqué dans le tableau des plombides.

366. La **molybdénite** (*molybdænglanz*) est infusible au chalumeau; elle cristallise, mais rarement, en petits prismes très-courts à base d'hexagones simples ou modifiés sur les arêtes des bases; elle forme ordinairement des fragments laminaires ou feuilletés, à feuillets droits ou courbes et quelquefois de petites lames ou paillettes disséminées dans d'autres substances. Elle pèse de 4.5 à 4.7; elle est tendre, flexible sans élasticité, douce au toucher, a l'éclat métallique; sa couleur est d'un gris de plomb.

### 8e *Famille.* — CHROMIDES.

367. Substances donnant par la fusion avec le carbonate sodique, qu'il faut quelquefois mélanger de salpêtre pour les oxyder, un sel soluble dans l'eau dont la solution précipite en rouge par le nitrate argentique, et en jaune par le nitrate plombique; donnant avec la soude, surtout en y ajoutant un peu de salpêtre, une fritte jaune au feu d'oxydation, verte au feu de réduction.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Genre unique. Chromides oxydés. Oxyde chromique, $Cr^2 O^3$.

Les principales espèces minérales contenant du chrome sont celles que nous avons indiquées dans les tableaux des ferrides et des plombides.

### 9e *Famille.* — ARSÉNIDES.

368. Substances dégageant une fumée blanche qui a l'odeur d'ail, soit par un simple grillage, soit par le traitement au feu avec un mélange de charbon, et dont la solution dans les acides est précipitée en brun par le nitrate argentique, en jaune par le sulfhydrate ammonique.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Arsénides simples. | 4 † | Arsenic, As. |
| 2 — — | sulfurés..... | 5 † | Réalgar, As S |
| | | 3 † | Orpiment, $As^2 S^3$. |
| 3 — — | oxydés..... .... | 1 † | Acide arsénieux, $\ddot{A}s$. |
| 4 — — | arséniato-hydratés calciques ..... | 3 † | *Turnérite*, $\dot{C}a^2 \ddot{A}s + 3\dot{H}$. |
| | | 5 † | Pharmacolite, $\dot{C}a^2 \ddot{A}s + 6\dot{H}$. |
| | | | Arsénicite, $\dot{C}a^5 \ddot{A}s^2 + 15\dot{H}$. |

L'arsenic entre encore comme élément essentiel dans la composition de plusieurs autres minéraux que nous avons indiqués dans les tableaux des antimonides, des ferrides, des cobaltides, des nickélides, des plombides, des bismuthides, des cuprides et des argentides, et il se trouve à l'état de mélange accidentel dans plusieurs autres métallites.

369. L'**arsenic** considéré comme simple est fréquemment mélangé d'antimoine, de cobalt et d'argent; il est presque entièrement volatil sans s'altérer si on le chauffe dans un tube fermé et se transforme en oxyde à l'air; il forme des baguettes prismatiques rectangulaires simples ou réunies en faisceaux divergents, des mamelons à texture feuilletée ou globuleuse et des fragments irréguliers à texture grenue ou lamellaire. Il pèse 8.308 lorsqu'il est pur, et diminue jusqu'à 5.730 par suite des mélanges ou de la structure. Il est très-cassant, a l'éclat métallique, est d'un gris d'acier lorsque la cassure est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

fraîche, mais devient terne et noir par l'exposition à l'air

370. Les **arsenides sulfurés** brûlent par l'action du chalumeau ; ils se transforment, par celle de la potasse caustique humectée, en une matière d'un brun marron.

Le *réalgar* cristallise en prismes rhomboïdaux obliques de 113° 15′, ordinairement modifiés sur les arêtes et sur les angles, ou bien en prismes hexaèdres modifiés sur les arêtes et sur les angles, quelquefois déformés en baguettes groupées en faisceaux; il forme aussi des fragments à texture compacte. Il pèse 3.6, est tendre, a l'éclat vitreux et une couleur rouge. On l'emploie en peinture sous le nom d'*orpin rouge*.

L'*orpiment* (*rauschgelb*) cristallise, mais rarement, en prismes droits rhomboïdaux de 117° 49′, plus ou moins modifiés, très-facilement clivables parallèlement au plan des grandes diagonales des bases; il se présente aussi en fragments à texture laminaire, feuilletée, globuleuse, grenue, compacte, oolithique et terreuse. Il pèse 3.48, est tendre, a l'éclat nacré dans le sens des clivages, du moins lorsque la division est fraîche, sa couleur est le jaune d'or. On l'emploie en peinture sous le nom d'*orpin jaune*.

371. L'**acide arsénieux** est volatil dans le tube sans fusion préalable et sans résidu, légèrement soluble dans l'eau. Il cristallise, mais rarement, en octaèdres réguliers, simples ou modifiés, ou en espèces de tétraèdres dont les faces sont irrégulièrement élargies; il forme le plus souvent des fragments compactes ou des nids pulvérulents. Il pèse 3.71, est tendre et de couleur blanche. Il est très-rare dans la nature, et celui qui se trouve dans le commerce, où il se vend sous le nom d'*arsenic*, est formé dans les fabriques par la décomposition d'autres minerais, principalement du mispickel et de la smaltine; on s'en sert comme mordant dans l'art de la teinture, on l'emploie pour faire des couleurs, pour faire périr certains animaux nuisibles; on en fait aussi usage en pharmacie; enfin c'est un poison très-violent auquel le crime a malheureusement trop souvent recours.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 10e *Famille.* — SÉLÉNIDES.

372. Substances donnant l'odeur de raifort pourri par le grillage dans un tube ouvert et un sublimé rouge lorsqu'on les chauffe dans un tube fermé.

Le sélénium est très-rare dans la nature; il s'y trouve cependant comme principe électro-négatif essentiel de quelques minéraux que nous avons indiqués dans les tableaux des argentides, des cuprides, des plombides et des zincides. Il existe aussi, mais en petites quantités, dans d'autres substances, notamment dans le soufre et dans les sulfures métalliques de Fahlun, en Suède. On a aussi trouvé du *sulfure de sélénium* dans le cratère de Vulcano, aux îles Lipari, où il est mêlé avec du salmiak et forme des croûtes et des veines de couleur brune, mais cette substance n'a pas encore été convenablement étudiée.

## IIe CLASSE.

## KOUPHYLITES.

373. Minéraux composés de métalloïdes chimiques soit simples, soit combinés entre eux ou avec les métaux susceptibles de se transformer en terres et en alcalis.

Ces minéraux sont les plus abondants dans la nature; ils s'y présentent dans les états solides, liquides et gazeux; ils ont assez communément un certain degré de transparence ou de translucidité; leur éclat est souvent vitreux, presque jamais métallique.

### Ier ORDRE.

Familles dont le corps dénominateur se transforme en terre ou en alcali.

### 1re *Famille.* — POTASSIDES.

374. Le potassium n'est connu dans la nature que comme formant la base d'oxysels et de halosels que nous indiquerons

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans les tableaux des silicides, des carbonides, des chlorides, des sulfurides, des nitrides et des carbonides.

### 2e *Famille.* — SODIDES.

375. Le sodium, plus répandu dans la nature que le potassium, ne s'y trouve également que comme formant la base d'oxysels et de halosels que nous indiquerons dans les tableaux des silicides, des borides, des fluorides, des chlorides, des sulfurides, des nitrides, des hydrides et des carbonides; nous avons vu qu'il entrait aussi dans la composition de quelques ferrides.

### 3e *Famille.* — LITHIDES.

376. Le lithium est un corps fort rare qui n'a encore été trouvé qu'à l'état de base d'oxysels, dans des minéraux que nous rangeons dans les familles des manganides, des silicides et des phosphorides.

### 4e *Famille.* — BARIDES.

377. Le barium, quoique plus abondant que le lithium, n'existe non plus, du moins comme élément essentiel, que dans un petit nombre de minéraux, où il forme la base d'oxysels que nous rangeons dans les familles des manganides, des silicides, des sulfurides et des carbonides.

### 5e *Famille.* — STRONTIDES.

378. Le strontium, un peu plus rare que le barium, n'existe également, comme élément essentiel, que dans quelques oxysels que nous rangeons dans les familles des sulfurides et des carbonides.

### 6e *Famille.* — CALCIDES.

379. Le calcium est un des corps les plus abondants de la nature, mais, de même que ceux que nous venons d'indiquer

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans cet ordre, il ne s'y trouve, comme élément essentiel, qu'à l'état d'oxysels et de halosels que nous rangeons dans les familles des carbonides, des nitrides, des sulfurides, des phosphorides, des chlorides, des fluorides, des borides, des silicides, des arsenides, des schéelides, des titanides et des cérides.

### 7e *Famille.* — MAGNÉSIDES.

380. Le magnésium est un corps assez abondant dans la nature. Il y est généralement, ainsi que les autres bases des alcalis, à l'état d'élément d'oxysels et de halosels que nous plaçons dans les familles de aluminides, des silicides, des borides, des phosphorides, des sulfurides et des carbonides, de sorte qu'il ne reste qu'une espèce à mentionner ici.

Genre unique. Magnésides hydratés. Brucite, $\dot{M}g\,\dot{H}$.

381. La **brucite** donne, par la calcination avec le nitrate cobaltique, une matière couleur lilas. Elle est infusible, soluble sans effervescence dans l'acide sulfurique étendu d'eau. Elle forme des veines à texture laminaire, pèse 2.336, est rayée par le calcaire, douce au toucher, a l'éclat nacré et une couleur blanche. C'est une substance fort rare.

### 8e *Famille.* — ALUMINIDES.

382. Substances donnant une matière de couleur bleue lorsqu'on les soumet à un bon coup de feu après les avoir réduites en poudre et humectées d'une goutte de nitrate cobaltique.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. | Aluminides oxydés. . | 4 † | Corindon, $\ddot{A}l$ | Télésie. Adamantin. Eméri. |
| 2 — — | hydratés. . . . . | 6 † | Diaspore, $\ddot{A}l\,\dot{H}$. | |
| | | | Gibsite, $\ddot{A}l\,\dot{H}$. | |
| 3 — — | aluminatés magnésiques. | 1 † | Spinelle, $\dot{M}g\,\ddot{A}l$ | Rubis. Pléonaste. |
| 4 — — | aluminato-silicatés magnésiques | | Saphirine, $3\dot{M}g\,\ddot{A}l + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$. | |
| | aluminato-silicatés glucíques. | 3 † | Cymophane, $\dot{G}\,\ddot{A}l + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$. | |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

L'aluminium est un corps extrêmement répandu dans la nature, mais qui s'y trouve en général dans des combinaisons qui, d'après nos principes de classification, doivent être inscrites dans les familles des silicides, des phosphorides, des sulfurides, des carbonides, des ferrides, des zincides et des plombides.

383. Le **corindon** est, après le diamant, le plus dur de tous les corps connus; il est infusible au chalumeau, cristallise en rhomboèdres simples ou tronqués profondément au sommet, en prismes hexagones simples ou modifiés sur les arêtes des bases, en dodécaèdres à triangles isocèles; il présente aussi des cristaux déformés en cylindres ou en fuseaux et des fragments clivables en rhomboèdres de 90° 55'. Il pèse 3.97.

La *télésie* ou *corindon hyalin* est une des pierres les plus estimées par les joailliers, qui la désignent en général par la dénomination de *gemme orientale* et lui donnent divers noms selon sa couleur; ainsi ils l'appellent *saphir* quand elle est bleue, *rubis oriental* quand elle est rouge, *améthyste orientale* quand elle est violette, *émeraude orientale* quand elle est d'un beau vert, *péridot oriental* quand elle est d'un vert jaunâtre, *topaze orientale* quand elle est jaune, *saphir blanc* quand elle est limpide, etc. Son éclat est vitreux, quelquefois chatoyant, soit simplement, soit en montrant le phénomène de l'astérisme (252).

L'*émeri* ou *corindon granulaire* contient toujours un peu de fer; sa texture est grenue, quelquefois presque compacte; sa couleur d'un noirâtre passant au grisâtre, au bleuâtre et au rougeâtre : on s'en sert, après l'avoir réduit en poudre, pour polir les glaces et les métaux.

384. Le **spinelle** est infusible au chalumeau; sa solution acide, obtenue après le traitement par la potasse caustique, précipite de l'alumine par le sufhydrate ammonique, puis une matière blanche alcaline par l'addition de la soude en excès. Il cristallise en octaèdres réguliers simples ou modifiés sur les angles et les arêtes, en dodécaèdres rhomboïdaux simples ou modifiés sur les angles, souvent isolés, quelquefois enfer-



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

més dans des gangues, d'autres fois maclés. Il pèse de 3.617 à 3.760; il raye tous les corps à l'exception du diamant et du corindon par lesquels il est rayé.

Le *rubis* est de couleur rouge transparente ou translucide; il est très-recherché par les lapidaires, qui appellent *rubis spinelle* celui qui est d'un rouge vif, et *rubis balais* celui qui présente des teintes plus pâles et moins prononcées.

Le *pléonaste* est de couleur noire, bleue ou verte; il contient toujours un peu de fer, il est ordinairement moins dur que le rubis.

385. La **cymophane** est infusible au chalumeau, difficilement attaquable par la fusion avec la soude, insoluble dans les acides. Elle cristallise en prismes droits rectangulaires simples, modifiés par des prismes rhomboïdaux, et terminés par des sommets à deux, quatre et six faces; elle forme aussi des grains qui sont des cristaux arrondis par le frottement et en noyaux. Elle pèse de 3.59 à 3.75, raye facilement le verre, est rayée par le spinelle. Elle a l'éclat vitreux, quelquefois chatoyant, une couleur d'un vert jaunâtre. Les variétés transparentes sont employées dans la joaillerie sous le nom de *chrysolite orientale* et de *topaze orientale*.

### 9e *Famille.* — GLUCIDES.

386. Le *glucium* est un corps très-rare qui ne se trouve, du moins comme élément essentiel, que dans la phénakite, l'émeraude, l'eudialite, l'euclase et la cymophane que nous rangeons respectivement dans les familles des silicides et des aluminides. Il existe aussi dans quelques autres silicates, mais on l'y considère comme principe accidentel.

### 10e *Famille.* — YTTRIDES.

387. L'yttrium est aussi un corps très-rare qui n'a été trouvé, jusqu'à présent, que dans quelques minéraux peu connus de la Scandinavie, où il est combiné avec les acides siliciques, ti-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

taniques et tantaliques, et que pour cette raison nous rangeons dans les familles des silicides, des titanides et des tantalides.

### 11e *Famille.* — Zirconides.

388. Le zirconium est encore un corps très-rare; il n'a été observé jusqu'à présent, du moins comme élément essentiel, que dans deux silicates et dans deux titanates que nous rangeons dans les familles des silicides et des titanides.

### 12e *Famille.* — Thorides.

389. Le thorium est un corps excessivement rare qui n'a encore été rencontré, comme principe essentiel, que dans le minéral nommé thorite, où il est à l'état de silicate.

## IIe ORDRE.

Familles dont le corps dénominateur est un métalloïde chimique.

### 1re *Famille.* — Silicides.

390. Substances donnant du fluoride silicique gazeux, lorsque, après les avoir mêlées avec du fluorure calcique, on les chauffe dans un tube métallique avec de l'acide sulfurique concentré. Quelques-unes sont attaquées par les acides et donnent souvent immédiatement une matière gélatineuse qui n'est qu'un précipité de silice. La plupart ne peuvent être attaquées que par la fusion avec les alcalis caustiques qui les transforment en matières attaquables par les acides, souvent susceptibles de donner immédiatement un dépôt gélatineux, ou une solution qui laisse précipiter de la silice, soit immédiatement, soit après la concentration. Les silicides ont communément l'éclat vitreux et présentent une grande variété de couleurs, lesquelles sont dues généralement à des principes métalliques accidentels; ils forment une famille très-impor-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tante, tant par le grand nombre de leurs espèces que par leur abondance dans la nature et que nous divisons en 9 genres de la manière suivante.

| | | |
|---|---|---|
| 1er genre. | Silicides oxydés, | Voir, pour les subdivisions inférieures, les tableaux ci-après de chaque genre. |
| 2 | — — Hydratés, | |
| 3 | — — Silicatés, | |
| 4 | — — Silicato-hydratés, | |
| 5 | — — Silicato-chlorurés, | |
| 6 | — — Silicato-fluorurés, | |
| 7 | — — Silicato sulfatés, | |
| 8 | — — Silicato-boratés, | |
| 9 | — — Silicato-borato-hydratés. | |

Outre les espèces qui se rangent dans les genres ci-dessus, le silicium forme encore un élément essentiel de plusieurs substances que nous rangeons dans les familles des aluminides, des titanides, des cérides, des manganides, des ferrides, des zincides et des cuprides.

### 1er *Genre.* — SILICIDES OXYDÉS.

391. Substances infusibles, inattaquables par les acides, fusibles avec les alcalis caustiques; solution subséquente ne précipitant rien ou presque rien lorsque la matière est minéralogiquement pure.

| | | |
|---|---|---|
| Espèce unique..... | Quarz, Si. | Quarz proprement dit.<br>Agate.<br>Silex.<br>Jaspe. |

392. Le **quarz** *proprement dit* ou *quarz hyalin* cristallise en prismes hexagones réguliers terminés par des pyramides, en dodécaèdres bi-pyramidaux à faces triangulaires isocèles, en cristaux déformés, soit par l'élargissement de certaines faces par rapport aux autres, soit par des stries transversales; en cristaux groupés, soit régulièrement, soit irrégulièrement en faisceaux de baguettes, etc. Tous ces cristaux peuvent être considérés comme dérivés d'un rhomboèdre de 94° 15'. Il présente aussi des cristaux pseudomorphiques dont les formes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

appartiennent au calcaire, au gypse, à l'oligiste, à la fluorine, ainsi que des tuyaux, des rameaux, des couches, des amas, des filons et des fragments de diverses sortes; il offre les textures laminaire (très-rarement), fibreuse, radiée, cloisonnée, stratoïde, schistoïde, compacte, saccharoïde, grenue, tubulée, bulleuse, cariée, grésiforme, poudingiforme, bréchiforme, caillouteuse, graveleuse, arénacée. Sa cassure est souvent droite, d'autres fois conchoïde, quelquefois conique. Il pèse 2.654, raye fortement le verre. Présente tous les degrés de transparence. Son aspect est ordinairement vitreux, quelquefois gras, d'autres fois terne. Il est limpide lorsqu'il est pur et cristallisé, mais il est souvent coloré de toutes sortes de nuances, telles que rose, rouge, jaune, vert, bleu, violet, brun, noir, gris, etc.

Quelques variétés de quarz reçoivent des noms particuliers qui se rattachent soit à l'une ou à l'autre de leurs propriétés, soit au mélange de quelques matières étrangères, et sans parler ici de celles qui figureront au chapitre des roches nous citerons :

Le *cristal de roche*, qui est un quarz limpide à texture compacte;

L'*œil-de-chat*, qui est un quarz chatoyant;

L'*aventurine*, qui est un quarz brun roussâtre, translucide, laissant voir comme une multitude de petites paillettes brillantes, phénomène qui est dû à de petites lames de quarz plus brillantes que la partie principale;

L'*améthyste*, qui est un quarz transparent, coloré en violet, couleur souvent disposée par bandes et paraissant due à des oxydes de fer et de manganèse;

La *prase*, qui est un quarz vert sombre ou olivâtre, couleur attribuée à un mélange d'amphibole.

Le quarz *rubigineux* (*eisenkiesel*) est coloré en jaune d'ocre par de l'hydrate de fer; il est opaque et forme souvent de petits cristaux prismés.

Le *quarz hématoïde* ou *sinople* est coloré en rouge par l'oxyde ferrique; il est opaque comme la variété précédente

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et cristallise souvent en petits prismes isolés terminés par des pyramides ou groupés en boules.

Le *quarz fétide* donne, par la percussion ou par le frottement, une odeur d'ail qui se perd par l'exposition à l'air ou au feu.

Quelques variétés sont recherchées pour être taillées en bijoux, en vases et autres objets d'ornement; tels sont l'améthyste, qui est très-estimée lorsqu'elle est d'une belle teinte et sans défaut, l'œil-de-chat, le quarz jaune transparent que l'on appelle *fausse topaze;* le cristal de roche que l'on appelle quelquefois *faux diamant*, l'aventurine, etc. Nous indiquerons dans le chapitre suivant les principaux usages du quarz en masses.

393. L'**agate** est susceptible de prendre un beau poli et ne cristallise presque jamais; une seule variété (la calcédoine) ayant seulement présenté quelques cristaux qui sont des rhomboèdres semblables à la forme primitive du quarz. Elle se trouve principalement en rognons, en noyaux et en veines. Les rognons sont souvent géodiques, et alors leur intérieur est fréquemment mamelonné ou stalactitique. Elle présente également des formes organiques végétales ou animales, principalement celles du bois. Elle forme aussi de petits disques ou orbicules à cercles concentriques qui recouvrent d'autres corps, surtout des corps organisés. Sa texture est compacte, sa cassure ordinairement conchoïde. Elle pèse de 2.6 à 2.7, est communément plus dure et plus tenace que le quarz. Ses couleurs sont très-variées; elle est translucide; elle est employée pour la bijouterie et autres objets d'ornement.

Les diverses variétés d'agates se rattachant, en général, à un ensemble de caractères plutôt qu'à la modification d'une seule propriété et étant ordinairement désignées par des noms particuliers qui figurent comme espèces ou sous-espèces dans les méthodes fondées sur les caractères extérieurs, nous allons les indiquer séparément.

La *calcédoine* est d'une transparence nébuleuse, sa couleur est le blanc de lait plus ou moins teint de rose, d'orangé, de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

jaune, de bleuâtre et de verdâtre. Quelquefois ces diverses teintes forment des espèces de raies parallèles qui donnent à la pierre une certaine ressemblance avec les ongles de nos doigts ; on lui donne alors le nom d'*onyx*.

La *cornaline* (*karneol*) est de couleur rouge, très-translucide.

La *chrysoprase* est d'une couleur vert-pomme plus ou moins foncée qui paraît être due à du nickel; sa cassure est droite, passant à la cassure conchoïde faiblement écailleuse; elle est moins dure que la calcédoine et le pyromaque.

Le *plasme* est d'un vert qui tient le milieu entre le vert de pré et le vert de poireau; sa cassure est conchoïde et non écailleuse, il paraît n'être coloré que par le fer.

L'*héliotrope* est aussi d'un vert foncé, mais tacheté ou veiné de rouge; il paraît qu'elle doit également sa couleur au fer.

Le *cacholong* est blanchâtre, terne, presque opaque.

L'association des diverses variétés d'agate donne aussi lieu à des modifications, que l'on désigne également par des dénominations particulières. On voit souvent, par exemple, la sardoine et la calcédoine unies ensemble par bandes alternatives, ce qui produit des *agates rubanées* qui sont recherchées pour sculpter des camées, c'est-à-dire des figures, où l'artiste profite des différentes nuances pour distinguer les diverses parties des objets qu'il représente. Quelquefois les bandes sont concentriques et donnent l'idée d'un dessin de fortifications ou de celui d'un œil, d'où on les appelle *agates à fortifications* et *agates œillées*. D'autres fois des variétés de couleurs claires sont traversées par des parties de couleurs foncées qui ressemblent à des mousses ou à des conferves, ou qui imitent des dessins d'arbres, d'où on les appelle *agates mousseuses* et *agates arborisées*.

394. Le **silex**, lorsqu'il est coloré, blanchit par l'action du feu; il forme des rognons, quelquefois des couches, des amas, des filons, des veines, des noyaux, des cailloux, etc.; il est ordinairement plus dur et plus tenace que le quarz; ses couleurs sont moins variées et moins agréables que celle de l'agate; il est moins translucide et moins susceptible de prendre

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le poli. Ses variétés, se rattachant aussi à un ensemble de propriétés plutôt qu'à la modification d'un caractère, ont reçu des noms particuliers que nous allons indiquer.

Le *pyromaque* (*pierre à fusil, pierre à briquet, pierre à feu, flint*) a la texture compacte, la cassure conchoïde; il se brise aisément en fragments à bords tranchants qui entament facilement l'acier, ce qui est cause que cette pierre est généralement recherchée pour produire des étincelles. Ses couleurs les plus communes sont le noir grisâtre, le blond et le gris.

Le *silex corné* (*hornstein, quarz agate grossier*) a une texture compacte, passant au grenu; la cassure droite ou imparfaitement conchoïde, écailleuse; ses couleurs sont généralement pâles, et consistent principalement en diverses nuances de gris, notamment de gris rougeâtre, de gris jaunâtre, de gris de cendre.

La *meulière* (*quarz agate molaire*) se distingue par sa texture plus ou moins celluleuse. Quelquefois les cavités sont si rapprochées, et séparées par des lames si minces, que la pierre ressemble au tissu réticulaire des os; d'autres fois elles sont plus considérables et plus éloignées. La cassure est droite. Cette substance est peu translucide, quelquefois presque opaque; ses couleurs sont pâles et sales : ce sont principalement le blanchâtre, le grisâtre, le jaunâtre, le rougeâtre; quelquefois cependant il y a des parties colorées en brun rougeâtre. Elle forme ordinairement des fragments anguleux et de petits bancs.

Le *silex nectique* est remarquable par sa légèreté qui est telle, qu'il surnage sur l'eau; ce qui est dû aux pores dont il est criblé. Mais ces pores sont peu visibles à l'œil nu et sa texture est plutôt grenue que celluleuse. Il est friable, rude au toucher, de couleur blanchâtre.

Le *silex pulvérulent* est en grains très-fins, rudes au toucher, de couleur blanche.

Le *silex calcarifère* (*silicicalce*) est un mélange intime de silex et de calcaire, soluble en partie dans l'acide nitrique; sa texture est ordinairement compacte passant au grenu, sa cas-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sure légèrement conchoïde, lisse, terne; sa couleur la plus commune est le blanc jaunâtre; il forme souvent une enveloppe mince autour des rognons de silex enfouis dans le calcaire.

395. Le **jaspe** est généralement plus mélangé de substances étrangères que les autres sous-espèces de quarz. Sa texture est compacte, il est opaque, son aspect est terne, ses couleurs sont quelquefois vives et plus ou moins persistantes. On y distingue deux variétés principales :

Le *jaspe proprement dit*, qui a la texture compacte et des couleurs très-variées, telles que le rouge, le jaune, le brun, le vert, le violet, le noir, disposées tantôt uniformément, tantôt par ruban (telle est la variété appelée *caillou d'Égypte*, qui présente des zones concentriques de brun foncé et de jaune); tantôt par taches (*jaspe fleuri*) ou par points (tel est le *jaspe sanguin*, qui a un fond vert pointillé de rouge). Il prend un beau poli, il est employé comme pierre d'ornement.

Le *phtanite* (*jaspe schisteux*, *kieselschiefer*) se distingue du jaspe proprement dit par sa texture ordinairement schistoïde et par sa couleur ordinairement noire ou d'un gris foncé; il est souvent moins susceptible de poli. Il forme des couches, des amas, des filons, des rognons, etc. On emploie quelquefois, comme *pierre de touche*, une sous-variété noire schisto-compacte que l'on appelle *pierre de Lydie* ou *lydischerstein*, mais on préfère, pour cet usage, d'autres substances noires qui appartiennent aux roches amphiboliques ou pyroxéniques.

### 2e *Genre.* — SILICIDES HYDRATÉS.

Espèce unique douteuse. Opale, $\ddot{S}i^2\dot{H}$. { Hyalite. / Opale proprement dite. / Résinite.

396. La quantité d'eau que contient l'**opale** étant sujette à varier, il n'est pas certain qu'elle y soit réellement à l'état de combinaison, de sorte que l'opale pourrait bien être un quarz mélangé d'eau plutôt qu'une espèce particulière. Cette substance est infusible, blanchit au feu, n'a pas encore présenté

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'indices de cristallisation ; elle forme ordinairement des rognons, des veines et des noyaux ; elle pèse de 2.11 à 2.35, raye le verre, mais est assez fragile et fait difficilement feu avec le briquet.

397. L'**hyalite** a un aspect vitreux ; elle est quelquefois transparente, se présente en mamelons, en stalactites et en croûtes qui s'étendent sur d'autres substances. On y distingue l'*hyalite proprement* dite, qui est transparente ; la *fiorite,* qui est laiteuse ; et la *geyserite* (*kieseltuf, kieselsinter*), qui forme des concrétions légèrement mamelonnées autour des sources chaudes du Geyser, en Islande, cette variété a une cassure imparfaitement conchoïde ; elle ne pèse que 1.8; son aspect est terne, sa couleur blanchâtre, tachetée de brun rougeâtre, quelquefois de jaunâtre.

398. L'**opale** *proprement dite* est remarquable par les reflets qui jaillissent de son intérieur en présentant des teintes très-vives et très-variées, ce qui la rend quelquefois très-recherchée dans la bijouterie ; sa couleur propre est ordinairement d'un blanc bleuâtre ; d'autres fois cette nuance est comme masquée par des couleurs mobiles qui offrent, soit toutes les couleurs de l'iris, soit l'une ou l'autre de ces couleurs ; lorsque c'est le rouge qui domine, la pierre paraît comme en feu, d'où on l'a nommée *opale à flamme* ou *feueropal ;* lorsque c'est le jaune, on l'appelle *girasol ;* si plusieurs couleurs paraissent à la fois, on la nomme *opale arlequine, œil du monde,* etc. Elle est ordinairement très-translucide, presque transparente ; quelques variétés sont *hydrophanes,* c'est-à-dire que leur translucidité augmente lorsqu'elles sont plongées dans l'eau, et alors elles happent à la langue.

399. Le **résinite** a un aspect plus ou moins résineux ; il est faiblement translucide ou opaque ; on y distingue les variétés suivantes :

Le *résinite commun,* qui est faiblement translucide, rarement opaque, quelquefois hydrophane ; celui qui participe des propriétés de l'opale est appelé *semi-opale* (*halbopal*) ; il ressemble parfois à de la cire, d'autres fois à de la poix

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

(*pechstein*); sa cassure est conchoïde; ses couleurs sont très-variées, mais rarement vives; ce sont le grisâtre, le blanchâtre, le jaunâtre, le verdâtre, le brunâtre, le rougeâtre, le noirâtre; elles sont disposées soit uniformément, soit par bandes ou par taches. Cette variété présente quelquefois la forme de bois (*holzopal*), dont les divers organes sont très-bien conservés.

On donne le nom de *ménilite* à un résinite opaque de couleur brune passant au grisâtre, dont la texture est compacte, presque grenue et un peu feuilletée, la cassure droite, l'aspect terne plutôt que luisant comme celui du résinite commun; il forme des rognons et des plaques à Ménilmontant, près de Paris.

Le *résinite gélatineux* est remarquable par sa propriété de se trouver dans un état plus ou moins mou lorsqu'on l'extrait de l'intérieur de la terre, mais lorsqu'il est exposé à l'air il se dessèche, se fendille et ne peut être entamé que par une pointe d'acier.

Le *résinite* passe aussi à l'état *terreux;* il se trouve alors soit en nids, soit autour de rognons de résinite cohérent ou de silex. Cette variété est quelquefois hydrophane.

Le *résinite ferrugineux* ou *jaspoïde* (*opaljaspis*) contient toujours plus ou moins d'oxyde ferrique; il ressemble beaucoup au jaspe, dont il ne diffère que par la présence de l'eau dans sa composition. Il est également opaque, à cassure conchoïde; ses couleurs sont plus vives et plus variées que celles du résinite commun; ce sont principalement le jaune et le rouge, qui sont quelquefois bigarrés de blanc, de brun et de vert.

### 3e *Genre.* — SILICIDES SILICATÉS.

400. Substances dont la solution dans les acides, obtenue, soit immédiatement, soit après la fusion avec un alcali et privée de la silice qui se précipite en gelée, soit spontanément, soit par la concentration, est susceptible de donner des précipités par les réactifs convenablement choisis d'après la nature des bases.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

1er sous-genre S. S. Zirconiques.. — simples..... — 2 † Zircon, $\dot{Z}r\,\ddot{S}i$.
— doubles..... — 4 † Eudialite, $(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{F}e, \dot{M}n)\,\ddot{S}i + \dot{Z}\,\ddot{S}i$.

2 — — Yttriques..... — 5 † Gadolinite, $(\dot{Y}, \dot{F}e, \dot{C}e, \dot{C})^3\ddot{S}i$.

3 — — Gluciques. — simples..... — 4 † Phénakite, $\dot{G}\,\ddot{S}i$.
— doubles..... — 4 † Émeraude, $2\dot{G}^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 5 † Euclase, $2\dot{G}^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$.

4 — — Alumniques. — simples. — 3 † Sillimanite, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 3 † Andalousite, $\ddot{A}l^4\,\ddot{S}i^3$.
— 5 † Davidsonite, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2$.
— 6 † Disthène, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— ? Leelite, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— ? Fibrolite, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— ? Buckolzite, $\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— doubles. — 1 † Grenat, $(\dot{C}a, \dot{F}e, \dot{M}n)^3\ddot{S}i + (\ddot{A}l, \ddot{F}e)\,\ddot{S}i$. — Almandine. Grossulaire. Aplome. Essonite. Spessartine. Mélanite. Commun.
— 1 † Pyrope, $(\dot{M}g, \dot{F}e, \dot{C}a)^3\ddot{S}i + (\ddot{A}l, \ddot{G}r)\,\ddot{S}i$.
— 1 † Amphigène, $\dot{K}^3\,\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l, \ddot{S}i^2$.
— 2 † Idocrase, $\dot{C}a^3\ddot{S}i + (\ddot{A}l, \ddot{F}e)\,\ddot{S}i$.
— 2 † Wernérite, $(\dot{C}a, \dot{N}a)^3\,\ddot{S}i + 3\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 2 † Scoleroxerose, $\dot{C}a\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 2 † Eckebergite, $4(\dot{C}a, Na)^3\,\ddot{S}i + 9\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 2 † Méïonite, $\dot{C}a^3\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 2 † Dipyre, $3\dot{C}a^3\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2$.
— 2 † Humboldtilite, $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e)\,\ddot{S}i + 5\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 3 † Staurotide, $(\ddot{A}l, \ddot{F}e)^9\ddot{S}i$.
— 3 † Cordiérite, $(\dot{M}g\,\dot{F}e)\,\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.
— 3 † Macle, $(\dot{K}, \dot{M}g)\,\ddot{S}i^2 + 6(Al, \ddot{F}e)\,\ddot{S}i$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Suite.* 4e sous-genre. S. S. Aluminiques..... doubles.

Cristallisation indéterminée.

3 † Glaukolite(Ċa,Mg,K̇)S̈i+ÄlS̈i
Indianite, (Ċa,Ṅa) S̈i+3ÄlS̈i.
Carnatite, Ċa S̈i+Äl S̈i³.
Geblénite (Ċa,Ḟe)³ S̈i+Äl S̈i
Thulite, Ċa³ S̈i²+2Äl S̈i.
Pinite, K̇³ S̈i+3Äl S̈i².
Gieseckite, K̇ S̈i+2Äl S̈i.

4 † Néphéline, (Ċa,Ṅa)³S̈i+ÄlS̈i.
Gabronite, (Ṅa, Ṁg, Ḟe)³ S̈i+2Äl S̈i.

6 † Smaragdite, (Ċa,Ṁg,Ḟe)² S̈i+2Äl S̈i.
Weissite ( Ṁg, K̇, Ḟe)³ S̈i +2Äl S̈i².
Couzeranite, 3(Ċa,K̇, Ṅa) S̈i+2Äl S̈i.
Epidote, Ċa³ S̈i +2(Äl, Ḟe, M̈n) S̈i. — Zoisite. Thallite. Violet.
Triphane, L̇i S̈i+Äl S̈i².
Pétalite, ( L̇i,Ṅa)³ S̈i⁴+3ÄlS̈i⁴.
Murchisonite, K̇³S̈i²+3ÄlS̈i⁴.
Feldspath (K̇,Ṅa) S̈i+Äl S̈i. — Orthose. Ryacolite.

6 † Albite, (Ṅa, K̇) S̈i+Äl S̈i³. — Périklin. Albite p. d.
Oligoklase, (Ṅa,K̇,Ċa,Ṁg)³ S̈i +(Äl, Ḟe) S̈i².
Labradorite, ( Ċa, Ṅa )³ S̈i+Äl S̈i.
Latrobite, (Ċa,K̇)³S̈i+4Äl S̈i.
Anorthite, ( Ċa, K̇ )³ S̈i +Äl S̈i.

? Isopyre, Ċa S̈i+(Äl,Ḟe)S̈i.
? Margarite, 3(Ċa,Ḟe,Ṅa) S̈i+Äl³ S̈i.
? Adinole, Ṅa S̈i+Äl S̈i⁶.
? Sodalite, Ṅa³ S̈i²+2Äl S̈i.
? Nacrite, K̇ S̈i+Äl S̈i.
? Rubellane, 2(Ḟe, Ċa, Ṅa, K̇) S̈i+Äl S̈i.
? Bombite, ( Ċa, Ṁg )⁵ S̈i +8(Ḟe, Äl) S̈i.
? Néphrite, 3Ṁg⁵ S̈i+Äl S̈i.
? Mica.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

5 — — Magnésiques. { simples.. Talc, $\dot{M}g\,\ddot{S}i$.
{ doubles. { 3 + Péridot, $(\dot{M}g,\dot{F}e)^3\,\ddot{S}i$.
{ 5 + Amphibole, $(\dot{M}g,\dot{C}a,\dot{F}e)^5\ddot{S}i$. { Grammatite. Asbeste. Actinote. Hornblende.
{ 5 + Diallage, $(\dot{M}g,\dot{C}a,\dot{F}e)^5\,\ddot{S}i^2$.

6 — — Calciques. { doubles. 5 + Pyroxène, $(\dot{C}a,\dot{M}g,\dot{F}e)^5Si^2$. { Hypersthène. Augite. Diopside.
{ simples. { 5 + Wollastonite, $\dot{C}a^5\,\ddot{S}i^2$.
{ Edelforse, $\dot{C}a\,\ddot{S}i$.

401. Le **zircon** est infusible au chalumeau; il perd sa couleur par l'action du feu, est inattaquable par les acides, difficile à attaquer par la soude. Il cristallise en petits prismes carrés terminés par des sommets à quatre faces qui correspondent, tantôt aux faces, tantôt aux arêtes des prismes qui sont tantôt simples, tantôt modifiés à leur base, quelquefois en octaèdres surbaissés dérivant les uns et les autres d'un prisme droit à bases carrées. Il se présente aussi en petits grains qui sont des cristaux émoussés ou arrondis. Il pèse 4.4, raye le quarz, est rayé par la topaze. Il est ordinairement transparent, rarement translucide; il est quelquefois employé dans la joaillerie, mais il n'est pas très-estimé à cause de son peu d'éclat et de la petitesse de ses cristaux. Les lapidaires appellent *jargon* les variétés blanchâtre, grisâtre, verdâtre, bleuâtre, brune et rougeâtre, dont les teintes sont pâles, inégalement répandues et dont le clivage est peu sensible. Ils nomment *hyacinthe* celles qui sont d'un rouge, d'un brun rougeâtre ou d'un brun jaunâtre plus prononcé, dont le clivage est plus facile et les formes cristallines plus nettes.

402. L'**émeraude** est fusible au chalumeau en verre bulleux; elle donne par l'ammoniaque un précipité attaquable par le carbonate ammonique, qui ne précipite pas par la soude en excès, mais qui laisse après l'évaporation et la calcination une matière insoluble. Elle cristallise en prismes à base d'hexagone régulier, simples ou modifiés ou déformés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

en cylindres ; elle forme aussi des fragments à texture laminaire, compacte et fibreuse. Elle est souvent transparente, quelquefois opaque, de couleur verte, bleu verdâtre, jaune, limpide, quelquefois chatoyante. Elle est employée dans la joaillerie. Les variétés d'un beau vert que l'on appelle émeraudes du Pérou sont très-recherchées et d'un prix fort élevé. Les lapidaires ne donnent le nom d'émeraude qu'aux variétés vertes ; ils appellent *aigue-marine* celles d'un bleu verdâtre. On se sert aussi de ces dénominations pour diviser l'espèce en deux sous-espèces, et alors on désigne l'espèce par le mot de *béril*, que d'autres emploient dans le sens plus restreint d'aigue-marine.

403. Le **disthène** (*cyanite, sappare, schorl bleu*) est infusible au chalumeau, les variétés colorées blanchissent à un feu très-vif. Il cristallise en prismes ordinairement assez larges, à huit pans, rarement terminés par des modifications sur les arêtes des bases, quelquefois groupés en baguettes dérivant d'un prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle de 106° 15', facilement clivables dans un sens, présentant quelquefois la texture fibreuse. Il pèse 3.5, raye le verre, est rayé par une pointe d'acier. Sa couleur est naturellement blanche, mais fréquemment bleue, quelquefois rougeâtre, jaunâtre, grisâtre par suite de mélange.

404. Le **grenat** est fusible au chalumeau en verre dont la couleur varie selon les bases qu'il renferme. Ses cristaux ont pour forme dominante le dodécaèdre rhomboïdal, quelquefois le trapézoèdre, ou ces deux genres de formes réunis, ou des modifications qui conduisent au solide à 48 faces. Il présente aussi des cristaux sphéroïdes, des grains de diverse grosseur, quelquefois conglomérés, des masses et des fragments à texture compacte. Il pèse de 3.5 à 4.3 ; il raye le quarz et a l'éclat vitreux.

On considère souvent le grenat comme formant quatre espèces différentes qui correspondraient aux quatre formules suivantes : $\dot{F}e^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$, $\dot{C}a^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$, $\dot{M}n^3\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i$ et $\dot{C}a^3\,\ddot{S}i + \dot{F}e\,\ddot{S}i$ ; mais, comme, dans cette manière de voir,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

il n'y a pas d'échantillon qui ne présente des mélanges de plus d'une de ces espèces, nous ne considérerons ces formules que comme annonçant des espèces théoriques, et nous nous bornerons à indiquer que la première domine dans l'almandine, la seconde dans le grossulaire, la troisième dans la spessartine et la quatrième dans le mélanite, tandis que les trois autres sous-espèces, et surtout le grenat commun, sont encore plus mélangées.

L'*almandine* ou *grenat noble* est d'un rouge foncé, plus ou moins violet. Il est employé dans la joaillerie et fort estimé lorsqu'il est d'une belle teinte et exempt de défaut.

Le *grossulaire* est ordinairement d'un vert d'olive clair ou jaune.

L'*aplome* est brun, brun jaunâtre ou noir, et se distingue des autres grenats par les stries parallèles à la petite diagonale des rhombes dont les cristaux dodécaèdres rhomboïdaux sont chargés.

L'*essonite* est d'un rouge tirant sur l'orangé ; il est employé en joaillerie, et les lapidaires le confondent sous le nom d'*hyacinthe* avec le zircon.

La *spessartine* ou *mangangranat* est rouge ou brune, translucide, et donne les réactions du manganèse.

Le *mélanite* est noir et opaque.

Le *grenat commun* présente un grand nombre de nuances, mais qui ne sont jamais pures, ce sont des rouges plus ou moins sombres, des jaunes sales, des verts et des bruns plus ou moins foncés ; il forme quelquefois de petites couches ou des amas et entre dans la composition de certaines roches.

405. Le **pyrope** ou *grenat de Bohême* est aussi quelquefois considéré comme une subdivision du grenat; il est ordinairement en grain, d'autres fois en cristaux où domine le cube. Sa couleur est le rouge de sang. On l'emploie en joaillerie.

406. L'**amphigène** ou *leucite* est infusible, soluble par digestion dans les acides ; il cristallise en dodécaèdres rhomboïdaux et en trapézoèdres ordinairement simples, quelquefois modifiés. Il pèse de 2.37 à 2.48, raye difficilement le verre ; il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

est ordinairement translucide ou opaque, rarement transparent; ses couleurs sont le gris, le blanc, rarement le gris jaunâtre.

407. L'**idocrase** ou *vésuvienne* est fusible au chalumeau, souvent soluble par digestion dans les acides. Elle cristallise en prismes à huit pans, quelquefois simples, le plus souvent modifiés au sommet et aussi par de doubles facettes sur les arêtes latérales, d'autres fois déformés en cylindres isolés ou groupés. Sa texture est laminaire, grenue et compacte. Elle pèse de 3 à 3.45, raye difficilement le quarz, présente divers degrés de transparence, un éclat vitreux. Sa couleur est souvent verte, quelquefois brune, noire ou bleue. Cette dernière variété est colorée par le cuivre et a été nommée *cyprine*. Quelques variétés transparentes sont employées dans la bijouterie, mais elles sont en général de peu de valeur.

408. La **staurotide** (*croisette*, *granatite*, *staurolite*) est infusible ou très-difficilement fusible en scorie noire. Elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux de 129° 20' tantôt simples, tantôt modifiés, souvent groupés en croix, soit à angles droits, soit obliquement, d'autres fois déformés en cylindres. Elle pèse de 3.2 à 3.9, raye le quarz, est rayée par la topaze. Elle est rouge avec plus ou moins de translucidité, ou d'un brun noirâtre et opaque.

409. La **cordiérite** ou *dichroïte* est difficilement fusible, insoluble dans les acides; elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux de 120° 10' simples ou modifiés, elle forme aussi des rognons. Elle pèse 2.56, raye le verre, est rayée par la topaze. Son éclat est vitreux, sa couleur le bleuâtre ou le violâtre, selon le sens dans lequel on la regarde, quelquefois irisée; elle présente d'autres fois des points comme l'aventurine. Les variétés d'une belle teinte sont employées dans la bijouterie sous le nom de *saphir d'eau* et de *luch saphir*.

410. La **macle** ou *chiastolite* est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides. Elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux de 91° 50', simples ou légèrement modifiés sur les angles solides, quelquefois déformés, à texture compacte.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Elle pèse 2.925, est ordinairement plus dure que le quarz. Elle présente souvent une association de blanchâtre et de noirâtre, disposée régulièrement de manière à former un prisme rectangulaire noir au milieu d'un prisme blanchâtre; quelquefois la couleur noire se propage suivant les diagonales et forme quatre autres prismes aux angles solides; quelquefois aussi la matière blanche ne forme qu'une espèce d'écorce mince autour de la matière noire; d'autres fois, mais rarement, le cristal est formé de parties alternativement blanchâtres et noirâtres.

411. La **pinite** (*pinite d'Auvergne*, celle de Saxe paraissant être un disthène), blanchit au feu et fond sur les bords en verre bulleux; elle est difficilement attaquable et seulement en partie par l'acide chlorhydrique. Elle cristallise en prismes rectangulaires droits, modifiés sur les arêtes latérales par une ou plusieurs faces qui déterminent différents prismes rhomboïdaux et donnent ainsi des prismes à huit, douze, seize pans, rarement modifiés sur les arêtes des bases par de petites facettes, quelquefois émoussés ou tellement chargés de facettes qu'ils ont pris la forme de cylindres. Elle pèse 2.98, elle est tendre, facilement rayée par une pointe d'acier; sa poussière est douce au toucher, ses couleurs le brun noirâtre ou le grisâtre.

412. La **néphéline**, à laquelle paraissent appartenir les substances nommées *sommite*, *pinguite*, *éléolite*, *davyne*, *litrode*, *cavolinite*, *beudantite*, etc., est fusible au chalumeau en verre blanc bulleux; elle est soluble en gelée dans les acides, elle cristallise en prismes à base d'hexagone régulier, quelquefois simples, plus souvent modifiés sur les arêtes des bases, sur les arêtes latérales, ou de l'une et de l'autre manière; elle forme aussi des fragments à texture laminaire, quelquefois lamellaire. Elle pèse de 2.56 à 2.76; elle est translucide ou opaque, ordinairement de couleur blanchâtre. Elle se trouve principalement dans les basaltes et dans les amphigénites, notamment au Vésuve et dans les environs de Heidelberg; elle entre aussi dans la composition d'une roche feldspathique qui se trouve près de Miask dans l'Oural.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

La **smaragdite** (*diallage verte*) est un minéral feuilleté qui pèse 3, raye presque le verre, a un éclat nacré dans la cassure parallèle aux feuillets et une couleur d'un beau vert.

413. L'**épidote** se boursoufle au chalumeau et se fond sur les bords; il est inattaquable par les acides. Ses cristaux sont dérivés d'un prisme oblique rhomboïdal de 63° 25', dont la base est inclinée à l'axe de 13° 10'. Il pèse de 3.269 à 3.420, raye le verre, est rayé par le quarz. On peut y distinguer trois modifications ou sous-espèces, savoir : la *zoïsite*, qui ne contient presque pas de fer, qui est d'un blanc grisâtre presque opaque avec un éclat nacré; la *thallite*, où l'oxyde ferreux est ordinairement plus abondant que la chaux; elle est d'une couleur verte, rarement brune ou rougeâtre; elle cristallise en octaèdres rectangulaires allongés transversalement et modifiés sur les arêtes aiguës, d'autres fois en cristaux cylindroïdes et bacilaires; elle forme aussi des fragments à texture laminaire, fibreuse, grenue et quelquefois compacte ou arénacée; cette dernière variété est appelée *skorza;* enfin l'*épidote violet* ou *manganésifère*, dans lequel une partie de l'alumine est substituée par de l'oxyde manganique.

414. Le **feldspath** est fusible au chalumeau en émail blanc, inattaquable par les acides. Il cristallise en prismes rhomboïdaux de 118° 58' à 119° 21' et dont la base est inclinée sur les pans de 112° 35', rarement simples, le plus souvent modifiés sur les angles solides et les arêtes, fréquemment déformés par l'élargissement de certaines faces par rapport aux autres, quelquefois groupés de manière à présenter des angles saillants et rentrants de toute espèce; susceptibles de deux clivages, l'un suivant les bases, l'autre suivant le plan qui passe par deux diagonales opposées et qui font dès lors un angle droit entre eux. Le feldspath pèse de 2.39 à 2.58; il raye le verre.

Indépendamment des substances grenues et compactes que l'on rapporte à cette espèce et dont nous parlerons au chapitre des roches, on subdivise le feldspath cristallin en deux sous-espèces : l'une, nommée *orthose* ou *orthoklas*, n'est composée, lorsqu'elle est pure, que de silicates d'alumine et de potasse;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

c'est une des substances les plus abondantes dans l'écorce du globe, qui présente une grande variété de cristaux et entre dans la composition d'un grand nombre de roches. Elle offre tous les degrés de transparence; elle est limpide, blanche, rouge, verte, quelquefois chatoyante, d'autres fois aventurinée, c'est-à-dire parsemée de paillettes brillantes couleur d'or ou de cuivre rouge. Les variétés limpides et nacrées sont ordinairement nommées *adulaire;* les vertes, *pierre des amazones;* les chatoyantes, *pierre de lune;* les aventurinées, *pierre de soleil,* et sont employées dans la bijouterie.

Dans la seconde sous-espèce, nommée *ryacolite* ou *sanidine,* il y a toujours une forte partie de la potasse substituée par de la soude. Tous les cristaux connus ont l'aspect vitreux et sont de couleur blanche ou grisâtre.

415. L'**albite** ou *cleavelandite* a les mêmes caractères chimiques que le feldspath. Elle cristallise en prismes obliques modifiés sur les arêtes et sur les angles solides, souvent maclés, susceptibles de trois clivages, dont le plus net, qui est le plus facile, est parallèle à la base du prisme. Elle pèse 2.61, raye le verre, a l'éclat vitreux et est ordinairement blanche; quelquefois jaunâtre, verdâtre ou rougeâtre.

On distingue dans l'albite cristalline deux sous-epèces, savoir : la *tétartine* ou albite commune, qui n'est sensiblement composée que de silicates d'alumine et de soude, et le *périklin* dans lequel une partie de la soude est substituée par de la potasse. Dans la tétartine les angles d'incidence des faces de clivage sont respectivement de 117° 53', 93° 36' et 115° 5', tandis qu'ils sont de 120° 18', 93° 19' et 114° 45' dans le périklin. Il existe aussi d'autres substances que l'on considère comme de l'albite à textures massives et dont nous parlerons au chapitre des roches.

416. Le **labradorite** est fusible au chalumeau en verre bulleux, soluble par digestion dans l'acide chlorhydrique. Il forme des masses ou fragments cristallins dont on obtient par le clivage un prisme rhomboïdal oblique de 119°, dont la base est inclinée sur l'un des pans de 85° 30' et sur l'autre de 115°;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les clivages parallèles à la base sont les plus nets. Il pèse de 2.70 à 2.75; il raye l'apatite, est rayé par le quarz; son éclat est vitreux intérieurement, nacré sur les faces de clivage. Il est translucide et remarquable par ses reflets vifs et changeants bleus, rouges, verts, etc. Le fond de la couleur est gris avec des veines blanchâtres qui dessinent des rhombes en se croisant. Il y a aussi d'autres substances que l'on considère comme du labradorite à textures massives et que nous indiquerons au chapitre des roches.

417. L'**adinole** (*pétrosilex de Salberg, hælleflinta*) n'a encore été observé qu'à l'état compacte; il est difficilement fusible en émail blanc, sa cassure est écailleuse, il raye le verre, son éclat est gras. Il est translucide sur les bords de couleur rouge.

418. La **néphrite** (*pierre de hache, céraunite*) est fusible en émail blanc; elle a une texture compacte, une cassure écailleuse. Elle pèse 2.95, raye le verre, est très-tenace, d'un éclat gras, de couleur verdâtre ou blanchâtre. On la travaille en Chine et dans l'Océanie pour faire des haches, des poignées de sabres et d'autres objets d'ornement.

419. On réunit, sous le nom de **mica**, des minéraux dont la composition est extrêmement variable et annonce un grand nombre de mélanges et même d'espèces différentes. On peut cependant considérer la silice, l'alumine et la potasse comme les éléments essentiels de la plus grande partie de ces minéraux, puisque ces corps figurent dans toutes les analyses qui en ont été faites; mais les proportions sont tellement variables et arbitraires, qu'il est impossible d'en déduire une formule générale. Du reste, ces éléments ne sont jamais seuls et sont souvent accompagnés d'oxyde de fer, de magnésie, d'oxyde de manganèse, de fluor, et plus rarement de lithine, d'eau, de chaux et d'acide phosphorique.

Les micas sont fusibles au chalumeau en émaux dont la couleur varie du blanc au gris et passe quelquefois au vert. Les fragments noirs donnent un émail de même couleur qui attire le barreau aimanté.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Leur cristallisation n'est pas plus nettement déterminée que leur composition; elle semble cependant indiquer au moins deux espèces différentes, l'une qui paraît appartenir au système rhomboédrique et l'autre conduisant au prisme rhomboïdal droit. Celui-ci a deux axes optiques, tandis que l'autre n'en a qu'un; mais le caractère principal des micas, c'est de se laisser diviser en lames qui sont quelquefois très-étendues, et que l'on peut, dans certaines circonstances, réduire à une ténuité extrême. D'autres fois les lames deviennent si petites, que la texture est lamellaire et quelquefois même grenue ou pulvérulente.

La pesanteur spécifique des micas est de 2.65 à 2.93 : lorsqu'ils sont en lames minces, ils sont flexibles et même élastiques; ils sont très-faciles à rayer; leur poussière est douce au toucher.

Leur éclat est métallique ou nacré, quelquefois vitreux. Ils sont opaques, translucides et transparents; mais cette dernière qualité n'a cependant lieu, en général, que quand ils sont réduits en lames minces. Ils présentent un grand nombre de nuances, gris, blanc (*argent de chat*), jaune (*or de chat*), vert, rougeâtre, violet, brun, noir, limpide, etc.

Le mica est très-abondant dans la nature : c'est un des éléments essentiels de plusieurs roches.

Le mica transparent à grandes lames est employé sous le nom de *verre de Moscovie*, pour remplacer le verre à vitre. Sa ténacité, qui l'emporte beaucoup sur celle du verre, le rend très-propre à servir aux choses qui sont sujettes à se briser, telles que les fenêtres des vaisseaux de guerre, les lanternes, les petites images destinées à être maniées, d'où on l'a appelé *glacies Mariæ;* mais il est sujet à se ternir et à se rayer lorsqu'on le frotte. Le mica pulvérulent est employé sous le nom de *poudre d'or* et de *poudre d'argent* pour sécher l'écriture.

420. Le nom de **talc** se donne, comme celui de mica, à une série de substances minérales qui ont quelques caractères extérieurs communs, notamment d'être tendres, onctueuses, douces au toucher, souvent laminaires, et dans lesquelles la silice et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la magnésie forment, en général, les principes dominants. On a cru, dans ces derniers temps, pouvoir distinguer parmi ces minéraux quelques espèces à proportions définies, mais qui se trouvent rarement pures dans la nature.

Le talc dont il est question ici et que l'on suppose n'être formé que de silicate magnésique, ainsi que l'annonce la formule portée au tableau, est infusible au chalumeau, laminaire avec un seul clivage, schistoïde ou lamellaire. Peut-être qu'il prend aussi les textures compacte, grenue ou terreuse; mais, si ces variétés existent, elles ont été, en général, confondues avec d'autres substances, notamment avec la stéatite et la serpentine : on a aussi cité des talcs cristallisés en prisme droit rhomboïdal de 120°, mais on croit que ces cristaux appartiennent à d'autres substances. Le talc pèse de 2.5 à 2.7 ; c'est l'un des minéraux les plus tendres, laissant des taches blanchâtres lorsqu'on le frotte sur les étoffes; il est onctueux au toucher, son éclat est gras, souvent nacré, de couleur verdâtre, grisâtre, blanchâtre. Le talc est très-répandu dans la nature ; mais il paraît qu'il y est généralement mélangé avec d'autres substances, et que les grandes masses citées comme talcs doivent plutôt être considérées comme des stéachistes, roches dont il sera parlé dans le chapitre suivant. Le talc est employé à ôter les taches des étoffes, et, après avoir été broyé et coloré, on en fait du fard, ainsi que des crayons, que l'on appelle *pastel*.

421. Le **péridot** (*chrysolite des volcans, olivin*) est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides ; il cristallise en prismes rectangulaires modifiés sur les arêtes latérales par une ou plusieurs faces, ainsi que sur les arêtes des bases et sur les angles solides, et se présente aussi sous la forme de cristaux arrondis, de blocs, de noyaux et de grains, tantôt libres, tantôt agrégés. Il pèse de 3.3 à 3.4, raye fortement le verre et presque le quarz ; il est transparent ou translucide, a l'éclat vitreux, une couleur ordinairement d'un verdâtre passant au jaunâtre ; il est employé dans la joaillerie, mais il est, en général, peu estimé.

422. L'**amphibole** est fusible au chalumeau avec plus ou

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

moins de facilité, et difficilement attaquable par les acides ; il cristallise en prismes rhomboïdaux terminés par des sommets dièdres, tantôt simples, tantôt modifiés sur les arêtes des pans, sur les angles solides, sur les arêtes de la base, ou à la fois de ces diverses manières et sous différents angles, quelquefois maclés, d'autres fois cylindroïdes, clivables parallèlement aux pans d'un prisme oblique rhomboïdal de 124° 30′ à 127°, dont la base est inclinée à l'axe de 105° à 106°. Les angles les moins ouverts ont lieu lorsque les cristaux ne contiennent pas sensiblement de fer, et ils augmentent en proportion de la quantité de ce métal. Il pèse de 2.80 à 2.45, raye le feldspath, est rayé par le quarz. Nous y distinguons quatre sous-espèces, sous les dénominations de *grammatite*, d'*asbeste*, d'*actinote* et de *hornblende*. Les deux premières ne contiennent, en général, que des silicates de magnésie et de chaux ; mais, dans les deux dernières, une partie plus ou moins considérable de la magnésie est substituée par de l'oxyde ferreux.

La *grammatite* ou *trémolite* est ordinairement blanche ou grise, rarement d'un verdâtre ou d'un brunâtre très-clair ; elle fond en verre blanc, translucide ou opaque.

L'*asbeste* est caractérisé par sa texture fibreuse, sa flexibilité, sa douceur au toucher lorsqu'il est réduit en poussière ; il est ordinairement blanc ou grisâtre, quelquefois verdâtre ou brunâtre. Ses fibres sont quelquefois si déliées et si flexibles, qu'elles ressemblent à du coton, et qu'on peut les filer et les tisser ; on l'appelle alors *amiante*. D'autres fois ces fibres deviennent roides et passent ainsi aux autres sous-espèces ; quelquefois elles sont comme feutrées et entrelacées (*liége fossile, papier fossile, bergkork, cuir fossile*) ; d'autres fois elles ressemblent à des copeaux de bois (*Bergholz*).

L'*actinote* (*strahlstein*) est d'un vert peu foncé, fusible en émail grisâtre ; ses cristaux sont souvent aciculaires, sa texture fréquemment fibreuse et radiée, quelquefois lamellaire ; sa poussière est rude au toucher.

La *hornblende* est d'un vert foncé, fusible en verre noir ; ses

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cristaux présentent ordinairement leurs faces terminées par des facettes ; elle forme aussi des filons, des bancs, des amas et des fragments à texture laminaire, lamellaire, fibreuse, schistoïde, peut-être grenue et compacte, mais on considère ordinairement les matières qui ont ces deux dernières textures comme des roches mélangées adélogènes.

M. Rose a donné le nom d'*ouralite* à une substance qui a le clivage de l'amphibole et les formes cristallines du pyroxène; c'est, en quelque manière, un passage entre ces deux espèces.

423. La **diallage** ou *bronzite* est quelquefois considérée comme une sous-espèce du pyroxène *. Elle est inattaquable par les acides et difficilement fusible en verre blanchâtre qui brunit au feu d'oxydation. Elle forme des fragments qui se clivent facilement en lames minces appartenant à un prisme oblique rhomboïdal de 86 à 87° dont l'inclinaison est d'environ 72°. Elle pèse de 3.28 à 3.34, raye le calcaire. Son éclat est nacré, quelquefois métallique sur les faces de clivage principal, mat sur les autres ; ses couleurs sont le brunâtre, le jaunâtre, le verdâtre, le grisâtre. Elle entre dans la composition de plusieurs roches.

424. Le **pyroxène** est fusible en verre dont la couleur varie selon les sous-espèces; ses cristaux dérivent d'un prisme oblique rhomboïdal de 86° à 87° 5', et se clivent plus ou

---

* On a désigné, par le nom de diallage, des minéraux qui se clivent facilement en lames minces à éclat nacré, quelquefois métallique, mais dont la composition est très-variable et annonce plusieurs espèces différentes. Celle de ces modifications qui contient de l'alumine a figuré ci-dessus (412) sous le nom de *smaragdite*, qui lui a été donné par Saussure. Celle qui contient de l'eau figurera dans le genre des hydrosilicates sous le nom de *schillerspath* qu'elle porte dans la minéralogie allemande. Quant aux autres modifications, nous les laissons provisoirement ici sans prétendre qu'elles appartiennent à une même espèce, ni qu'elles ne seraient pas mieux placées parmi les sous-espèces du pyroxène.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

moins parfaitement parallèlement aux faces de ce prisme et aux plans de diagonales des bases. Il est composé des mêmes éléments que l'amphibole, et présente les mêmes substitutions entre la magnésie, la chaux et l'oxyde ferreux ; mais les rapports de combinaisons de ces éléments sont un peu différents, ainsi qu'on l'a vu par les formules. Indépendamment des variétés à textures massives dont il sera parlé au chapitre des roches, nous y distinguons quatre sous-espèces, savoir :

L'*hyperstène* ou *paulite*, qui contient beaucoup d'oxyde ferreux, est inattaquable par les acides et se fond avec difficulté en verre noir attirable à l'aimant. Il se présente ordinairement en fragments laminaires ayant trois clivages parallèlement aux faces du prisme primitif et aux plans des petites diagonales des bases. Il raye difficilement le verre ; ses couleurs sont le brun foncé, le vert noirâtre ou le noir verdâtre ; il a l'éclat métallique. Il ressemble beaucoup à la diallage, avec laquelle il est souvent confondu.

L'*augite* (*hédenbergite, pyroxène proprement dit*) contient toujours aussi une forte proportion d'oxyde ferreux ; il est fusible en verre noir ou d'un vert sombre. Il cristallise en prismes obliques hexagones, quelquefois modifiés sur les angles et sur les arêtes, en prismes rhomboïdaux terminés par des sommets dièdres passant aux prismes hexagones ou octogones ; en cristaux maclés, cylindroïdes ou capillaires ; il se présente quelquefois en grains (*coccolite*). Il pèse de 3.10 à 3.15, raye difficilement le verre. Il a l'éclat vitreux, est opaque, d'un vert tirant sur le noir ou d'un noir bien décidé ; dans le premier cas, la poussière est verte, dans le second, brune, quelquefois rouge. C'est une substance assez commune.

Le *diopside* ne contient que très-peu d'oxyde ferreux ; il est inattaquable par les acides et fusible en verre incolore ou presque incolore. Ses formes cristallines sont analogues à celle de l'augite. Il pèse de 3.25 à 3.34, raye difficilement le verre, est rayé par le quarz. Il est, en général, transparent ou translucide, à éclat vitreux, de couleur blanche ou de teintes grisâtres, verdâtres ou jaunâtres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

425. La **wollastonite** (*spath en table, schaalstein*) est fusible avec difficulté en verre incolore; réduite en poudre et jetée dans de l'acide chlorhydrique, elle se réduit en gelée. Elle se trouve en fragments qui ont quelquefois la forme bacilaire et sont alors clivables parallèlement aux faces d'un prisme de 95° 25′; d'autres fois elle a la texture lamellaire. Elle pèse 2.86, raye la fluorine, est quelquefois friable; son éclat est fréquemment nacré, sa couleur le blanc tirant parfois sur le jaunâtre, le brunâtre et le rougeâtre.

### 4e *genre.* — SILICIDES SILICATO-HYDRATÉS.

426. Substances présentant les mêmes caractères que les silicates anhydres, plus le dégagement de l'eau par la chaleur.

1er *sous-genre.* S. S. H. *thoriques.* — ? Thorite, $\dot{T}h\,\ddot{S}i + \dot{H}$.

2e — aluminiques

*simples.*

? Cimolite, $\ddot{A}l\ddot{S}i^3 + 3\dot{H}$.
? Severite, $\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 6\dot{H}$.
? Pholérite, $\ddot{A}l\ddot{S}i + 2\dot{H}$.
? Wœrthite, $\ddot{A}l\ddot{S}i + \ddot{A}l\dot{H}^5$.
? Halloysite, $2\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + \ddot{A}l\dot{H}^{12}$.
? Lenzinite, $\ddot{A}l\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
? Allophane, $2\ddot{A}l\ddot{S}i + \ddot{A}l\dot{H}^{15}$.
? Collyrite, $\ddot{A}l\ddot{S}i + \ddot{A}l\dot{H}^{15}$.

*doubles ou zéolites.*

1 † Analcime, $Na^3Si^2 + 3\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 6\dot{H}$
2 † Edingtonite, $\dot{C}a^3S^2 + 4\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 12\dot{H}$.

3 †

Killinite, $\dot{K}\ddot{S}i^4 + 8\ddot{A}l\ddot{S}i + 9\dot{H}$.
Harmolome, $(\dot{B}a,\dot{C}a,\dot{K})^3\ddot{S}i^2 + 4\ddot{A}l\ddot{S}i + 18\dot{H}$.
Gismondine, $(\dot{C}a,\dot{K})\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i^2 + 15\dot{H}$.
Prehnite, $\dot{C}a^2\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i + \dot{H}$.
Thomsonite, $(\dot{C}a,\dot{N}a)^3\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
Stilbite, $\dot{C}a\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i^3 + 6\dot{H}$.
Epistilbite, $\dot{C}a\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i^3 + 5\dot{H}$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Suite.* 2e sous-genre. S.S.H. aluminiques.

doubles ou zéolites

4 †

- Hydrolite, $3(\dot{C}a,\dot{N}a)\,\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 24\dot{H}$.
- Chabasie, $(\dot{N}a,\dot{K})^5\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i + 18\dot{H}$.

5 †

- Mésotype, $\dot{N}a^3\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 2\dot{H}$.
- Scolésite, $\dot{C}a\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
- Seybertite, $4(\dot{M}g,\dot{C}a,\dot{F}e)\,(\ddot{S}i,\ddot{A}l)^2 + 3\dot{H}$.
- Triklasite, $(\dot{M}g,\dot{F}e,\dot{M}n,\dot{K},\dot{N}a)^5\,\ddot{S}i^2 + \ddot{A}l\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
- Heulandite, $3\dot{C}a\ddot{S}i^3 + 4\ddot{A}l\ddot{S}i + 18\dot{H}$.
- Brewstérite, $(\ddot{S}r,\dot{B}a)\,\ddot{S}i^2 + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 18\dot{H}$.
- Laumonite, $\dot{C}a^3\,\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 18\dot{H}$.

Cristallisation indéterminée.

- Zeuxite, $\dot{F}e^3\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\ddot{S}i + 2\dot{H}$.
- Lehuntite, $(\dot{N}a\ \dot{C}a)\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
- Brévicite, $(\dot{N}a,\dot{C}a)^3\,\ddot{S}i^2 + \ddot{A}l\,\ddot{S}i + 6\dot{H}$.
- Cluttalite, $(\dot{F}e,\dot{N}a,\dot{M}g)\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 6\dot{H}$.
- Antrimolite, $3(\dot{C}a,\dot{K})\,\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 5\dot{H}$.
- Glottalite, $\dot{C}a^3\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i + 9\dot{H}$.
- Kérolite, $\dot{M}g\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i + 15\dot{H}$.
- Pagodite, $(\dot{K},\dot{C}a)\,\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i + 3\dot{H}$.
- Pyrophyllite, $\dot{M}g\,\ddot{S}i \mid 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$.

3 — — magnésiques

simples

- Stéatite, $2\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dot{H}$.
- Magnésite, $\dot{M}g\ddot{S}i + 2\dot{H}$.
- Serpentine, $2\dot{M}g^3\ddot{S}i + 3\dot{M}g\dot{H}^2$.
- Marmolite, $\dot{M}g^3\ddot{S}i + 3\dot{H}$.

doubles.

- Schillerspath, $(\dot{M}g,\dot{C}a,\dot{F}e)^3\,\ddot{S}i + \dot{H}$.

3 — — calciques. . .

doubles.

- Apophyllite, $\dot{K}\ddot{S}i^2 + 8\,\dot{C}a\ddot{S}i + 16\dot{H}$.
- Pectolite, $\dot{N}a\,\ddot{S}i + 3\dot{C}a\,\ddot{S}i^2 + \dot{H}$.

simples.

- Okénite, $\dot{C}a^3\,\ddot{S}i^4 + 16\dot{H}$.
- Disclasite, $3\dot{C}a^3\,\ddot{S}i^4 + 16\dot{H}$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

427. Les **hydrosilicates aluminiques simples** n'ont point encore été trouvés en cristaux; ils sont, en général, opaques ou translucides : la plupart, lorsqu'on les extrait de leurs gîtes, sont imprégnés d'eau hygrométrique; ils sont alors très-tendres et se laissent entamer par le couteau, ils se fendillent et deviennent cassants par le desséchement.

428. La **cimolite** est infusible au chalumeau, happe fortement à la langue, a une texture feuilletée, est très-friable, quelquefois douce au toucher; on s'en sert pour dégraisser les étoffes et même pour laver le linge, mais elle est peu propre à ce dernier usage.

429. L'**halloysite** est soluble en gelée dans les acides, happe à la langue, forme des rognons à texture compacte, à cassure conchoïde; elle est rayée par l'ongle, quelquefois translucide sur les bords, d'autres fois opaque. Son éclat est luisant passant au résineux, d'autres fois il est terne. Sa couleur est le blanc passant au bleuâtre et au jaunâtre.

430. L'**allophane** est infusible, soluble en gelée dans les acides; elle forme des rognons, des nids et des filons à texture compacte, à cassure conchoïde quelquefois écailleuse. Elle pèse de 1.88 à 2.10. Elle est rayée par la fluorine et raye seulement le gypse. Lorsqu'elle conserve son eau hygrométrique, elle est translucide, a un éclat ordinairement luisant, quelquefois résineux; mais elle devient opaque, terne et fendillée par le desséchement. Sa couleur est le blanc passant au jaunâtre, au bleuâtre, au grisâtre et au noir par le mélange de limonite, d'azurite, et, dans le dernier cas, d'une matière combustible qui disparaît par la calcination.

431. Le grand sous-genre des **zéolites** se compose de minéraux qui ont beaucoup de caractères qui, à quelques exceptions près, s'appliquent à toutes les espèces; tels sont ceux d'être solubles en gelée dans les acides, d'être facilement fusibles au chalumeau, d'être peu durs (quelques-uns cependant rayent l'apatite, d'autres la fluorine), d'avoir un éclat vitreux ou nacré, d'être de couleur blanche, de se présenter à l'état cristallin, de ne pas composer de grandes masses. Ces sub-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

stances n'ont, en général, d'autre usage que de contribuer, par la beauté de leurs cristaux, à l'ornement des collections de minéralogie.

Parmi le petit nombre de zéolites qui ne sont pas connues à l'état cristallin et qui sont employées dans les arts, se trouvent la *pagodite* (*talc glaphique, pierre de lard, agalmatolite*), avec laquelle on fait en Chine de petites figures connues sous le nom de magots. C'est une substance infusible devenant, par la calcination, dure, luisante, écailleuse, dont la texture est compacte, qui pèse 2.6, qui est facilement rayée par une pointe d'acier, douce au toucher, dont l'éclat est gras, la couleur d'un blanc rougeâtre, rosâtre, grisâtre ou verdâtre.

432. La **stéatite** blanchit et prend de la dureté par la calcination; elle est très-difficilement fusible au chalumeau sur les bords du fragment. Elle prend quelquefois les formes cristallines du quarz, du calcaire et du feldspath. Elle se trouve en masses et en fragments à texture compacte, grenue, terreuse, lamellaire et laminaire. On a cependant été longtemps dans l'habitude de considérer comme talc les variétés laminaires; mais, depuis que l'on distingue ces deux espèces par leur composition, on doit admettre de la stéatite laminaire ou schistoïde. Elle pèse de 2.6 à 2.8, est très-tendre, laissant des taches lorsqu'on la frotte sur une étoffe onctueuse au toucher; ses couleurs sont le blanchâtre, le jaunâtre, le verdâtre et le rougeâtre. La stéatite a les mêmes usages que le talc, avec lequel elle est souvent confondue : les tailleurs l'emploient sous le nom de *craie* de Briançon ou de craie d'Espagne pour tracer des lignes sur les étoffes, les cordonniers pour faire glisser les bottes; on s'en sert aussi pour adoucir le frottement des machines dont les rouages sont en bois.

433. La **magnésite** est très-difficilement fusible au chalumeau en émail blanc, attaquable par les acides; elle forme des rognons, des veines, des amas, des bancs, à texture ordinairement grenue ou terreuse, quelquefois compacte ou schistoïde. Elle pèse de 2.6 à 3.4, est assez tendre, rude au toucher; opaque ou faiblement translucide, d'un aspect terne,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'une couleur blanche tirant sur le jaunâtre et le grisâtre. On l'emploie à faire des poteries, et la variété dite *écume de mer*, qui vient du Levant, est recherchée pour faire des pipes.

434. La **serpentine** prend de la dureté par la calcination; elle est infusible au chalumeau, attaquable en partie par les acides. Sa texture est compacte, quelquefois laminaire ou grenue; elle pèse 2.64, est tendre mais tenace, quelquefois douce au toucher, ordinairement opaque, parfois translucide (*serpentine noble*); son aspect est quelquefois analogue à celui de la cire. Elle présente des parties vertes, jaunes ou incolores, souvent disposées par taches. Elle est assez abondante dans la nature, mais elle s'y trouve principalement comme faisant partie de roches mélangées.

435. La **marmolite**, qui est souvent confondue avec la serpentine et le talc, est aussi infusible au chalumeau; elle prend également de la dureté par la calcination, est attaquable par l'acide nitrique, divisible en lames parallèles aux pans d'un prisme quadrilatère. Elle pèse 2.47, est rayée par une pointe d'acier; sa poussière est douce au toucher, son éclat nacré ou métallique, sa couleur grisâtre ou verdâtre.

436. Le **schillerspath** est souvent confondu avec la *diallage* (423), dont il est presque toujours mélangé et dont il ne diffère probablement que par la présence de l'eau. Il est difficilement fusible au chalumeau. Il forme des fragments laminaires qui ont deux clivages, l'un très-facile, l'autre moins prononcé et incliné sur le premier de 135°. Il a l'éclat nacré ou métallique; ses couleurs sont le verdâtre, l'olivâtre, le brunâtre. Il pèse de 2.68 à 2.80, raye le calcaire. Il entre dans la composition de quelques roches.

### 5e *Genre.* — SILICIDES SILICATO-CHLORURÉS.

Sous-genre unique. S. S. C. aluminiques doubles. { Sodalite, $Na\,Cl^2 + \dot{N}a^3\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i$. Cancrinite, $Ca\,Cl^2 + \dot{N}a^3\,\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\,\ddot{S}i$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 6e *Genre.* — SILICIDES SILICATO-FLUORURÉS.

| | | |
|---|---|---|
| 1er sous-genre. S.S.F. aluminiques. | 3 | † Topaze, $Al F^2 + \ddot{A}l \ddot{S}i$. |
| | 3 | † Pycnite, $Al F^3 + 2\ddot{A}l \ddot{S}i$. |
| 2 — — magnésiques..... | 5 | † Condrodite, $\dot{M}g F^2 + \dot{M}g^3 \ddot{S}i$. |

437. La **topaze** est infusible au chalumeau; elle cristallise en prismes rhomboïdaux de 124° 20′, simples ou modifiés, terminés par des facettes annulaires ou par des sommets pyramidaux, quelquefois déformés en cylindres, clivables par un plan perpendiculaire à l'axe; elle forme aussi des veines à texture grenue. Elle pèse de 3.49 à 3.54, raye le quarz, est ordinairement transparente, rarement opaque; son éclat est vitreux; elle est quelquefois limpide, plus souvent d'un jaune passant du jaune-citron au jaune brunâtre et à l'orange; d'autres fois rougeâtre, bleuâtre, etc. Elle est facilement électrique par la chaleur et conserve longtemps son électricité. Elle est employée dans la joaillerie, mais on n'y estime que les variétés naturellement jaune pur, orange, rouge d'hyacinthe et rosâtre. On appelle *topazes brûlées* des variétés jaunes ou roussâtres que l'on fait devenir rosâtres par l'action du feu.

### 7e *Genre.* — SILICIDES SILICATO-SULFATÉS.

| | | |
|---|---|---|
| Sous-genre unique. S. S. C. aluminiques. | 1 | † Haüyne, $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + 3\ddot{A}l \ddot{S}i + 2\dot{K} \ddot{S}$<br>Nosine, $\dot{N}a$, $\ddot{A}l$, $\ddot{S}i$, $\ddot{S}$.<br>Outremer, $\dot{N}a$, $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$, $\ddot{S}i$, $\ddot{S}$. |

438. Ces minéraux forment un petit groupe dont la composition n'est pas bien connue. La circonstance que l'on ne voit pas dans la nature d'autres combinaisons de silicates avec des sulfates a fait supposer que ces derniers s'y trouvent à l'état de mélange, mais leur constance semble annoncer une combinaison. Ces substances sont attaquées et transformées en gelée par l'acide chlorhydrique; leur solution donne par le chlorure

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de baryte un précipité de sulfate barytique. Ils ne sont pas très-durs, cependant ils rayent l'apatite.

439. **L'outremer**, aussi nommé *lazulite* et *lapis lazuli*, est fusible en verre blanc et soluble dans les acides en perdant sa couleur. Il cristallise, mais rarement, en dodécaèdres rhomboïdaux, simples ou modifiés sur les angles solides ou sur les arêtes; il forme plus communément des fragments lamellaires et compactes qui renferment ordinairement des cristaux et des veines de pyrites et de calcaire. Il pèse de 2.7 à 2.9, raye l'apatite, est rayé par le quarz; sa texture est compacte, son éclat vitreux; il est opaque, d'un bleu d'azur plus ou moins foncé. On l'emploie pour faire des objets d'ornement et on en retire une couleur bleue remarquable par sa beauté et sa solidité; aussi cette substance est-elle toujours d'un prix assez élevé.

### 8e *Genre.* — SILICIDES SILICATO-BORATÉS.

Sous-genre unique. S. S. B. alumiques .. { 4 † Tourmaline, $\dot{K}, \dot{L}, \dot{N}a, \dot{M}g, \dot{F}e, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \ddot{\ddot{B}}$. 6 † Axinite, $\dot{C}a, \dot{F}e, \dot{M}n, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \ddot{\ddot{B}}$

440. La **tourmaline** est une substance dont la composition est très-variable et ne se prête pas, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, à l'établissement d'une formule régulière. Elle cristallise en cristaux non symétriques soit par les sommets, soit par les pans; ce sont des prismes à six pans ou à neuf pans, terminés par des rhomboèdres simples généralement modifiés de différentes manières aux deux extrémités. Tous ces cristaux peuvent être rapportés à des rhomboèdres de 133° 56'. La tourmaline présente aussi des formes cylindroïdes aciculaires ovoïdes; sa texture est compacte, fibreuse, radiée, schistoïde. Elle pèse de 3 à 3.42, raye le quarz, est rayée par la topaze. Elle est souvent opaque ou translucide, rarement transparente; son éclat est vitreux, surtout dans la cassure. Ses couleurs sont très-variées; elle est fréquemment noire, d'autres fois brune, rouge, verte, jaune,



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

violette, indigo, rarement incolore. Elle s'électrise par la chaleur d'une manière très-prononcée; le sommet le plus simple acquiert l'électricité négative et l'autre l'électricité positive.

Les variétés rouges sont très-recherchées dans la joaillerie quand elles sont transparentes, d'une belle teinte et sans défauts, ce qui est fort rare. On taille aussi les variétés vertes et bleues. Les premières sont improprement nommées *émeraudes du Brésil* et les secondes *saphir du Brésil.*

### 9e *Genre.* — SILICIDES SILICATO-BORATO-HYDRATÉS.

Sous-genre unique. S. S. B. H. calciques. } 5 + Datholite, $\dot{C}a^3\,\ddot{B} + 2\,\dot{C}a\,\ddot{S}i^2 + 2\dot{H}$.
Botryolite, $\dot{C}a^3\,\ddot{B} + 4\dot{C}a\,\ddot{S}i + 3\dot{H}$.

**441.** Ces minéraux blanchissent par la calcination, se fondent, avec boursouflement, en verre transparent, sont attaquables par l'acide nitrique en laissant un résidu d'acide borique et de silice; la solution précipite abondamment par l'oxalate ammonique. Ils sont très-rares.

### 2e *Famille.* — BORIDES.

**442.** Substances qui, réduites en poudre et humectées d'acide sulfurique, donnent à l'alcool la propriété de brûler avec une flamme verte.

1er genre. Borides hydratés simples 6 + Sassoline, $\ddot{B}\dot{H}^6$.
2 — — boratés magnésiques.... 1 + Boracite, $\dot{M}g^3\ddot{B}^2$.
3 — — borato-hydratés. magnésio-calciques. Hydroboracite, $(\dot{M}g, \dot{C}a)^3\,\ddot{B}^2 + 9\dot{H}$.
3 — — borato-hydratés. sodiques. 5 + Borax, $\dot{N}a\,\ddot{B} + 10\dot{H}$.

On vient de voir dans la famille précédente quelques autres minéraux où des borates se trouvent combinés avec des silicates.

**443.** La **sassoline** se liquéfie à une très-faible chaleur; elle fond en verre incolore, peu soluble dans l'eau, inattaquable par l'acide nitrique. Elle forme des paillettes isolées,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pèse 1.479; elle a l'éclat nacré, une couleur blanche : on la recueille pour fabriquer du borax.

444. Le **borax** se liquéfie aussi à une faible chaleur, se boursoufle ensuite considérablement, puis se fond en verre incolore. Il est attaquable par l'acide nitrique en laissant un résidu d'acide borique; la solution ne précipite pas par les réactifs; il donne, après l'évaporation et une bonne calcination, une matière alcaline soluble. Il est soluble dans l'eau, et la solution saturée donne immédiatement des cristaux d'acide borique hydraté par l'addition d'un acide; il a une saveur douceâtre. Il est susceptible de cristalliser en prismes à six pans, simples ou modifiés sur les arêtes postérieures des bases en octaèdres prismés ou simples dérivés d'un prisme oblique rectangulaire, mais il paraît qu'on ne l'a encore trouvé dans la nature que dissous dans les eaux ou formant de petites couches dans le voisinage de certains lacs. Il pèse 1.74; il est tendre, demi-transparent, de couleur blanchâtre. Il est très-employé dans les arts; les orfèvres et les bijoutiers s'en servent pour préserver les soudures de l'oxydation et faciliter leur fusion dans la réunion des diverses pièces. Il entre aussi dans la composition de certains verres blancs. Il sert de fondant aux couleurs que l'on applique sur la porcelaine; il contribue à la fusion de plusieurs minerais, et nous avons fait connaître combien il est utile aux recherches des minéralogistes.

### 3e *Famille.* — FLUORIDES.

445. Substances qui, chauffées dans un tube fermé, soit avec du bi-sulfate potassique, soit avec de l'acide sulfurique concentré, dégagent un gaz incolore qui ternit le verre.

1er genre. Fluorides aluminiques.. 3 + Fluélite, Al, F.
2 — — alumino-sodiques..... 2 + Cryolite, Na F + 2Al F
3 — — calciques..... 1 + Fluorine, Ca F².

Le fluor entre encore dans la composition de quelques minéraux que nous avons indiqués dans les tableaux des cérides et des silicides, et d'autres que nous indiquerons dans celui des phosphorides.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

La **fluorine** (*spath fluor*, *chaux fluatée*) est souvent décrépitante au chalumeau, toujours fusible en une perle opaque, attaquable par les acides, surtout par l'acide sulfurique qui la décompose; la solution précipite fortement par les oxalates et non par l'ammoniaque. Elle cristallise en cubes, en octaèdres, en dodécaèdres rhomboïdaux, simples ou modifiés sur leurs arêtes et sur leurs angles. On voit quelquefois de ces cristaux dont les lames d'accroissement se distinguent par leur couleur, d'autres dont les faces sont creuses et d'autres dont les faces et les arêtes sont arrondies. Elle se trouve aussi en stalactites, en mamelons, en masses, en veines, en rognons, et quelquefois moulée en crinoïdes. Elle est clivable en octaèdres ou en tétraèdres réguliers, et présente aussi les textures lamellaire, stratoïde, compacte, grenue. Elle pèse de 3.1 à 3.2, raye le calcaire, est rayée par une pointe d'acier. Elle est limpide, blanche, violette, bleue, verte, jaune, rouge, etc. Souvent ces couleurs sont très-vives, et plusieurs sont réunies par bandes dans le même échantillon; elle est phosphorescente quelquefois à la température ordinaire, telle est la variété que l'on a nommée *chlorophane*, et plus souvent quand on la fait chauffer. On l'emploie à faire des vases et d'autres objets d'ornement. On s'en sert quelquefois dans la joaillerie sous les noms de *faux rubis*, *fausse émeraude*, *fausse topaze*. Elle fait aussi l'office de fondant dans les opérations de métallurgie, et elle est employée dans les laboratoires pour la préparation de l'acide chlorhydrique.

### 4e *Famille*. — IODIDES.

**446**. Substances donnant des vapeurs violâtres par l'action de l'acide sulfurique et de la chaleur, ou une matière qui procure une couleur bleue à l'eau contenant de l'amidon en suspension.

L'iode existe dans plusieurs substances à l'état d'*iodure* d'*argent*, de *mercure*, de *zinc*, de *magnésie* ou de *soude;* mais ces combinaisons sont ordinairement mélangées avec d'autres, et celles qui, comme les deux premières, ont déjà figuré dans la série des minéraux sont encore fort rares et peu connues.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 5e *Famille.* — BROMIDES.

447. Substances qui, chauffées dans un tube fermé avec du bi-sulfate potassique, donnent des vapeurs rougeâtres et dont la solution prend une couleur jaune rougeâtre par l'action du chlore gazeux.

Le brome n'a encore été observé qu'à l'état de *bromure* de *sodium* et de *magnésium* dissous en très-petite quantité dans certaines eaux. On cite aussi un *bromure zincique*, mais il est encore peu connu.

### 6e *Famille.* — CHLORIDES.

448. Substances dégageant du chlore par l'action de l'acide sulfurique sur leur mélange avec l'oxyde manganique; donnant, lorsqu'on les fond avec le phosphate ammonico-sodique préalablement fondu avec de l'oxyde de cuivre, une belle couleur bleue tirant sur le violet à la flamme qui enveloppe le globule que l'on obtient.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Chlorides hydriques. . . | | Acide chlorhydrique, H Cl. |
| 2 — — | sodiques. . . . . | 1 † | Selmarin, Na Cl. |
| 3 — — | potassiques . . . . . | 1 † | Sylvine, K Cl. |
| 4 — — | ammoniques. . . . . | 1 † | Salmiac, $N H^3 Cl^2$ |

Le chlore entre encore dans la composition d'autres minéraux que nous avons indiqués dans les tableaux des argentides, des mercurides, des cuprides, des plombides, des ferrides et des silicides.

449. L'**acide chlorhydrique** (*acide marin, esprit de sel acide muriatique*) est un gaz limpide qui rougit le papier de tournesol, n'entretient ni la combustion, ni la vie, donne des fumées blanches au contact de l'air, est très-soluble dans l'eau à laquelle il communique une saveur fortement acide. Sa solution donne, par le nitrate d'argent, un précipité soluble dans l'ammoniaque; il a une odeur piquante, il pèse 0.0016 par rapport à l'eau et 1.269 par rapport à l'air. L'acide chlorhy-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

drique liquide, dont on se sert dans les arts et dans les laboratoires, est une solution de cet acide et d'eau.

450. Le **selmarin** (*sel de cuisine, sel gemme*) est soluble dans l'eau ; la solution ne précipite sa base par aucun réactif et laisse, après avoir été traitée par l'acide sulfurique et évaporée, des aiguilles cristallines efflorescentes ; il attire l'humidité, a une saveur salée. Il cristallise en cubes simples ou modifiés sur les angles et les arêtes, rarement en dodécaèdre rhomboïdal, qui se clivent en cube ; il forme aussi des couches, des amas, des rognons, des veines à texture laminaire, fibreuse, lamellaire, compacte et grenue. Il pèse de 2.12 à 2.30 ; il est fragile, raye le gypse, est rayé par le calcaire. Il est limpide ou blanc, quelquefois coloré accidentellement en rouge, en bleu ou en gris. Son aspect est vitreux. On connaît ses usages pour l'assaisonnement des aliments. On s'en sert aussi dans un grand nombre d'arts chimiques, notamment pour la préparation du chlore, de l'acide chlorhydrique, du carbonate sodique, etc.

451. Le **salmiac** (*sel ammoniac, sel de Tartarie*) est entièrement volatil par l'action de la chaleur ; il donne l'odeur ammoniacale par l'action d'un alcali fixe caustique. Sa saveur est alcaline et piquante. Il est susceptible de cristalliser en octaèdres simples ou plus ou moins émoussés, se présente en concrétions fibreuses ou pulvérulentes et en masses compactes. Il pèse 1.52 ; sa couleur est d'un blanc passant au grisâtre. On l'emploie dans les arts pour décaper les métaux ainsi que pour la préparation de l'eau régale, employée en teinture pour dissoudre l'étain. On s'en sert également pour la préparation de l'ammoniaque et du carbonate ammonique. On le prescrit quelquefois en médecine comme stimulant. Le commerce l'apporte du centre de l'Asie et on le fabrique artificiellement

### 7e *Famille.* — PHOSPHORIDES.

452. Substances donnant, par la fusion avec le carbonate sodique, un sel soluble dans l'eau, dont la solution, préalablement dépouillée d'acide carbonique, précipite au blanc par le ni-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trate plombique et en jaune par le nitrate argentique. Le premier de ces précipités n'est pas réductible par le charbon, mais se fond et donne, par le refroidissement, un globule à facettes cristallines.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genr. Phosphorides phosphatés | yttriques | 2 † | Xénotime, $\dot{Y}^3\ddot{P}$. |
| | alumino-lithiques. | 3 † | Amblygonite, $\dot{L}^2\ddot{P} + \ddot{A}l^4\ddot{P}^3$. |
| | alumin.-calciques. | | ? Calaïte, $\dot{C}a, \ddot{A}l, \ddot{P}$. |
| | alum.-magnésiq . | | Klaprothide, $\dot{M}g^5\ddot{P} + \ddot{A}^5\ddot{P}^3$. |
| 2 — — phosphato-hydratés aluminiques. | | | Péganite, $\ddot{A}l, \ddot{P}, \dot{H}$. |
| | | 4 † | Wavélite, $\ddot{A}l^4\ddot{P}^3 + 18\dot{H}$. |
| 3 — — phosphato-fluorurés | magnésiques. . . . | 5 † | Wagnérite, $Mg\,F^2 + \dot{M}g^3\ddot{P}$. |
| | calciques . . . . | 4 † | Apatite, $Ca\,F^2 + 3\dot{C}a^3\ddot{P}$ |

453. Le phosphore, toujours à l'état de phosphate, entre encore comme élément essentiel dans plusieurs autres minéraux que nous avons indiqués dans les tableaux des cuprides, des uranides, des plombides, des ferrides, des manganides et des cérides; il se trouve aussi dans quelques autres substances, notamment dans des arséniates, mais il paraît que l'acide phosphorique y est accidentellement et comme substitué à l'acide arsénique, combinaison de même formule et isomorphe.

454. La **calaïte** est un minéral fort peu connu, de couleur bleu de ciel et bleu-verdâtre, pesant de 2.86 à 3.60; elle est plus dure que le verre, mais rayée par le quarz. On l'emploie en joaillerie sous le nom de *turquoise de la vieille roche*, et son prix est très-élevé lorsqu'elle est d'une belle teinte. On ne doit pas confondre cette substance avec la *turquoise de nouvelle roche*, qui provient de dents de mastodontes, et probablement d'autres mammifères, colorées par des sels de cuivre.

455. L'**apatite** ou *phosphorite* est très-difficilement fusible au chalumeau, et attaquable par l'acide nitrique. La solution précipite abondamment par l'oxalate ammonique; elle cristallise en prismes dérivés d'un hexaèdre régulier, qui présentent souvent un très-grand nombre de pans et de facettes et qui sont quelquefois terminés par des pyramides; elle forme aussi des mamelons, des stalactites, des amas, des veines, des rognons à texture laminaire, lamellaire, fibreuse, stratoïde, compacte,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

grenue, grossière, terreuse. Elle pèse de 3.166 à 3.285, raye la fluorine, est rayée par le feldspath; elle est limpide, jaune, bleue, violâtre ou verdâtre. Son aspect est vitreux, quelquefois mat; plusieurs variétés, principalement la variété grossière, sont phosphorescentes par la chaleur; quelques variétés bleuâtres ou d'un bleu verdâtre sont employées dans la joaillerie.

### 8e *Famille.* — SULFURIDES.

456. Substances dégageant des vapeurs d'acide sulfureux soit immédiatement, soit par la combustion, soit par l'action de la poussière de charbon aidée de la chaleur, ou bien donnant de l'acide sulfhydrique, lorsque, après les avoir traitées par le carbonate potassique et la poussière de charbon, on fait agir de l'acide nitrique sur le résidu.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er genre. Sulfurides simples | | | 3 † | Soufre, S. |
| 2 — — hydriques | | | | Acide sulfhydrique, HS. |
| 3 — — oxydés | | | | Acide sulfureux, S̈. |
| 4 — — hydratés | | | | Acide sulfurique, S̈Ḣ. |
| 5 — — sulfatés | | potassiques | 3 † | Aphtalose, K S̈. |
| | | sodiques | 3 † | Thénardite, Na S̈. |
| | | barytiques | 3 † | Barytine, Ba S̈. |
| | | strontiques | 3 † | Célestine, Sr S̈. |
| | | calciques | 3 † | Karsténite, Ca S̈. |
| | | calcio-barytiques | 4 † | Dreelite, Ca S̈ + 2Ba S̈. |
| | | calcio-sodiques | 5 † | Glaubérite, Na S̈ + Ca S̈. |
| | | calciques | 5 † | Gypse, Ca S̈ + 2Ḣ. |
| 6 — — sulfato-hydratés. | alumiuiques | simples | | Webstérite, Äl S̈i + 9Ḣ. |
| | | | | Alunogène, Äl S̈³ + 9Ḣ. |
| | | | | Davyte, Äl S̈³ + 18Ḣ. |
| | | alcalins | 4 † | Alunite, K S̈ + 3Äl S̈ + 9Ḣ. |
| | | | 1 † | Alun, (K, Na, NH)³ S̈ + 24Ḣ, (potassique. sodique. ammonique.) |
| | magnésiques | | 3 † | Epsomite, Mg S̈ + 6Ḣ. |
| | magnésio-sodiq | | | ? Bloedite, Na S̈ + Mg S̈ + 5Ḣ. |
| | sodiques | | 5 † | Exanthalose, Na S̈ + 2Ḣ. |
| | ammoniques | | 4 † | Mascagnine, (NH³) S̈ + 2Ḣ. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le soufre à l'état de sulfures, de sulfosels et de sulfates entre encore dans la composition d'un grand nombre d'autres minéraux que nous avons indiqués dans le tableau des argentides, des mercurides, des cuprides, des uranides, des bismuthides, des stannides, des plombides, des zincides, des nickélides, des cobaltides, des ferrides, des manganides, des antimonides, des molybdides, des arsénides et des silicides.

457. Le **soufre** est fusible à la température de 170°, volatil, très-combustible; il s'enflamme avec facilité, brûle avec une flamme bleue en se transformant en gaz acide sulfureux et ne laissant aucun résidu lorsqu'il est pur. Il cristallise en octaèdres à base rhombe dont les angles sont de 106° 38′ et de 84° 58′ entre les plans d'un même sommet, et de 143° 17′ d'une face des sommets à l'autre, soit simples, soit modifiés; il forme aussi des aiguilles, des dendrites, des stalactites, des mamelons, des enduits, de petits amas, des rognons, des veines, des grains et des nids. Sa texture est compacte, grenue et terreuse. Il pèse de 2.07 à 2.10; il est très-fragile et fait entendre un craquement quand on l'écrase. Sa couleur est le jaune passant quelquefois, par suite de mélange, au verdâtre, au brunâtre qui est dû au bitume, et au rougeâtre qui est dû au sulfure sélénique. Il s'électrise négativement par le frottement. Il est employé à un grand nombre d'usages, tels que la fabrication des allumettes et de la poudre à tirer, le blanchiment des toiles, où il sert à l'état d'acide sulfureux, et surtout à la fabrication de l'acide sulfurique. On l'emploie aussi en médecine pour les maladies de peau.

458. **L'acide sulfhydrique** (*hydrogène sulfuré, gaz hépatique*) est un gaz qui s'enflamme à l'approche d'un corps brûlant, qui noircit l'argent, a l'odeur hépatique, est extrêmement délétère pour les corps vivants. Il est limpide et pèse 0.00154 par rapport à l'eau et 1.1912 par rapport à l'air.

459. **L'acide sulfureux** est un gaz pesant 0.0029 par rapport à l'eau et 2.247 par rapport à l'air. Il a une odeur suffocante de soufre brûlé, rougit les couleurs bleues végétales, se dissout dans l'eau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

460. L'**acide sulfurique** ne devrait pas, à la rigueur, figurer dans la série des minéraux naturels, car on ne l'a encore trouvé que dissous dans certaines eaux auxquelles une très-petite quantité relative de cette substance donne des propriétés acides très-prononcées.

461. La **thénardite** est soluble dans l'eau : sa solution ne précipite pas par le chlorure platinique, mais laisse, par l'évaporation, des aiguilles cristallines qui s'effleurissent à l'air. Elle cristallise en octaèdres rhomboïdaux simples ou modifiés au sommet, groupés les uns sur les autres et clivables en prismes rhomboïdaux de 125°; elle pèse 2.7, raye le gypse, est rayée par le calcaire. On l'exploite à Espartine, près de Madrid, pour la fabrication du carbonate sodique.

462. La **barytine** est difficilement fusible au chalumeau, en émail blanc; cet émail, placé sur la langue, a une saveur hépatique et alcaline; il est en partie attaquable par les acides, et donne une solution qui précipite toujours par l'acide sulfurique ou par un sulfate, quelque étendue qu'elle soit, et qui dépose, par l'évaporation, des aiguilles cristallines déliquescentes. La barytine cristallise en tables rectangulaires ou rhomboïdales plus ou moins modifiées, clivables en prisme droit rhomboïdal de 101° 42′. Elle se présente aussi en crêtes, en baguettes, en mamelons, en stalactites, en masses et en fragments à texture laminaire, fibreuse, radiée, compacte, grenue. Elle pèse 4.7, raye le calcaire, est rayée par la fluorine; ses couleurs sont le limpide, le blanc, le blanc jaunâtre, le rouge de chair, le brunâtre, le grisâtre, le noirâtre. Elle sert dans les laboratoires pour retirer de la baryte; on la mêle aussi avec de la céruse pour servir de couleur. Une variété qui devient phosphorescente par la calcination a été employée à préparer ce que l'on appelait le *phosphore de Bologne*.

463. La **célestine** décrépite au chalumeau, est facilement fusible sur le charbon, en émail blanc qui a une saveur hépatique et alcaline, se dissout dans l'acide chlorhydrique et y forme un sel colorant en rouge la flamme de l'alcool. Elle cristallise en prismes rhomboïdaux ou en octaèdres allongés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

modifiés de différentes manières et clivables en prisme droit rhomboïdal de 104° 30′. Elle se présente aussi en aiguilles, en baguettes, en mamelons, en stalactites, en masses, en rognons, en grains, etc. Sa texture est laminaire, lamellaire, fibreuse, compacte, grenue. Elle pèse 2.9592, raye le calcaire, est rayée par la fluorine.

La *célestine* est quelquefois *calcarifère;* telle est celle de Montmartre, près de Paris.

464. La **karsténite** ou *anhydrite* est assez difficilement fusible en émail blanc; elle donne, par la flamme intérieure, une matière hépatique et alcaline, attaquable en partie par les acides et dont la solution ne précipite point par un sulfate, mais toujours par un oxalate. Elle cristallise, mais rarement, en prismes octogones ou en prismes rectangulaires, modifiés sur les angles solides par des facettes plus ou moins obliques, clivables en prisme rectangulaire droit; c'est le *spath cubique* de certains auteurs. On en trouve aussi en concrétions, imitant des intestins, d'où on les a appelées *pierres de tripes.* Plus souvent elle est en couches, en amas, en filons, en fragments à texture lamellaire, fibreuse, compacte, saccharoïde, grenue et terreuse. Elle pèse de 2.5 à 2.9, raye le calcaire, est rayée par la fluorine; sa couleur est souvent le blanc, quelquefois le bleuâtre, le violâtre, le grisâtre, le rougeâtre, etc. Elle est quelquefois employée à la décoration; telle est celle connue sous le nom de *marbre bleu de Wurtemberg.*

La *karsténite* est quelquefois *salifère*, c'est-à-dire mélangée de selmarin, d'où on lui a aussi donné le nom de *muriacite.*

Il y a aussi une *karsténite quarzifère* connue sous les noms de *marbre Bardiglio*, *marbre de Bergame, vulpinite.*

465. La **glaubérite** ou *brongniartine* décrépite au chalumeau et se fond ensuite en émail blanc. Elle est faiblement attaquable par l'eau avec précipité de sulfate de chaux; sa solution donne, par l'évaporation, des aiguilles cristallines qui effleurissent à l'air. Cette substance cristallise en prismes obliques rhomboïdaux de 96° 400, dont la base est inclinée sur les faces de 104° 15′, quelquefois modifiés sur les arêtes obtuses

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des bases. Elle pèse 2.73, raye le gypse, est d'un jaune pâle ou blanchâtre. On l'a trouvée près d'Occana en Espagne.

On a donné le nom de *polyhalites* à des substances qui, de même que la glaubérite, accompagnent le selmarin, et parmi lesquelles il y en a qui forment peut-être des espèces particulières, mais qui souvent paraissent être des mélanges de diverses matières; telle est, notamment, la *polyhalite rouge de Vic*, qui est une *glaubérite salifère*, quelquefois *salifère* et *karsténitifère*, c'est-à-dire mélangée de selmarin dans le premier cas, et où il y a, en outre, dans le second cas, excès de sulfate calcique.

466. Le **gypse** présente les mêmes propriétés chimiques que la karsténite, sauf qu'il donne de l'eau par la calcination. Il cristallise en tables rhomboïdales biselées de différentes manières sur les bords, dérivant d'un prisme oblique rectangulaire, divisible facilement en lames parallèles aux deux pans latéraux qui se cassent ensuite ou se courbent parallèlement à la base et aux deux autres pans des prismes. Il présente aussi des cylindres, des lentilles, des aiguilles, des dendrites, des mamelons, des stalactites, des couches, des amas, des filons, des fragments dont la texture est laminaire, fibreuse, lamellaire, saccharoïde, compacte, grenue, pulvérulente, etc. Il pèse 2.3316, est rayé par l'ongle. Il est quelquefois parfaitement limpide, d'autres fois blanc, jaune, rougeâtre, grisâtre, etc. Le gypse à texture massive se travaille avec beaucoup de facilité; aussi est-il employé, sous le nom d'*albâtre gypseux*, à faire des vases, des socles de pendules, des figures, des rampes d'escaliers, des lambris et autres objets d'ornement. Le gypse laminaire sert quelquefois pour remplacer le verre et couvrir de petites images, d'où on l'a appelé *pierre à Jésus*, *glace de Marie*, *miroir d'âne*. Calciné et réduit en poudre, il porte le nom de *plâtre*, et est extrêmement utile pour la fabrication du stuc, pour le moulage des statues, pour faire des mortiers, qui cependant ne doivent pas être exposés à l'action de l'humidité, et pour l'amendement des terres ou plutôt pour favoriser la croissance des fourrages.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le gypse est quelquefois mélangé de calcaire, d'autres fois de marne et d'argile.

467. L'**alunite** a une composition qui n'est pas encore bien déterminée, et elle est presque toujours mélangée de parties étrangères, surtout de silice et de silicates d'alumine. Elle devient en partie soluble par la calcination ; sa solution donne un précipité gélatineux par l'ammoniaque ; elle cristallise en petits rhomboèdres de 92° 50', les uns simples, les autres tronqués au sommet, groupés les uns sur les autres dans les cavités de l'alunite compacte. Elle forme aussi des amas, des filons, des fragments à texture fibreuse, radiée, stratoïde, compacte, celluleuse, bréchiforme et terreuse, à cassure inégale et vitreuse. Elle pèse 2 69, raye difficilement le verre, est rayée par la fluorine. On l'exploite pour en retirer, au moyen du grillage et du lavage, de l'alun qui est connu dans le commerce sous le nom d'*alun de Rome*.

468. L'**alun** laisse, après la calcination, une matière boursouflée très-légère, soluble dans l'eau, donnant, par l'ammoniaque, un précipité gélatineux. Il est susceptible de cristalliser en octaèdres, tantôt simples et réguliers, tantôt modifiés sur les angles, quelquefois en cubes quand il y a excès de bases ; mais il n'a encore été trouvé dans la nature que sous forme d'enduits et de veines à texture fibreuse. Il pèse 1.71 ; il est limpide ou blanc. On retire l'alun soit de l'alunite, soit de roches schisteuses dans lesquelles il est quelquefois tout formé, mais qui, le plus souvent, n'en contiennent que les éléments ou plutôt une partie des éléments, c'est-à-dire le soufre et l'alumine, et que l'on calcine avec du bois, opération qui transforme le soufre en acide sulfurique et fournit de l'alcali. L'alun est employé à beaucoup d'usages dans les arts, surtout dans la teinture, où il sert comme mordant ; on l'emploie aussi pour la préparation des peaux blanches. La médecine en fait usage, soit à l'intérieur comme antiseptique et astringent, soit à l'extérieur, après avoir été calciné, pour ronger les chairs baveuses ou les excroissances qui se forment dans les plaies, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

La partie alcaline de l'*alun* est ordinairement de la *potasse*, mais elle est quelquefois substituée en partie ou même en totalité par de l'*ammoniaque* ou de la *soude* sans que les propriétés de l'alun soient sensiblement modifiées.

Ce que l'on appelle *alun de plume* est une matière qui forme des veines fibreuses dans certaines roches ou des efflorescences à leur surface, et qui paraît être un mélange d'alunogène et de couperose.

Le *beurre de Montagne* (*Bergbutter*) paraît être aussi un mélange de divers sulfates.

469. L'**epsomite**, l'**exanthalose**, la **mascagnine** sont des substances solubles dans l'eau qui ne se trouvent qu'en efflorescence ou dissoutes dans les eaux.

### 9e *Famille.* — NITRIDES.

470. Quoique le nitrogène soit un corps très-répandu dans la nature, il n'entre que dans la composition d'un très-petit nombre de combinaisons naturelles, ainsi qu'on va le voir par le tableau ci-après auquel il y a lieu d'ajouter l'alun ammonique et la mascagnine dont il vient d'être question, et qui contiennent aussi du nitrogène comme élément de l'ammoniaque.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. Nitrides simples. . . . . | | | Nitrogène, N. |
| 2 — — oxydés. . . . . | | | ? Air, $N^4O$. |
| 3 — — nitratés . . | potassiques. | 8 † | Salpêtre, $\dot{K}\ddot{N}$. |
| | sodiques. . . | 4 † | Nitrate sodique, $\dot{N}a\ddot{N}$. |
| | calciques. . . | 4 † | Nitrate calcique, $\dot{C}a\ddot{N}$. |

471. Le **nitrogène** ou *azote* est un gaz permanent qui n'entretient ni la combustion ni la respiration, qui est incombustible, insipide, inodore, incolore, qui pèse 0.00127, l'eau étant prise pour unité, et 0.9757 par rapport à l'air. Le nitrogène, considéré comme pur, est très-rare et ne se dégage que dans certains phénomènes dont il sera parlé dans le livre suivant. On l'a aussi reconnu dans de petites cavités existant dans du quarz.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

472. L'**air** ou *azote oxygénifère* est aussi un gaz permanent qui est habituellement composé de 0.78 de nitrogène et de 0.22 d'oxygène, ce qui correspond à 4 atomes du premier de ces corps et 1 atome du second ; mais on considère souvent ces corps comme étant à l'état de mélange plutôt qu'à celui de combinaison. Cependant la manière dont l'air se maintient ou plutôt se rétablit, dans les proportions ci-dessus, dans les lieux où une partie de son oxygène est continuellement absorbée par les combustions et par la respiration des êtres vivants, annonce que ces proportions sont le résultat d'une loi qui a beaucoup de rapport avec les lois des combinaisons. L'air contient toujours aussi un peu de vapeur d'eau et d'acide carbonique, mais dans des quantités qui varient selon les circonstances, ce qui paraît annoncer que c'est réellement à l'état de mélange ou de principes accidentels que ces matières s'y trouvent. Du reste, à la surface de la terre et à la température de 10 degrés, l'air est ordinairement composé de 0.756 de nitrogène, 0.233 d'oxygène, 0.010 de vapeur d'eau et de 0.001 d'acide carbonique. La quantité de ce dernier est quelquefois plus considérable dans les lieux bas et resserrés où il s'est produit ; la quantité de vapeur est encore plus variable, et diffère selon la température ; dans les zones tempérées, elle est souvent de 0.055 à 0.017 en été, tandis qu'en hiver elle n'est fréquemment que de 0.005 à 0.007, et que, dans la zone torride, elle forme fréquemment plus des 0.030 de l'air. Elle diminue à mesure que l'on s'élève, et M. Gay-Lussac en a trouvé à peine 0.001 dans l'air qu'il a recueilli à 7000 mèt. au-dessus de Paris.

L'air a la propriété d'entretenir la combustion et la respiration, mais seulement dans la proportion de l'oxygène qu'il renferme, ces propriétés cessant après l'absorption de ce principe.

L'air a une pesanteur spécifique de 0.0013 par rapport à l'eau ; il est extrêmement élastique ; il nous semble invisible et sans couleur, mais il est probable que ces apparences tiennent à la grande division des molécules de l'air, et que cette

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

substance est bleue par réfraction et rouge par réflexion, car c'est à l'air que l'on attribue la couleur bleue que nous présente le ciel quand il n'y a pas de nuages et la couleur rouge des astres lorsqu'ils sont près de l'horizon.

473. Les **nitrates** sont des substances solubles dans l'eau, sapides, fusant sur le charbon, dégageant du gaz oxyde nitrique par l'action de l'acide sulfurique sur leur mélange avec la limaille de cuivre.

474. Le **salpêtre** ou *nitre* donne avec l'eau une solution qui ne précipite point par le chlorure platinique; il n'est pas déliquescent; il a une saveur fraîche. Il est susceptible de cristalliser en prismes hexagones simples ou pyramidés ou en tables rectangulaires biselées, dérivant d'un prisme rhomboïdal de 119° 10′, mais il ne se présente dans la nature qu'en petites houppes ou en petites veines à texture fibreuse. Il pèse 1.93; il est ordinairement blanc ou limpide. On se procure le salpêtre par le lavage des matières qui le contiennent, et qui sont principalement les surfaces des murailles, des sables, des rochers calcaires, principalement dans les étables, les écuries, les caves et les autres lieux habités humides. On provoque sa formation par la décomposition des matières animales. Son principal usage est pour la fabrication de la poudre à tirer et pour en extraire de l'acide nitrique. On l'emploie aussi en médecine comme diurétique.

475. Le **nitrate calcique** est déliquescent; sa solution précipite par les oxalates; sa saveur est amère et désagréable; il est susceptible de cristalliser en prismes hexagones terminés par des pyramides, mais ne se trouve dans la nature que dissous dans l'eau ou formant dans les temps secs de petites houppes cristallines ou plus souvent des enduits terreux; il est blanc ou limpide, et, lorsqu'il a été calciné, il est phosphorescent; on l'appelle alors *phosphore de Baudouin*. Il accompagne presque toujours le salpêtre; il est utile aux salpêtriers, parce qu'ils le transforment en salpêtre en y ajoutant du carbonate potassique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## 10e *Famille.* — HYDRIDES

476. L'hydrogène est, comme le nitrogène, un corps très-répandu dans la nature et qui, de même, ne se combine immédiatement qu'avec un très-petit nombre de corps; deux de ces combinaisons ont été indiquées dans les familles des chlorides et des sulfurides; d'autres le seront dans celle des carbonides, de sorte qu'il n'en reste que deux à mentionner ici; mais on a vu que l'hydrogène à l'état d'eau entre dans la composition d'une grande quantité de minéraux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. | Hydrides simples..... | Hydrogène, H. | |
| 2 — | Hydrides oxydés .... | Eau, Ḣ | douce.<br>salée.<br>minérale. |

477. L'**hydrogène** ou *air inflammable* ne devrait peut-être même pas figurer dans cette liste, car ce corps se rencontre rarement, ou peut-être jamais pur, étant presque toujours mélangé d'autres matières gazeuses, principalement de carbures d'hydrogène. C'est un gaz limpide qui brûle avec dégagement d'une flamme vive, donne de l'eau par la combustion, est inodore, extrêmement léger, puisqu'il ne pèse que 0.00009, l'eau étant prise pour unité, et 0.0688 par rapport à l'air.

478. L'**eau** est ordinairement à l'état liquide; mais, lorsque la température est de quelques degrés au-dessous de zéro, elle cristallise en prismes hexaèdres réguliers presque toujours évidés dans l'intérieur, et qui semblent dérivés d'un rhomboèdre.

L'eau à l'état liquide, dépouillée de tout principe accidentel par la distillation, et prise à la température de 17°.5, est, comme nous l'avons déjà dit (224), le point de comparaison dont on se sert pour déterminer la densité des autres corps, de sorte que sa pesanteur spécifique est 1. L'eau offre une exception peu commune aux règles ordinaires de la densité des corps à diverses températures; car, au lieu d'avoir une densité toujours croissante à mesure qu'elle se refroidit, son



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

maximum de densité est à 4° au-dessus de zéro. Elle se dilate ensuite d'une manière peu sensible jusqu'au moment où elle se solidifie, et alors la dilatation s'opère tout à coup considérablement, de manière que la densité de l'eau solide n'est plus que de 0.916.

L'eau peut être divisée en trois sous-espèces que l'on désigne par les noms d'*eau douce*, d'*eau salée* et d'*eau minérale* *.

479. L'**eau douce** se distingue des autres eaux parce qu'elle n'a ni les saveurs salée, amère, alcaline, métallique ou acide, ni l'odeur hépatique qui caractérisent les eaux salées et minérales. C'est à cette sous-espèce qu'appartiennent les eaux naturelles les plus pures ; mais on y range cependant des eaux qui contiennent autant de principes accessoires qu'aucune autre eau.

L'eau douce peut se subdiviser en trois variétés principales, selon qu'elle est à l'état *liquide*, *solide* et *gazeux*.

L'*eau douce liquide* se subdivise en un grand nombre de variétés, telles que l'*eau de pluie*, l'*eau de neige*, l'*eau de fontaine*, l'*eau de puits*, l'*eau de rivière*, l'*eau de marais*.

L'*eau de pluie* et l'*eau de neige* sont les plus pures des eaux

---

* Ces dénominations sont très-défectueuses, car l'*eau douce* absolument pure n'a point de saveur, et il y a beaucoup d'eaux qui ont des saveurs qui ne sont nullement douces et qui sont réputées eaux douces ; d'un autre côté, les *eaux salées* ne sont pas les seules qui contiennent des sels, puisque toutes les eaux terrestres en contiennent ; enfin le nom d'*eau minérale* convient également à toutes les eaux qui sortent du sein de la terre. Mais, comme ces dénominations sont assez généralement employées dans l'usage vulgaire, j'ai cru devoir m'en servir. On a quelquefois divisé les eaux en *eaux pures* et en *eaux minérales;* mais cette division, qui peut convenir à la chimie, présente des inconvénients pour la description de la nature, car on ne rencontre presque pas d'eaux naturelles qui soient pures, et on détourne la dénomination d'*eaux minérales* de son acception ordinaire. On a aussi proposé d'appeler ces dernières *eaux médicinales*, et il serait à désirer que cette dénomination fût généralement adoptée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

naturelles, et, lorsqu'elles ont été recueillies dans des circonstances favorables, elles peuvent être considérées comme sensiblement pures, ne contenant d'autres principes étrangers que de l'air. L'eau provenant de pluie d'orage contient des indices d'acide nitrique. On dit aussi y avoir trouvé des indices de chlorure calcique, mais ce fait est douteux. L'eau de neige nouvellement fondue a une saveur particulière que l'on a attribuée à la présence d'un excédant d'oxygène ; mais cette opinion ne paraît pas fondée. La pluie et la neige entraînent les poussières qui voltigent dans l'atmosphère, de sorte que les eaux des premières pluies ou des premières neiges qui tombent après une sécheresse déposent toujours des matières pulvérulentes de diverse nature, mais qui, le plus souvent, sont du pollen des végétaux.

L'*eau de fontaine* et l'*eau de puits* sont presque toujours chargées de principes étrangers, notamment d'acide carbonique, de carbonate calcique et de sulfate calcique dont la quantité varie selon les lieux et la nature du sol. Ainsi, par exemple, les eaux de sources sont quelquefois, dans les pays granitiques, aussi pures que l'eau de pluie, tandis que, dans les pays formés de calcaire meuble ou friable, elles sont généralement très-chargées de sels à base de chaux.

Les *eaux de rivières* contiennent ordinairement moins d'acide carbonique et de carbonate calcique en dissolution que les eaux de fontaines et de puits, mais elles contiennent plus souvent des matières en suspension, soit terreuses, soit organiques, matières qui troublent souvent leur limpidité.

Les *eaux de marais* sont ordinairement chargées de débris de matières organiques décomposées, qui leur donnent une teinte noirâtre, quelquefois rougeâtre.

On peut encore citer à la suite de ces diverses eaux, qui sont toutes en masses plus ou moins considérables, une autre *eau*, bien insignifiante sous le rapport de sa quantité, mais qui a souvent attiré l'attention des naturalistes, c'est celle que l'on trouve enfermée dans de petites *géodes* de matières pierreuses hermétiquement fermées, notamment dans des agates, laquelle,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

autant qu'on peut en juger par les petites quantités qui ont été examinées, présentent une composition analogue à celle des eaux douces ordinaires.

L'*eau solide* ne demeure dans cet état qu'autant que la température est au-dessous du zéro du thermomètre. Elle se divise en *glace* et en *neige*.

La *glace* est généralement plus pure que l'eau, parce que les matières que celle-ci tient en dissolution s'en séparent souvent lorsqu'elle se congèle. Elle se trouve en couches et en amas considérables; d'autres fois elle est en veines et en grains, ou présente des formes mamelonnées, stalactitiques ou dendritiques. Sa texture est compacte, sa cassure droite, quelquefois un peu conchoïde. Sa densité est de 0.916; elle est fragile, assez tendre. Elle est limpide et a un aspect vitreux.

La *neige*, lorsqu'elle n'a pas éprouvé d'altération, présente un assemblage de petits cristaux aciculaires et de petites lames à l'état meuble et d'un blanc parfait, mais souvent elle prend de la cohérence, une texture saccharoïde, et se rapproche plus ou moins de la glace.

L'*eau à l'état de gaz* porte ordinairement le nom de *vapeur;* elle n'a ni saveur, ni odeur, ni couleur. Sa pesanteur spécifique est de 0.0008, l'eau liquide étant prise pour unité, et de 0.6201 par rapport à l'air. Elle a une grande tendance à prendre, soit l'état tout à fait liquide, soit celui de petits globules dont il sera parlé dans la météorologie, sous le nom de vapeur vésiculaire. Cependant, quoique l'eau exige une température de 100 degrés pour se transformer instantanément en vapeur, elle existe à cet état sous des températures très-basses.

480. L'**eau salée** doit son nom à la saveur que lui communique le chlorure sodique ou selmarin qui s'y trouve en dissolution. On peut la diviser en *eau de mer* et en *eau de sources salées*.

La composition de l'*eau de mer* n'est pas la même dans toutes les localités, la quantité de sels qu'elle contient variant de 0.03 à 0.04. C'est dans les golfes et dans les mers intérieures

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qu'elle est la plus faible. Le chlorure sodique forme toujours la plus grande partie de ces sels, sans cependant s'élever à plus des 0.027 du poids de l'eau. Les autres sels consistent principalement en chlorure calcique, chlorure magnésique, sulfate sodique, ainsi que dans une très-petite quantité de bromure sodique, de bromure magnésique, d'iodure sodique et d'iodure magnésique. On y a aussi reconnu de l'acide carbonique, du carbonate calcique, du chlorure potassique, du sulfate potassique, etc. Une analyse a donné à Marcet 0.0266 de chlorure sodique, 0.0047 de sulfate sodique, 0.0099 de chlorure magnésique et 0.0020 de chlorure calcique. Sur les côtes, l'eau de mer a une odeur désagréable qui provient probablement des débris de corps organiques qu'elle contient. Partout, elle a une saveur amère due au chlorure magnésique.

La densité de l'eau de mer varie de 1.0285 à 1.00057, et ne suit pas la même règle que celle de l'eau douce relativement à son maximum; car elle augmente par le refroidissement jusqu'au moment où elle se solidifie, ou plutôt elle augmente toujours, car on peut dire que les eaux salées ne se solidifient pas, les matières salines s'en séparant au moment de la congélation; de sorte que la glace qui se forme au-dessus de ces eaux est de l'eau douce.

L'eau de mer est une des substances les plus abondantes de notre globe, puisqu'elle remplit tous les vastes bassins des mers, ainsi que la plupart des lacs qui n'ont pas de débouchés.

L'*eau des sources salées* se rapproche beaucoup de l'eau de mer, mais elle a une composition plus variable, chaque source présentant, pour ainsi dire, des différences, tant sous le rapport de la quantité que sous celui de la nature des matières qui sont dissoutes dans l'eau. La quantité de sels contenue dans ces eaux s'élève quelquefois jusqu'aux 0.25 de son poids, mais on considère encore comme sources salées des eaux qui contiennent moins de 2 centimètres de selmarin, et on en extrait encore de ce sel. Le chlorure sodique est ordinairement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

accompagné, dans ces eaux, d'autres sels, tels que des chlorures calcique, magnésique et ferrique, des carbonates calcique et ferrique, des sulfates calcique, magnésique, sodique et ferrique, ainsi que de matière extractive ; mais ces substances s'y trouvent, en général, en quantité beaucoup moindre que le chlorure sodique.

481. Les **eaux minérales**, que l'on a proposé d'appeler du nom moins impropre d'*eaux médicinales*, parce qu'on les emploie en médecine, se distinguent des eaux douces parce qu'elles ont une saveur ou une odeur plus prononcée ; et des eaux salées parce que ce n'est pas au chlorure sodique qu'elles doivent leur saveur principale.

On peut les diviser en trois variétés principales, que l'on désigne par les épithètes de *salines*, d'*acidules* et de *sulfureuses*, lesquelles se subdivisent à peu près en autant de variétés particulières qu'il y a de sources donnant de ces eaux.

On divise aussi les eaux minérales en *eaux froides* et en *eaux chaudes* ou *thermales*, selon que leur température est analogue ou supérieure à la température ordinaire *.

Les *eaux salines* diffèrent peu des eaux de sources salées, et la ligne de démarcation entre ces deux variétés est presque impossible à tirer, attendu qu'elles renferment à peu près les mêmes sels. Les principaux sels qui se trouvent dans celles qui nous occupent sont les carbonates sodique, magnésique et calcique, les sulfates sodique, magnésique et calcique et les chlorures sodique, magnésique et calcique.

Parmi les eaux de cette catégorie, nous citerons celles de Plombières, de Chaudes-Aigues et de Bourbonne-les-Bains en France, qui sont chaudes, et celles d'Epsom en Angleterre, qui sont froides.

---

* On regarde assez généralement toutes les eaux chaudes ou thermales comme minérales ou médicinales, parce qu'on leur suppose des propriétés curatives ; mais il y a de ces eaux qui contiennent moins de principes étrangers que la plupart des eaux réputées eaux douces, et qui n'ont pas plus de saveur que celles-ci.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les *eaux acidules* doivent leur dénomination à un excès d'acide carbonique qui souvent leur communique une saveur agréable ; elles contiennent, en outre, la plupart des sels indiqués comme constituant les eaux salines. Beaucoup d'entre elles contiennent aussi du carbonate ferrique, d'où on les appelle eaux *ferrugineuses :* ces eaux sont très-communes ; nous citerons, parmi les eaux chaudes, celles de Carlsbad, de Wisbade, de Bade en Suisse, de Vichy ; et, parmi les eaux froides, celles de Selters, de Pyrmont, de Spa, de Sedlitz.

Les *eaux sulfureuses* doivent leur dénomination et leurs propriétés particulières à la présence de l'acide sulfhydrique qui leur donne une odeur plus ou moins forte ; on y trouve aussi la plupart des sels que nous avons indiqués à l'occasion des eaux salines, ainsi que de l'acide carbonique ; et il paraît que quelques-unes contiennent des sulfures, notamment du sulfure sodique. Ces eaux sont presque toujours chaudes, telles sont celles d'Aix-la-Chapelle, de Bade (Bade), d'Aix en Savoie, de Baréges, de Bonne, de Cauterets, de Bagnères de Luchon, dans les Pyrénées. Les eaux sulfureuses froides sont très-rares ; on peut néanmoins citer celles d'Enghien près de Paris.

### 11e *Famille.* — CARBONIDES.

**482.** Substances susceptibles de donner de l'acide carbonique par la combustion ou par l'action des acides plus forts, ou étant de l'acide carbonique, corps qui a la propriété de précipiter l'eau de chaux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1er genre. Carbonides simples.... | | 1 † | Diamant, C. |
| | | | ?Graphite, C. |
| 2 — — hydriques..... | | | ?Grizou, H,C. |
| 3 — — oxydés..... | | | Acide carbonique, C̈. |
| 4 — — carbonatés | magnésiques.... | 4 † | Giobertite, M̈g C̈. |
| | magnésio-calciq. | 4 † | Dolomie, C̈a C̈+M̈gC̈. |
| | calciques..... | 4 † | Calcaire, C̈aC̈. |
| | | 3 † | Arragonite, C̈aC̈. |
| | strontiques..... | 3 † | Strontianite, S̈r C̈. |
| | barytiques..... | 3 † | Withérite, B̈C̈. |
| | baryto-calciques. | 5 † | Barytocalcite, C̈aC̈+B̈aC̈ |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

5e genre. Carbonides carbonato-hydratés..... { sodiques..... { 5 † Natron, $\dot{N}a\ddot{C}+\dot{H}$. / 5 † Urao, $\dot{N}a^2\ddot{C}^3+4\dot{H}$. } calcio-sodiq.. 5 † Gaylussite, $\dot{N}a\ddot{C}+\dot{C}a\ddot{C}+5\dot{H}$. } magnésiques.. ? Walmstédite, $2\dot{M}g+\dot{H}$.

6 — — mellatés aluminiques... 2 † Mellite.

7 — — homobiaires

- résineux..... ? Succin. / ? Succinite. / ? Rétinasphalte. / ? Middlestonite.
- cireux..... ? Ozokérite. / ? Hatchétine. / ? Scheerérite.
- bitumineux.... ? Pétrole. / ? Malthe. / ? Asphalte. / ? Elatérite.
- charbonneux ? Anthracite. / ? Houille. / ? Lignite. / ? Tourbe.
- fumiéreux..... ? Dusodyle. / ? Terreau. / ? Guano.

Nous avons aussi indiqué plusieurs autres carbonates dans les familles des cuprides, des bismuthides, des plombides, des zincides, des ferrides, des manganides et des cérides.

483. Le **diamant** se dépolit à la surface par l'action du feu d'oxydation du chalumeau, et peut se brûler sans laisser de résidu lorsqu'il est soumis à un feu extrêmement violent. Il cristallise en octaèdre régulier, en tétraèdre, en dodécaèdre rhomboïdal, quelquefois en cube, d'autres fois en cristaux sphéroïdes ou ovoïdes; il est clivable parallèlement aux faces d'un octaèdre régulier. Il pèse 3.52. C'est le plus dur de tous les corps connus, les rayant tous et n'étant rayé par aucun; il est quelquefois fragile par suite de la facilité du clivage. Il est ordinairement transparent, rarement opaque; son éclat est vitreux et très-vif. Ses couleurs sont généralement peu fon-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cées ; il est limpide, jaunâtre, jaune-verdâtre, rose, rouge d'hyacinthe, brun ou noir. On le trouve au Brésil, dans l'Hindoustan, à Bornéo, dans l'Oural. Les diamants, à cause de la vivacité de leur éclat, sont les plus recherchées des pierres précieuses employées dans la joaillerie. Leur volume est ordinairement très-petit, et alors le prix n'est pas très-élevé, mais il augmente dans de très-fortes progressions avec le volume, pourvu, toutefois, que les diamants soient sans défauts, bien limpides ou d'une teinte agréable. Le plus gros diamant connu est celui dit d'Agra, dont le poids est d'environ 133 grammes. Les vitriers se servent de petits diamants pour couper le verre, et ils recherchent, pour cet usage, des cristaux à arêtes curvilignes. On emploie aussi le diamant pour percer d'autres pierres dures ou pour y graver des dessins.

484. Le **graphite** ou *plombagine*, qui a aussi été improprement nommé *mine de plomb* et *carbure de fer*, est presque toujours mélangé de matières étrangères. Il brûle très-difficilement par l'action de la flamme extérieure du chalumeau. Il forme des amas, des filons, des veines, des rognons, des grains à texture compacte ou feuilletée. On a cité des lames hexagonales, mais on élève des doutes à ce sujet. Le graphite pèse de 2.08 à 2.45 ; il est rayé avec facilité par une pointe d'acier, se coupe avec un instrument tranchant, est doux au toucher et écrivant. Sa couleur est le gris de plomb ou le gris de fer avec un éclat métallique souvent très-vif, surtout quand il a été fraîchement coupé, raclé ou frotté. Il sert à faire des crayons, recherchés pour écrire et pour dessiner ; les plus estimés sont ceux de Borowdale, dans le Cumberland. On l'emploie aussi à adoucir le frottement des machines en bois. On en frotte les poêles et autres objets en fonte ou en tôle pour les préserver de la rouille. A Passau, on le mêle avec des matières argileuses pour faire des creusets très-réfractaires.

485 Le **grizou** ou *hydrogène carboné* est un gaz qui paraît avoir pour type principal le carbure tétrahydrique, mais qui est toujours plus ou moins mélangé de carbure dihydrique. Il s'enflamme à l'approche d'un corps en combustion et détone

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

fortement lorsqu'il est mélangé d'air. Sa pesanteur varie de 0.0007 à 0.0013 par rapport à l'eau, ou de 0.5589 à 0.9804 par rapport à l'air. Le grizou se dégage de l'intérieur de la terre, soit par des fentes naturelles, soit dans les marais et autres lieux où se décomposent des matières végétales, soit dans l'intérieur des travaux de mines, où son inflammation accidentelle cause de grands désastres. Dans quelques lieux, on profite des sources naturelles de grizou, soit pour l'éclairage, soit pour cuire des aliments. On prépare aussi du grizou artificiel pour l'éclairage des villes, des manufactures, etc.

485. L'**acide carbonique** est aussi un gaz incolore, inodore, soluble dans l'eau à laquelle il communique une saveur aigrelette, la propriété de mousser et celle de précipiter l'eau de chaux. Il pèse 0.002 par rapport à l'eau, ou 1.524 par rapport à l'air. Il se dégage de l'intérieur de la terre, soit d'une manière lente et insensible, soit, dans certaines localités, d'une manière assez abondante pour former un courant qui asphyxie les animaux qui le traversent. Comme il est plus pesant que l'air, il s'accumule dans les anciens travaux de mines, dans les puits, etc.; mais, lorsqu'il est en communication directe avec l'atmosphère, il finit par se répandre dans ce dernier qui en contient toujours une petite quantité, ainsi que nous l'avons déjà dit (472).

486. Les **carbonates** sont des substances solides, solubles dans les acides, soit à froid, soit à chaud, en dégageant du gaz acide carbonique avec une effervescence plus ou moins vive.

487. La **giobertite** ou *baudisserite* a été quelquefois confondue avec la magnésite et la dolomie; elle ne tombe pas en poussière par l'action du feu; elle est soluble lentement à froid avec peu d'effervescence dans l'acide nitrique. Sa solution précipite peu ou point par l'acide nitrique, mais par la potasse, même après avoir été traitée par un sulfhydrate. Elle cristallise en rhomboèdre de 107° 25', lorsqu'elle est pure; elle forme aussi des filons et des fragments à texture laminaire, lamellaire, compacte et terreuse. Elle pèse de 2.56 à 2.78, raye

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le calcaire; sa couleur est ordinairement blanche. On en trouve en Piémont dans des serpentines que l'on emploie pour la fabrication de la porcelaine.

488. La **dolomie** présente les mêmes caractères chimiques que la giobertite, sauf qu'elle donne les réactions de la chaux, c'est-à-dire que sa solution donne un précipité blanc par l'oxalate ammonique. Elle cristallise en rhomboèdres le plus souvent simples, quelquefois modifiés sur leurs arêtes et sur leurs angles, d'autres fois arrondis en forme de cylindres, de tonnes, etc.; clivables en rhomboèdres de 106° 15′; elle forme aussi des mamelons, des stalactites, des couches, des amas, des filons, des fragments à texture laminaire, lamellaire, saccharoïde, grenue, compacte, celluleuse et pulvérulente. Elle pèse de 2.859 à 2.878, raye le calcaire, est rayée difficilement par l'arragonite. Les variétés cristallisées présentent souvent un éclat nacré très-vif; ses couleurs sont généralement peu variées; ce sont le limpide, le blanc, le gris, le noirâtre. La dolomie est très-répandue dans la nature, mais elle présente rarement sa composition normale, parce que la magnésie, la chaux, l'oxyde ferreux, l'oxyde manganeux étant susceptibles de se substituer, la dolomie peut être considérée comme étant ordinairement plus ou moins mélangée de calcaire, de giobertite, de sidérose ou de diallogite.

489. Le **calcaire** se convertit par la calcination en chaux vive sans gonflement et sans se réduire en poussière; il fait une vive effervescence à froid dans l'acide nitrique; sa solution précipite abondamment par l'oxalate ammonique, peu ou point par les autres réactifs. Il présente une si grande variété de formes cristallines que l'on en a déjà décrit plus de 1500. Elles ont toutes pour forme primitive un rhomboèdre de 105° 5′, mais elles ont diverses formes dominantes, notamment plusieurs rhomboèdres, le prisme hexaèdre régulier, le dodécaèdre à triangles isocèles, le scalénoèdre; d'autres sont des cristaux groupés, soit régulièrement, soit irrégulièrement, en aiguilles, en fer de lance, en réseau; ou des cristaux déformés de manière à imiter des boules, des écailles, des cylindres,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des grains d'orge, des petits tonneaux. Le calcaire présente également un grand nombre de formes concrétionnées, telles que mamelons, tuyaux, draperies, tubercules, fils, etc.; ainsi que presque toutes les modifications des formes massives, fragmentaires et organiques connues dans le règne minéral.

La texture est aussi très-variée : lorsqu'elle est laminaire, on obtient avec une facilité remarquable le rhomboèdre primitif; d'autres fois elle est lamellaire, fibreuse, radiée, globuleuse, stratoïde, schistoïde, compacte, saccharoïde, grenue, grossière, tubulée, cariée, oolithique, poudingiforme, bréchiforme, caillouteuse, graveleuse, arénacée, pulvérulente.

La pesanteur spécifique du calcaire est de 2.7231. Il raye le gypse; il est rayé par la fluorine.

Lorsqu'il est pur, il est limpide ou blanc, mais il est souvent coloré par des matières étrangères en jaunâtre, en grisâtre, en noirâtre, en bleuâtre, en rougeâtre, en brunâtre. Les variétés cristallines ont ordinairement l'éclat vitreux, quelquefois nacré; les variétés massives sont communément ternes, quelquefois luisantes. Il possède à un haut degré la double réfraction avec un axe optique. Les variétés cristallines s'électrisent par la seule pression et conservent longtemps leur électricité.

Nous reviendrons, dans le chapitre suivant, sur les variétés de calcaire que leur abondance fait considérer comme roches, et nous ajouterons seulement ici que le calcaire transparent est employé dans la construction des instruments d'optique.

Nous avons déjà fait connaître que la facilité avec laquelle la chaux se substitue à la magnésie, à l'oxyde ferreux et à l'oxyde manganeux donnait naissance à un grand nombre de mélanges entre le calcaire, la giobertite, le sidérose et la diallogite; parmi les autres mélanges du calcaire, nous citerons ici celui connu sous le nom de *grès cristallisé de Fontainebleau*, qui est un *calcaire quarzifère*, ou plutôt un *quarz calcarifère*, puisque le quarz est plus abondant que le calcaire, mais dont la forme cristalline est cependant un des rhomboèdres du calcaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

490. L'**arragonite** a la même composition que le calcaire, et ses propriétés chimiques ne diffèrent de celles de ce dernier que parce qu'il tombe en poussière par l'action de la chaleur; mais elle est plus dure, pèse 2.9466, et cristallise dans un système différent, ses cristaux étant dérivés d'un prisme droit rhomboïdal de 116° 10'; ce sont le plus souvent des prismes à six ou à huit pans terminés par des sommets dièdres, quelquefois des octaèdres, simples ou modifiés, rarement des dodécaèdres aigus; d'autres fois ils sont maclés ou déformés en cylindres, en aiguilles ou en faisceaux de baguettes. Cette substance forme aussi des concrétions, des fragments de diverses grandeurs, peut-être des masses. On a nommé *flos ferri* une variété, composée de rameaux entrelacés, qui se trouve ordinairement sur des minerais de fer. Sa texture est compacte, fibreuse ou radiée, jamais clivable. Son éclat est vitreux, surtout dans la cassure transversale; ses couleurs sont le limpide ou le blanc avec des teintes de jaune, de verdâtre, de brun de rose, de rouge et de violâtre, qui sont produites par des matières étrangères. Elle jouit de la double réfraction à deux axes optiques.

491. Le **natron** est ordinairement mélangé d'autres substances, mais principalement d'urao. Il est soluble dans l'eau; il a une saveur alcaline. Il est susceptible de cristalliser en octaèdres à bases rhombes, tronqués au sommet, qui tombent promptement en poussière par l'exposition à l'air. Il forme ordinairement des enduits pulvérulents ou des croûtes à texture grenue quelquefois, mais rarement de petites aiguilles très-fines. Il effleurit, dans les temps secs, dans les plaines basses qui ont été couvertes par les eaux de certains lacs qui en renferment avec d'autres sels. Quelquefois, lorsque l'évaporation est forte, il forme à la surface de l'eau des croûtes, ou il est associé avec du selmarin et d'autres matières salines. Il a été fort recherché pour la fabrication du savon et du verre; mais, actuellement, on se sert davantage de la soude obtenue artificiellement du selmarin.

492. L'**urao** ou *trona* a beaucoup de rapports avec le na-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tron qu'il accompagne souvent, et dont il ne diffère en quelque manière que par la proportion des éléments.

493. Nous désignons par le nom d'**homobiaires** * des substances dont la composition a beaucoup plus de rapports avec celles des produits de la vie qu'avec celles des véritables minéraux ; aussi la plupart de ces substances sont-elles des restes de corps organisés, que l'on n'admet, en quelque manière, dans le règne minéral que par tolérance et parce que leur mode de gisement est analogue à celui des minéraux proprement dits ou d'origine inorganique. Elles se rangent assez naturellement dans cinq divisions qui rappellent respectivement les résines, les huiles, les charbons et les fumiers du règne organique.

494. Les **résines** minérales se fondent au-dessous de la chaleur rouge-sombre, et brûlent en dégageant une odeur aromatique ; leur pesanteur spécifique est en dessous de 1.7 ; leur éclat est résineux et leur couleur jaunâtre ou brunâtre. La plus remarquable de ces substances est le *succin*, aussi nommé *ambre jaune*, *karabé*, *bernstein*, etc., qui donne de l'acide succinique par la distillation, qui est insoluble dans l'alcool et qui dégage souvent une odeur agréable par le frottement. Il forme des rognons et des grains à texture compacte, quelquefois feuilletée, et à cassure conchoïde. Sa couleur est le jaune passant au blanchâtre, à l'orangé, au brunâtre, au verdâtre ; il est souvent transparent, d'autres fois translucide ou opaque. Il renferme quelquefois des insectes ainsi que des pétales ou

---

* J'avais désigné ce genre, dans mon *Introduction à la géologie*, par le nom d'*homophytaire*, destiné à rappeler le rapprochement de ces corps avec les composés végétaux ; mais je crois maintenant qu'il est préférable d'employer un mot qui n'éloigne pas l'idée que ces corps rappellent aussi les matières animales, d'autant plus que, depuis lors, l'analyse que M. Wœlkel a donnée du guano a prouvé que cette substance a une composition beaucoup trop compliquée pour qu'on puisse en faire un genre particulier sous le nom d'*urate calcique*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'autres parties de végétaux. On le recueille principalement sur les côtes de la Prusse orientale. Il est susceptible de prendre le poli, et on l'emploie pour faire des ornements, des chapelets, des manches de couteaux et d'autres ustensiles. On s'en sert aussi pour faire des vernis gras, pour obtenir l'acide succinique employé dans les laboratoires et dans la médecine comme antispasmodique. La *succinite* ou *succin de l'île d'Aix* se distingue du succin parce qu'il ne contient pas d'acide succinique.

495. Les **cires** minérales se fondent avec autant de facilité que la cire ordinaire ; leur consistance est aussi la même. Leur pesanteur spécifique est moindre que celle de l'eau. Elles ont l'éclat gras ou nacré ; leur couleur est le blanchâtre, le jaunâtre, le brunâtre et le verdâtre. Ces substances sont généralement assez rares et se trouvent en petites quantités ; cependant l'*ozokerite* est assez abondante en Moldavie pour qu'on l'y emploie aux usages domestiques.

496. Les **bitumes** ou *huiles minérales* sont ou naturellement liquides à la température ordinaire, ou se fondent au-dessous de la chaleur rouge-sombre, et donnent une odeur dite bitumineuse, soit dans leur état ordinaire, soit par la combustion.

497. Le **pétrole** est principalement composé de carbure dihydrique plus ou moins mélangé d'autres matières, notamment de celle que M. Boussingault a nommée pétrolène ; il est à l'état liquide sous la température ordinaire, s'enflamme avec facilité, est soluble dans l'alcool, dissout les résines. Sa pesanteur spécifique varie de 0.758 à 0.854, sa couleur varie du blanc jaunâtre au brun noirâtre. On appelle *naphte* la variété d'un blanc jaunâtre ; elle forme un liquide léger, très-volatil, qui s'enflamme avant que le corps en combustion l'ait touché, mais qui s'épaissit et brunit lorsqu'il demeure exposé à l'air et à la lumière. Le pétrole, qui a beaucoup de rapport avec le grizou, en a aussi par son gisement, car les sources de pétrole sont souvent dans le voisinage des lieux où il se dégage du grizou. Les plus abondantes de ces sources sont celles qui se

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trouvent sur les côtes de la mer Caspienne. On emploie le pétrole pour l'éclairage et pour la fabrication des vernis ; on en fait aussi usage en médecine sous le nom d'*huile de Gabian*.

498. La **malthe** ou *bitume glutineux* serait composée, d'après M. Boussingault, du mélange de deux matières que ce chimiste nomme pétrolène et asphaltène. Elle est ordinairement molle et glutineuse, se durcissant dans les temps froids et se fondant toujours dans l'eau bouillante. Elle est soluble dans le pétrole, dans l'huile de térébenthine et dans l'alcool, où elle laisse un résidu bitumineux. Elle découle quelquefois des fentes des rochers et s'étend à leur surface ou sur le sol environnant en formant, soit des pellicules ondulées, soit des mamelons, soit des stalactites, mais, le plus souvent, elle imprègne des matières terreuses ou arénacées dont elle réunit les grains en les colorant en noir et dont on la retire par la chaleur. On s'en sert, comme du goudron, pour enduire les cordages et les bois qui doivent être exposés à l'eau, pour graisser les voitures. On la mélange avec des sables et des calcaires réduits en poudre pour faire des tuyaux de conduite, des dalles, pour enduire des toiles qui servent de toiture ; on la fait entrer dans la composition des vernis dont on recouvre le fer, etc.

499. L'**asphalte** ou *bitume de Judée* paraît presque entièrement composé d'asphaltène, matière dont la formule est, d'après M. Boussingault, $C^4$ $H^{32}$ $O^3$. Il n'est fusible qu'à une température supérieure à celle de l'eau bouillante ; il est insoluble dans l'alcool, sans odeur. Il pèse de 1 à 1.6 ; il est très-fragile ; sa cassure est souvent conchoïde, son éclat luisant, sa couleur noire. Il flotte assez abondamment sur le lac Asphaltite ou mer Morte, d'où il est poussé par les vents sur les côtes ; mais le gîte le plus important que l'on connaisse est à Coxitambo, près de Cuença, au Pérou. On s'en sert pour faire une couleur noire connue sous le nom de *momie*. On le fait aussi entrer dans la composition des vernis noirs et de la cire à cacheter noire. Les anciens Égyptiens s'en servaient pour

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

embaumer les corps et en faire ce que l'on nomme aujourd'hui des momies.

500. L'**anthracite** ou *charbon éclatant* est presque entièrement composée de carbone, auquel se joignent de petites quantités d'oxygène, d'hydrogène, quelquefois un peu de nitrogène, ainsi que quelques matières terreuses ; mais celles-ci ne s'y trouvent que par voie de mélange. Elle se brise souvent en éclats par l'action du feu et brûle difficilement sans flamme ni fumée ; sa poussière a une odeur de charbon. Elle forme des couches, des amas, des rognons, des grains, des enduits ; sa texture est schistoïde, compacte ou terreuse ; elle se divise quelquefois en prismes rhomboïdaux, que l'on a parfois assimilés à des solides de clivages, mais qui n'ont pas des angles constants. Elle pèse de 1.5 à 1.8 ; elle est tendre, opaque. Sa couleur est noire, son éclat est luisant, quelquefois métallique ou terne. Elle est employée comme combustible, mais elle ne peut, en général, s'allumer qu'au moyen d'autres matières, et plusieurs variétés ne peuvent servir que dans les fourneaux où il se produit une chaleur considérable, aussi voit-on souvent des parties d'anthracite qui se trouvaient dans la houille sortir intactes des foyers ordinaires.

501. La **houille** ou *charbon de terre* contient plus d'hydrogène et d'oxygène que l'anthracite, mais sa composition est très-variable, et M. Regnault y distingue quatre modifications principales dans lesquelles la proportion de carbone diminue successivement de 0.89 à 0.76, et qu'il désigne par les noms de houilles grasses dures, de houilles grasses maréchales, de houilles grasses à longues flammes et de houilles sèches à longues flammes. La houille s'allume avec facilité et brûle en donnant une flamme plus ou moins longue, une fumée noire ; elle se gonfle et se fond pendant la combustion, de manière à ce que les morceaux se collent entre eux. Si on arrête la combustion lorsque la houille cesse de flamber, et que l'on opère sur des variétés qui contiennent peu de matières terreuses, on obtient un charbon dur, léger, celluleux, à éclat métallique, que l'on appelle *coke*. La houille donne, à la distillation, des



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

matières bitumineuses, de l'eau, des gaz, souvent de l'ammoniaque. Les matières bitumineuses, soumises, de leur côté, à la distillation, donnent de la naphtaline. La houille forme des couches, des amas, des rognons, des grains; sa texture est schistoïde, compacte, terreuse; elle se divise quelquefois en prismes rhomboïdaux, que l'on a aussi assimilés aux solides de clivage, mais qui, de même que ceux de l'anthracite, n'ont pas des angles constants. Elle pèse 1.3262; elle est plus tendre que l'anthracite, plus dure que le bitume; sa couleur est le noir plus ou moins foncé, rarement brunâtre, elle est quelquefois irisée, ordinairement luisante, parfois terne, toujours opaque. La houille est très-abondante dans la nature; c'est une des substances minérales les plus utiles à l'homme; on s'en sert principalement comme combustible; on en retire aussi du goudron pour enduire les objets exposés à l'humidité et du gaz pour l'éclairage. Ce sont les houilles grasses à longues flammes de M. Regnault qui sont les plus propres à cet usage Il y a aussi dans cette division une variété que les Anglais nomment *cannel coal* ou charbon chandelle parce qu'elle brûle avec une flamme brillante, et qui est susceptible d'être taillée pour faire des vases et d'autres objets d'ornement.

502. Le **lignite** ou *braunkohle* a une composition qui diffère de celle de la houille par la présence d'une plus grande quantité d'oxygène et parce que le goudron que l'on en retire ne contient pas de naphtaline; il s'allume et brûle avec facilité en donnant de la flamme, une fumée noire, une odeur bitumineuse, souvent fétide et sans boursouflement; il présente, lorsqu'il a cessé de flamber, un charbon semblable à la braise et qui conserve la forme des fragments. Il dégage par la distillation des matières bitumineuses et de l'eau chargée d'acide acétique. Il présente des couches, des amas, des rognons, des nids, des grains, ainsi que des formes d'arbres, de fruits, etc. Sa texture est compacte, terreuse, schistoïde, fibreuse et organique végétale; il se divise quelquefois en solides analogues à ceux de la houille. Sa couleur est ordinairement le brun noirâtre passant au noir, rarement au roussâtre; son aspect est quelque-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

fois résineux, d'autres fois luisant, souvent terne. Le lignite est plus répandu, mais moins abondant dans la nature que la houille. Il est généralement employé comme combustible ; plusieurs variétés sont même confondues avec la houille sèche et avec l'anthracite. Lorsqu'il est assez dur et assez compacte pour prendre le poli et qu'il est d'un beau noir, on lui donne le nom de *jayet*, et on le taille pour faire des bijoux de deuil et d'autres ornements. On emploie dans la peinture, sous le nom de *terre d'ombre* de Cologne, un lignite terreux brun noirâtre. D'autres variétés de lignites ordinairement terreux sont employées à l'amendement des terres, soit après avoir été calcinées, et alors on les appelle *cendres rouges ;* soit dans leur état naturel, et alors on les appelle *cendres noires.*

503. La **tourbe** contient plus d'oxygène que les espèces précédentes de charbons, et sa composition se rapproche davantage de celle des végétaux. Elle brûle facilement avec ou sans flamme, donnant une fumée analogue à celle des herbes sèches ou du tabac et en laissant une braise très-légère. Elle donne, par la distillation, de l'acide acétique, une matière huileuse et du gaz. Elle forme des amas, quelquefois des couches et des nids, à textures compacte, terreuse, végétale, ressemblant parfois à une espèce de feutre spongieux formé de fibres de végétaux. Sa pesanteur spécifique varie selon la texture ; elle est tendre et friable ; elle est opaque, de couleur brune passant au noirâtre et au roussâtre. La tourbe est abondante dans les parties septentrionales de la zone tempérée ; on l'emploie comme combustible, et elle est d'une grande ressource dans les contrées où le bois est rare ; mais son odeur est cause qu'on lui préfère ce dernier ainsi que la bonne houille. Ses cendres sont très-recherchées dans l'agriculture pour développer la végétation des fourrages.

504. Le **dusodyle** (*houille papyracée, stercus diaboli*) brûle facilement en répandant une odeur fétide et en laissant un résidu terreux considérable. Il forme des feuillets minces, tendres, flexibles ressemblant à du papier. Il pèse 1.146 lorsqu'il est sec ; sa couleur est brune. On l'a trouvé à Melili, près de Syracuse, en Sicile.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

505. Le **terreau**, lorsqu'il est desséché, brûle avec facilité en dégageant une odeur animale ; il donne, par la distillation, des gaz et une matière huileuse ; il est très-tendre. Sa texture est terreuse, sa couleur brune ou noire. Il est assez généralement répandu à la surface de la terre, mais ne s'y présente ordinairement qu'en petite quantité, plus ou moins mélangé dans la terre végétale. Il forme quelquefois des petits amas, des filons ou des lits dans les fentes de rochers et dans les cavernes. Cette substance, qui provient de la décomposition des matières végétales et animales, est très-favorable au développement de la végétation ; mais, lorsqu'elle reste exposée à l'action de l'atmosphère, les décompositions continuent à avoir lieu, et la plus grande partie du terreau finit par se résoudre en matière gazeuse.

506. Le **guano** a une composition qui rappelle celle de la fiente des oiseaux. Il a une odeur forte et ambrée ; il noircit au feu en exhalant une odeur ammoniacale ; il est soluble avec effervescence dans l'acide nitrique à chaud, et la solution évaporée prend une belle couleur rouge. On le trouve dans les îles qui bordent les côtes du Pérou, où il forme des dépôts superficiels qui ont quelquefois plus de 20 mètres d'épaisseur et que l'on exploite pour fertiliser les terres. Il paraît être le résultat de l'accumulation des fientes des oiseaux marins qui se retirent sur ces îles.

### 12e *Famille.* — OXYDES.

507. L'oxygène est non-seulement le plus répandu des corps de la nature, mais on a vu, par les tableaux précédents, qu'il entre dans la composition de plus des trois quarts des espèces minérales, et qu'il se trouve combiné avec la plus grande partie des autres corps simples. Cette circonstance et celle que les opérations propres à faire reconnaître la présence de l'oxygène sont ordinairement difficiles et très-compliquées nous ont porté à inscrire tous les minéraux oxydés dans les familles qui tirent leur dénomination des autres éléments ; et, comme l'oxygène n'a point encore été trouvé à l'état pur, nous n'avons aucune espèce à indiquer ici.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# TABLEAU

DES

## PRINCIPAUX MINÉRAUX ISOMORPHES

NON COMPRIS CEUX QUE L'ON A CONSIDÉRÉS COMME SOUS-ESPÈCES.

### 1er *système cristallin.*

1. Or, Au. / Platine, Pt. / Electrum, Ag Au. / Amalgame, Ag Hg. / Cuivre, Cu.
2. Galène, Pb S. / Clausthalie, Pb Se. / Séléniure d'argent, Ag Se. / Séléniure de mercure, Hg Se. / Séléniure de cobalt, Co Se.
3. Panabase ($4Cu^2S + Sb^2S^3$) + ($FeS + Sb^2S^3$). / Tennantite, ($4Cu^2S + As^2S^3$) ($FeS + As^2S^3$).
4. Disomose, $NiS^2 + NiAs^2$. / Nickelantimon, $NiS^2 + NiSb^2$. / Cobaltine, $CoS^2 + CoAs^2$.
5. Aimant, $\dot{F}e\ddot{F}e$. / Franklinite, ($\dot{F}e, \dot{Z}n$) ($\ddot{F}e, \ddot{A}l$). / Sidérocrome, ($\dot{F}e, \dot{M}g$)($\ddot{C}r, \ddot{A}l$) / Gahnite, ($\dot{Z}n, \dot{M}g, \dot{F}e$)$\ddot{A}l$. / Spinelle, ($\dot{M}g, \dot{F}e$)$\ddot{A}l$.
6. Haüyne, $\dot{C}a^3\ddot{S}i + 3\ddot{A}l\ddot{S}i + 2\dot{K}\ddot{S}$. / Nosine, $\dot{N}a, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \ddot{S}$. / Outremer, $\dot{N}a, \dot{C}a, \ddot{A}l, \ddot{S}i, \ddot{S}$.

### 2e *système cristallin.*

1. Cassitérite, $\ddot{S}n$. / Rutile, $\ddot{T}i$.
2. Uranite, $\dot{C}a^3\ddot{P} + 2\ddot{U}^3\ddot{P} + 24\dot{H}$. / Chalkolite, $\dot{C}u^3\ddot{P} + 2\ddot{U}^3\ddot{P} + 24\dot{H}$.
3. Mélinose, $PbO + MO$. / Scheelitine, $PbO + WO^3$. / Scheelite, $CaO + WO^3$.

### 3e *système cristallin.*

1. Chalkosine, $Cu^2S$. / Stromeyerine, $Cu^2S + Ag^2S$.
2. Stibine, $Sb^2S^3$. / Orpiment, $As^2S^3$.
3. Céruse, $\dot{P}b\ddot{C}$. / Junckerite, $\dot{F}e\ddot{C}$. / Arragonite, $\dot{C}a\ddot{C}$. / Witherite, $\dot{B}\ddot{C}$. / Strontianite, $\dot{S}r\ddot{C}$.
4. Anglésite, $\dot{P}b\ddot{S}$. / Barytine, $\dot{B}a\ddot{S}$. / Célestine, $\dot{S}r\ddot{S}$.
5. Gallitzinite, $\dot{Z}n\ddot{S} + 6\dot{H}$. / Epsomite, $\dot{M}g\ddot{S} + 6\dot{H}$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*4e système cristallin.*

1 { Mimétèse, $PbCl^2 + 3\dot{P}b^3\ddot{A}s$.
Pyromorphite, $PbCl^2 + 3\dot{P}b^3\ddot{P}$
Polysphérite, $(PCl^2, baF^2) + 3(Pb,\dot{C}a)^3\ddot{P}$.
Hédiphane, $PbCl^2 + 3(\dot{P}b, \dot{C}a)^3\ddot{A}s$.
Apatite, $CaF^2 + 3\dot{C}a^3\ddot{P}$.

2 { Argyrithrose, $3AgS + Sb^2S^3$.
Proustite, $3AgS + As^2S^3$.

3 { Nickeline, Ni As.
Antimonickel, Ni Sb.

4 { Oligiste, $\ddot{F}e$.
Ilménite ($\ddot{F}e,\ddot{F}i$).
Corindon, $\ddot{A}l$.

5 { Tellure, Te.
Antimoine, Sb.
Arsenic, As.

6 { Siderose, $\dot{F}e\ddot{C}$.
Diallogite, $\dot{M}n\ddot{C}$.
Smithsonite, $\dot{Z}n\ddot{C}$.
Calcaire, $\dot{C}a\ddot{C}$.
Dolomie, $\dot{C}a\ddot{C} + \dot{M}g\ddot{C}$.
Giobertite, $\dot{M}g\ddot{C}$.

*5e système cristallin.*

1 { Vivianite, $\dot{F}e^3\ddot{P} + 9\dot{H}$.
Erythrine, $\dot{C}a\ddot{A}s + 9\dot{H}$.

2 { Epidote, $\dot{C}a^3Si + 2(\ddot{A}l, \ddot{F}e)\ddot{S}i$.
Bucklandite, $\dot{F}e^3\ddot{S}i + 2\ddot{F}e\ddot{S}i$.

3 { Pyroxène, $(\dot{C}a,\dot{M}g,\dot{F}e)^3\ddot{S}i^2$.
Rhodonite, $\dot{M}n^3\ddot{S}i^2$.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# TABLE

DES

# POIDS ATOMIQUES DES CORPS SIMPLES

## ET DE QUELQUES-UNES DE LEURS COMBINAISONS AVEC L'INDICATION DES PROPORTIONS DES ÉLÉMENTS DE CES DERNIÈRES.

| NOMS DES CORPS. | Formules | Poids de l'atome. | Poids de l'élément électro-positif. | Poids de l'élément électro-négatif. |
|---|---|---|---|---|
| Acide arsénieux | $\ddot{A}s$ | 1240.084 | 0.7581 | 0 2419 |
| — arsénique | $\ddot{A}s$ | 1440.084 | 0.6528 | 0.3472 |
| — borique | $\ddot{B}$ | 436.20 | 0.3122 | 0.6878 |
| — carbonique | $\ddot{C}$ | 275.000 | 0.2728 | 0.7272 |
| — chlorhydrique | $HCl^3$ | 227.566 | 0.0274 | 0.9726 |
| — chromique | $\ddot{C}r$ | 651.815 | 0.5397 | 0.4603 |
| — manganique | $\ddot{M}n$ | 645.887 | 0.5355 | 0.4645 |
| — molybdique | $\ddot{M}o$ | 898.520 | 0.6661 | 0.3339 |
| — nitrique | $\ddot{N}$ | 677.036 | 0.2615 | 0.7385 |
| — oxalique | $\ddot{C}$ | 452.875 | 0 3376 | 0.6624 |
| — phosphorique | $\ddot{P}$ | 892.285 | 0.4396 | 0.5604 |
| — scheelique | $WO^3$ | 1483.000 | 0.7977 | 0.2023 |
| — sulfhydrique | HS | 213.645 | 0.0584 | 0.9416 |
| — sulfureux | $\ddot{S}$ | 401.165 | 0.5015 | 0.4985 |
| — sulfurique | $\ddot{S}$ | 501.165 | 0.4014 | 0.5986 |
| — tantalique | $\ddot{T}a$ | 1353.72 | 0.8525 | 0.1475 |
| — titanique | $\ddot{T}i$ | 503.662 | 0.6029 | 0.3971 |
| — vanadique | $VO^3$ | 1156.890 | 0.7407 | 0.2593 |
| Alumine | $\ddot{A}l$ | 642.332 | 0.5330 | 0.4670 |
| Aluminium | Al | 171.166 | | |
| Ammoniaque | $NH^3$ | 107.238 | 0.8254 | 0.1746 |
| Ammonium | $NH^4$ | 113.477 | 0.1800 | 0.2200 |
| Antimoine | Sb | 806.452 | | |
| Argent | Ag | 1351.607 | | |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| NOMS DES CORPS. | Formules | Poids de l'atome | Poids de l'élément électro-positif. | Poids de l'élément électro-négatif. |
|---|---|---|---|---|
| Arsenic | As | 470 042 | | |
| Barium | Ba | 856.880 | | |
| Baryte | Ba | 956.880 | 0.8955 | 0.1045 |
| Bismuth | Bi | 886 920 | | |
| Bisulfure de fer | $FS^2$ | 741.535 | 0.4574 | 0 5426 |
| Bore | B | 136 204 | | |
| Brome | Br | 489.153 | | |
| Cadmium | Cd | 696.767 | | |
| Calcium | Ca | 256.019 | | |
| Carbonate calcique | Ca Ċ | 631.019 | 0.5642 | 0.4358 |
| — cuprique | Cu Ċ | 770.695 | 0.6432 | 0.3568 |
| — ferreux | Fe Ċ | 714.205 | 0.6150 | 0.3850 |
| — magnésique | Mg Ċ | 533.352 | 0.4844 | 0.5156 |
| — manganeux | Mn Ċ | 730 887 | 0.6185 | 0 3815 |
| — plombique | Pb Ċ | 1669.498 | 0.8353 | 0 1647 |
| — sodique | Na Ċ | 665.897 | 0.5870 | 0.4130 |
| Carbone | C | 75.000 | | |
| Cérium | Ce | 574 696 | | |
| Chaux | Ca | 356.019 | 0.7191 | 0.2809 |
| Chlore | Cl | 221.326 | | |
| Chlorure argentique | $Ag Cl^2$ | 1794.258 | 0.7533 | 0.2467 |
| — plombique | $Pb Cl^2$ | 1737.149 | 0.7452 | 0.2548 |
| — sodique | $Na Cl^2$ | 733 548 | 0 3966 | 0 6034 |
| Chrome | Cr | 351.815 | | |
| Cobalt | Co | 368.991 | | |
| Cuivre | Cu | 395 695 | | |
| Eau | Ḣ | 112.479 | 0.1109 | 0.8891 |
| Étain | Sn | 735.294 | | |
| Fer | Fe | 339 205 | | |
| Fluor | F | 116 900 | | |
| Fluorure calcique | $CaF^2$ | 489 820 | 0.5227 | 0 4773 |
| Glucine | Ġ | 158.084 | 0.3674 | 0.6326 |
| Glucium | G | 58 084 | | |
| Hydrate calcique | Ca Ḣ | 468.498 | 0.7599 | 0.2401 |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| NOMS DES CORPS. | Formules | Poids de l'atome. | Poids de l'élément électro-positif. | Poids de l'élément électro-négatif. |
|---|---|---|---|---|
| Hydrate cuivrique | Ċu Ḣ | 608.174 | 0 8151 | 0.1849 |
| — ferrique | Ḟe² Ḣ³ | 2294 257 | 0.8529 | 0.1471 |
| — magnésique | Mg Ḣ | 370.832 | 0.6967 | 0 3033 |
| Hydrogène | H | 6 240 | | |
| Iode | I | 789.750 | | |
| Iridium | Ir | 1233.499 | | |
| Lithine | L | 180.330 | 0.4456 | 0.5544 |
| Lithium | L | 80.330 | | |
| Magnésie | Mg | 258.352 | 0 6129 | 0.3871 |
| Magnésium | Mg | 158.352 | | |
| Manganèse | Mn | 345.887 | | |
| Mercure | Hg | 1265.823 | | |
| Molybdène | Mo | 598.520 | | |
| Nickel | Ni | 369.675 | | |
| Nitrate potassique | K N | 1266.952 | 0.4656 | 0.5344 |
| Nitrogène | N | 88.518 | | |
| Or | Au | 1243.013 | | |
| Osmium | Os | 1244.487 | | |
| Oxyde antimonique | S̈b | 1912.903 | 0.8432 | 0.1568 |
| — bismuthique | B̈i | 2073.840 | 0.8553 | 0.1447 |
| — céreux | Ċe | 674.696 | 0.8518 | 0.1482 |
| — cérique | C̈e | 1449.390 | 0 7930 | 0.2070 |
| — chromique | C̈r | 1003 631 | 0.7011 | 0.2989 |
| — cobaltique | Ċo | 468.991 | 0.7868 | 0.2132 |
| — cuivreux | Ċu | 891.390 | 0.8878 | 0.1122 |
| — cuivrique | Ċu | 495.695 | 0.7983 | 0.2017 |
| — ferreux | Ḟe | 439.205 | 0.7723 | 0.2277 |
| — ferrique | Ḟe | 978.409 | 0 6934 | 0.3066 |
| — ferroso-ferrique | Ḟe Ḟe | 1417.614 | 0.7180 | 0.2820 |
| — manganeux | Ṁn | 445.887 | 0.7757 | 0.2243 |
| — manganique | M̈n | 991.774 | 0 6975 | 0.3025 |
| — niccolique | Ṅi | 469.675 | 0.7871 | 0.2129 |
| — plombique | Ṗb | 1394.498 | 0.9283 | 0.0717 |
| — stanneux | Sn | 835.294 | 0.8803 | 0.1197 |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| NOMS DES CORPS. | Formules | Poids de l'atome. | Poids de l'élément électro-positif. | Poids de l'élément électro-négatif. |
|---|---|---|---|---|
| Oxyde stannique. . . . . | Sn. . . . . | 935.294 | 0.7862 | 0.2138 |
| — uraneux. . . . . | $U^3$ $O^4$. . . | 2650.000 | 0.8490 | 0.1510 |
| — uranique. . . . . | Ü. . . . . | 1800.000 | 0.8333 | 0.1667 |
| — zincique. . . . . | Żn. . . . . | 503 226 | 0.8013 | 0.1987 |
| Oxygène. . . . . | O. . . . . | 100 | | |
| Palladium. . . . . | P. . . . . | 665.899 | | |
| Phosphate plombique. . . | Ṗb P̈. . . . | 3681.281 | 0 7576 | 0.2424 |
| Phosphore. . . . . | P. . . . . | 196.143 | | |
| Platine. . . . . | Pt. . . . . | 1233.499 | | |
| Plomb. . . . . | Pb. . . . . | 1294.498 | | |
| Potasse. . . . . | K̇. . . . . | 589.916 | 0.8305 | 0.1695 |
| Potassium. . . . . | K. . . . . | 489.916 | | |
| Rhodium. . . . . | Rh. . . . . | 651 387 | | |
| Scheelin. . . . . | Ẅ. . . . . | 1183.000 | | |
| Sélénium. . . . . | Se. . . . . | 494.583 | | |
| Silice. . . . . | S̈i. . . . . | 577.312 | 0.4804 | 0.5196 |
| Silicium. . . . . | Si. . . . . | 277.312 | | |
| Sodium. . . . . | Na. . . . . | 290.897 | | |
| Soude. . . . . | Ṅa. . . . . | 390.897 | 0.7442 | 0.2558 |
| Soufre. . . . . | S. . . . . | 201.165 | | |
| Strontiane. . . . . | Śr. . . . . | 647.285 | 0.8455 | 0.1545 |
| Strontium. . . . . | Sr. . . . . | 547.285 | | |
| Sulfate aluminique. . . . | Äl S̈$^3$. . . | 2145.829 | 0.2993 | 0.7007 |
| — barytique. . . . . | Ba S̈. . . . | 1458.045 | 0.6563 | 0.3437 |
| — Calcique. . . . . | Ċa S̈. . . . | 857.184 | 0.4153 | 0.5847 |
| — magnésique. . . . . | Mg S̈. . . . | 759.518 | 0.3402 | 0.6598 |
| — plombique. . . . . | Ṗb S̈. . . . | 1895.663 | 0.7356 | 0.2644 |
| — potassique. . . . . | K̇ S̈. . . . . | 1091.081 | 0.5407 | 0.4593 |
| Sulfure antimonique. . . . | $Sb^2$ $S^3$. . | 2216.398 | 0.7277 | 0.2723 |
| — argentique. . . . . | Ag S. . . . | 1552.772 | 0.8704 | 0.1296 |
| — arsénique. . . . . | $As^2$ $S^5$. . . | 1945.909 | 0 4831 | 0.5169 |
| — bismuthique. . . . . | $Bi^2$ $S^3$. . . | 3264.249 | 0.8151 | 0.1849 |
| — cuivreux. . . . . | $Cu^2$ S. . . | 992.555 | 0.7973 | 0.2027 |
| — cuivrique. . . . . | Cu S. . . . | 596.860 | 0.6630 | 0.3370 |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| NOMS DES CORPS. | Formules | Poids de l'atome. | Poids de l'élément | |
|---|---|---|---|---|
| | | | électro-positif. | électro-négatif. |
| Sulfure cobaltique. . . . . | Co S. . . . | 570.156 | 0.6472 | 0.3528 |
| — ferreux. . . . . | Fe S. . . . | 540.370 | 0.6277 | 0.3723 |
| — ferrique. . . . . | $Fe^2$ $S^3$. . . | 1281.904 | 0.5292 | 0.4708 |
| — manganeux. . . . . | Mn S. . . . | 547.052 | 0.6323 | 0.3677 |
| — molybdique. . . . . | Mo $S^3$. . . | 1000.850 | 0.5980 | 0.4020 |
| — mercurique. . . . . | Hg S. . . . | 1466.988 | 0.8629 | 0.1371 |
| — niccolique. . . . . | Ni S. . . | 570 840 | 0.6476 | 0.3524 |
| — plombique. . . . . | Pb S. . . . | 1495.663 | 0.8655 | 0.1345 |
| — stanneux. . . . . | Sn S. . . . | 936.459 | 0.7852 | 0.2148 |
| — zincique. . . . . | Zn S. . . | 604.391 | 0.6672 | 0 3328 |
| Suroxyde de manganèse. . . | Mn. . . . . | 545.887 | 0.6336 | 0.3664 |
| Tantale. . . . . | Ta. . . . . | 1153.715 | | |
| Tellure. . . . . | Te. . . . . | 801.763 | | |
| Thorine. . . . . | Th. . . . . | 944.900 | 0.8816 | 0.1184 |
| Thorium. . . . . | Th. . . . . | 844.900 | | |
| Titane. . . . . | Ti. . . . . | 303.662 | | |
| Vanadium. . . . . | V. . . . . | 856.890 | | |
| Uranium. . . . . | U. . . . . | 750 000 | | |
| Yttria. . . . . | Y. . . . . | 502.514 | 0.8010 | 0.1990 |
| Yttrium. . . . . | Y. . . . . | 402.514 | | |
| Zinc. . . . . | Zn. . . . . | 403.226 | | |
| Zircone. . . . . | Zr. . . . . | 1140.401 | 0.7369 | 0.2631 |
| Zirconium. . . . . | Zr. . . . . | 420.200 | | |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE IV.

### DES ROCHES CONSIDÉRÉES MINÉRALOGIQUEMENT.

508. **Définition des roches.** Nous avons dit ci-dessus (142) que l'on entendait par *roche* tout minéral ou tout mélange de minéraux qui se trouve dans l'écorce solide du globe, en masses assez considérables pour être prises en considération dans l'étude générale de cette écorce.

509. On voit, par cette définition, que les **propriétés physiques des roches** et la plupart de leurs propriétés chimiques doivent être les mêmes que celles des minéraux, de sorte que, tout en renvoyant à ce qui a été dit sur cette matière dans le chapitre 1$^{er}$, nous nous bornerons à ajouter ici quelques détails sur la composition et la classification des roches en général et sur les caractères particuliers des principales modifications.

510. **Composition des roches.** De même que l'on ne trouve dans la nature qu'un nombre d'espèces minérales beaucoup moindre que celui dont la quantité de corps simples ou *éléments chimiques* permet de supposer l'existence, le nombre des roches est aussi infiniment moindre que celui que l'on pourrait supposer théoriquement, d'après la quantité de leurs *éléments minéralogiques*, c'est-à-dire d'espèces minérales. En effet, il y a très-peu de ces dernières qui forment seules des masses assez importantes pour être considérées comme roches, et leurs mélanges ne sont pas non plus en très-grande quantité. Parmi ces mélanges, les uns se distinguent par leur constance et leur abondance dans la nature, ainsi que par l'ensemble de propriétés nouvelles qu'ils donnent aux corps qui en résultent; les autres sont moins constants, et ne consistent souvent que dans la présence d'une petite quantité de certains minéraux qui se joignent à des quantités plus considérables, soit d'un autre minéral simple, soit d'un mélange de la pre-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mière catégorie, sans changer considérablement les propriétés de la masse principale. On désigne par le nom de *parties accidentelles* les minéraux qui s'introduisent de cette manière dans une masse d'autre nature, et on donne à celle-ci le nom de *base* ou de *parties essentielles*. On voit, par ce qui précède, que les *bases* des roches sont tantôt *simples*, tantôt *mélangées;* et, d'après ce que nous avons dit de la manière dont les minéraux se mélangent entre eux, on sent que les éléments des bases mélangées sont quelquefois unis plus ou moins *intimement*, et que, d'autres fois, leur association est telle qu'ils peuvent être séparés *mécaniquement*. De sorte que les roches, considérées sous le rapport de leur composition minéralogique, forment trois catégories principales, savoir : les *roches à base simple* ou *homogène*, dont la partie essentielle est une des substances qui figurent dans la série des espèces minérales; les *roches à base d'apparence simple* ou *à base mélangée adélogène*, dont les parties essentielles sont formées par le mélange, plus ou moins intime, mais non reconnaissable à l'œil nu, de minéraux différents; et les *roches à base mélangée phanérogène*, dont les parties essentielles sont composées d'éléments qui se distinguent à la vue simple. Mais il est impossible de tirer une ligne de démarcation bien nette entre ces diverses catégories; car nous avons vu que la minéralogie n'était pas encore à même de distinguer nettement les substances qui doivent être considérées comme de véritables combinaisons chimiques, ou comme des mélanges intimes; et, d'un autre côté, ces mélanges passent à ceux dont les parties sont distinctes, par une série de nuances plus difficiles encore à apprécier, puisque l'on ne peut, à cet égard, s'appuyer sur l'analyse chimique, ni sur la théorie atomique.

511. **Classification des roches.** On voit, par ces notions sur la composition des roches, qu'il est impossible, du moins dans l'état actuel de la science, de trouver une considération scientifique sur laquelle on pourrait fonder l'établissement des *espèces de roches*. Aussi se ferait-on une idée fausse de ce que l'on entend par ce nom, si l'on voulait y voir une chose dé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

terminée sur des bases rationnelles analogues à celles qui servent à distinguer les espèces de plantes, d'animaux et même de minéraux; ce qui a fait dire à Haüy que *les roches sont les incommensurables du règne minéral.*

512. On peut cependant considérer chaque base particulière comme donnant naissance à une espèce de roche, et chaque modification accidentelle de cette base comme donnant naissance à une *variété;* c'est-à-dire que chaque espèce est censée se subdiviser en autant de variétés que la composition essentielle, considérée comme constituant l'espèce, présente de modifications différentes résultant, soit de ses propriétés minéralogiques particulières, soit du mélange des principes étrangers que l'on considère comme parties accidentelles. Mais, quoique les associations de minéraux soient, ainsi qu'on vient de le dire, infiniment moins nombreuses que la quantité des éléments permet de le supposer, leur nombre est encore très-considérable, et même, si l'on a égard aux associations peu constantes ou aux modifications qui résultent du passage d'un mélange à un autre, il est si considérable, que les naturalistes, au lieu de donner des noms à toutes les modifications qui se présentaient sous leurs yeux, ont toujours dû se borner à choisir, dans une longue série, les termes qui leur paraissaient les plus remarquables; mais ce choix ayant été souvent l'effet du hasard et non pas d'un système raisonné, il en résulte que telle roche que l'on admet à figurer dans les méthodes comme espèce est moins importante et moins caractérisée que telle autre que l'on est dans l'habitude de considérer comme variété ou comme sous-variété.

513. Quant au groupement des espèces en *genres,* nous avons cru devoir le tirer de la circonstance que plusieurs espèces de roches se rapprochent ordinairement d'une même espèce minérale qui peut en être considérée comme un des éléments essentiels le plus important, et qui, par conséquent, peut servir à désigner le genre; mais il a fallu faire plusieurs exceptions à cette règle, ainsi qu'on le verra dans les descriptions particulières.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les genres de minéraux se présentaient ensuite naturellement pour réunir les genres de roches en *ordres*, et on pouvait enfin se servir des classes de minéraux pour faire des *classes* de roches ; mais ces deux rangs de division ont l'inconvénient d'être extrêmement inégaux, attendu que le genre des silicates et la classe des kouphylites servent de base à un nombre de roches beaucoup plus considérable que celles des autres divisions correspondantes ; aussi, pour diminuer un peu cet inconvénient, nous avons soustrait de la classe des kouphylites la petite division des minéraux composés à la manière des corps organiques, et nous en avons formé une troisième petite classe qui se distingue par la propriété qu'ont les *roches* qui la composent d'être employées comme *combustibles*. D'un autre côté, comme les autres roches de la grande classe des kouphylites sont, à très-peu d'exceptions près, employées comme matériaux de constructions ou matières *pierreuses*, et que l'on se sert des roches de la classe des métallites pour en extraire des matières *métalliques*, nous avons cru pouvoir tirer parti de ces trois circonstances pour désigner les trois classes.

L'application de ces principes nous donne le **tableau des roches** dont la teneur suit.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1re CLASSE. **Roches métalliques.** | Roches cuivreuses.... | | Chalkopyrite (304). |
| | Roches zinciques..... | Calamine (324). | |
| | | Smithsonite (325). | |
| | Roches manganiques.. | Pyrolusite (350) | |
| | | Acerdèse (351). | |
| | | Rhodonite (352). | |
| | Roches ferrugineuses.. | Marcassite (333). | |
| | | Sperkise (334). | |
| | | Aimant (336). | |
| | | Oligiste (337). | |
| | | Limonite (338). | |
| | | Siderose (346). | |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**2e CLASSE. Roches pierreuses.**

**1er ORDRE.** Roches silicées ou quarzeuses.
- Quarz (392).
- Quarzite (517).
- Grès (518).
- Sable (519).
- Silex (394).
- Jaspe (395).
- Tripoli (520).
- Poudingue (521).
- Psammite (522).
- Macigno (523).
- Gompholite (524).
- Arkose (525).

**2e ORDRE.** Roches silicatées.

Roches schisteuses.
- Schiste (528)
  - Schiste p. d.
  - Ardoise.
  - Coticule.
  - Happant.
- Ampélite (532)
  - Alunifère.
  - Graphique.
- Porcellanite (533).
- Calschiste (534).

Roches argileuses.
- Argilite (536).
- Pséphite (537).
- Smectite (538).
- Argile (539).
- Limon (540).
- Marne (541).
- Ocre (542).
- Sanguine (543).
- Kaolin (544).

Roches feldspathiques.
- Orthose (400).
- Pegmatite (547).
- Granite (548).
- Syénite (549)
- Protogine (550).
- Leptynite (551).
- Eurite (552)
- Porphyre (553).
- Variolite (554).
- Pyroméride (555)
- Argilophyre (556).
- Argilolite (557).
- Perlite (558).
- Ponce (559).
- Trass (560).
- Domite (561).

Roches albitiques.
- Phonolite (562).
- Trachyte (563).
- Obsidienne (564).
- Retinite (565).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Suite* 2e CLASSE. **Roches pierreuses.** | *Suite.* 2e ORDRE. Roches silicatées. | Roches labradoriques. | Labradorite (416). |
| | | | Saussurite (566). |
| | | | Euphotide (567). |
| | | | Granitone (568). |
| | | | Hypersthénite (569). |
| | | | Téphrine (570). |
| | | Roches pyroxéniques. | Lherzolite (572). |
| | | | Dolérite (573) |
| | | | Mélaphyre (574). |
| | | | Trapp (575). |
| | | | Basalte (576). |
| | | | Vake (577). |
| | | | Pepérine (578). |
| | | | Spilite (579). |
| | | Roches amphiboliques. | Hornblende (580). |
| | | | Hémitrène (581). |
| | | | Diorite (582). |
| | | Roches amphigéniques. | Aphanite (583). |
| | | | Amphigénite (584). |
| | | Roches grenatiques. | Grenat (404). |
| | | | Eclogite (585). |
| | | Roches micaciques. | Micaschiste (586). |
| | | | Gneiss (587). |
| | | Roches talciques. | Stéachiste (589). |
| | | | Ophiolite (590). |
| | 3e ORDRE. | Roches fluorurées. | Fluorine (446). |
| | 4e ORDRE. | Roches chlorurées. | Selmarin (450). |
| | 5e ORDRE. Roches sulfatées. | Roches aluniques. | Alunite (467). |
| | | Roches barytiniques. | Barytine (462). |
| | | Roches gypseuses. | Karsténite (464). |
| | | | Gypse (466). |
| | Roches carbonatées. | Roches calcareuses. | Calcaire (591). |
| | | | Cipolin (592). |
| | | | Ophicalce (593). |
| | | | Dolomie (488). |
| | | Roches giobertiques. | Giobertite (487). |
| 3e CLASSE. **Roches combustibles** ou charbonneuses. | | | Anthracite (500). |
| | | | Houille (501). |
| | | | Lignite (502). |
| | | | Tourbe (503). |



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

En renvoyant, pour ce qui concerne une partie de ces roches, à ce qui a été dit dans le chapitre précédent, nous allons faire connaître d'une manière succincte les principales propriétés des autres.

514. Nous entendons, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, par **roches métalliques** celles dont l'élément principal est un minéral de la classe des métallites. Ces roches sont peu développées ; elles forment plus communément des filons et des amas que des couches, et sont en général, exploitées comme minerais métalliques ; elles sont toujours plus ou moins mélangées, mais ces mélanges n'étant pas assez développés ou assez constants pour être érigés en espèces particulières de roches, nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit sur ces substances dans le chapitre précédent.

Les **roches** que nous distinguons par l'épithète de **pierreuses** sont incombustibles, et l'on ne peut, en général, en extraire des métaux par les procédés métallurgiques ordinaires.

515. Les **roches quarzeuses** ont le quarz pour élément principal et conservent la faculté de rayer le verre.

516. Les variétés de **quarz** proprement dit à texture grenue, grésiforme, arénacée et poudingiforme étant, ainsi qu'on va le voir, admises dans la série des roches sous des dénominations particulières, on ne fait pas ordinairement figurer le nom de quarz dans cette série ; mais la nature présentant de nombreux filons dans lesquels le quarz à texture compacte ou cariée, quelquefois légèrement lamellaire, fibreuse ou radiée, à cassure inégale, rarement conchoïde, forme des masses considérables, nous croyons qu'il doit en être fait mention à côté des autres roches quarzeuses. Ce quarz, lorsqu'il est pur, est souvent employé pour la fabrication du verre.

Le quarz des filons est souvent accompagné de beaucoup d'autres substances, notamment de métaux ; mais ces associations ne sont pas, en général, assez constantes pour mériter des noms particuliers. Mais nous citerons ici le *quarz micacé* ou *greisen*, qui n'est en quelque manière qu'un accident du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

micaschiste, où le mica est moins abondant que le quarz *; le *quarz tourmalinifère* (*schorlfels, schorlrock, hyalotourmalite*), et le *quarz topazosème* ou *topazfels*. Ce dernier est composé de quarz, de topaze, de tourmaline, peut-être de leptynite.

517. Le **quarzite** ** (*quarzfels, quarz grenu*) est une roche à base de quarz proprement dit à texture grenue. Il forme des couches, des amas, peut-être des filons, de couleurs grise, blanchâtre, jaunâtre, rougeâtre, verdâtre, bleuâtre, noirâtre, etc., unies ou bigarrées.

Le quarzite renferme un grand nombre de minéraux différents, mais la plupart de celles de ces associations qui sont remarquables par leur constance forment des espèces particulières. Nous citerons cependant ici le *quarzite talcique*, dénomination par laquelle nous désignons, pour les motifs qui seront exposés à l'article des roches talciques, l'association du quarz avec divers silicates de magnésie, mais seulement lorsque le quarz est dominant; le *quarzite micacé*, dont une sous-variété a été nommée *itacolumite* ou *grès flexible;* le *quarzite sidérocriste* (*itabirite, eisenglimmerschiefer*), formé

---

* M. Brongniart a admis, sous le nom d'*hyalomicte*, une roche composée de quarz avec du mica, que j'avais conservé dans mes premières éditions. Mais j'ai trouvé, depuis lors, que la conservation de cette espèce avait des inconvénients dans mon système de classification, dont le principe fondamental est de faire primer la composition sur les circonstances de texture et de gisement; car, pour être conséquent dans ce système, il fallait que je réunisse dans l'hyalomicte avec le *greisen* des Allemands, qui en est le type, le *quarzite micacé* et le *sable micacé*, ce qui est beaucoup plus contraire aux usages reçus que de voir simplement un *quarz micacé* dans le *greisen*, association qui paraît, d'ailleurs ne point être très-importante dans la nature et avoir beaucoup de rapport avec le quarz des filons.

** Je n'avais pas admis cette espèce dans mes premières éditions, où je m'étais servi avec Saussure de la dénomination de quarz grenu, mais le nom de quarzite, proposé par M. Brongniart, étant maintenant très-usité, j'ai cru devoir aussi en faire usage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de quarz et d'oligiste spéculaire. Ces deux dernières variétés forment au Brésil des montagnes entières qui recèlent des minerais d'or, d'étain, de fer, etc. On pourrait citer le *quarzite rouge* et le *quarzite brun* comme des mélanges de quarz avec la sanguine et la limonite. Le quarzite est employé comme pierre à bâtir, comme pavé, comme pierre à aiguiser, etc.

518. Le **grès** (*pierre de sable, sandstein, sandstone*) est une roche à base de quarz à texture grésiforme, formant des couches, des amas et des fragments de couleurs blanche, grise, jaune, rouge, etc., unies ou bigarrées.

On donne le nom de *grès lustré* à une roche à cassure conique, luisante, dont la texture est presque compacte, mais dans laquelle, lorqu'on la regarde à travers une lame mince, on aperçoit des grains séparés, enveloppés dans une pâte compacte. On appelle *grès ferrugineux* un grès de couleur brune qui est mélangé de beaucoup de limonite ; *grès chlorité*, celui qui renferme de la chlorite : il est ordinairement de couleur verte ou pointillé de vert. Il existe aussi des *grès micacés*, des *grès calcarifères*, etc.

Le grès est très-abondant dans la nature ; on l'emploie comme pierre à bâtir, mais il est surtout recherché pour faire des pavés.

519. Le **sable** * est une roche à base de quarz à l'état arénacé, variant par la grosseur de ses grains, formant des couches, des amas et des filons de couleur blanche, lorsqu'il est pur.

---

* Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer ici que je restreins le nom de *sable* à une substance quarzeuse, ou du moins dans laquelle le quarz domine, et que je pense que l'on ne doit pas dire *sable calcaire*, *sable ferrugineux*, pour désigner du calcaire ou du minerai de fer en très-petits grains ; mais, de même que nous disons *syénite zirconienne* pour désigner la syénite qui contient du zircon, le *sable ferrugineux* est pour moi un assemblage de petits grains de quarz mélangé avec une substance ferrugineuse. Mais, quand je voudrai indiquer que du calcaire ou de la nigrine se trouve dans un état analogue à celui du sable, je dirai *calcaire arénacé, nigrine arénacée.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le sable est quelquefois *ferrugineux*, et alors ses couleurs sont le jaune ou le brunâtre, s'il est associé à la limonite, et le rouge, s'il est coloré par de l'oligiste; d'autres fois il est *chlorité*, et alors il est vert ou mélangé de grains verts ou noirâtres. Il y a aussi des sables *micacés*, *argileux*, etc.

Le sable est très-abondant dans la nature. On l'emploie pour faire des mortiers, ainsi que dans la fabrication du verre, de certaines poteries, etc.

520. Le **tripoli** (*trippel*) est une roche à base d'apparence simple, composée presque entièrement de silice, infusible. Il forme des masses à texture grenue, à grain très-fin, presque compacte, souvent schistoïde; il est friable, quelquefois pulvérulent; sa poussière est âpre au toucher, son aspect est terne, ses couleurs sont le jaunâtre, le grisâtre, le blanchâtre, le rougeâtre.

L'examen au microscope de la plus grande partie des tripolis a fait reconnaître à M. Ehrenberg qu'ils étaient composés de carapaces d'animaux infusoires. Du reste, le nom de tripoli étant appliqué par les ouvriers à une matière qui a la propriété de donner un beau poli aux pierres et aux métaux, il paraît que l'on confond sous cette dénomination des substances de nature et d'origine différentes. Le tripoli le plus estimé est celui de Venise, qui vient de Corfou, et dont on ne connaît pas le gisement. On cite aussi cette roche à Poligné en Bretagne, à Postchappel en Saxe, à Bilin en Bohême, etc.

521. Le **poudingue** * est une roche à base composée de fragments de substances quarzeuses, réunis soit sans ciment visible, soit par un ciment quarzeux ou quarzo-argileux non calcarifère. Il forme des couches, des amas, des filons et des

---

* J'ai fait connaître, dans l'*Introduction à la géologie*, les motifs qui me forçaient, en quelque manière, de restreindre le nom de poudingue aux seules roches où domine le quarz, et de l'étendre aux roches quarzeuses à texture bréchiforme, aussi bien qu'à celles à texture poudingiforme.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

blocs à texture ordinairement poudingiforme, quelquefois bréchiforme; il présente divers degrés de cohérence; ses couleurs sont le rougeâtre, le brunâtre, le grisâtre, le blanchâtre, etc., quelquefois unies, souvent bigarrées. Les fragments qui composent les poudingues offrent fréquemment la réunion de plusieurs sous-espèces de quarz, mais, d'autres fois, ils appartiennent presque exclusivement à l'une ou à l'autre de ces modifications, et l'on désigne par les épithètes de *siliceux* et de *jaspique* les poudingues dont le silex ou le jaspe forment l'élément principal. Les poudingues sont très-abondants dans la nature, et sont employés dans les constructions, notamment pour les ouvrages de fourneaux, quelquefois comme pierre meulière.

522. Le **psammite** (*grès argileux*, *grès des houillères*) est une roche à base composée de grès et d'argile; il forme des couches, des amas, peut-être des filons, à texture grésiforme ou schisto-grésiforme. Il est tenace ou friable, quelquefois meuble; ses couleurs sont le rougeâtre, le grisâtre, le jaunâtre, le verdâtre, le brunâtre, le noirâtre, le blanchâtre, etc., unies ou bigarrées.

Le *psammite* est souvent *micacé*, d'autres fois *charbonneux*, *mâclifère*, etc.

Il est extrêmement abondant dans la nature. On l'emploie comme pierre à bâtir, pierre à paver, pierre à aiguiser, etc.

523. Le **macigno** (*grès argilo-calcarifère*) est une roche à base composée de grès, d'argile et de calcaire; il forme des couches et des amas à texture grésiforme, quelquefois schisto-grésiforme; tenace, friable ou meuble. On donne le nom de *molasse* au macigno friable; mais ce nom est souvent employé pour désigner une division géognostique, où ce macigno est fort commun. Ses couleurs sont le grisâtre, le bleuâtre, le verdâtre, le jaunâtre, le rougeâtre, unies ou bigarrées.

Le macigno est souvent *micacé*, quelquefois *charbonneux*. Il est très-abondant dans la nature; on l'emploie comme pierre à bâtir, notamment en Toscane, en Suisse, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

524. Le **gompholite** * est une roche à base composée d'une pâte de macigno, renfermant des fragments de diverses substances, principalement de quarz et de calcaire. Il forme des couches et des amas à texture ordinairement poudingiforme, quelquefois bréchiforme; tenace, friable ou meuble; ses couleurs sont le brunâtre, le rougeâtre, le jaunâtre, le grisâtre, etc., unies ou bigarrées.

Le gomphôlite est assez abondant dans la nature, et forme quelquefois des dépôts puissants, notamment dans la Suisse.

525. L'**arkose** ** (*grès feldspathique, grès avec kaolin, grauwacke feldspathique*) est une roche à base composée de quarz dominant et de feldspath; elle forme des couches, des amas, des

---

* Le gompholite est, en général, compris dans les roches que les auteurs appellent *poudingues*, *conglomérats*, et plus spécialement dans celles que les Suisses nomment *nagelfluh*. Les règles de ma classification m'ont obligé de donner au gompholite une définition qui en exclut le gompholite monogénique de M. Brongniart, lequel n'est qu'un *calcaire poudingiforme*. D'après ma définition, le gompholite est au macigno ce que le poudingue est au psammite, et il ne diffère du poudingue que parce qu'il renferme essentiellement du calcaire, de même que le macigno ne diffère du psammite que parce qu'il renferme aussi du calcaire.

** L'arkose, telle que je la définis, est un peu différente de celle de M. Brongniart; car ce savant, ayant établi une division pour les roches de cristallisation et une autre pour les roches d'agrégation, c'est-à-dire à texture conglomérée, et ayant placé son arkose dans cette dernière, toutes les associations de quarz et de feldspath dont la texture n'est pas conglomérée se trouvent exclues de son arkose. Or, cette séparation n'ayant pas lieu dans ma méthode, il n'y a pas de motif pour que je ne considère pas comme arkose les mélanges de quarz dominant et de feldspath, qui n'ont pas une texture conglomérée, marche qui me paraît d'autant plus avantageuse qu'il est souvent très-difficile de décider si certaine masse a été formée par voie de cristallisation, de précipitation immédiate ou de conglomération. Il résulte de cette manière de voir que le *greisen* contenant du feldspath est pour moi une *arkose micacée*, à texture granitoïde, et que la pegmatite devient une arkose quand le feldspath, cessant d'être dominant, est moins abondant que le quarz.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

filons, peut-être des masses non stratifiées, à texture grésiforme (*arkose miliaire*), bréchiforme, poudingiforme, granitoïde, porphyroïde (*mimophyre quarzeux*) et arénacée (*sable feldspathique*). Quelquefois tenace, souvent friable, d'autres fois meuble; ses couleurs sont le grisâtre, le rougeâtre, le blanchâtre, le verdâtre, etc.

L'*arkose* est souvent *micacée*, et alors elle ne diffère du granite que parce que le quarz est dominant : aussi l'a-t-on quelquefois appelée *granite recomposé*.

L'arkose est très-commune dans la nature; elle renferme beaucoup de minéraux d'espèces différentes, notamment des métaux. On l'emploie dans les constructions lorsqu'elle est assez tenace.

526. Les **roches schisteuses**, telles que nous les entendons, ne se rapportent pas à un type minéralogique bien déterminé, mais elles sont principalement composées de divers silicates d'alumine, à texture schistoïde, et ne se délayent pas dans l'eau *

---

* Il existe dans la nature de nombreuses masses de matières que l'on désigne ordinairement par les dénominations de *roches schisteuses* et *argileuses*, sans toutefois que l'on ait de bons caractères pour distinguer ces deux divisions. Voulant cependant conserver ces dénominations, qui sont extrêmement utiles dans les descriptions géognostiques, et m'écarter le moins possible du sens qu'on leur attribue dans l'usage le plus ordinaire, j'ai cru pouvoir formuler la différence entre ces deux genres par le caractère empirique de réunir ou de ne pas réunir la texture schistoïde avec la propriété de ne pas se délayer dans l'eau. J'aurais préféré de mettre d'un côté toutes les roches qui ne se délayent pas, et de l'autre toutes celles qui se délayent dans l'eau; mais, pour suivre cette marche, il aurait fallu démembrer quelques espèces, comme l'ocre et la sanguine, qui contiennent des matières de ces deux catégories.

Je ferai remarquer en même temps que mon genre des roches schisteuses, tel que je le limite, est bien loin de correspondre aux groupes formés par les auteurs, qui, sous les noms de *schiste* et de *roches schisteuses*, comprennent presque toutes les roches à texture schistoïde, et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

527. Nous conservons le nom de **schiste** à un assemblage de substances où il y aurait probablement lieu de distinguer plusieurs espèces, mais où nous nous bornons à indiquer quatre sous-espèces.

528. Celle que nous désignons sous le nom de **schiste proprement dit** (*schistus fragilis*, *schiste argileux de M. Brongniart*, *schiste ordinaire de M. Cordier*) est une roche à base d'apparence simple; fusible au chalumeau, qui perd ordinairement sa cohérence par l'exposition aux influences météoriques, et se transforme en argile, c'est-à-dire en une terre faisant pâte avec l'eau. Elle forme des couches à texture schistoïde, à feuillets communément droits, non susceptibles d'une division indéfinie, mais donnant souvent de petits polyèdres terminés par des faces qui ne présentent aucun indice de division ultérieure; elle est ordinairement tendre, mais devient dure par son passage aux roches quarzeuses. Elle est souvent terne, quelquefois luisante; ses couleurs sont le grisâtre, le brunâtre, le rougeâtre, le verdâtre, le jaunâtre, etc., unies ou bigarrées. On appelle *schiste pailleté* celui qui renferme des paillettes de mica, et ce cas a très-souvent lieu; *ferrifère*, celui qui contient de l'oligiste ou de la limonite en quantité considérable, car le schiste contient toujours, ou presque toujours, un peu de fer; *charbonneux* et *bituminifère*, ceux qui

---

notamment celles qui seront décrites ci-après, sous les noms de micaschiste, gneiss, stéaschiste, etc. J'ajouterai aussi que mes roches schisteuses et argileuses se composant, pour ainsi dire, de ce qui reste des roches silicatées, lorsque l'on en a pris tout ce qui se rapporte à un type minéralogique déterminé, leur place eût été à la fin de ces roches, j'ai cru cependant devoir les placer à la tête, parce que, d'un côté, c'est avec les roches quarzeuses qu'elles ont leurs plus grandes liaisons naturelles, et que, d'un autre côté, les plus grandes affinités minéralogiques des argiles et des schistes sont avec les silicates aluminiques simples qui, dans ma méthode minéralogique, se trouvent placés avant les minéraux qui servent de type aux autres genres de roches silicatées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

renferment des matières charbonneuses ou bitumineuses, ils sont ordinairement de couleur noire, et ressemblent extérieurement à la houille schistoïde; *mâclifère*, celui qui renferme des cristaux de mâcle.

Le schiste est très-abondant dans la nature.

529. **L'ardoise** (*schiste tégulaire et tabulaire, partie du thonschiefer, phyllade de M. Cordier*) est aussi une roche à base d'apparence simple, dont la composition se rapproche plus ou moins du résultat suivant, donné à d'Aubuisson par l'analyse d'une ardoise d'Angers, savoir : 0.486 de silice, 0.235 d'alumine, 0.113 d'oxyde de fer, 0.016 de magnésie, 0.047 de potasse et 0.076 d'eau. Elle est fusible en émail bulleux, résiste ordinairement pendant longtemps aux influences météoriques, et se transforme à la longue en une terre onctueuse qui ne fait point pâte avec l'eau. Elle forme des couches à texture schisto-compacte, ordinairement susceptibles de donner des feuillets d'une grande dimension et de se diviser d'une manière presque indéfinie. La cassure manifeste souvent la division schistoïde jusque dans les fragments les plus minces. Elle est fréquemment assez dure pour recevoir la trace d'une lame de cuivre; elle est ordinairement terne, quelquefois luisante; ses couleurs sont souvent le gris bleuâtre, mais quelquefois le rougeâtre, le verdâtre, le jaunâtre.

On appelle ardoise *pailletée* celle qui renferme des paillettes de mica; *oligistifère*, celle qui renferme de l'oligiste; *mâclifère*, celle qui contient de la mâcle; *staurotique*, celle qui renferme de la staurotide; *porphyroïde*, celle qui renferme des cristaux de feldspath, etc.

L'ardoise est assez commune dans la nature; elle est employée à couvrir les toits, à faire des tables, des planches à écrire et des pierres à bâtir; mais elle est peu convenable pour cette dernière destination, parce qu'elle ne prend pas bien le mortier.

530. **Le coticule** (*novaculite, pierre à rasoir, pierre à lancettes, wetzschiefer, etc.*) est une roche d'apparence simple, dont l'analyse a donné à M. Faraday 0.713 de silice, 0.153

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'alumine, 0.093 d'oxyde de fer et 0.033 d'eau; elle est fusible en émail brun un peu boursouflé. Elle forme des bancs, quelquefois des filons et des veines. Sa texture est schisto-compacte; elle présente quelquefois des feuillets épais qui paraissent tout à fait compactes et à cassure conchoïde.

Elle se laisse entamer par une pointe de fer, mais cependant elle use ce métal et même l'acier. Ses couleurs sont le jaunâtre, le verdâtre, le bleuâtre.

On le recherche pour aiguiser les canifs, etc. Les pierres à rasoir sont ordinairement des parallélipipèdes taillés de manière que la partie inférieure soit composée de l'ardoise dans laquelle le coticule forme des veines. Il est à remarquer que dans ces pierres la division en feuillets se prolonge indistinctement du coticule jaune dans l'ardoise brune sans que le changement de couleur, et probablement de nature se fasse sentir dans la direction des joints.

531. Le **schiste happant** ou *klebschiefer** est une roche à base d'apparence simple dont l'analyse a donné à M. Bucholz 0.58 de silice, 0.05 d'alumine, 0.07 de magnésie, 0.02 de chaux, 0.09 d'oxyde de fer et de manganèse et 0.19 d'eau. Il happe à la langue avec extrêmement de force, et absorbe l'eau avec sifflement lorsqu'il est desséché. Il forme des bancs à texture schistoïde, qui se divisent en feuillets extrêmement minces et ressemblant à du gros papier. Il pèse 2.08, est très-tendre, onctueux lorsqu'il est humecté, mais rude au toucher lors-

---

* Le klebschiefer paraît être principalement composé de magnésite, de sorte que sa véritable place serait dans le genre des roches talciques; mais, tant que cette matière ne sera pas mieux connue, je crois devoir la laisser avec les silicates d'alumine. MM. Brongniart et Cordier le désignent par le nom d'*argile feuilletée*; mais, comme il ne se délaye et ne fait pâte dans l'eau que quand il est mélangé de marne, il me paraît qu'il doit plutôt se ranger parmi les schistes que parmi les argiles; car, si l'on voulait prendre pour type les variétés qui font pâte avec l'eau, on devrait les ranger dans les marnes et non dans les argiles proprement dites.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qu'il est desséché. Son aspect est terne, sa couleur le grisâtre, passant au brunâtre et au blanchâtre.

Le klebschiefer se trouve dans les environs de Paris, où il sert de gangue au résinite mélinite.

532. L'**ampélite** est une roche d'apparence simple, qui est principalement composée de silicates d'alumine et de carbone. Il change de couleur par l'action du chalumeau, en se couvrant quelquefois d'un léger vernis vitreux, mais en général infusible. Nous y distinguons deux sous-espèces très-distinctes, savoir :

1° L'*ampélite alunifère* * (*ampélite alumineux, schistus aluminaris, schiste aluminifère, alaunschiefer, alaunerde*), qui est une roche à base d'apparence simple, contenant toujours, outre les silicates d'alumine et le carbone, du soufre et du fer dans un état de combinaison encore indéterminé, Klaproth ayant émis l'opinion que ces deux corps n'étaient pas à l'état de sulfure ferrique, ainsi qu'on le croit communément. Il se décompose par les influences météoriques plus facilement encore que le schiste argileux, et se couvre d'efflorescences composées de sulfates de fer et d'alumine; il devient rouge par la calcination. Il forme des couches à texture schisto-compacte, quelquefois terreuse; il est souvent terne, quelquefois luisant; sa couleur est le noir bleuâtre ou le grisâtre.

On l'exploite dans beaucoup de localités pour la préparation de l'alun, notamment en Saxe, dans les environs de Liége, dans ceux de Sarrebruck, en Auvergne, en Angleterre, en Scandinavie, etc.

---

* L'épithète d'*alunifère* est défectueuse, parce que cette substance ne renferme pas d'alun, mais seulement les éléments de ce sel, qui se forme au moyen de décompositions et de nouvelles combinaisons; j'ai cru cependant devoir l'employer, parce qu'elle a en sa faveur l'autorité d'Haüy, et qu'elle me paraît préférable à celle d'*alumineux*, qui, dans l'état actuel de nos nomenclatures, n'annonce pas la présence de l'alun, mais bien celle de l'alumine, caractère commun à toutes les roches schisteuses.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

2° L'*ampélite graphique* (*schiste graphique, zeichenschiefer, pierre d'Italie, crayon des charpentiers, crayon noir*) est une roche à base d'apparence simple, dont l'analyse a donné à Wieglieb 0.641 de silice, 0.110 d'alumine, 0.110 de carbone, 0.027 de fer et 0.072 d'eau. Il devient blanchâtre, jaunâtre ou blanchâtre par l'action du feu, se couvre quelquefois d'efflorescences de sulfate de fer et d'alumine. Il forme des couches à texture schisto-compacte, pèse 2.11, laisse des traces sur la plupart des autres corps, et notamment sur le papier. Son aspect est terne, sa couleur d'un noir grisâtre.

L'ampélite graphique est exploité en Italie, à Morilla en Espagne, dans la haute Franconie, dans le Cotentin, etc. On en fait des crayons qui servent aux ouvriers et même aux dessinateurs; on l'emploie aussi en peinture.

533. La **porcellanite** (*thermantide, jaspe porcelaine*) est une roche à base d'apparence simple, dont l'analyse a donné à M. Rose 0.608 de silice, 0.273 d'alumine, 0.030 de chaux, 0.037 de potasse et 0.025 d'oxyde de fer. Elle est quelquefois fusible au chalumeau, quelquefois infusible. Elle forme des couches à texture schisto-compacte, avec des feuillets parfois très-épais, alors la cassure est imparfaitement conchoïde; elle est moins dure que le quarz, mais plus dure que les schistes. Son éclat est luisant; ses couleurs sont le rouge de brique, le gris jaunâtre, quelquefois rubanées.

La porcellanite se trouve principalement dans les lieux où il y a eu des incendies de houille, d'où l'on croit qu'elle provient de schistes argileux qui ont été brûlés par les incendies.

534. Le **calchiste** (*schiste calcarifère**) est une roche à

* M. Brongniart semble n'admettre dans son espèce calschiste que des roches où le schiste et le calcaire peuvent se distinguer à la vue simple : il m'a paru préférable d'y ajouter celles où le mélange de ces deux éléments est intime, ce qui permet de retirer de l'espèce schiste toutes les roches faisant effervescence dans les acides, et donne une délimitation plus rationnelle entre ces deux espèces.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

base composée de calcaire et de schiste quelquefois distincts, d'autres fois unis intimement. Il fait effervescence dans l'acide nitrique, mais ne s'y dissout qu'en partie. Il forme des couches à texture généralement schistoïde, souvent schisto-compacte, quelquefois schisto-amygdaloïde; alors la pâte est schisteuse et les noyaux calcaires; d'autres fois la pâte schisteuse est traversée par des veines nombreuses et parallèles de calcaire. Il présente quelquefois de grands feuillets semblables extérieurement à ceux de l'ardoise; tel est le calchiste tégulaire du Lavagna en Ligurie. Il est cohérent*; sa dureté est analogue à celle du schiste; ses couleurs sont le bleuâtre, le grisâtre, le rougeâtre, le verdâtre, souvent unies, quelquefois veinées ou tachetées de blanc.

Le calchiste est parfois *bituminifère* (*schiste marno-bitumineux*, *mergelschiefer*), et alors il est souvent noirâtre ou brun. Le calchiste bituminifère est quelquefois mélangé de chalkopyrite au point qu'on l'exploite, en Thuringe, comme minerai de cuivre, sous le nom de *kupferschiefer*.

Le calchiste est assez abondant dans la nature, et y forme souvent le passage entre les schistes et le calcaire. Il y en a notamment beaucoup dans les Alpes et dans les Apennins.

535. **Les roches argileuses** sont principalement composées de silicates d'alumine souvent susceptibles de se délayer dans l'eau, et qui, dans le cas contraire, n'ont point la texture schistoïde**. Ces roches, de même que celles du genre précédent, ne se rapportent pas à un type minéralogique particulier; mais il y a quelques espèces d'hydrosilicates aluminiques, telles que la collyrite, l'halloysite, l'allophane, qui semblent assez abondantes dans la nature pour figurer dans la série des roches et qui, dans ce cas, devraient être rangées parmi les roches argileuses.

---

* On peut regarder l'état cohérent comme une propriété du calchiste, parce que, quand cette substance devient meuble, elle appartient à l'espèce marne.

** Voir la note du n° 526.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

536. **L'argilite** * (*argile endurcie, verhœrteterthon, thonstein* **) est une roche à base d'apparence simple principalement composée de silice, d'alumine et d'eau dans des proportions variables. Sa texture est compacte ou grenue. Elle ne se délaye pas dans l'eau; elle est ordinairement tendre, souvent friable, mais quelquefois très-cohérente et assez dure pour rayer le calcaire. Elle forme des couches, peut-être des filons. Ses couleurs sont le jaunâtre, le blanchâtre, le grisâtre, le verdâtre, le brunâtre, le rougeâtre, unies ou bigarrées.

L'*argilite* est quelquefois *quarzifère, chloritée, ferrifère calcarifère,* et se lie ainsi avec beaucoup d'autres roches.

537. **Le pséphite** est une roche principalement composée de silice et d'alumine dans des proportions variables à texture poudingiforme ou bréchiforme, formant des couches, des amas et des filons; souvent friable, quelquefois tenace. Ses couleurs sont ordinairement le rougeâtre ou le verdâtre, souvent tachetées.

Quoique les fragments qui entrent dans la composition des pséphites soient ordinairement schisteux ou argileux, il y en a aussi d'autre nature, tels que de quarzeux, de feldspathiques, etc.

---

* Cette espèce ne se trouve pas dans le tableau des roches de M. Brongniart, ni dans mes éditions précédentes, ce qui m'obligeait de ranger les argiles endurcies avec les schistes, manière de voir contraire à l'usage qui a toujours considéré la texture schistoïde comme une qualité essentielle des schistes. Je me suis, en conséquence, décidé à adopter l'espèce argilite qui figure dans le tableau de M. Cordier et qui me paraît très-utile. Du reste, on peut dire que cette roche diffère du schiste parce qu'elle n'a pas la texture schistoïde, du pséphite parce qu'elle n'a pas la texture poudingiforme ou bréchiforme, et de l'argile parce qu'elle ne se délaye pas dans l'eau

** Ce n'est qu'avec doute que je range dans cette espèce le *thonstein* des Allemands, car la dureté de cette roche la distingue tellement des argilites ordinaires qu'elle mériterait peut-être de faire une espèce particulière.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les pséphites accompagnent fréquemment les poudingues avec lesquels il se lient intimement, ainsi qu'avec les porphyres rouges.

538. La **smectite** (*argile smectique, terre à foulon, walkererde, fullersearth*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition est très-variable. L'analyse de celle de Riegate, dans le comté de Surrey, a donné à Klaproth 0.530 de silice, 0.100 d'alumine, 0.097 d'oxyde ferrique, 0.240 d'eau, 0.012 de magnésie, 0.005 de chaux, 0.001 de selmarin et des traces de potasse. Elle est fusible au chalumeau, se délaye avec facilité dans l'eau, lui donnant une apparence savonneuse et la propriété de dégraisser les étoffes, mais ne fait qu'une pâte courte, c'est-à-dire très-peu ductile. Elle forme des bancs, des amas, des filons à texture terreuse, quelquefois compacte ou grenue, à cassure raboteuse. Elle est ordinairement meuble ou friable, présentant parfois des noyaux fragiles; elle est tendre, onctueuse au toucher. Son aspect est terne; ses couleurs sont le grisâtre, le jaunâtre, le verdâtre, le rougeâtre, le brunâtre.

La smectite est employée dans les fouleries pour dégraisser et donner le lustre aux draps et aux autres étoffes de laine.

539. L'**argile** (*argile plastique, terre de pipe, terre à pot, terre glaise*) est une roche à base d'apparence simple, composée de silice, d'alumine et d'eau dans des proportions très-variables, et souvent accompagnées d'oxyde de fer et d'autres matières. L'analyse de l'argile de Forges en Normandie a donné à Vauquelin 0.63 de silice, 0.16 d'alumine, 0.08 d'oxyde de fer, 0.01 de chaux et 0.10 d'eau. Elle fait avec l'eau une pâte tenace qui conserve les formes qu'on lui imprime, et qui, par l'action du feu, devient dure, fragile, rude au toucher, et perd la faculté de faire une pâte avec l'eau. Elle forme des couches, des amas et des filons à texture terreuse, quelquefois compacte, grenue ou schistoïde. Elle est ordinairement friable ou meuble quand elle est sèche, molle quand elle est mouillée. Ses couleurs sont le blanc, le grisâtre, le noirâtre, le brunâtre,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le rougeâtre, le jaunâtre, le verdâtre, le bleuâtre, unies ou bigarrées.

L'*argile* est souvent *sableuse*, d'autres fois elle est *micacée*, *charbonneuse*, *salifère*, c'est-à-dire imprégnée de selmarin, *ferrugineuse*, c'est-à-dire mélangée de limonite ou d'oligiste ; mais il serait trop long de faire l'énumération de toutes les associations de ce genre que présente cette substance.

Cette roche est très-abondante dans la nature ; on l'emploie à faire diverses espèces de poteries, des briques, etc.

540. Le **limon** ou *lehm* des Allemands est une roche à base d'apparence simple, composée, comme dans les deux espèces précédentes, de silice, d'alumine et d'eau dans des proportions très-variables et ordinairement mélangées d'autres matières. Elle se délaye facilement dans l'eau, mais sans faire pâte, lorsqu'elle n'est pas mélangée d'argile ; elle forme des couches et des amas ordinairement superficiels à l'état meuble ou friable.

Sa couleur est communément jaune-brunâtre, mais sujette à varier.

Le limon est quelquefois *sableux*, *argileux*, *ferrugineux*, *marneux*, selon qu'il est mélangé de sable, d'argile, de limonite, d'oligiste, de calcaire.

Il est très-abondant dans les vallées et dans les plaines basses. Il est très-favorable pour la culture, et forme la base des meilleures terres végétales. Le limon argileux est employé à faire des cloisons, à fixer le chaume sur les toits et même à faire des briques.

541. La **marne** * (*mergel*, *argile calcarifère*, *marl*) est une

---

* J'ai cru devoir modifier un peu les caractères de l'espèce *marne* tels qu'ils sont donnés dans les ouvrages systématiques, en la restreignant aux matières qui se délayent dans l'eau, ce qui se rapporte davantage à l'usage général, et rend la délimitation de l'espèce plus facile, puisque tous les mélanges d'argile et de calcaire qui ne se délayent pas dans l'eau sont, d'après ce principe, des calcaires argileux ou des calschistes, et



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

roche à base d'apparence simple, composée d'argile et de calcaire dans des proportions très-variables, d'où on la divise en marne *calcaire* et *argileuse*, selon que l'un ou l'autre prin-

---

non pas de la marne. Du reste, l'établissement d'une espèce marne ne me paraît pas très-nécessaire, car on pourrait tout aussi bien dire *calcaire argileux* et *argile calcarifère*, que *marne calcaire* et *marne argileuse*. Cette marche présenterait l'avantage de laisser exclusivement le nom de *marne* au langage industriel, qui l'applique à diverses roches qui servent à l'amendement des terres, et qui sont loin d'appartenir toutes à l'espèce *marne* des minéralogistes, puisque, outre ces dernières, l'agriculture emploie aussi, sous le nom de *marne*, des calcaires purs, des calcaires sableux et des dolomies. De cette manière, la marne serait une dénomination purement technique, et, de même que le mot *marbre* indique une roche calcareuse susceptible de poli, le mot *marne* indiquerait aussi une roche calcarifère susceptible d'être employée à l'amendement des terres.

La suppression de l'espèce marne aurait encore l'avantage de rendre plus facile la distribution en genres, à laquelle cette espèce se prête difficilement ; car, tandis que la *marne calcaire* appartient au genre *calcareux*, la *marne argileuse* appartient au genre *argileux ;* de sorte qu'il y a, sous le rapport de la composition, autant de raison pour mettre l'espèce marne dans l'un que dans l'autre de ces genres. A la vérité, on pourrait dire que, en envisageant la marne sous le rapport industriel, elle devrait être rangée dans le genre calcareux, puisque les substances employées à l'amendement des terres contiennent plus de calcaire que d'argile ; mais, d'un autre côté, on peut dire qu'en envisageant la chose sous le rapport minéralogique, la marne, telle que je l'ai limitée, appartient plutôt au groupe de l'argile qu'à celui du calcaire, puisqu'elle partage avec l'argile la propriété de se délayer dans l'eau. Il est aussi une autre considération qui m'a déterminé à placer la marne dans le genre argileux, c'est que, donnant, avec M. Brongniart et plusieurs autres géologues, le nom de marnes à des dépôts que les Anglais nomment argile (*clay*) et ces dépôts étant les gîtes de marne les plus importants sous le rapport scientifique, il m'a paru avantageux d'adopter une classification qui corrigeait, jusqu'à un certain point, cette discordance de nomenclature, puisqu'elle me mettait dans le cas d'appeler *roches argileuses* les dépôts dont il s'agit, tout en leur conservant la dénomination spécifique de *marne*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

cipe est dominant; d'autres fois elle est *sableuse*, c'est-à-dire mélangée de sable.

Elle fait effervescence dans l'acide nitrique, mais ne s'y dissout qu'en partie; elle se délaye dans l'eau, fait quelquefois une pâte plastique, et d'autres fois ne le fait pas. Elle forme des couches, des amas et des filons à texture compacte, terreuse ou grenue. Elle est tendre, friable; happe à la langue. Son aspect est terne; ses couleurs sont le blanc, le gris, le bleuâtre, le verdâtre, le jaunâtre, le rougeâtre, le brunâtre, le noirâtre, unies et bigarrées.

Les marnes sont très-abondantes dans la nature; elles forment quelquefois, à elles seules, des dépôts considérables. On les emploie pour l'amendement des terres, et les plus argileuses servent à la fabrication des poteries.

542. L'**ocre** (*gelberde*) est une roche à base d'apparence simple, composée d'argile et de limonite dans des proportions très-variables. Elle prend par la calcination une couleur rouge, se délaye assez communément dans l'eau, fait rarement une pâte plastique, happe à la langue. Elle forme des couches, des amas et des filons à texture terreuse, quelquefois compacte ou grenue; elle est meuble ou friable, souvent douce au toucher. Son aspect est terne; elle présente diverses nuances de jaune et de brun *.

---

* On distingue ordinairement les ocres en ocre jaune, ocre brune et ocre rouge; mais cette dernière a une composition différente des deux autres, puisque, au lieu d'être composée d'argile et de limonite, elle est composée d'argile et d'oligiste. Cette circonstance m'a paru commander la division en deux espèces, dont chacune se rapporte à l'une de ces compositions; mais je ne voudrais pas assurer que toutes les matières de couleur rouge dussent être rejetées de l'espèce ocre telle que je viens de la définir; car on sait qu'une très-petite quantité d'oxyde rouge de fer suffit pour colorer une quantité considérable de matière jaune, de sorte qu'il serait très-possible qu'il y eût des ocres plus ou moins rouges dans lesquelles la quantité de limonite l'emportât sur celle d'oligiste.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

L'ocre est employée en peinture, soit telle qu'elle se trouve dans la nature, soit après avoir été calcinée, ce qui lui donne, comme on l'a vu ci-dessus, une couleur rouge plus ou moins foncée. La variété dite *terre de Sienne* est très-recherchée à cause de sa finesse et de la beauté de ses teintes, qui sont d'un brun jaunâtre dans l'état naturel, et d'un brun orangé après la calcination.

543. La **sanguine** * (*ocre rouge, bols, crayon rouge*) est une roche à base composée d'argile et d'oligiste dans des proportions très-variables. Elle se délaye quelquefois dans l'eau, et d'autres fois ne s'y délaye pas ; elle ne fait point de pâte plastique. Elle forme des bancs, des amas, des filons et des nids à texture compacte ou terreuse, quelquefois grenue ; elle est tenace, friable ou meuble ; écrivante. Sa couleur est le rouge, variant du rouge de brique au rouge brunâtre.

On se sert de la sanguine comme crayon, soit pour tracer les ouvrages grossiers, soit pour les dessins soignés ; mais la manière dont ces crayons tachent les doigts est cause que l'on préfère maintenant ceux de couleur noire.

On a aussi employé en médecine, sous les noms de *bols*,

---

* J'ai fait connaître, dans la note précédente, les motifs qui me portent à faire de la roche composée d'argile et d'oligiste une espèce différente de celle composée d'argile et de limonite. Or, en partant de ce principe, il était plus naturel de donner à cette espèce le nom de sanguine, employé dans les arts pour désigner le crayon rouge, plutôt que celui d'ocre rouge, qui a non-seulement le défaut de ne pas être univoque, mais qui a aussi celui de confondre l'ocre calcinée avec la sanguine naturelle, et qui pourrait être inexact si on reconnaissait qu'il existe des mélanges d'argile et de limonite colorés en rouge

Je ferai remarquer aussi que ce n'est qu'avec doute, et pour ne point séparer les deux espèces d'ocre, que j'ai placé la sanguine dans le genre argileux, car il se pourrait que cette substance appartînt plutôt au genre ferrugineux. C'est là une question qui pourra se résoudre lorsqu'on possédera des analyses des variétés de sanguine les mieux prononcées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*terre d'Arménie*, *terre de Lemnos*, *terre sigillée*, des matières qui paraissent appartenir à cette espèce. On fait encore usage de ces matières dans la composition de la thériaque. On a aussi rapporté à cette espèce la *terre de Bucaros* en Portugal, avec laquelle on fait des poteries légères que l'on dit communiquer un goût agréable à l'eau que l'on y renferme.

544. Le **kaolin** (*terre à porcelaine, feldspath argiliforme*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition est assez variable. Une analyse a donné à M. Rose 0.520 de silice, 0.470 d'alumine, 0.003 d'oxyde de fer; mais d'autres analyses annoncent des proportions différentes, ainsi que la présence d'un peu de potasse, qui doit être considérée comme appartenant à du feldspath que l'on n'a pu séparer; car le kaolin renferme presque toujours du feldspath, du quarz et quelquefois du mica.

Il est infusible au chalumeau, fait difficilement pâte avec l'eau, happe légèrement à la langue. Il forme des amas ou des filons à texture ordinairement terreuse, quelquefois grenue ou compacte : il pèse 2.21, est ordinairement meuble, quelquefois friable, presque rude au toucher. Sa couleur est le blanc, quelquefois jaunâtre, grisâtre, verdâtre ou rougeâtre. Il est employé pour la fabrication de la porcelaine. Le meilleur est celui de la Chine. On en exploite aussi dans plusieurs localités de l'Europe, notamment près de Meissen en Saxe, et à Saint-Yrieix près de Limoges.

545. **Roches feldspathiques, albitiques et labradoriques.** — Le feldspath, l'albite et le labradorite entrent dans la composition d'une grande quantité de roches, où ils sont mélangés entre eux ou avec d'autres substances; et, quoique plusieurs de ces derniers mélanges soient ordinairement rangés dans les genres qui tirent leur dénomination de ces substances étrangères, il reste un très-grand nombre d'espèces que l'on est dans l'habitude de rapporter aux types feldspathiques. Or, tout en convenant que la science n'est pas encore assez avancée pour pouvoir faire maintenant une bonne subdivision de ce groupe, nous avons cru qu'il convenait d'y dis-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tinguer trois genres que nous désignons par les noms de ces trois types minéralogiques, et que nous caractérisons par la prédominance respective de la potasse sur la soude et la chaux, de la soude sur la potasse et la chaux, et enfin de cette dernière sur la potasse et la soude; mais, pour que ce point de vue théorique ne soit pas une nouvelle cause de confusion dans cette partie déjà si obscure de la science, nous avons laissé les espèces telles qu'elles ont été établies par d'autres auteurs, en nous bornant à les distribuer dans nos trois genres. Mais la plupart de ces espèces ayant été établies sur des caractères extérieurs, et le nombre d'analyses chimiques que l'on possède étant extrêmement borné, on ne doit voir dans cette répartition qu'un arrangement provisoire, fait pour attendre le moment où la nature des roches dont il s'agit sera mieux connue.

Quelques-unes de ces roches, qui se distinguent par la présence d'une certaine quantité d'eau annonçant probablement qu'il entre des zéolites dans leur composition, mériteront peut-être de faire un genre particulier ; mais, jusqu'à présent, on ne les a pas encore assez étudiées sous ce rapport pour tirer parti de ce caractère.

546. Les roches composées d'**orthose** cristalline associée avec d'autres minéraux, et celles à base de feldspath non cristallin étant désignées par des noms particuliers, on pourrait, à la rigueur, se dispenser d'inscrire ce nom dans la série des roches, parce que l'orthose cristalline, quoique très-abondante dans la nature, forme rarement, à elle seule, des masses assez considérables pour être assimilées aux véritables roches. Nous le rappelons cependant ici pour indiquer que ce mot, employé comme dénomination de roche, ne doit s'entendre que de l'orthose à texture cristalline, et que cette substance paraît n'exister que comme accident de composition des pegmatites et des granites.

547. La **pegmatite** est une roche à base phanérogène, composée d'orthose dominante et de quarz. La couleur de l'orthose est souvent blanchâtre et celle du quarz grise ; d'au-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tres fois l'orthose est rougeâtre ou brunâtre. Cette roche forme des filons, des amas, peut-être des typhons.

On appelle *pegmatite graphique* (*schrifft granit*) celle dans laquelle le quarz est comme fiché dans le feldspath où il forme des lignes brisées qui donnent l'idée de l'écriture hébraïque. D'autres fois, le quarz ne forme que des grains dans le feldspath, et alors on donne à la roche le nom de *petuntzé*. Cette variété est employée pour faire la couverte ou vernis de la porcelaine.

548. Le **granite** est une roche à base phanérogène, composée d'orthose laminaire, de quarz et de mica, à éléments à peu près également disséminés, ou à orthose dominante; car, quand le quarz devient dominant, la roche passe à l'arkose; et si c'est le mica qui devient dominant, la roche passe au gneiss et au micaschiste.

Il forme des typhons, des filons, des amas, des blocs, peut-être des couches. Sa texture est granitoïde, cependant l'orthose forme quelquefois des cristaux plus volumineux que les autres éléments, et alors on dit que la texture est porphyroïde.

L'orthose est souvent blanche, le quarz gris et le mica noir, et alors on dit que le granite est gris; d'autres fois l'orthose est rouge, et l'on dit que le granite est rouge.

Cette roche est très-abondante dans la nature, et renferme une grande quantité de minéraux, soit à l'état de dissémination, soit à celui de filon. Elle est employée comme pierre de construction et de décoration; elle prend un beau poli, et l'étendue de ses masses permet d'y tailler des blocs qui n'ont d'autres limites que les forces que l'homme peut employer pour les déplacer.

549. La **syénite** (*granitel*, *granite amphibolique*) est une roche à base phanérogène, composée d'orthose ordinairement laminaire et de hornblende. Elle forme des typhons, des amas, des filons. Sa texture est granitoïde, quelquefois, cependant, l'orthose forme des cristaux plus volumineux que les autres éléments, et alors on dit que la texture est porphyroïde; d'au-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tres fois elle devient schistoïde. L'orthose de la syénite est ordinairement, comme celle du granite, blanche ou rougeâtre, et la hornblende d'un vert foncé.

La syénite renferme une grande quantité de minéraux, et, parmi ceux qui s'y trouvent avec le plus de constance, il faut citer en premier lieu le quarz et le mica, qui s'y trouvent souvent réunis, et forment ce qu'on appelle la *syénite granitique* (*granite à quatre substances, granite rouge égyptien*). On distingue aussi des variétés *zirconienne, hypersténique, diallagique,* etc.

La syénite est employée aux mêmes usages que le granite. C'est même avec de la syénite granitique que sont faits les obélisques égyptiens les plus remarquables.

550. La **protogine** est une roche à base composée d'orthose dominante, de quarz et de stéatite, de talc ou de serpentine. Quand l'une de ces dernières substances devient dominante, la roche passe au stéaschiste feldspathique : elle forme des couches, des amas, des filons, peut-être des typhons, à texture granitoïde, quelquefois porphyroïde et schistoïde. La couleur de l'orthose est souvent blanche, quelquefois rougeâtre, et celle des silicates magnésiques est ordinairement verte.

La protogine est une roche assez abondante; c'est elle qui forme la partie centrale du Mont-Blanc.

551. Nous désignons par le nom de **leptynite** * le feldspath à texture grenue ou saccharoïde. Il forme des filons, des

---

* Je rends ici au nom de *leptynite* l'acception que lui donnait Haüy; mais, depuis lors, on a beaucoup varié sur cette acception, soit en l'appliquant, comme M. Brongniart, aux mélanges de cette substance avec d'autres minéraux; soit en le restreignant, comme M. Cordier, au feldspath grenu avec un peu de mica; soit en l'étendant, comme dans mes éditions antérieures à 1840, aux feldspaths grenu et compacte. C'est aussi à cette espèce que se rapportent les roches nommées *weisstein, granulite, amausite*. La *miascite* de M. Rose me paraît être un leptynite nephélinique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

amas ou des parties dans des masses d'autre nature. Il est ordinairement blanc, quelquefois rosâtre, verdâtre ou d'autres nuances communément peu foncées : il est souvent mélangé avec d'autres substances, d'où l'on a des variétés *micacées*, *quarzeuses*, *grenatiques*, *néphéliniques*, etc. ; mais il est à remarquer que, quand le feldspath cesse d'être très-dominant, la roche devient, selon les cas, du gneiss, du micaschiste, etc. Elle passe également au granite, à la pegmatite, à la syénite, etc., lorsque le feldspath prend la texture lamellaire.

552. Nous entendons par **eurite** * le feldspath à texture compacte. Cette substance forme des filons, des amas, des culots; elle est ordinairement tenace, de couleurs rougeâtre, blanchâtre, noirâtre, unies ou bigarrées. Sa texture passe quelquefois au schistoïde, au bréchiforme et au poudingiforme (*anagénite pétrosiliceuse*). Elle est fréquemment mélangée avec d'autres substances, et, outre celles de ces associations que nous allons indiquer comme espèces particulières, on peut citer des variétés *micacée*, *quarzifère*, *grenatique*.

553. Le **porphyre** ** (*feldstein porphyr*) est une roche à base

---

* Le nom d'eurite n'est ordinairement donné qu'à des roches mélangées qui ont pour base des matières qui se rapprochent plus ou moins du feldspath, de l'albite, du labradorite, etc. Comme il me semble nécessaire de faire des distinctions dans ces matières, et que des noms particuliers sont assez généralement affectés à celles que l'on considère comme du labradorite et de l'albite, tandis que le nom de leptynite n'a été créé et n'est ordinairement employé que pour le feldspath grenu, il m'a paru qu'il était avantageux d'avoir aussi un nom particulier pour le feldspath compacte, et d'y affecter celui d'eurite, déjà appliqué à toutes les roches qui ont cette substance pour base et qui me semble préférable à celui de *pétrosilex*, dénomination très-défectueuse et qui a reçu aussi des acceptions très-différentes.

** M. Brongniart restreint son porphyre, conformément à l'étymologie, aux variétés rouges ou rougeâtres, et renvoie aux espèces *ophite* et *mélaphyre* les substances porphyroïdes vertes et noires. Mais, outre que cette manière de voir est contraire à l'usage et distingue deux espèces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

composée d'une pâte qui paraît être une eurite mélangée intimement avec d'autres substances, notamment de l'oxyde ferrique, et renferme des cristaux d'orthose. Il est fusible en émail gris ou noir ; il forme des typhons, des filons, des amas, peut-être des couches ; il est ordinairement très-tenace, d'autres fois friable lorsqu'il est altéré. La couleur de la pâte varie du brun rouge et du brun violâtre au rosâtre, au gris rougeâtre et au verdâtre ; celle des cristaux est ordinairement blanche, passant quelquefois au rougeâtre et au verdâtre.

Le porphyre contient très-souvent des grains de quarz ; d'autres fois du quarz et du mica, ou du quarz et de l'amphibole. On en trouve aussi contenant des grains de calcaire, d'où l'on a des variétés *quarzifère, micacée, syénitique, calcarifère,* etc.

Le porphyre est très-abondant dans la nature, et il est employé soit dans les constructions, soit comme pierre de décoration ; la beauté de son poli, celle de ses couleurs et sa solidité en font, sous ce rapport, une des substances les plus estimées ; mais sa dureté le rend d'un travail fort dispendieux.

554. La **variolite** (*variolite de la Durance, partie de l'amygdaloïde et du blatterstein*) est une roche à base composée d'une pâte qui paraît être une eurite souvent mélangée intimement d'amphibole, de pyroxène ou de talc, renfermant des

---

d'après un caractère aussi peu tranché que le passage de la couleur rouge à la couleur verte, il résulte des travaux de M. G. Rose (*Ann. de phys. et de chim. de Poggendorf*, XXXIV), que le *serpentino verde antico* des Italiens, qui était le type de l'ophite, a pour élément noirâtre du pyroxène et non de l'amphibole. J'ai cru, en conséquence, qu'il convenait de supprimer l'espèce *ophite*, qui me semble avoir été formée avec des roches qui, d'après leur composition, se placent plus naturellement dans les espèces porphyre, diorite et mélaphyre. Il est à remarquer aussi que le nom d'*ophite* avait l'inconvénient d'indiquer un rapprochement qui n'existe pas avec les ophiolites dont il sera parlé ci-après, et avec une roche amphibolique des Pyrénées, que Palassou a rendue célèbre sous cette dénomination.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

grains ou de petits noyaux qui semblent appartenir à la même substance. Ses couleurs sont le verdâtre, le grisâtre, le rougeâtre; les noyaux sont ordinairement d'une teinte moins intense que la pâte.

La variolite est peu abondante et paraît être ordinairement subordonnée à l'eurite. C'est surtout dans les cailloux roulés des rivières qu'on l'a observée; et elle doit son nom à la circonstance que les noyaux font ordinairement à la surface de ces cailloux une saillie qui imite les pustules de la variole.

555. Le **pyroméride** (*porphyre orbiculaire*) est une roche à base composée d'eurite et de quarz unis presque intimement. Elle forme de petits amas, des filons ou des blocs, présentant une pâte grenue, renfermant des noyaux sphéroïdaux à texture radiée et à cassure raboteuse. Ses couleurs sont le brun et le rougeâtre disposés par couches.

Le pyroméride se trouve à Girolata près de Monte-Pertusato en Corse : on l'a employé comme pierre d'ornement; mais il ne conserve pas bien le poli.

556. L'**argilophyre** (*porphyre argileux, thonporphyr*) est une roche à base composée d'une pâte d'argilolite renfermant des cristaux parallélipipédiques ou sphéroïdaux d'orthose. Elle forme des filons, des amas, et peut-être des couches à texture porphyroïde. Elle est ordinairement fragile ou friable, quelquefois terreuse; son aspect est terne, quelquefois luisant, tant pour la pâte que pour les cristaux. Les couleurs de la pâte sont le rougeâtre, le jaunâtre, le grisâtre, le verdâtre, le brunâtre. Les cristaux sont ordinairement blancs, quelquefois roses, ordinairement altérés et friables.

L'argilophyre renferme souvent des parties accidentelles, surtout du quarz, du mica et de l'amphibole; on la considère comme résultant de l'altération des porphyres.

557. L'**argilolite** (*argile endurcie, verhærteterthon*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition n'est pas connue. Elle est quelquefois fusible au chalumeau, d'autres fois légèrement fusible sur les bords. Elle happe un peu à la langue, se délaye dans l'eau, mais sans faire pâte. Elle

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

forme des filons, des amas, peut-être des couches, à texture compacte, terreuse, grenue, schistoïde ou bréchiforme (*brecciole d'argilolite*). Elle est assez dure pour user le fer ; friable, rude au toucher. Son aspect est terne, ses couleurs sont le jaunâtre, le rougeâtre, le verdâtre, le grisâtre, le blanchâtre, ordinairement tachetées, quelquefois veinées, rarement unies.

On considère l'argilolite comme provenant de l'altération des eurites.

558. La **perlite** * (*perlstein*, *pearlstone*, *rétinite perlée*, *stygmite perlaire*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition paraît se rapprocher de celle du feldspath, mais qui contient, en outre, de l'eau. Son analyse a donné à M. Thomson 0.704 de silice, 0.116 d'alumine, 0.052 de potasse, 0.030 de chaux, 0.044 d'oxyde ferrique et 0.043 d'eau.

---

* Les espèces obsidienne, rétinite et perlite paraissent n'avoir été originairement distinguées que par l'existence respective d'un éclat vitreux, résineux et nacré. M. Cordier a établi une division plus rationnelle, fondée sur la propriété qu'ont une partie de ces matières de se fondre avec boursouflement, tandis que les autres n'éprouvent qu'une simple vitrification, ce qu'il attribue à la présence ou à l'absence de l'eau ; et il paraît que, d'après cette règle, quelques perlites se rangent dans les obsidiennes, tandis que la plus grande partie appartiendrait aux rétinites. Mais, d'un autre côté, les analyses que l'on possède ont fait connaître que la plupart des matières nacrées contenaient plus de potasse que de soude, tandis que la plupart des matières vitreuses et résineuses contenaient plus de soude que de potasse. D'après cette circonstance, j'ai cru devoir conserver les trois espèces, en mettant les obsidiennes et les rétinites dans les roches albitiques et les perlites dans les roches feldspathiques, sauf à proposer une quatrième espèce, s'il est un jour reconnu que, dans mes perlites, c'est-à-dire dans les matières où la potasse domine sur la soude, il y a des substances qui fondent sans boursouflement, à la manière des obsidiennes. Quant à l'espèce *stigmite* de M. Brongniart, comme elle se compose de roches à base d'espèces différentes, elle ne doit pas figurer dans ma série, et les matières qui la composent sont réparties, comme variétés mélangées, dans mes perlites, mes obsidiennes et mes rétinites.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Elle est fusible au chalumeau, avec boursouflement en une fritte blanche. Elle forme des amas, des filons et des fragments à texture compacte et grenue présentant souvent un assemblage de grains plus ou moins gros, à texture quelquefois globuleuse, d'autres fois radiée. On a fait de ces variétés une espèce particulière sous le nom de *sphérolite;* mais elles ont la même composition que les variétés compactes. Elle pèse 2.548, est très-fragile, a un éclat ordinairement nacré, d'autres fois vitreux, quelquefois terne. Ses couleurs sont le blanchâtre, le grisâtre, le verdâtre.

La perlite renferme parfois de petits cristaux de feldspath et des paillettes de mica, ce qui lui donne la texture porphyroïde.

Elle est très-commune en Hongrie.

559. La **ponce** ( *bimstein, pumite* ) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition n'est pas bien connue. Une analyse a donné à M. Berthier 0.700 de silice, 0.160 d'alumine, 0.065 de potasse, 0.025 de chaux, 0.005 d'oxyde ferreux et 0.030 d'eau. Elle est facilement fusible au chalumeau en émail blanc; elle forme des fragments plus ou moins volumineux, soit isolés, soit réunis en couches bréchiformes (*conglomérat ponceux*). Leur texture est très-celluleuse; les cavités sont souvent très-allongées et très-rapprochées les unes des autres, ce qui donne à la pierre une apparence fibreuse. Elle se présente aussi en filaments capillaires et en dépôts graveleux et arénacés (*rapilli, pépérine ponceuse*). Sa texture celluleuse la rend si légère, que souvent elle flotte sur l'eau. Elle est fragile, raye le verre et l'acier; elle est rude au toucher. Sa couleur est ordinairement grisâtre, d'autres fois blanchâtre, bleuâtre, verdâtre, rougeâtre, brunâtre.

La ponce renferme quelquefois des cristaux de feldspath et des lames de mica.

560. Le **trass** (*trassoïte, dukstein, tuf ponceux, asclérine, partie des pépérines*) est une roche dont la base, d'apparence simple et d'aspect terne, paraît avoir une composition analogue à celle de la ponce, et renferme souvent des fragments

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de cette substance ainsi que de plusieurs autres matières. Il forme des amas, des couches, peut-être des filons, à texture conglomérée ou grenue, ordinairement friable ou meuble; de couleur communément grisâtre ou blanchâtre.

On peut citer comme type de cette espèce le trass des environs d'Andernach (Prusse Rhénane), notamment celui de la vallée de la Brohl, où on l'exploite pour faire des mortiers remarquables pour leur solidité et très-recherchés pour les constructions hydrauliques.

561. La **domite** * est une roche à base d'apparence simple, à texture grenue et friable, dont l'analyse a donné à M. Berthier 0.610 de silice, 0.192 d'alumine, 0.115 de potasse, 0.042 d'oxyde ferreux, 0.016 de magnésie et 0.020 d'eau. Elle forme des amas, des filons, peut-être des couches, d'un aspect terne, de couleur ordinairement grisâtre, quelquefois jaunâtre et brunâtre.

La domite renferme presque toujours du feldspath cristallin, souvent de l'amphibole, du mica et du quarz.

Elle forme presque à elle seule le Puy-de-Dôme en Auvergne.

562. La **phonolite** ** (*klingstein, clinkstone, leucostine, hornstein volcanique*) est une roche à base d'apparence simple, qui est probablement une albite à texture massive plus ou moins

---

* L'espèce domite ne paraît pas très-nécessaire; aussi plusieurs auteurs la réunissent-ils au trachyte. Je l'ai conservée pour éviter un changement à la méthode que j'ai prise pour point de départ, et parce que l'analyse citée ci-dessus indique une roche feldspathique, tandis que l'on suppose que les trachytes sont des roches albitiques.

** J'avais reproduit cette roche, dans les premières éditions, sous le nom de *leucostine*, qu'elle porte dans la méthode de M. Brongniart. Depuis lors, on en a beaucoup parlé sous le nom de *phonolite*, qui a l'avantage d'être plus ancien et plus connu, ce qui m'a porté à la rétablir ici sous cette dénomination. Il résulte de l'application des principes indiqués ci-dessus (545 et 552) que les *pétrosilex* qui contiennent plus de soude que de potasse et de chaux doivent se ranger dans ma phonolite.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mélangée de substances étrangères ; elle est facilement fusible en émail blanc uni ou pointillé de noir ou de vert. Elle forme des filons, des amas, peut-être des coulées, à texture compacte, schistoïde ou écailleuse, quelquefois un peu celluleuse, de couleur grisâtre, rosâtre, etc. Elle renferme souvent des cristaux de feldspath très-distincts, et alors la texture est porphyroïde.

563. Le **trachyte** (*masegna, nécrolite*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition n'est pas bien connue, mais qui est peut-être, comme la phonolite, une albite à texture massive. Il est fusible au chalumeau ; il forme des amas, des filons, des culots et des couches, à texture compacte, grenue, quelquefois bulleuse, d'autres fois bréchiforme ; rude au toucher. Son aspect est terne ou vitreux ; ses couleurs sont ordinairement le grisâtre ou le rougeâtre. Il renferme presque toujours de l'albite ou du riacolite cristallisés, soit en grands cristaux, ce qui lui donne une texture porphyroïde, soit en petites lames si abondantes que la texture est lamellaire. Il renferme aussi très-souvent du mica, de l'amphibole ou du pyroxène, ce qui lui donne une texture granitoïde. Le trachyte amphibolique a été nommé *andésite*, à cause de son abondance dans les Andes.

Le trachyte fournit de bons matériaux de construction ; celui du Siebengebirge, dans la Prusse Rhénane, est employé sous le nom de *pierre de Kœnisgswinter*.

564. L'**obsidienne** * (*verre des volcans, agate noire d'Islande, pierre de gallinace*) est une roche à base d'apparence simple dont la composition n'est pas bien déterminée. L'analyse d'un échantillon du Mexique a donné à Collet-Descotils 0.720 de silice, 0.125 d'alumine, 0.100 de soude et 0.020 d'oxyde ferreux. Elle est fusible en émail blanchâtre. Elle forme des coulées, des filons et des fragments, soit isolés, soit

---

* Voir la note placée à la suite du n° 558.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

empâtés dans des roches bréchiformes, à texture compacte, à cassure largement conchoïde; parfois à l'état arénacé, et alors on lui donne le nom de *marékanite*. Elle pèse 2.36, raye le verre. Elle est quelquefois translucide, souvent opaque; son éclat est tellement vitreux, que l'on croirait voir du verre artificiel, quelquefois nacré ou terne. Ses couleurs sont le noirâtre, le verdâtre, le grisâtre; on en cite aussi de jaunâtre, de rougeâtre et de chatoyante.

L'obsidienne renferme quelquefois des cristaux de feldspath, et prend ainsi une texture porphyroïde (*obsidian porphyr*); d'autres fois elle est amygdaloïde (*verre tigré des volcans*), et contient de petits noyaux compactes ou radiés d'une substance qui n'est pas encore déterminée.

Plusieurs peuples anciens, notamment les Péruviens, employaient des fragments d'obsidienne pour servir de couteaux et de miroirs; d'où l'on appelle aussi cette substance *miroir des Incas*.

565. La **rétinite** * (*pechstein, pechsteinporphyr, pichstone, stigmite résinoïde*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition ne paraît différer de l'obsidienne que par la présence de l'eau. L'analyse d'une rétinite de Meissen a donné à Klaproth 0.730 de silice, 0.145 d'alumine, 0.018 de soude, 0.010 de chaux, 0.011 d'oxyde ferreux, 5.085 d'eau. Cette roche est fusible avec boursouflement en une fritte blanchâtre. Elle forme des filons, des amas, des fragments, peut-être des couches, à texture compacte, à cassure raboteuse ou imparfaitement conchoïde. Elle pèse de 2.196 à 2.289; elle est dure, fragile; son éclat est ordinairement résineux, quelquefois gras ou vitreux; ses couleurs sont le brun, le gris, le jaunâtre, le noirâtre, le bleuâtre, etc. Elle renferme très-souvent des cristaux de feldspath ou d'albite, et prend ainsi la texture porphyroïde (*pechsteinporphyr*); elle contient aussi fréquemment des paillettes de mica.

---

* Voir la note du n° 558.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

566. La **saussurite** (*jade de Saussure, jade tenace*) est une roche à base simple ou d'apparence simple, qui est probablement du labradorite à texture compacte, saccharoïde ou grenue, très-tenace, de couleur blanche passant quelquefois au grisâtre et au verdâtre. On ne l'a encore trouvée qu'en blocs épars sur le sol ou comme partie des roches mélangées dont il va être parlé.

567. L'**euphotide*** (*verde di Corsica*) est une roche à base phanérogène, composée de saussurite et de smaragdite. Elle forme des filons, des amas, peut-être des typhons, à texture granitoïde. Sa couleur est le blanc tacheté de vert; la première de ces couleurs est due à la saussurite, la seconde à la smaragdite.

Cette roche est susceptible de prendre un beau poli, et on l'emploie comme pierre de décoration.

568. Le **granitone** ** (*gabbro* de M. G. Rose, partie des

---

* Le nom d'*euphotide* a été créé par Haüy pour désigner une roche composée de saussurite et de diallage; mais il a été reconnu depuis que, sous cette dernière dénomination, Haüy comprenait de la diallage, de la smaragdite et du schillerspath. Or, comme il serait contraire à mes principes de classification de laisser ces diverses associations dans la même espèce, j'ai cru, en 1833, devoir restreindre le nom d'*euphotide* à l'association de la saussurite avec la smaragdite ou *verde di Corsica*, pour laquelle on peut dire que cette dénomination a été créée, puisque c'est la *mieux partagée en lumière* de toutes les variétés d'euphotide d'Haüy.

** J'ai indiqué à la note précédente les motifs qui m'avaient porté à séparer de l'euphotide la roche formée par l'association de la saussurite et de la diallage. Cette manière de voir a été confirmée depuis par les beaux travaux de M. G. Rose (*Ann. de physique et de chimie de Poggendorf*, XXXIV); mais, tandis que j'avais désigné cette association par le nom de *granitone*, M. Rose s'est servi de celui de *gabbro*. Je n'aurais pas hésité, devant une autorité aussi imposante, à abandonner le premier de ces noms, si j'en avais été le créateur; mais, comme il est, ainsi que celui de gabbro, tiré du langage des marbriers italiens, je pense qu'il faut recourir au sens que ceux-ci leur donnent et aux auteurs qui nous



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*euphotides* d'Haüy) est une roche à base *phanérogène*, composée de saussurite et de diallage, à texture granitoïde. Elle forme des filons, des amas, peut-être des typhons et des couches. La couleur de la saussurite est ordinairement le blanchâtre, et celle de la diallage le vert sombre passant au gris, au brun, au noir, quelquefois au blanc verdâtre et au grisâtre. Le granitone renferme souvent de la serpentine, du mica brun, de la marcassite, de la nigrine, etc.

Le granitone accompagne ordinairement les ophiolites, avec lesquelles il se lie intimement; il est notamment assez commun dans les Apennins de la Ligurie et de la Toscane. Il a aussi été observé dans les Alpes près de Briançon, à Neurode en Silésie, à Ayvaca au Pérou Il est susceptible de prendre un beau poli, et on l'emploie comme pierre de décoration.

569. L'**hypersténite** (*hyperstenfels, hyperite, sélagite* de M. Cordier) est une roche à base phanérogène, composée de saussurite et d'hyperstène, à texture granitoïde; les grains sont quelquefois très-gros, d'autres fois ils deviennent si petits que la roche a presque une apparence homogène. Elle forme des filons, des amas, peut-être des couches.

Cette roche renferme accidentellement de la hornblende, du péridot, du mica, de l'apatite, de la marcassite, de la nigrine, etc.

570. La **téphrine** * (*lave téphrinique, greystone, partie des*

---

les ont fait connaître les premiers, notamment aux lettres de Ferber; or je pense que, en suivant cette marche, on reconnaîtra aisément que le mot *granitone*, signifiant *granite à gros grains*, convient mieux à l'espèce qui nous occupe que celui de *gabbro*, lequel paraît s'appliquer plus communément à des ophiolites diallagiques.

* Je conserve ici au nom de téphrine l'acception que lui a donnée M. Brongniart, laquelle me paraît être la même que celle que lui avait attribuée Delaméthrie en créant ce nom; mais M. Cordier applique maintenant cette dénomination à des roches altérées qui me semblent se rapporter à mes espèces trass, argilolite, domite, trachyte, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*basanites de M. Cordier*) est une roche à base d'apparence simple, dont la composition n'est pas connue, mais qui paraît contenir beaucoup de labradorite. Elle est fusible en émail blanc pointillé de noir ou de verdâtre. Elle forme des coulées, des filons et des fragments scoriacés à texture toujours très-bulleuse; elle est tenace; rude au toucher. Son aspect est terne; sa couleur grisâtre.

La téphrine renferme souvent d'autres substances, d'où l'on distingue des variétés *feldspathique, pyroxénique, amphigénique*, etc. Elle prend alors les textures porphyroïde, amygdaloïde, et même granitoïde.

Elle est employée à faire des meules : telle est celle de Niedermendig près de Coblentz, que l'on appelle *pierre meulière du Rhin*. C'est aussi une excellente pierre de construction, qui est surtout recherchée pour le carrelage : telle est celle de Volvic en Auvergne, que l'on a, pour cette raison, désignée par l'épithète de *pavimenteuse*.

571. En formant un genre sous la dénomination de **roches pyroxéniques**, nous n'entendons pas dire que le pyroxène soit toujours l'élément le plus abondant des roches que nous plaçons dans ce genre, car on est dans l'habitude de considérer comme roches pyroxéniques des substances dans lesquelles le labradorite, l'oligoklase, l'albite ou le feldspath sont en quantité plus considérable que le pyroxène, mais où celui-ci a imprimé des caractères particuliers, qui font que la place naturelle de ces mélanges est plutôt dans le genre pyroxénique que dans ceux dont les silicates alumino-alcalins forment le type.

572. On donne les noms de **lherzolite**, *pyroxénite, augitfels*, etc., au pyroxène à texture lamellaire, grenue ou presque compacte. Cette roche est ordinairement de couleur verte, et elle forme, près de l'étang de Lherz, dans les Pyrénées, des massesintercalées dans du calcaire.

573. La **dolérite** * est une roche à base phanérogène,

* Les espèces *mimosite* et *dolérite* de M. Cordier, dont la distinction

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

composée de pyroxène et de labradorite, d'albite ou de feldspath.

Elle forme des amas, des filons, des coulées, peut-être des couches et des masses non stratifiées, à texture essentiellement granitoïde ; la roche passant à une des espèces suivantes quand elle prend une autre texture. Cependant on considère comme dolérite porphyroïde celle où l'élément feldspathique forme de grands cristaux au milieu d'une pâte composée d'un assemblage de petites lames ou de petits cristaux pyroxéniques et feldspathiques, susceptibles d'être distingués à l'œil nu. Le pyroxène de la dolérite est ordinairement noir, et les substances feldspathiques blanches.

La dolérite paraît être peu abondante *.

574. Le **mélaphyre** ** (*porphyre noir, porphyre pyroxé-*

---

est fondée sur la proportion relative des matières feldspathiques et pyroxéniques, et non sur leur texture, se répartissent, dans ma dolérite et dans mon trapp, selon que les éléments se distinguent ou ne se distinguent pas à l'œil nu.

* Ce que je dis ici du peu d'abondance de la dolérite ne doit s'entendre que de cette roche telle que je l'ai définie ci-dessus, c'est-à-dire où les éléments se distinguent à l'œil nu ; car, pour les auteurs qui étendent ce nom aux mélanges intimes de pyroxène, la dolérite est fort abondante. On cite aussi beaucoup de minéraux intercalés dans la dolérite ; mais j'ai cru devoir m'abstenir d'en parler, parce que je suis porté à croire que les roches citées comme si riches en minéraux sont des spilites.

** M. Brongniart, qui a établi l'espèce mélaphyre, en faisait une roche amphibolique ; mais il paraît qu'au moins une partie des exemples qu'il a cités appartiennent aux roches pyroxéniques. D'un autre côté, M. de Buch, qui a consacré l'existence du nom de mélaphyre par l'importance du rôle géogénique qu'il attribue à cette roche, a toujours employé ce nom comme synonyme de celui de porphyre pyroxénique, ce qui m'avait porté, en 1833, à ranger cette espèce dans le genre pyroxénique. Cette manière de voir a été confirmée par les beaux travaux de M. G. Rose, cités à la note du n° 553, qui ont fait connaître que l'élément noirâtre du *serpentino verde antico* et de l'ophite de Rubeland est du pyroxène et non de l'amphibole. A la vérité, M. Rose vient d'annoncer, dans les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*nique, augit-porphyr, trapp-porphyr, serpentino verde antico, partie de l'ophite, du porphyre vert,* etc.) est une roche à base composée d'une pâte qui paraît être un mélange de pyroxène avec du labradorite, de l'oligoklase, de l'albite ou du feldspath, enveloppant des cristaux d'une ou de plusieurs de ces substances. Il forme des filons, des amas, peut-être des couches et des typhons, à texture porphyroïde quelquefois bulleuse. La pâte et les cristaux de pyroxène sont ordinairement noirs ou verts, les cristaux de substances feldspathiques d'un blanc passant souvent au verdâtre ou au rougeâtre. Il renferme, comme parties accidentelles, de l'amphibole, du mica, du quarz, de la marcassite, de la nigrine, etc.

Le mélaphyre est une roche importante dans la nature; il est souvent susceptible de prendre un beau poli et d'être employé comme pierre de décoration.

575. Le **trapp** * (*trappite, partie des dolérites, des mimosites, des cornéennes*) est une roche à base d'apparence simple qui paraît être un mélange intime de pyroxène et de labradorite, d'oligoklase, d'albite ou de feldspath.

---

suppléments de son voyage dans l'Oural, que l'élément blanchâtre d'une partie de ses *augitporphyr* n'est pas du labradorite, mais de l'oligoklase, et il en a fait une espèce particulière sous le nom d'*oligoklasporphyr*. Une semblable distinction est tout à fait dans les principes d'une bonne classification des roches; mais, comme on n'a pas encore fait la révision des mélaphyres d'après ce point de vue, et que les rapports spécifiques de l'oligloklase ne sont peut-être pas encore définitivement arrêtés, j'ai cru, pour éviter de nouvelles causes de confusion, devoir laisser mon espèce *mélaphyre* telle que je l'avais établie précédemment, sauf que j'ai ajouté le nom de l'oligoklase dans la série des silicates alumino-alcalins qui peuvent *provisoirement* entrer dans la composition de son élément blanchâtre.

* Le *trapp*, tel que je l'entends ici, est souvent confondu avec la *dolérite*, dont il ne diffère que parce que ses éléments minéralogiques ne se distinguent plus à l'œil nu. Il a aussi été longtemps confondu avec les *grünstein* et les *cornéennes*, groupes dans lesquels on réunissait des roches amphiboliques et pyroxéniques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Il forme des filons, des amas, peut-être des couches, ordinairement divisés par un très-grand nombre de fissures; ce qui fait que ses massifs donnent extérieurement l'idée d'un escalier. Il est dur et très-tenace lorsqu'il n'est pas altéré. Ses couleurs sont ordinairement le vert foncé ou le noir verdâtre, d'autres fois le noir-bleuâtre.

576. Le **basalte** * est une roche à base d'apparence simple composée de pyroxène, de divers silicates aluminiques, tels que le labradorite, l'oligoklase, l'albite ou le feldspath, et de zéolites. Une analyse a donné à Klaproth 0.445 de silice, 0.168 d'alumine, 0.200 d'oxyde ferreux, 0.095 de chaux, 0.023 de magnésie, 0.026 de soude, 0.020 d'eau.

Le basalte forme des filons, des amas, des coulées, peut-être des couches; il est très-souvent divisé en prismes pressés les uns contre les autres, quelquefois en tables peu épaisses; il présente d'autres fois des fragments, soit sphéroïdaux comme des boulets, soit irréguliers et ressemblant à des scories de

---

* Les distinctions les plus apparentes qui existent entre le basalte et le trapp, telles que ces espèces sont établies ici, se rapportent à des circonstances de gisement, plutôt qu'à de véritables caractères minéralogiques; il se pourrait cependant que la présence de l'eau dans les basaltes, circonstance qui semble annoncer que les zéolites entrent dans leur composition, donnât un bon caractère distinctif. On peut dire aussi que le basalte se distingue du trapp par une texture plus communément bulleuse, parce que sa couleur noirâtre ne tire pas sur le verdâtre, par la fréquence du péridot et par une plus grande tendance à prendre la forme de prisme.

Mon basalte comprend les *basanites* de M. Brongniart, et probablement une partie des *basanites*, des *gallinaces* et des *scories* de M. Cordier, ainsi que la *péridotite* de cet auteur, laquelle est pour moi un *basalte péridotique*. Il serait probablement avantageux d'ajouter à la série des roches pyroxéniques une espèce qui aurait compris les variétés à éclat vitreux; je m'en suis abstenu jusqu'à présent, par suite de ma répugnance à augmenter le nombre des espèces admises par M. Brongniart, et à cause du peu de connaissances que nous avons sur la nature de ces substances.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

fourneaux, d'où on les appelle *basaltes scoriacés*. Sa texture est compacte ou bulleuse; il pèse à peu près 3, raye le verre, est très-tenace. Sa couleur est ordinairement d'un noir tirant sur le bleuâtre

Le basalte renferme souvent des minéraux étrangers; le plus commun est le péridot. On y trouve aussi des cristaux de pyroxène, des titanates de fer, du mica, des hydrosilicates, des pyrites, etc.

577. La **vake*** (*wacke, vakite*) est une roche à base d'apparence simple qui paraît avoir une composition analogue à celle du basalte, mais qui est ordinairement moins tenace et plus tendre; souvent même elle est friable, et quelquefois elle se délaye dans l'eau, mais sans y faire pâte comme l'argile. Elle est fusible en émail noir ou gris. Elle forme des amas, des couches, des filons à texture compacte, grenue ou bulleuse. Elle pèse de 2.45 à 2.89; son aspect est terne; ses couleurs sont le grisâtre, le brunâtre, le rougeâtre, le jaunâtre ou le verdâtre.

La vake renferme beaucoup de minéraux étrangers; mais, en général, dans ces cas, elle passe à la spilite et à la pépérine. Elle passe aussi à l'aphanite, à l'eurite, à la phonolite, à la téphrine, etc.; et, dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de tracer une ligne de démarcation nette entre ces diverses espèces.

---

* La vake, telle que je l'entends ici, a une acception plus étendue que la *vake* et la *vakite* réunies de M. Brongniart, parce que j'y comprends toutes les aphanites de cet auteur qui peuvent être considérées comme composées de pyroxène et non d'amphibole. J'entends, en effet, par le nom de vake, toutes les roches composées de pyroxène et de substances feldspathiques qui sont trop tendres pour être réputées basalte ou trapp, et qui n'ont pas la texture amygdaloïde des spilites, ni les textures conglomérées ou meubles des pépérines. Il est probable que les vakes sont des basaltes et des trapps qui ont été modifiés, soit par les émanations ignées, soit par les eaux. Une circonstance qui rend encore cette opinion probable, c'est que la vake simple est peu abondante, et que c'est à l'état de pépérine et de spilite qu'on la rencontre le plus fréquemment.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

578. La **pépérine** * (*peperino, tuf basaltique, tuf volcanique, cinerite*) est une roche à base d'apparence simple composée de vake à texture bréchiforme, celluleuse, graveleuse, arénacée et terreuse. Elle forme des amas, des couches, des filons. Elle est ordinairement friable ou meuble et tendre ; son aspect est terne; ses couleurs sont le grisâtre, le brunâtre, le rougeâtre, le jaunâtre.

La pépérine renferme presque toujours des fragments d'autres substances, notamment de la ponce, de la téphrine, de la phonolite, du basalte, du mica, de l'aimant, de l'amphigène, du feldspath, du calcaire saccharoïde, etc.

Une variété connue sous le nom de *pouzzolane* est employée pour faire des mortiers remarquables par leur solidité.

579. Le **spilite** (*mandelstein, toadstone, variolite du Drac, xérasite*) est une roche à base composée d'une pâte de vake, renfermant des noyaux de calcaire et d'autres minéraux. Il forme des filons, des amas, des culots, des couches, à texture amygdaloïde et amygdalo-bulleuse. Sa pâte est ordinairement peu dure; ses couleurs sont le grisâtre, le rougeâtre, le noirâtre, le verdâtre, etc.

Aucune roche ne renferme autant de minéraux que le spilite. C'est dans cette roche que se trouvent la plupart des zéolites, ainsi que les agates, les améthystes, etc.

580. La **hornblende** en masses (422) est ordinairement associée avec d'autres minéraux. Plusieurs de ces associations donnent lieu à l'établissement d'espèces particulières de roches,

---

* Le *peperino* de Rome, qui est le type de l'espèce pépérine, me paraît être une roche pyroxénique, tandis que le *conglomérat ponceux*, le *tuf ponceux*, le *trass* me semblent beaucoup plus rapprochés de la ponce que des roches pyroxéniques. Je n'ai pu, en conséquence, d'après mes principes de classification, laisser à l'espèce pépérine toute l'étendue que lui donne M. Brongniart, et j'ai cru devoir considérer le conglomérat ponceux comme une ponce bréchiforme, et faire figurer le trass comme une espèce particulière, qui a été décrite à l'article des roches feldspathiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et, parmi celles que l'on ne considère que comme variétés, nous citerons les associations avec le mica, le grenat, la serpentine, le quarz, etc.; ce qui donne des *hornblendes micacée, grenatique, serpentineuse, quarzeuse*, etc.

581. L'**hémithrène** est une roche à base composée de hornblende et de calcaire. Elle forme des bancs, des amas ou des filons à texture granitoïde ou porphyroïde. Sa couleur est ordinairement le vert tacheté de blanc; elle renferme plusieurs minéraux accidentels, notamment du feldspath, du mica, de l'aimant, etc. C'est une roche peu abondante.

582. Le **diorite** (*grünstein, diabase, granitel, chloritin, diorit-porphyr*) est une roche à base phanérogène composée de hornblende et d'albite*. Il forme des filons, des amas, peut-être des couches et des typhons, à texture granitoïde, porphyroïde et schistoïde. Une variété dite *orbiculaire* (*granite globuleux de Corse*) est formée de gros noyaux sphéroïdaux dans lesquels la hornblende et l'albite sont disposées par couches concentriques, ces noyaux sont agglomérés par une pâte de diorite granitoïde. Le diorite est très-tenace lorsqu'il n'est pas altéré.

La hornblende du diorite est ordinairement verte, quelquefois noire, et l'albite blanche ou verdâtre.

Le diorite renferme souvent d'autres minéraux. Nous citerons, entre autres, le *diorite quarzifère* et le *diorite micacé*. L'association du diorite avec le mica et la pinite est quelquefois admise comme espèce particulière sous le nom de *kersanton*, qu'elle porte en Bretagne.

Le diorite est une roche abondante dans la nature; il est

---

* Haüy, qui a créé le nom de *diorite*, distinguait cette roche de la *syénite* par la texture de l'élément feldspathique, qui était lamellaire dans celle-ci, et compacte ou grenu dans le diorite. J'avais suivi cette marche dans mes premières éditions, mais M. G. Rose (*Ann. de chim. et de phys. de Poggendorf*, XXXIV, 1) a établi la distinction sur la présence du feldspath dans la syénite, et de l'albite dans le diorite, ce qui est plus conforme aux principes d'une bonne classification.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

susceptible de poli, et on l'emploie comme pierre de décoration, ainsi que le granite, etc.

583. L'**aphanite** * (*diorite compacte*, *roche cornéenne*) est une roche à base d'apparence simple, que l'on considère comme un mélange intime d'amphibole et de feldspath, d'albite ou de labradorite. Elle est fusible en émail noir. Elle forme des filons, des amas, peut-être des couches à texture compacte ou grenue. Elle est assez tenace lorsqu'elle n'est pas altérée; sa dureté est variable. Ses couleurs sont le grisâtre, le rougeâtre, le verdâtre, le noirâtre.

L'aphanite n'est souvent qu'un accident du diorite. Il paraît que cette roche est peu abondante dans la nature; aussi la plus grande partie des matières que l'on y rapportait sont maintenant rangées dans le genre des roches pyroxéniques. L'association de l'aphanite avec le mica a été quelquefois ad-

---

* M. Cordier range son *aphanite* dans les roches pyroxéniques, ce qui la fait rentrer dans mon *trapp*. J'ai cru préférable de conserver au nom d'aphanite la définition que Haüy en a donnée lorsqu'il l'a créé. A la vérité, la plus grande partie des aphanites d'Haüy sont maintenant reportées aux roches pyroxéniques; mais, comme il existe aussi des mélanges de feldspath et d'amphibole, il vaut mieux continuer à les désigner par le nom qui a été créé pour eux. Du reste, la manière dont la véritable aphanite s'échappe, pour ainsi dire, dans les analyses, semble annoncer que l'amphibole aurait plus de tendance à se mélanger mécaniquement, et le pyroxène plus de tendance à se mélanger intimement. En effet, nous voyons dans la nature beaucoup de syénite et de diorite, et fort peu de dolérite; tandis que, dans ma manière de voir, il y aurait fort peu d'aphanite, mais beaucoup de trapp et de basalte, c'est-à-dire beaucoup de mélanges intimes de pyroxène et de silicates alumino-alcalins. Du reste, il est très-difficile de distinguer l'aphanite du trapp, quand ces matières ne sont pas accompagnées d'amphibole ou de pyroxène à l'état cristallin; peut-être que, dans ce cas, le meilleur caractère à indiquer est la présence de la magnésie, car on peut considérer cet élément comme essentiel dans les aphanites, tandis qu'il manque souvent dans les trapps.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mise comme espèce particulière sous le nom de *sélagite* *.

584. L'**amphigénite** (*leucitgestein, leucitophyre*) est une roche composée d'une pâte formée d'amphigène, mélangée d'un peu de pyroxène renfermant des cristaux d'amphigène et de pyroxène. Elle forme des coulées, des filons, des fragments, des amas, des fragments à texture ordinairement porphyroïde, quelquefois celluleuse ou meuble. La pâte est habituellement d'un gris foncé, les cristaux d'amphigène sont blancs et ceux de pyroxène noirs.

Cette roche est abondante à la Somma, dépendance du Vésuve.

585. L'**éclogite** est une roche à base phanérogène, composée de grenat et de smaragdite, à texture granitoïde. Elle renferme accidentellement du disthène, du quarz, de l'épidote, de l'amphibole, etc.

Elle est très-rare dans la nature, et se trouve intercalée en petits bancs ou amas, peut-être en filons, dans le gneiss, le micaschiste, le diorite. On en cite à Kuppferbrunn dans le Saualp, à Rehhugel près de Fatigau, au Bacherberg en Styrie, au Fichtelberg, à Hof dans la haute Franconie.

586. Le **micaschiste** (*schiste micacé, mica schistoïde, micacite, glimmerschiefer, micaslate*) est une roche à base composée de mica et de quarz, à mica dominant et continu. Il forme des couches puissantes, souvent contournées, à texture schistoïde. Il renferme un très-grand nombre de minéraux; et parmi ceux qui sont le plus fréquemment et le plus abondamment répandus dans la roche, on distingue le feldspath, le grenat, le talc; d'où l'on a des variétés *feldspathique, grenatique, talcique*. Lorsque le feldspath forme des cristaux distincts, on dit que le micaschiste est *porphyroïde*.

C'est une roche très-abondante dans la nature.

587. Le **gneiss** (*granite veiné de Saussure*) est une roche à base phanérogène composée de mica dominant et de feldspath

---

* C'est la sélagite d'Haüy, qu'il ne faut pas confondre avec celle de M. Cordier, qui a été décrite ci-dessus sous le nom d'*hypersténite*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

laminaire ou grenu. Il forme des couches, des amas, des filons à texture ordinairement schisto-granitoïde, quelquefois schisto-porphyroïde, d'autres fois, mais rarement, simplement granitoïde ; car, quoique la texture schistoïde soit assez généralement considérée comme un des caractères distinctifs du gneiss, on est obligé de laisser dans cette espèce des matières qui n'ont pas cette texture, mais qui ont la composition du gneiss. La couleur du mica est fréquemment grise, quelquefois brune ou noire, tandis que le feldspath est souvent blanc ; ce qui est cause que le gneiss est ordinairement gris. Quelquefois le feldspath est rougeâtre. Le gneiss passe à l'orthose micacée ou au leptynite micacé quand le mica cesse d'être dominant. Il renferme souvent du quarz, et ce *gneiss quarzeux* passe au micaschiste dès que le quarz devient plus abondant que le feldspath, et au granite dès que le feldspath cesse d'être dominant.

Le gneiss renferme une grande quantité de minéraux. C'est une des roches les plus abondantes dans la nature.

588. La dénomination de **roches talciques** est employée dans le tableau précédent non pas comme se rapportant à l'espèce *talc* en particulier, mais plutôt comme indiquant un groupe d'espèces dont les caractères extérieurs ressemblent plus ou moins au talc et qui contiennent également du silicate de magnésie, telles que la stéatite, la magnésite, la serpentine, la marmolite. Peut-être que la plupart de ces substances ont le droit de figurer parmi les roches ; cependant il paraît que les grandes masses décrites sous quelques-uns de ces noms sont toujours des mélanges de diverses combinaisons et n'appartiennent jamais uniquement à une espèce minérale à proportion définie, de sorte qu'elles rentreraient dans les espèces de roches mélangées pour lesquelles on a créé les noms de stéaschiste et d'ophiolite *.

---

* Les espèces *ophiolite* et *stéaschiste* de M. Brongniart, se rapportant à des compositions indéterminées, sont du nombre de celles dont l'éta-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

589. Le **stéaschiste** (*schiste talqueux, talkschiefer, talcite*) est une roche à base composée de divers silicates et hydrosilicates magnésiques à texture schistoïde. Il forme des couches à texture schisto-compacte, schisto-grenue, schisto-lamellaire, schisto-porphyroïde, schisto-amygdaloïde, etc. Il est quelquefois doux et onctueux au toucher; souvent rude, propriété qui paraît due aux matières étrangères. Son éclat est ordinairement luisant; ses couleurs sont souvent le vert, quelquefois le grisâtre, le jaunâtre, le brunâtre, le rougeâtre, etc.

Indépendamment des diverses substances qui entrent dans la composition intime de la base des stéaschistes, et dans lesquelles il faut compter le silicate de fer, qui s'y trouve presque toujours, ces roches renferment un grand nombre de minéraux mélangés mécaniquement; et, parmi ceux qui s'y présentent avec assez de constance pour déterminer l'établis-

---

blissement est contraire à mes principes de classification; aussi m'étais-je refusé pendant longtemps à les admettre dans mon tableau. Mais, à présent que l'on a attribué une composition déterminée aux silicates ou hydrosilicates magnésiques indiqués ci-dessus, et que cependant on n'est point parvenu à faire rentrer dans l'une plutôt que dans l'autre de ces espèces la plupart des roches qui sont composées de ces espèces, ou que, pour mieux dire, on considère comme en étant principalement composées, il serait absolument impossible de nommer ces roches, si l'on n'adoptait pas provisoirement des dénominations plus vagues, qui concordassent avec quelques caractères perceptibles par nos sens. Or c'est l'avantage que présentent les deux espèces *ophiolite* et *stéaschiste*, que l'on peut considérer comme réunissant toutes les roches à base de silicates magnésiques qui n'appartiennent pas exclusivement à une espèce minérale, et qui divisent ce groupe en deux coupes, l'une comprenant les matières à texture schistoïde, l'autre celles qui n'ont pas cette texture.

Du reste, on ne doit pas perdre de vue que je suis loin de dire que toutes les roches que l'on place dans ce groupe aient effectivement pour base des silicates magnésiques: il paraît, au contraire, que l'on y confond des substances plus ou moins différentes; mais nos connaissances ne nous permettent pas encore d'arriver à un résultat plus satisfaisant.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sement des variétés particulières, on peut citer le quarz, le feldspath, la chlorite, le grenat, le calcaire, etc. Le *stéaschiste quarzeux* est une des variétés les plus abondantes, peut-être même qu'il est très-peu de stéaschistes qui ne contiennent pas de quarz, et cette variété passe fréquemment au quarz talcique. La variété *feldspathique* est aussi très-répandue, et passe ordinairement à la protogine.

Nous croyons pouvoir rapporter à la variété *chloritique* la plupart des roches nommées *chloristschiefer* ou *chloristoschiste*.

Les stéaschistes sont, en général, des roches qui jouent un rôle important dans l'écorce du globe.

590. L'**ophiolite** (*serpentine de la plupart des géologues*) est une roche à base composée de divers silicates et hydrosilicates de magnésie à texture non schistoïde. Il forme des filons, des amas, peut-être des couches, à texture ordinairement grenue; d'autres fois compacte, lamellaire, granitoïde, porphyroïde ou bréchiforme. Il est généralement tenace, mais tendre; ses couleurs sont souvent le vert foncé, d'autres fois le brunâtre, le noirâtre, le rougeâtre, le jaunâtre; ordinairement bigarrées, rarement unies.

Indépendamment des diverses substances qui entrent dans la composition intime de la base des ophiolites, et dans lesquelles il faut compter le silicate de fer, qui s'y trouve presque toujours, et quelquefois en quantité considérable, ces roches renferment un grand nombre de minéraux mélangés mécaniquement, et, parmi ceux qui s'y présentent avec assez de constance pour déterminer l'établissement de variétés particulières, on peut citer la diallage, le calcaire, le grenat, le quarz, la grammatite, le sidérochrome; d'où l'on a des *ophiolites diallagique* ou *gabbro* des Toscans, *calcareux*, *grenatique*, *quarzeux*, *grammatiteux*, *chromifère*.

Les ophiolites sont assez abondants dans la nature, et ils constituent un système important; cependant ils ne recouvrent jamais à eux seuls une étendue considérable.

Il y a des ophiolites susceptibles de poli, que l'on emploie

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

comme pierres de décoration ; d'autres dont on fait des vases qui servent dans les usages domestiques, et que l'on préfère aux meilleures poteries ; c'est ce que l'on appelle la *pierre ollaire*.

591. Le **calcaire**, dont nous avons déjà fait connaître les caractères spécifiques (489), est une des substances les plus répandues dans l'écorce du globe et qui présente un grand nombre de modifications considérées comme roches. Voici les principales :

1° Le CALCAIRE LAMELLAIRE est ordinairement de couleur blanche ; il est, en général, susceptible de prendre un beau poli : tel est le *marbre de Paros*.

2° Le CALCAIRE SACCHAROIDE prend aussi un beau poli, et, lorsqu'il est de couleur blanche, on le considère comme *marbre statuaire*, parce qu'il est très-propre à faire des statues : tel est le *marbre de Carrare*. D'autres fois le calcaire saccharoïde est d'un gris bleuâtre nuancé, et alors on l'appelle *marbre bleu turquin*.

3° Le CALCAIRE COMPACTE est une des roches les plus abondantes de la nature, et qui fournit une grande quantité de matériaux de construction, des marbres de diverses nuances, des pierres à lithographie, etc. Il passe souvent au *calcaire schistoïde* et à d'autres variétés de texture.

4° La CRAIE est un calcaire écrivant, d'une texture grenue passant à la texture compacte, plus ou moins friable et de couleur blanche. On considère quelquefois comme craie des substances grises, vertes et noirâtres, mais ces variétés appartiennent en général au calcaire chlorité et à la marne. La craie est assez abondante dans la nature ; elle sert comme pierre à bâtir lorsqu'elle n'est pas trop friable ; on l'emploie aussi comme crayon pour tracer des traits ; on en fait usage pour les peintures grossières ; certaines variétés friables sont recherchées pour l'amendement des terres et confondues avec la marne par les cultivateurs.

5° Le TUFFEAU est un calcaire plus ou moins friable, d'une texture grenue passant à la texture grossière, non écrivant, ordinairement jaunâtre, quelquefois jaune-verdâtre. On l'em-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ploie comme pierre à bâtir, et pour l'amendement des terres.

6° Le CALCAIRE GROSSIER a une texture très-variable qui passe en quelque manière de la texture compacte aux textures conglomérées ; il est communément fort impur ; sa couleur ordinaire est le jaunâtre, passant quelquefois au blanchâtre, au brunâtre et au verdâtre. Sa cohérence varie depuis l'état arénacé jusqu'à celui de pierre très-solide. Il est très-favorable pour l'architecture et il a exercé une grande influence sur la beauté des monuments de Paris.

7° Les marbriers italiens ont donné le nom de LUMACHELLE à un calcaire presque entièrement composé de débris de coquilles, qui fournit quelquefois des marbres remarquables par leurs reflets nacrés ; et, quoique ce calcaire ne soit qu'un accident dans ce qu'on appelle aussi *calcaire coquillier*, *calcaire madréporique*, *calcaire pseudomorphique*, qui ne sont eux-mêmes que des accidents qui se reproduisent dans la plupart des autres variétés, nous avons cru devoir citer ici la lumachelle, parce que c'est une dénomination dont on se sert souvent dans les descriptions géognostiques.

8° L'OOLITE est un calcaire à texture oolitique, c'est-à-dire composée d'une agglomération de petits grains ou de petits noyaux de diverses grosseurs. On a donné le nom *d'oolite miliaire* à celle qui est formée de parties de la grosseur d'un grain de millet. On en fait d'excellentes pierres à bâtir ; les parties qui se trouvent au jour ont souvent beaucoup de tendance à se diviser en plaques, que, dans certaines contrées, on emploie à couvrir les toits.

9° La CARGNEULE, ou calcaire celluleux, se distingue par les petites cavités dont elle est plus ou moins criblée, ce qui ne l'empêche pas d'être souvent fort tenace. Elle passe fréquemment à la dolomie.

10° La BRÈCHE, ou calcaire à texture bréchiforme, n'est, en général, qu'un accident des autres calcaires. Elle paraît être quelquefois le résultat de la fracture d'un calcaire préexistant dont les fragments ont été ensuite réunis par une pâte ; mais il paraît que le plus souvent sa texture provient du fendille-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment par retrait que les masses ont éprouvé, et du remplissage de ces fentes par des concrétions calcaires. Il y a des brèches dont on fait des marbres très-estimés, telles sont celles de Villette en Tarentaise, de Seravezza en Toscane, la *brocatelle d'Espagne*, etc.

11° Le CALCAIRE POUDINGIFORME est composé de parties qui sont ordinairement moins liées que celles de la brèche, et il se rencontre moins fréquemment; il forme cependant quelquefois des dépôts considérables au pied des montagnes; tels sont ceux que l'on connaît sous le nom de *nagelfluh* dans les Alpes allemandes.

12° Le TUF est un calcaire formé par voie de concrétion, dont la texture est très-variée : tantôt il constitue des masses qui sont, en quelque manière, un assemblage de parties à texture strato-compacte, strato-grenue, strato-lamellaire, strato-celluleuse; d'autres fois il se compose d'un assemblage de parties mamelonnées, fistuleuses, coralloïdes, globuleuses, plus ou moins adhérentes entre elles et plus ou moins celluleuses; d'autres fois il est presque entièrement terreux ou arénacé. Sa couleur est ordinairement le jaunâtre. Le tuf donne quelquefois des matériaux de construction qui sont d'autant plus recherchés qu'ils réunissent à beaucoup de solidité une légèreté et une grande aptitude à prendre le mortier qui résultent de leur texture celluleuse. C'est à une modification du tuf, connue sous le nom de *travertin*, et qui est presque compacte, quoique tubulée, que les monuments de Rome doivent leur magnificence. Les concrétions calcaires cristallines sont quelquefois susceptibles d'être travaillées pour faire des objets de décorations et même des statues; on leur donne alors le nom d'*albâtre oriental*.

13° Le CALCAIRE CHARBONNEUX * est ainsi nommé parce

* J'ai préféré l'épithète de *charbonneux*, comme dénomination minéralogique, à celles d'*anthraxifère* et de *carbonifère*, parce que celles-ci sont souvent employées comme dénominations géognostiques.

Le *calp* et le *lucullite* me semblent pouvoir être considérés comme appartenant au calcaire charbonneux.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qu'il renferme une certaine quantité de carbone dans un état qui paraît analogue à celui de l'anthracite, ce qui lui donne une couleur bleuâtre, passant au grisâtre et au noirâtre, et qui se perd par la calcination. Cette variété fournit beaucoup de marbres noirs, noirs et blancs, gris et blancs, gris et rouges, gris, etc.

14° Le CALCAIRE BITUMINIFÈRE est imprégné de matières bitumineuses qui manifestent leur présence par l'odeur qui s'exhale, soit naturellement, soit par le frottement, soit par le chauffement. Le bitume donne souvent à cette variété une couleur noirâtre, brunâtre ou grisâtre; d'autres fois elle est jaunâtre, verdâtre et même blanchâtre. On l'exploite quelquefois pour en retirer du bitume.

15° Le CALCAIRE FÉTIDE (*pierre de porc, pierre puante*) dégage par le frottement et par la percussion une odeur hépatique très-prononcée, qui est probablement due à l'acide sulfhydrique. Cette variété se confond quelquefois avec les deux précédentes, en ce que celles-ci sont souvent fétides; mais, comme il y a du calcaire fétide qui paraît ne contenir ni charbon ni bitume, on doit l'admettre comme variété distincte.

16° Le CALCAIRE ARGILEUX est mélangé de matières argileuses qui se déposent au fond du vase lorsqu'on le fait dissoudre dans un acide. Il paraît que l'on peut ranger dans cette variété les substances que l'on appelle *pierres à chaux hydraulique*, parce qu'elles donnent une chaux très-favorable pour les constructions hydrauliques.

17° Le CALCAIRE SILICEUX est mélangé de silex, soit d'une manière tout à fait intime, et alors il appartient à la variété indiquée précédemment (394) sous le nom de *silicicalce;* mais souvent aussi les parties de calcaire et de silex, quoique unies intimement sur les bords, ne sont réellement qu'enchevêtrées l'une dans l'autre et se distinguent à l'œil nu. Ce calcaire passe de cette manière à la meulière (394), qui ressemble à certains calcaires siliceux dont les parties calcaires auraient été enlevées par un dissolvant.

18° Nous désignons par la dénomination de CALCAIRE

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

QUARZIFÈRE celui qui contient des grains de quarz *. C'est une variété qui n'a rien de constant, mais qui est très-commune; la nature présentant, presque partout où il y a du calcaire, des passages de celui-ci aux roches quarzeuses, surtout au grès, au macigno et au psammite.

19° LE CALCAIRE CHLORITÉ, aussi nommé *glauconie* **, est un calcaire plus ou moins mélangé de chlorite, laquelle se présente ordinairement sous la forme de grains verts ou noirs et se fond quelquefois dans la masse en lui donnant une couleur uniforme ou bigarrée. Sa texture est souvent grenue, d'autres fois compacte, grossière ou arénacée; d'où l'on voit que cette variété rentre dans plusieurs des précédentes, principalement dans le calcaire grossier, le tuffeau et la craie ; le calcaire chlorité est plus souvent friable ou meuble que tenace, et passe fréquemment à la marne, au macigno, au psammite, au grès, au sable, etc.

20° On peut aussi indiquer des CALCAIRES FELDSPATHIQUE, MÉLANIQUE, PYROXÉNIQUE, c'est-à-dire renfermant des cristaux de feldspath, de mélanite, de pyroxène, etc. ***

---

* Cette variété est aussi nommée *calcaire sableux*, et cette dénomination serait la meilleure si d'autres personnes n'étaient pas dans l'habitude de l'appliquer au calcaire à l'état arénacé.

** M. Brongniart a érigé cette roche en espèce sous le nom de *glauconie*, et j'avais suivi cette marche dans mes éditions précédentes, uniquement, ainsi que je le faisais observer, pour éviter un changement qui n'était pas commandé par mon système de nomenclature; mais d'autres naturalistes ayant, dans ces derniers temps, employé le nom de *glauconie* pour désigner des terres vertes (344) qui ne rentrent pas dans leur espèce chlorite, l'application de ce nom au mélange du calcaire et de ces terres vertes me paraît présenter quelques inconvenients.

*** Ces variétés forment l'espèce *calciphyre* de M. Brongniart, que je n'ai pas cru devoir conserver, parce que, s'appliquant à une composition indéterminée, elle est contraire à mes principes de classification, et ne présente aucun avantage pour les descriptions; car on est obligé, pour indiquer les diverses variétés, de dire *calciphyre feldspathique, mélanique* ou *pyroxénique*, dénominations qui ne sont pas plus courtes, et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

592. Le **cipolin** * est une roche à base phanérogène, composée de calcaire et de mica. Il forme des couches, des amas, peut-être des filons. Le calcaire a ordinairement la texture saccharoïde, quelquefois compacte, le mica forme souvent des veines ou des bandes minces; d'autres fois il est disséminé dans la masse. L'ensemble de la roche est fréquemment schistoïde, d'autres fois bréchiforme. Le cipolin est ordinairement blanc avec des veines grisâtres; d'autres fois il est grisâtre, etc. Il est souvent susceptible d'un beau poli et employé comme marbre, quelquefois même comme marbre statuaire.

593. L'**ophicalce** est une roche à base phanérogène, composée de calcaire dominant et de talc ou autres substances confondues avec le talc. Elle forme des couches, des amas, peut-être des filons à texture saccharoïde, compacte, bréchiforme, quelquefois les matières talciques forment des espèces de

---

qui sont moins significatives que celles rapportées ci-dessus. D'un autre côté, il est à remarquer que le calcaire qui renferme ces minéraux appartenant à des variétés différentes de texture, cette circonstance s'exprime plus facilement dans ma nomenclature que dans l'autre; car on comprendra bien mieux ce que signifie *calcaire saccharoïde feldspathique* que *calciphyre feldspathique saccharoïde;* et cependant la texture du calcaire est souvent une circonstance plus importante dans l'histoire de ces roches que la nature des petits cristaux qui s'y trouvent disséminés.

* Le nom de *cipolino* ou petit oignon est donné par les marbriers italiens à certains marbres traversés par des veines de mica et de talc, dans lesquels on a cru voir de la ressemblance avec les enveloppes des oignons; mais ce nom ayant été introduit dans la science, et renfermant avec l'ophicalce les mélanges phanérogènes du calcaire avec les matières micaciques et talciques, il convenait de limiter ces deux espèces, de manière que l'une comprît les associations avec le mica, et l'autre celles avec les silicates magnésiques. Or la dénomination d'*ophicalce* étant créée pour indiquer ces dernières, il était nécessaire de restreindre le cipolin aux premières, ce qui est cause qu'une partie des *cipolini* des marbriers pourrait bien ne plus appartenir à l'espèce cipolin telle qu'elle est définie ci-dessus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

réseaux qui enveloppent des noyaux calcaires très-rapprochés les uns des autres. La couleur des matières talciques est souvent verdâtre, et celle du calcaire blanche ; quelquefois celui-ci est rougeâtre.

L'ophicalce se confond, d'un côté, avec le calcaire, et, de l'autre, avec les stéaschistes et les ophiolites. Elle est ordinairement subordonnée dans les stéaschistes, peut-être dans les ophiolites. Elle donne des marbres estimés, tels sont le *vert antique*, le *marbre campan*, le *polzevera*, le *sérancolin*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# LIVRE TROISIÈME.

## DE LA GÉOGNOSIE.

594. **Plan.** — L'*étude de l'arrangement des matériaux qui composent la terre* s'aide non-seulement des *caractères minéralogiques* de ces matériaux, mais aussi de leurs *caractères paléontologiques*, c'est-à-dire de la connaissance des corps organisés qu'ils renferment, ce qui est cause que nous dirons quelques mots sur la distribution générale de ces corps, dont l'étude spéciale appartient à la zoologie et à la botanique: nous donnerons auparavant une idée de la structure de la terre en général; nous nous occuperons ensuite de la division de ses matériaux en divers groupes, et nous terminerons par l'indication des principaux caractères de chacun de ces groupes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE Ier.

### DE LA STRUCTURE DE LA TERRE.

595. **Idée générale.** — La terre, prise dans le sens le plus étendu que l'on attribue à ce nom, peut être considérée comme composée de trois *enveloppes* et d'un *noyau central.*

596. La première enveloppe extérieure est connue sous le nom d'**atmosphère** ; elle est entièrement à l'état gazeux, et, d'après ce que nous en connaissons, elle est presque uniquement composée d'air, substance dont nous avons déjà fait connaître les principaux caractères (472). Nous nous bornerons, en conséquence, à ajouter que l'atmosphère forme, avec les parties liquides et solides de la terre, un sphéroïde concentrique où la différence proportionnelle de l'axe avec le diamètre qui passe par l'équateur est plus grande que dans le sphéroïde intérieur. La densité de l'air étant 10,440 fois moindre que celle du mercure, et, dans nos latitudes moyennes, l'atmosphère, prise au niveau de la mer, faisant équilibre à une colonne de mercure de 762 millimètres, on pourrait en conclure que la hauteur de l'atmosphère serait de 7955 mètres si sa densité était toujours la même ; mais, l'air étant un corps soumis aux lois de la pesanteur, sa densité va toujours en diminuant à mesure que l'on s'éloigne de la surface de la terre, de sorte que l'atmosphère s'étend à une bien plus grande hauteur. On n'a pas de moyens pour calculer d'une manière très-exacte l'étendue de l'atmosphère ; cependant la manière dont la lumière du soleil se manifeste encore par l'effet de la réfraction, lorsque cet astre est au-dessous de l'horizon, fournit quelques moyens d'évaluation, et MM. Bravais et Martins ont conclu de 21 observations crépusculaires faites au sommet du Faulhorn, à l'altitude de 2688 mètres, que la limite supérieure de l'atmosphère pouvait s'élever à 115,000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

597. La seconde enveloppe de la terre, qui est interrompue sur plusieurs parties du globe, se compose des **eaux** dont nous avons indiqué la répartition à la surface de la terre (40 à 49), ainsi que les caractères (478).

598. Quant au **noyau central**, il nous est tout à fait inconnu; mais on verra dans la géogénie qu'il y a lieu de supposer qu'il est à l'état liquide.

599. Il ne nous reste donc à étudier ici que la troisième enveloppe, qui est une **écorce solide**. Cette écorce paraît entourer tout le globe terrestre, mais sa vue nous est souvent cachée par les eaux. Elle est traversée par une multitude de *joints* qui la divisent en **masses** plus ou moins séparées qui varient par leurs *formes*, dont il a été parlé ci-dessus (184 à 204), et par leur *allure*.

600. On entend par **allure d'une masse minérale** l'ensemble des circonstances relatives à la position et à la puissance de cette masse. On dit que l'*allure* est *régulière* quand ces diverses circonstances demeurent à peu près les mêmes sur une grande étendue, et qu'elle est *irrégulière* lorsqu'elles éprouvent des variations considérables.

Comme les masses minérales sont rarement parfaitement horizontales, on distingue ordinairement dans leur position une *direction* et une *inclinaison*. Cette dernière est l'angle que le plan de la masse fait avec l'horizon, auquel on ajoute la désignation du point vers lequel il plonge; ainsi l'on dit que telle masse est inclinée d'autant de degrés, plonge à l'est, à l'ouest, etc., ou simplement, qu'elle plonge vers tel point, sous tel angle. La direction d'une masse est celle d'une ligne horizontale, menée sur son plan; indiquer la direction, c'est assigner les points de l'horizon vers lesquels cette ligne se dirige. On doit remarquer que la direction et l'inclinaison étant à angle droit, on peut conclure la première de la seconde: ainsi, dire qu'une masse plonge à l'est ou à l'ouest, c'est indiquer tacitement qu'elle se dirige du nord au sud. En prenant l'inclinaison et la direction d'une masse, on fait abstraction

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des sinuosités; de même qu'en indiquant la direction d'une rivière, on fait abstraction de tous ses détours.

601. Les **joints qui traversent l'écorce du globe** nous semblent pouvoir être rangés dans cinq modifications que nous appelons *joints de texture, joints de stratification, joints d'injection, fissures* et *failles.*

602. Les **joints de texture** déterminent les textures cristallines, feuilletées et conglomérées, qu'affectent certaines substances minérales, de sorte que ces joints ne concourent pas directement à la structure du globe, mais seulement à la texture particulière de ces substances, et nous nous bornerons à ajouter à ce qui a été dit ci-dessus (206 à 221), que ces joints n'établissent pas, ainsi que les autres le font ordinairement, de véritables solutions de continuité entre les parties qu'ils séparent, mais qu'au contraire il y a communément entre ces parties une adhérence plus ou moins forte.

603. Les **joints de stratification** sont ceux qui séparent les couches (185). Dans les roches stratoïdes et schistoïdes ces joints sont souvent parallèles à ceux de texture; mais il y a des exemples, du moins dans les roches schistoïdes, où les plans des joints de texture forment des angles plus ou moins ouverts avec les plans des joints de stratification. Ceux-ci présentent beaucoup de variations dans leur position; tantôt ils sont à peu près horizontaux, tantôt plus ou moins inclinés et même verticaux, tantôt unis, tantôt contournés ou repliés en zigzag, ce qui donne naissance à divers modes de stratification que l'on désigne par des dénominations particulières. On appelle notamment *stratification horizontale* celle où les joints sont généralement peu inclinés; *stratification inclinée* ou *relevée*, celle où les joints sont fortement inclinés ou verticaux. On a aussi désigné par le nom de *stratification arquée* celle où les couches qui constituent une montagne s'élèvent d'un côté dans le sens de la pente, se courbent au sommet et redescendent avec la pente opposée. On a également employé la dénomination de *stratification affleurée* pour désigner des couches qui, reposant sur un plan incliné, sont plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

épaisses vers le bas que vers le haut et tendent de cette manière à prendre la stratification horizontale.

Lorsque deux ou plusieurs systèmes de couches sont posés l'un sur l'autre, en conservant leur parallélisme, on dit que ces systèmes sont en *stratification concordante;* lorsqu'au contraire l'inclinaison des systèmes qui se touchent immédiatement est différente, on dit qu'ils sont en *stratification discordante.*

Lorsqu'un système de couches est disposé de manière que celles-ci remplissent une dépression du sol inférieur et sont, par conséquent, plus relevées sur les bords que vers le milieu, on dit que ces couches forment un bassin; si, au contraire, c'est le milieu qui est plus élevé que les bords, on dit que ces couches forment une *selle.* La ligne qui forme le faîte de la selle est appelée *ligne anticlinale,* dénomination qui s'applique également à toute ligne qui est censée représenter l'intersection de deux inclinaisons en sens opposé lors même que ces deux systèmes de couches sont séparés par une dépression du sol ou par une masse minérale différente.

Lorsque l'on voit au jour les épaisseurs des couches, on dit qu'elles présentent leurs *têtes* ou leurs *tranches* selon que la partie que l'on veut désigner forme le sommet ou le côté du système de couches.

604. Les **joints d'injection** sont ceux qui séparent les filons (187) des autres masses minérales. Il est quelquefois très-difficile de les distinguer des joints de stratification, car les filons ayant des allures extrêmement variées, il leur arrive de s'étendre entre deux couches, et dans ce cas, si l'on n'a pas l'occasion de voir un point où le filon coupe l'une ou l'autre des couches, on ne peut reconnaître sa qualité de filon que parce qu'il serait composé d'une matière qui se trouve ordinairement en filon, tandis que la matière des masses qui l'entourent se trouve ordinairement en couches.

605. Les **fissures** ont pour caractère principal d'établir de nouvelles divisions dans les masses limitées par les joints de stratification et d'injection; mais il est très-difficile d'exprimer, d'une manière générale, les moyens de les distinguer de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ces joints, et souvent cette distinction ne peut se faire que par un ensemble de circonstances que l'usage seul peut apprendre à apprécier. Un caractère cependant qui s'observe quelquefois dans les fissures, et qui n'a pas lieu dans les joints de stratification et d'injection, c'est qu'elles se perdent au milieu d'une même masse. On peut dire aussi que les fissures sont plus irrégulières, qu'elles sont plus rarement parallèles que les autres joints, et que les solides qu'elles limitent ont plus souvent la forme de prismes irréguliers, dont les dimensions sont ordinairement moins étendues que celles des masses limitées par les joints de stratification ou d'injection, et qui surtout présentent rarement les formes aplaties qui caractérisent les couches. Les fissures sont parfois restreintes dans les masses limitées par les joints de stratification et d'injection; d'autres fois la même fissure se propage dans un grand nombre de masses distinctes, en croisant les autres joints sous des angles plus ou moins ouverts. Du reste, quoiqu'il n'y ait, en général, aucun rapport entre les fissures et les joints de stratification, on remarque que celles-là sont souvent perpendiculaires à ceux-ci; et, quoique la combinaison de ces deux espèces de joints tende à diviser l'écorce du globe en prismes irréguliers, il arrive quelquefois, notamment dans les basaltes, que ces prismes présentent une certaine régularité.

606. Les **failles** * ne sont, à la rigueur, que de grandes fissures qui se propagent sur une longueur considérable, et qui concordent avec un dérangement dans le niveau des parties correspondantes; de manière que la même couche se retrouve

* On donne souvent le nom de *failles* à de véritables *filons*, c'est-à-dire à des masses pierreuses qui paraissent remplir une fente au milieu d'un système de couches; mais il me semble préférable de restreindre ce nom au cas indiqué ci-dessus, c'est-à-dire à celui d'une fissure correspondante à un changement de niveau dans les couches. Du reste, ce dernier phénomène a souvent lieu aussi dans les masses traversées par les filons, de sorte que la même couche se trouve plus élevée ou plus basse d'un côté du filon que de l'autre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

plus haut ou plus bas d'un côté de la fissure que de l'autre, comme si l'un des deux massifs s'était élevé, tandis que l'autre serait demeuré en place ou aurait fait un mouvement en sens contraire.

607. Nous ne terminerons pas cet exposé sommaire de la structure de l'écorce du globe sans dire que, outre les cavités à ciel ouvert dont il a été parlé ci-dessus (35 à 38), cette écorce renferme beaucoup de **cavités souterraines** que l'on désigne par diverses dénominations, qui tirent ordinairement leur origine des idiomes locaux ou des événements, souvent fabuleux, que l'on suppose s'y être passés.

En général, on donne le nom de *cavernes* à celles des cavités qui présentent une certaine étendue et qui se composent ordinairement d'une série de renflements et d'étranglements, c'est-à-dire d'espèces de salles plus ou moins vastes, qui communiquent entre elles par des couloirs plus ou moins resserrés.

Les cavernes sont, en général, tortueuses et se ramifient en diverses branches. Elles ont toutes sortes de directions : les unes courent dans un sens parallèle au sol ; d'autres s'enfoncent comme des puits vers l'intérieur de la terre ; tantôt elles ont une ouverture au jour ; d'autres fois elles sont tout à fait masquées, et l'on ne découvre leur existence que par des travaux souterrains ; tantôt elles renferment de vastes réservoirs d'eau ; ailleurs elles servent à l'écoulement de rivières souterraines, et l'on voit quelquefois des fleuves qui se perdent en tout ou en partie dans une caverne, pour reparaître à des distances plus ou moins éloignées.

Les parois des cavernes sont presque toujours très-inégales, hérissées d'aspérités, et creusées par des excavations irrégulières qui pénètrent plus ou moins avant dans le rocher ; souvent elles sont décorées par des concrétions calcaires qui prennent diverses formes, telles que celles des mamelons, de stalactites, de colonnes, de draperies et qui brillent quelquefois de l'éclat le plus vif lorsque la lumière vient frapper leurs parois.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le nom de *grotte* est souvent employé comme synonyme de celui de caverne ; cependant on l'applique plus communément aux petites cavernes qui ne se composent que d'une seule salle.

Lorsque des cavités de ce genre, au lieu de présenter des espèces de salles, traversent entièrement des massifs étroits, on leur donne les noms de *ponts naturels*, *rochers troués*, etc.

On désigne ordinairement, par le nom de *fours à cristaux*, des cavités dont les parois sont tapissées de cristaux, et dont les dimensions ont quelques rapports avec celles des fours à cuire le pain ; lorsque les cavités de ce genre deviennent trop petites pour être rapportées à un four, on leur donne le nom de *géodes*.

Au surplus, de même qu'il y a un passage des grandes vallées aux petites crevasses que l'on remarque dans un rocher gercé, la nature présente aussi des passages depuis les immenses cavernes qui ont plusieurs myriamètres d'étendue jusqu'aux pores, imperceptibles à l'œil, dont la physique nous apprend l'existence au milieu de corps à texture compacte.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE II.

### DES CORPS ORGANISÉS ENFOUIS DANS L'ÉCORCE DU GLOBE.

608. Les débris d'êtres vivants enfouis dans l'écorce du globe, ou, comme on dit ordinairement en géologie, les *fossiles* * ne sont pas répandus au hasard, mais l'étude comparative de la nature et de la position de ces corps a fait connaître que leur **distribution** est soumise à certaines règles et qu'ils peuvent être divisés **en groupes** distincts qui, lorsqu'ils se trouvent en contact, sont toujours superposés dans un ordre constant. On peut notamment y distinguer quatre divisions de premier rang qui ne sont peut-être pas fondées sur des distinctions d'égale valeur, mais qui ont l'avantage, ainsi qu'on le verra ci-après, d'être très-utiles pour l'étude de l'écorce du globe.

609. Le plus superficiel de ces **groupes**, qui n'est jamais recouvert par aucun des autres, se compose de débris qui appartiennent à **des espèces actuellement vivantes** et qui sont accompagnés de restes de l'industrie humaine. Ces corps ont peu changé de composition, de manière que les os et les coquilles conservent encore leurs principes gélatineux et que les parties ligneuses des végétaux n'ont souvent éprouvé qu'un faible altération. Nous ne nous occuperons pas ici des subdivisions que l'on peut établir dans ce groupe, attendu qu'elles sont plutôt du domaine de l'archéologue que de celui du naturaliste, car la nature des êtres vivants n'ayant pas

---

* On restreint souvent le nom de *fossiles* aux seuls corps organisés qui, enfouis à des époques excessivement reculées, ont changé de nature et sont plus ou moins pétrifiés. Je ne vois pas qu'il y ait d'avantages à cette restriction, qui souvent a l'inconvénient de gêner dans les descriptions des dépôts plus récents.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

changé d'une manière sensible dans cette période, c'est principalement par l'étude des monuments de l'industrie humaine que l'on parvient à établir ces subdivisions.

610. Les débris que l'on trouve immédiatement en dessous de ce premier **groupe** se composent principalement d'espèces qui n'existent plus, mais annoncent cependant une nature vivante peu différente de la nature actuelle, du moins en ce qui concerne la répartition des classes, mais où cependant les **grands pachydermes** étaient beaucoup plus développés à la surface de la terre qu'ils ne le sont maintenant. La composition de ces corps est plus profondément altérée que dans le groupe précédent, mais il est rare cependant qu'il y ait une transformation complète; les os et les coquilles ont encore conservé une partie de leurs principes gélatineux, et les parties ligneuses des végétaux ne sont le plus communément transformées qu'en matière charbonneuse. On peut distiguer dans ce groupe trois subdivisions.

611. Dans le **système** le plus superficiel, nous voyons que la plus grande partie des coquilles appartient à des espèces encore vivantes, et qu'en général les animaux vertébrés se rangent dans des genres encore existants, mais forment des espèces un peu différentes de celles actuelles. Du reste, cette faune a déjà cela de commun avec toutes celles des autres divisions inférieures que l'influence de nos climats actuels ne s'y fait pas sentir, et l'on trouve dans les contrées les plus froides une grande quantité de débris d'**éléphants**, de rhinocéros, d'hippopotames et d'autres animaux qui ne se rencontrent plus maintenant que sous la zone torride. Les restes de ces êtres sont ordinairement peu altérés, et l'on a même trouvé dans les contrées froides de la Sibérie des cadavres d'éléphant et de rhinocéros qui avaient conservé leurs poils, leurs peaux et leurs chairs.

612. Dans le **système** moyen on voit que les mollusques et les zoophytes d'espèces encore vivantes ont considérablement diminué, de même que les animaux vertébrés de genres actuels, tandis que le nombre des espèces perdues est considérable-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment augmenté et que ces espèces ont donné naissance à de nouveaux genres toutefois peu différents des genres existants, tels sont, parmi les mammifères, les **mastodontes**, les dinothères, les lophiodontes, les anthracothères, les ziphies, etc.

613. Dans le **système** inférieur il n'y a plus d'espèces vivantes, du moins parmi les êtres d'un ordre un peu élevé; il n'y a même plus de genres actuels parmi les mammifères et cette classe s'y trouve presque entièrement représentée par des **paléothères**, des anoplothères, des chéropotames, des dichobunes et d'autres pachydermes très-différents de nos animaux actuels et qui ne se rapprochent que de certains genres anomaux qui restent en quelque manière sur la terre pour lier les temps anciens avec les temps modernes.

614. Le **groupe** que l'on trouve en dessous de ces divers systèmes présente les restes d'une nature vivante extrêmement différente de celle qui existe actuellement; les mammifères monodelphes paraissent y être complétement étrangers, et, malgré le soin avec lequel on recherche ces débris, on n'y a trouvé jusqu'à présent d'autres restes bien constatés d'animaux à sang chaud qu'un très-petit nombre de fragments d'os de didelphes et d'oiseaux; mais les animaux vertébrés sont encore représentés par de **grands sauriens**, tels que les mégalosaures, les téléosaures, les cétiosaures, les ichthyosaures, les plésiosaures, les ptérodactyles, dont les uns ont des dimensions si gigantesques, qu'elles surpassent tout ce que la zone torride nous offre maintenant de plus développé, et dont les autres nous présentent des formes si différentes de ce que nous voyons autour de nous, que, si des squelettes presque entiers n'étaient venus confirmer, dans ces derniers temps, les prévisions des anatomistes, on croirait encore que des imaginations malades pouvaient seules concevoir l'existence de semblables êtres; ces débris de reptiles sont accompagnés d'une immense quantité de coquilles, surtout de céphalopodes, dont quelques-unes, telles que les ammonites et les bélemnites, diffèrent tant de ce qui existe actuellement, que les naturalistes ont beaucoup de peine à être d'accord sur la ma-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nière dont leurs animaux les portaient. Les végétaux qui accompagnent ces débris d'animaux annoncent aussi un ordre de choses très-différent de ce qui se passe maintenant, mais qui se rapproche beaucoup plus de ce qui a lieu sur les côtes des mers équatoriales que de ce qui existe dans nos zones tempérées.

La composition de ces débris est aussi plus changée que celle des restes compris dans les groupes précédents, les os et les coquilles ne présentent plus, en général, que des matières minérales, celles dites animales ayant presque entièrement disparu, et les substances végétales sont transformées en lignite et en houille ou même remplacées par des matières terreuses.

Ce groupe peut aussi se subdiviser en trois systèmes qui se distinguent d'une manière plus tranchée que ceux dont nous venons de parler, car il y a des paléontologistes qui assurent qu'aucune espèce de ce groupe ne se trouve dans plus d'un système ni ne se rencontre dans aucun autre groupe ; mais, quoi qu'il en puisse être de cette assertion, qui est contredite par d'autres naturalistes, les différences sont plus difficiles à exprimer que parmi les grands pachydermes : aussi n'y a-t-il pas de dénominations paléontologiques pour désigner ces systèmes, mais on emploie souvent les épithètes géognostiques de *crétacé, jurassique* et *triasique.*

615. Le **système crétacé** ne présente, dans sa partie supérieure, que peu de ces animaux extraordinaires qui caractérisent le groupe, mais ceux-ci deviennent plus communs à mesure que l'on s'enfonce. On y trouve cependant quelques genres très-remarquables qui n'ont pas encore été rencontrés ailleurs ; tel est l'énorme saurien nommé mosasaure.

616. Le **système** moyen ou **jurassique** présente, au contraire, une grande abondance sous le rapport des genres, des espèces et des individus de tous les animaux extraordinaires ; c'est là que se trouvent principalement les ichthyosaures, les plésiosaures, les ptérodactyles, ainsi qu'une multitude d'ammonites et de bélemnites.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

617. Dans le **système triasique** ces animaux sont en nombre beaucoup moins considérable; les bélemnites ne s'y montrent pas, les ammonites y sont peu nombreuses; toutefois on y rencontre plusieurs genres de reptiles que l'on n'a pas encore observés dans d'autres systèmes : tels sont les labyrinthodons, les nothosaures, les dracosaures, les phytosaures, etc.

618. Le **groupe** le plus inférieur présente une nature encore plus différente de la nature actuelle, et qui, sauf quelques exceptions dans sa partie supérieure, ne présente plus d'autres animaux vertébrés que des poissons parmi lesquels il en est de si extraordinaires que ce n'est qu'avec hésitation qu'on les a rapportés à cette classe. On trouve en même temps d'autres animaux qui ont si peu de rapports avec les types actuels, que l'on a été obligé d'en faire un ordre particulier sous le nom **de trilobites**. Le genre ammonite n'existe pas, mais la famille des ammonidées y est représentée par les goniatites. Celle des nautilidées y offre plusieurs genres, tels que les orthocères, les lituites, les cyrthocères, qui sont tout à fait particuliers à ce groupe, et l'ordre des brachiopodes y a acquis un développement qui ne s'est conservé dans aucun autre groupe. Ces débris d'animaux sont accompagnés des restes d'une grande quantité de plantes qui annoncent une force de végétation bien supérieure à ce qui a maintenant lieu dans les savanes les plus chaudes de la zone torride, et qui présentent des espèces et des genres actuellement inconnus appartenant presque entièrement à la classe des cryptogames vasculaires, si peu nombreuse maintenant en comparaison des phanérogames.

Ces corps ont, en général, subi une transformation complète : tantôt ils sont passés à l'état de houille et d'anthracite, tantôt ils sont tout à fait pétrifiés, c'est-à-dire qu'ils ont la même composition que les pierres dans lesquelles ils sont renfermés, et que souvent l'existence des matières animales n'est plus annoncée que par une odeur fétide qui se dégage lorsqu'on brise la pierre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Ce groupe ne présente pas des divisions aussi tranchées que le précédent; ce n'est même que dans ces derniers temps * que l'on a publié des travaux méthodiques d'après lesquels ils se diviserait en quatre systèmes qui toutefois ont beaucoup d'espèces communes et dont les différences consistent plus dans les espèces que dans les genres; aussi ne les distinguerons-nous que par les épithètes géognostiques de *pénéen*, de *houiller*, de *dévonien* et de *silurien*.

619. Le **système** supérieur ou **pénéen** est encore peu connu; c'est le seul où l'on ait trouvé quelques restes de reptiles dont on a formé les genres protorosaure, paléosaure et thécodon. Il renferme beaucoup de poissons, notamment des paléonisques, des platysomes, des pygoptères, et, parmi les mollusques et les zoophytes, on remarque des productes, des spirifères, des cyathocrines, des calamopores, etc. Les trilobites y sont excessivement rares.

620. Le **système houiller** est surtout remarquable par cette immense flore que nous avons signalée ci-dessus et par la présence d'une grande quantité de productes.

621. Le **système dévonien** renferme beaucoup de poissons, tels que les holoptyques, les ptérichtes, les cocostées et les céphalaspis, poissons si extraordinaires qu'on les a pris pendant quelque temps pour des crustacés. Les trilobites y sont très-abondantes ainsi que les goniatites, les clyménies, les spirifères, les cyathophylles, etc.

622. Enfin le **système silurien**, qui termine la série, ou plutôt qui la commence dans l'ordre chronologique, présente encore, dans sa partie tout à fait supérieure, quelques petits poissons appartenant à la famille remarquable des sauroïdes, maintenant éteinte. Les trilobites y sont très-nombreuses et

---

* Voir le *Silurian System* publié par M. Murchison en 1839, et les mémoires de MM. Sedgwick, Murchison, d'Archiac et de Verneuil, insérés dans les Transactions de la Société géologique de Londres, notamment celui qui est au tome VI, année 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sont accompagnées d'un autre crustacé, le ptérygote, dont les formes sont si singulières qu'on l'avait pris pour un poisson. Parmi les mollusques, on remarque une grande quantité d'orthis et d'orthocères, ainsi que des lituites, des pentamères, etc.

623. **Nombre des fossiles.** — Il eût été convenable de présenter ici une liste générale des fossiles distribués par groupe, mais une semblable énumération eût été trop longue pour le cadre de cet ouvrage ; car, sans compter le groupe des espèces actuelles, elle aurait contenu plus de 12000 noms répartis à peu près de la manière suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Groupe des grands pachydermes. | Système des éléphants..... | 500 |
| | — des mastodontes... | 1500 |
| | — des paléothères... | 1500 |
| Groupe des grands sauriens..... | Système crétacé. ..... | 1500 |
| | — jurassique..... .. | 2500 |
| | — triasique..... | 300 |
| Groupe des trilobites..... | Système pénéen..... | 200 |
| | — houiller..... | 2000 |
| | — dévonien.. ..... | 1000 |
| | — silurien..... | 1000 |
| | Total..... .... | 12000 |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE III.

### DE LA CLASSIFICATION DES TERRAINS.

624. **Définition des terrains.** — Les diverses roches qui composent l'écorce du globe ne sont pas plus jetées au hasard que les fossiles qu'elles renferment, mais elles sont également disposées selon certaines règles d'où résultent des associations que l'on nomme *terrains* et dont les membres sont unis par des caractères communs *.

625. Ces associations présentent entre elles les mêmes

---

* Il est inutile que je répète ici ce que j'ai dit dans les *Eléments de géologie* sur les motifs qui m'ont fait préférer le nom de *terrain* à celui de *formation*, employé dans le même sens par l'école de Werner, et sur ceux qui m'ont porté à ne pas restreindre l'application de ce nom de terrain à un seul rang de divisions; mais, comme je fais aussi usage des mots *dépôts*, *massifs* et *assises*, il est bon que j'indique le sens que je leur attribue.

L'acception que je donne au mot *dépôt* ne diffère, en quelque manière, de celle attribuée au mot terrain que parce qu'elle se rapporte uniquement à l'objet dont on parle, sans se rattacher à aucune considération tirée de la classification, de la nature des matières, de l'époque ou du mode de formation. A la vérité, on entend souvent par dépôt le résultat d'une précipitation qui s'est opérée dans un liquide ou dans un autre fluide; mais cette manière de voir, tout à fait géogénique, rendrait ce mot d'une application plus difficile encore que celui de terrain, attendu qu'il est beaucoup de parties du globe dont le mode de formation est douteux et qui peuvent avoir été formées par la coagulation, aussi bien que par la précipitation. Il me paraît donc préférable de ne laisser aucune idée géogénique au mot dépôt, et de ne l'employer que pour désigner une certaine quantité de matières qui se trouvent *déposées*, c'est-à-dire *placées*, dans une partie quelconque de l'écorce du globe, quelle que soit la manière dont cette mise en place ait eu lieu.

Le mot *assise* représente pour moi un rapport de position, attendu

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**liaisons** que l'on remarque dans les autres séries naturelles, et, de même, par exemple, que la différence entre les végétaux et les animaux n'est nettement tranchée qu'autant que l'on fait abstraction des êtres qui se trouvent vers le point de contact de ces deux règnes, un terrain ne se distingue d'un autre qu'autant qu'ils ne se touchent pas dans la série naturelle, soit que l'on fasse, par la pensée, abstraction des intermédiaires, soit que des circonstances accidentelles aient interrompu, dans certaines localités, la continuation du travail de la nature; car, lorsque l'on passe d'un terrain à un autre, sans que cette interruption ait eu lieu, on voit toujours des roches qui conservent quelques-uns des caractères du premier de ces groupes commencer à alterner avec des roches qui présentent quelques-uns des caractères du second et celles-ci devenir successivement plus abondantes à mesure que les autres diminuent ou cessent tout à fait.

626. D'un autre côté, les rapports des roches entre elles ré-

---

que je l'applique seulement à des matières qui se trouvent placées dessus ou dessous d'autres matières qui s'en distinguent par une considération quelconque, tandis que le mot dépôt n'exprime aucune idée de position et peut aussi bien exprimer des choses placées à côté l'une de l'autre que l'une au-dessus de l'autre.

Quant au mot *massif*, je l'emploie avec plusieurs autres naturalistes, et à défaut d'un mot plus spécial pour désigner l'ensemble d'un terrain ou d'une réunion de terrains qui détermine le caractère d'une contrée. C'est ainsi que je dis que Paris se trouve dans un grand massif tertiaire, où l'on distingue des massifs nymphéens, tels que la Beauce et la Brie, et des massifs tritoniens, tels que la forêt de Fontainebleau et le Laonnais.

On emploie aussi quelquefois le nom de *bassin* dans un sens analogue à celui que je viens d'assigner à celui de massif; c'est ainsi que l'on dit le *bassin de Paris* pour le massif tertiaire, dans lequel cette capitale est placée; mais, comme le mot bassin rappelle involontairement l'idée d'un espace dont les bords sont plus élevés que le milieu, et qu'on l'emploie aussi dans ce sens, tant en géographie (53) qu'en géognosie (603), je ne m'en servirai dans l'autre sens que dans les cas particuliers où il est consacré par l'usage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sultant du mode et de l'époque de leur formation, de la nature de leurs éléments primitifs, des déplacements et des autres modifications qu'elles ont éprouvées depuis leur formation, circonstances qui non-seulement ont agi de manière différente selon les temps et les lieux, mais dont quelques-unes ne nous sont connues que par des hypothèses, ainsi qu'on le verra dans la géogénie, on rencontre beaucoup de **difficultés dans la classification des terrains**; aussi cette classification a-t-elle éprouvé beaucoup de variations. Cependant, depuis que l'on a imaginé de s'appuyer sur la connaissance des fossiles et depuis les progrès de la paléontologie, il règne plus d'accord dans la marche suivie. On conçoit, en effet, par ce que nous avons dit dans le chapitre précédent sur la distribution des fossiles, que les divers groupes de ces corps suffiraient pour établir une classification des terrains si tous les terrains contenaient des fossiles; mais, comme il n'en est pas ainsi, il a fallu continuer à se servir des autres caractères; et, en comparant les dépôts qui contiennent des fossiles avec ceux qui n'en contiennent pas, on a reconnu, ainsi que nous le verrons dans la suite, que la plus grande partie de ces derniers avaient un mode particulier de formation, tandis que le surplus avait probablement une origine plus ou moins analogue à celle des dépôts fossilifères.

627. La **classification suivie dans cet ouvrage**, partant de cette considération, divise en premier lieu toute l'écorce solide du globe en deux grandes classes sous les noms de *terrains neptuniens* et de *terrains plutoniens*, dénominations tirées du mode de formation. Elle subdivise ensuite chacune de ces classes en ordres, qui se rapportent à des époques successives de formation. Les ordres sont, de leur côté, subdivisés en groupes, pour l'établissement desquels nous n'avons pu prendre de règle fixe, de sorte que ces groupes sont quelquefois déterminés par le mode de formation, d'autres fois par l'âge, ou, pour parler le langage purement géognostique, par leur position relative, et, d'autres fois, par la nature ou les propriétés physiques des roches dominantes; ce qui nous a

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

donné les 22 groupes portés à la 3e colonne du tableau B, placé à la fin de ce volume. Quant à la subdivision des groupes, il nous a encore été plus difficile d'adopter un système régulier de classification, et, quoique nous ayons souvent divisé les groupes en étages, ceux-ci en systèmes et ces derniers en membres ou modifications principales, il y a plusieurs groupes dans lesquels cette marche n'a pu être appliquée, ainsi qu'on le verra par les descriptions particulières qui feront le sujet du chapitre suivant.

628. Mais, avant de passer à ces descriptions, il est bon de faire connaître comme **méthodes accessoires** quelques divisions qui se rattachent à d'autres systèmes de classification, ou à l'existence de certaines propriétés communes, et dont nous ferons quelquefois usage pour éviter des longueurs ou l'emploi de termes plus ou moins hypothétiques.

La plus importante de ces méthodes, et qui est en même temps la première introduite dans la science, est celle qui, accordant la prééminence à l'époque de formation, divisait toute l'écorce du globe en *terrains primitifs* et *terrains secondaires;* mais, comme la manière dont on limitait ces deux grandes divisions a éprouvé beaucoup de variations successives, on fait rarement usage à présent de la première de ces dénominations, et l'on ne donne plus à la seconde qu'une acception beaucoup plus restreinte. Cependant ce mode de division est quelquefois très-utile, parce qu'il donne un moyen abrégé de désigner des groupes dont les parties composantes ont beaucoup de rapport entre elles et qui, cependant, sont séparées par la division en terrains neptuniens et plutoniens. Nous avons cru, en conséquence, pour conserver cet avantage, devoir faire concorder ce mode de division avec nos subdivisions de la méthode principale, et à cet effet nous désignons par la dénomination de *terrains primordiaux* notre premier ordre plutonien réuni à notre quatrième ordre neptunien, et par celle de *terrains secondiaux* nos trois premiers ordres neptuniens réunis à notre second ordre plutonien.

On peut dire que, distribués de cette manière, les *terrains*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*primordiaux* sont principalement composés de roches à texture cristalline, qu'ils sont souvent traversés par de nombreux filons, que, quand ils sont stratifiés, leurs couches sont fréquemment inclinées ou repliées, et que leurs fossiles, quand ils en contiennent, appartiennent exclusivement au groupe que nous avons indiqué ci-dessus comme caractérisé par la présence des trilobites. D'un autre côté, la partie neptunienne des *terrains secondiaux* renferme les fossiles des autres groupes: sa stratification est plus souvent horizontale, et ses roches sont généralement calcareuses, quarzeuses et argileuses. Quant à la partie plutonienne de ces terrains, elle est principalement composée de roches feldspathiques, albitiques, labradoriques et pyroxéniques disposées en dykes, en culots et en coulées.

629. On divise aussi l'écorce solide du globe en *terrains de sédiment* et *terrains de cristallisation :* division qui s'écarte peu de celle que nous avons adoptée, parce que les terrains neptuniens comprennent, en général, tous les terrains de sédiment, et que les terrains plutoniens sont ordinairement considérés comme terrains de cristallisation ; mais il est à remarquer que le dernier groupe que nous plaçons dans les terrains neptuniens est aussi réputé terrain de cristallisation.

630. La division en *terrains marins*, *terrains d'eau douce* et *terrains ignés* est aussi à peu près la même que celle que nous avons adoptée ; car la classe des terrains ignés correspond à notre classe des terrains plutoniens, et les deux autres classes correspondent à nos terrains neptuniens. Ces deux classes tirent leur dénomination de ce que les fossiles que l'on rencontre dans l'une se rapprochent plus on moins des êtres qui vivent maintenant dans la mer, tandis que ceux que l'on rencontre dans l'autre se rapprochent des êtres qui vivent dans les eaux douces ou sur les terres ; mais ces dénominations, outre l'inconvénient d'exprimer des idées fort tranchées sur le mode de formation, ont le défaut d'être peu applicables à la partie inférieure des terrains neptuniens, qui souvent ne présente point de corps organisés.

631. On peut encore diviser l'écorce du globe en *terrains*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*cohérents* et en *terrains meubles*, ou en *terrains en place* et en *terrains de transport*. Les deux premières de ces dénominations n'expriment, à la rigueur, que des modifications de texture ; mais, comme la partie la plus extérieure de l'écorce du globe est ordinairement formée d'une espèce de pellicule, composée de dépôts meubles appartenant à divers modes et à diverses époques de formation, on est assez généralement dans l'habitude de désigner ces dépôts par la dénomination générique de *terrains meubles superficiels*. Quant aux mots de *terrains en place* et de *terrains de transport*, ils se rapportent à l'idée qu'une partie de l'écorce du globe est composée de roches demeurées à la place où elles ont été formées, tandis qu'une autre partie est composée de fragments et de débris transportés d'un autre lieu*.

---

* Les dénominations de *terrains* ou de *roches en place*, et de *terrains* ou de *roches de transport*, rapportées ci-dessus, et qui ont joué de grands rôles dans la géologie, sont extrêmement vicieuses. La première l'est sous le rapport grammatical aussi bien que sous le rapport géologique; car les corps transportés d'un lieu dans un autre se trouvent dans la *place* qui leur a été donnée par des phénomènes naturels, aussi bien que ceux qui sont demeurés dans la *place* où ils ont été formés. D'un autre côté, les *roches* que l'on appelle *en place* sont rarement dans leur *place originaire ;* car, ainsi qu'on le verra dans la *Géogénie*, la plupart de ces roches, notamment toutes celles en couches inclinées, ne sont pas demeurées dans la *place* où elles ont été consolidées; sans compter que les éléments qui composent toutes les *roches* dites *en place* n'ont pas été formés sur la place où se trouvent ces roches, mais qu'ils y ont été *transportés* de distances plus ou moins éloignées; de sorte que, à la rigueur, toute la différence qu'il y a entre les *roches* dites *en place* et les *dépôts* dits *de transport*, c'est que les matières qui composent les premiers ont été transportées en fragments assez volumineux pour que l'on reconnaisse leurs formes antérieures, tandis que les autres ont été transportées dans un état de division qui ne permet plus de reconnaître ces formes antérieures. Or, comme entre l'état de molécules en dissolution complète et celui de gros blocs de roches cohérentes il y a une infinité

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de modifications intermédiaires, la distinction entre les terrains en place et les terrains de transport est souvent d'une application impossible.

Du reste, quels que soient les défauts des expressions de *roches en place* ou *de transport*, il est quelquefois impossible de se dispenser d'y recourir; car, si l'expression de *roches en masses* équivaut souvent à celle de roches en place pour celles qui forment des masses (184), il n'en est pas de même pour les roches en fragments (194); car nous n'avons pas d'autres dénominations pour faire sentir la différence qu'il y a entre le rognon qui se trouve dans la *place* ou du moins dans la *masse* où il a été formé, et celui qui, enlevé de cette masse, a été transporté dans un dépôt postérieur; mais il est à remarquer qu'il ne s'agit, dans ces rapports, que de considérations purement géogéniques, qui, d'après ce que nous avons déjà dit, doivent demeurer étrangères à la géognosie.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE IV.

### DESCRIPTIONS PARTICULIÈRES DES TERRAINS.

### PREMIÈRE CLASSE.

### TERRAINS NEPTUNIENS *.

632. **Caractères généraux.** — Les terrains neptuniens sont généralement stratifiés et principalement composés de roches calcareuses, quarzeuses, argileuses, schisteuses et charbonneuses; ils renferment aussi des roches talciques et micaciques dans celles de leurs parties qui se rapprochent des terrains plutoniens, et, quant aux roches feldspathiques, albitiques, labradoriques et pyroxéniques qui se rencontrent dans ces terrains, il paraît qu'elles appartiennent, en général, aux terrains plutoniens, qui souvent s'intercalent sous la forme de filons, d'amas et de coulées dans les terrains neptuniens. Ces derniers recèlent, en général, beaucoup de corps organisés, du moins dans les assises supérieures, car ces corps ne s'aperçoivent pas dans les assises inférieures.

633. **Division.** Nous divisons les terrains neptuniens en quatre ordres, qui se rapportent à leur superposition respective, et que nous désignons par les dénominations de *terrains modernes*, *tertiaires*, *secondaires* et *primaires*.

#### Ier ORDRE.

### TERRAINS MODERNES **.

634. **Caractères généraux.** — Les terrains modernes sont principalement caractérisés par la présence des monu-

---

* Cette classe comprend les *terrains marins*, ceux d'*eau douce*, ceux de *sédiment* et les *schistes cristallins*.

** Ces dépôts sont aussi appelés *terrains postdiluviens*, *terrains joviens*, *alluvions modernes*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ments de l'industrie humaine, et par celle de corps organisés semblables à ceux qui vivent actuellement. Les dépôts meubles y sont beaucoup plus abondants que les dépôts cohérents, et ces derniers ne sont, en général, composés que de roches calcareuses.

635. **Division.** Nous les divisons en cinq groupes, que nous désignons par les dénominations de *terrains madréporique, tourbeux, détritique, alluvien* et *tuffacé* *.

### 1er *Groupe.*—TERRAIN MADRÉPORIQUE **.

636. Les masses que nous appelons *terrain madréporique* ne sont pas composées de véritables substances minérales ;

---

* Ces cinq groupes sont parallèles selon le langage géognostique, c'est-à-dire contemporains : ils correspondent, comme on le verra dans le livre Ve, à cinq modes différents de formation, de manière que le premier est composé de dépôts formés par des animaux ; le second, de dépôts formés par des végétaux ; le troisième, de dépôts formés par l'action mécanique des eaux atmosphériques ; le quatrième, de dépôts formés par l'action mécanique des eaux répandues à la surface de la terre ; et le cinquième, de dépôts formés par l'action chimique des eaux qui sortent du sein de la terre.

** On doit, à l'occasion de cette dénomination, ainsi que de plusieurs de celles qui seront employées pour les autres groupes, ne pas perdre de vue qu'il faut éviter de prendre ces noms dans un sens exclusif ; car, quoique je donne au groupe qui nous occupe le nom de *terrain madréporique*, parce qu'il est le résultat du travail des madrépores, on doit bien se garder d'en conclure que toutes les masses formées de cette manière doivent se ranger dans ce groupe, puisque je n'y place que celles postérieures aux dernières grandes catastrophes qui ont changé la surface de notre planète, et qu'il y a dans les autres groupes beaucoup de masses qui ont un mode de formation analogue, mais qui appartiennent à des époques antérieures, ainsi qu'on le verra dans le livre suivant. Les marins emploient souvent le nom de *banc de corail* pour désigner les masses qui font le sujet de cet article.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

aussi n'est-ce point dans les traités de minéralogie que l'on doit en chercher la description, mais bien dans ceux de zoologie ; car ces masses se composent des portions solides de polypes, appartenant principalement à la famille des madrépores et notamment au genre astrée. Cependant, comme elles recouvrent des espaces considérables, on ne peut se dispenser de les faire figurer dans l'énumération des matériaux qui composent l'écorce solide de notre globe. Leurs parties supérieures présentent, en général, la structure bien nette des polypiers, et l'on reconnaît, dans leur composition, les matières gélatineuses qui accompagnent toujours le carbonate calcique dans les portions solides des polypes pierreux ; mais, dans les parties inférieures, ce principe gélatineux diminue ou disparaît, les molécules calcaires se trouvent rapprochées, et la masse ressemble, jusqu'à un certain point, à du calcaire concrétionné, et même à du calcaire compacte. Du reste, on sent que la texture de la masse varie selon les espèces de polypes auxquelles elle appartient, et que les parties solides de ces animaux s'y trouvent ordinairement mélangées avec des restes d'autres êtres vivants, ainsi qu'avec des débris des dépôts inorganiques qui existent dans le voisinage.

637. Les masses madréporiques se trouvent principalement dans les îles de l'Océanie ; elles y forment ordinairement, autour des îles, les espèces de ceintures interrompues que l'on appelle *récifs* (50), et qui sont séparées de la côte par de petits bras de mer dont elles dépassent rarement le niveau. Cependant on voit quelquefois de ces masses sur les parties élevées des îles.

Parmi les autres contrées où ces masses sont abondantes, on peut encore citer les côtes de la mer Rouge, notamment les environs de la ville de Djéda, où, d'après le rapport de Forskal, on en extrait des pierres d'un volume énorme.

### 2e *Groupe.* — Terrain tourbeux.

638. Le terrain tourbeux est à peu près dans le même cas que le terrain madréporique, c'est-à-dire que les matières qui

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lui donnent son caractère principal appartiennent plutôt au règne organique qu'au règne minéral ; car, ainsi que nous l'avons déjà fait observer (406), ce n'est que par tolérance que la tourbe est admise à figurer dans la série des minéraux.

Les dépôts de tourbes présentent trois modifications principales : la première n'est presque qu'un tissu ou espèce de feutre spongieux, formé de racines, de fibres et de parties végétales encore très-reconnaissables ; quelquefois même elle n'est qu'un tas de plantes ou de parties de plantes flétries et serrées les unes contre les autres.

La seconde modification présente une matière d'un brun plus foncé, où l'on ne distingue plus que quelques filaments végétaux.

La troisième n'offre, en général, qu'une substance noire, homogène, habituellement molle, qui a beaucoup de ressemblance, dans son aspect et dans sa manière de brûler, avec les lignites et les bitumes.

639. Les trois modifications de tourbe que nous venons d'indiquer se trouvent souvent dans une même tourbière, et alors la première occupe la partie supérieure, la seconde le milieu, et la troisième le fond. La tourbe forme quelquefois des amas très-puissants ; d'autres fois elle s'étend en couches plus ou moins épaisses ; elle se trouve de préférence dans des lieux marécageux, quelquefois aussi dans des étangs et dans des lacs : elle n'est ordinairement recouverte que par de l'eau ou par des végétaux croissants. Il y a cependant des contrées où la tourbe se trouve dans des endroits secs et où elle est recouverte, quelquefois même séparée en assises différentes, par des lits de sable et de limon. Tel est le cas des tourbières nommées *hooge veenen* dans le royaume des Pays-Bas.

Les tourbières sont souvent situées dans des vallées : telles sont celles des bords de la Somme en Picardie. D'autres fois elles se trouvent sur le sommet des montagnes, pourvu, néanmoins, qu'il y ait des plateaux ou de légères dépressions dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le sol; mais les gîtes de tourbes les plus étendus et les plus abondants sont ceux des plaines basses et sableuses des contrées septentrionales, et notamment celles des plaines de la basse Allemagne et de la Hollande. Ces tourbières forment souvent de vastes marais qui, dans certaines saisons, ressemblent à des prairies, prêtes à engloutir l'imprudent qui voudrait y pénétrer. En général, on remarque que la tourbe ne se trouve que dans des contrées humides et où la température n'est pas fort élevée.

640. Les tourbes renferment fréquemment des corps étrangers; on y voit souvent des arbres, et même des forêts entières composées d'arbres analogues à ceux qui existent actuellement, et notamment des sapins et des chênes. On y trouve des débris d'animaux, tels que des coquilles et des ossements de mammifères, qui aussi appartiennent principalement à des espèces vivant actuellement sur les lieux. On y rencontre également des monuments de l'industrie humaine, tels que des outils, des armes, des médailles, des fragments de bateaux, etc.

### 3e *Groupe.* — TERRAIN DÉTRITIQUE *.

641. **Caractères généraux.** Les matières que nous dé-

---

* M. Brongniart, qui ne connaissait ma division des terrains que par une note manuscrite qu'il m'avait permis de lui adresser au commencement de 1829, cite, dans son *tableau des terrains*, mon groupe détritique comme synonyme de celui auquel il a donné le même nom; mais ce dernier fait partie du groupe auquel j'ai conservé la dénomination de *terrain diluvien*, tandis que mon *terrain détritique* appartient, ainsi que mes groupes tourbeux et alluvien, à la classe des *terrains alluviens* de M. Brongniart. Du reste, je répéterai encore ici que l'on doit éviter de donner à ce mot *détritique* une acception exclusive dans le sens de sa signification; car on verra, dans le cours de cet ouvrage, que beaucoup d'autres parties de l'écorce du globe sont *formées de débris* aussi bien que mon terrain détritique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

signons par le nom de *terrain détritique* ne sont pas encore de véritables roches, dans le sens que l'on donne ordinairement à ce mot, mais ce sont des assemblages, ordinairement meubles, de fragments plus ou moins reconnaissables de roches et de débris de corps organisés.

Ce terrain recouvre la majeure partie de la surface émergée du globe; mais il n'y forme communément qu'un dépôt superficiel peu épais. Il présente beaucoup de variations, tant sous le rapport de sa nature que de sa texture et de sa puissance; mais on peut y distinguer quatre modifications principales, que nous désignons par les noms de *terres végétales*, de *terres arides*, d'*éboulis*, et de *moraines*.

642. Les **terres végétales** doivent leur nom à la circonstance que c'est dans ces matières que croissent presque tous les végétaux qui ornent la surface de la terre. Elles forment un dépôt superficiel très-mince, qui est principalement composé de limon, d'argile ou de sable plus ou moins mélangé de terreau, c'est-à-dire, de substances végétales ou animales passées à l'état terreux. Dans les pays calcareux, elles contiennent aussi du carbonate calcique. En général, la terre végétale participe toujours de la nature des dépôts sur lesquels elle repose; elle renferme aussi des fragments plus ou moins gros des roches cohérentes qui l'avoisinent.

Les terres végétales présentent beaucoup de variations. Les meilleures sont celles qui reposent sur le limon, surtout lorsque celui-ci contient du calcaire. Aussi l'art du cultivateur cherche-t-il à donner une composition analogue aux autres dépôts terreux où il établit la culture. On distingue souvent les *terres végétales* en *sablonneuses*, *argileuses* et *calcaires*, ce qui signifie seulement que le sable, l'argile ou le calcaire influent sensiblement sur leur composition, car, lorsque ces matières sont pures, elles ne sont pas propres à la culture; et il est bon de remarquer, à cette occasion, que, quoique l'on parle ordinairement de l'aridité des sables et de la fertilité des terres argileuses ou calcaires, le sable pur est plus favorable à la végétation que l'argile pure ou le calcaire pur. La



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

manière dont on s'exprime à cet égard provient de ce que, la nature présentant abondamment des dépôts de sable pur, et rarement des dépôts terreux d'argile pure ou de calcaire pur, on est dans l'habitude d'appeler terres argileuses ou terres calcaires celles où l'argile et le calcaire sont déjà mélangés avec le sable. En effet, de tous les dépôts terreux naturellement stériles, le sable est celui que l'on peut le plus aisément rendre fertile.

Il y a encore des substances, autres que celles indiquées ci-dessus, qui, par leur nature ou par l'état dans lequel elles se trouvent, favorisent la végétation d'une manière plus ou moins puissante; et, sans parler ici des cendres et de quelques engrais particuliers que l'expérience ou le raisonnement ont fait connaître aux cultivateurs, les terrains volcaniques contiennent quelquefois des matières terreuses, extrêmement favorables pour la végétation.

643. On voit aussi, à la surface du globe, des dépôts de **terres** que nous appelons **arides**, parce que, quoiqu'elles ressemblent beaucoup à la terre végétale, elles sont, dans l'état où elles se trouvent, impropres à une production régulière de végétaux. C'est principalement au-dessus des roches schisteuses et feldspathiques que l'on rencontre ces dépôts, lesquels sont moins généralement répandus, mais sont ordinairement plus puissants que la terre végétale.

644. Nous désignons par le nom d'**éboulis** un troisième genre de dépôts qui diffère des terres végétales et arides, parce qu'au lieu de former des assises superficielles il compose souvent des talus de montagnes et quelquefois des filons ou des amas. Du reste, la nature, l'état, la forme et la puissance de ces dépôts dépendent de la nature des roches qui composent les montagnes auxquelles ils sont adossés ou intercalés, ainsi que de la hauteur et de la forme des flancs de ces montagnes. Quelquefois les éboulis ne sont composés que de fragments de roches cohérentes plus ou moins volumineux, souvent anguleux, rarement arrondis. Ailleurs ces fragments sont mélangés avec des matières terreuses, dont la nature

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rappelle celle des roches altérables qui constituent la montagne; enfin, lorsque cette dernière est uniquement composée de roches facilement altérables, son talus ne présente ordinairement que des dépôts terreux.

645. On donne le nom de **moraines** à des dépôts qui se trouvent au pied, sur les côtés et sur le dos des glaciers (48), d'où on les divise en moraines *terminales*, *latérales*, et *médianes* ou *superficielles*. Les premières sont les plus importantes et forment de petits monticules qui ressemblent à des digues, tandis que les dernières ne consistent que dans de petites traînées. Les moraines se composent, comme les éboulis, de fragments plus ou moins gros de roches analogues à celles qui environnent le glacier.

646. Le sol de plusieurs contrées sableuses, et notamment celui de quelques parties des steppes ou des déserts du centre de l'Asie, est imprégné d'une grande quantité de selmarin qui, à l'état de dissolution pendant la saison humide, est quelquefois assez abondant pour former, pendant les temps secs, une croûte cohérente à la surface du sol. Du reste, tout en mentionnant ici ce fait, nous sommes loin d'assurer que ces **sables salifères** doivent être placés dans le terrain détritique plutôt que dans l'un des groupes suivants. Ces dépôts contiennent très-souvent du salpêtre, qui d'ailleurs se montre assez généralement dans tous les dépôts détritiques renfermant des matières animales en décomposition.

647. Le terrain détritique contient beaucoup de **corps organisés**; les uns appartiennent à des espèces qui vivent encore sur les lieux, les autres à des espèces qui n'existent plus. Nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître que les parties solides des premiers ont, en général, peu changé de nature, les ossements et les coquilles ayant conservé leur composition ainsi que leur texture. Les débris d'espèces perdues ont, au contraire, sauf quelques exceptions rares, éprouvé de grands changements, et sont transformés en matières charbonneuses qui ont perdu leur texture ligneuse. Du reste, nous n'indiquerons ici aucune de ces espèces, parce

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que l'énumération des premières ne serait que la répétition de ce que nous apprennent la zoologie et la botanique dans l'exposition des faunes et des flores actuelles, et que les secondes devant se représenter successivement dans la série des autres terrains et ne servant pas plus à caractériser le terrain détritique que les fragments de roches qui les accompagnent, leur indication ferait un double emploi, qui n'aurait aucune utilité.

On sent, d'après ce que nous avons dit, que le terrain détritique doit renfermer une grande quantité de traces de l'industrie humaine, ou plutôt que la majeure partie des **monuments industriels** qui sont enfouis dans l'écorce du globe se trouvent dans ce groupe.

### 4e *Groupe.* — Terrain alluvien *.

648. **Caractères généraux**. Le terrain alluvien est, comme le terrain détritique, généralement formé de dépôts meubles, composés de fragments dont le volume et la forme sont très-variables; aussi est-il souvent très-difficile de le distinguer du terrain détritique. Son principal caractère distinctif est de ne pas s'étendre généralement comme le terrain détritique, sur les montagnes ni sur les plateaux élevés. Il se trouve ordinairement dans les vallées et dans les plaines placées à l'embouchure des grands fleuves, ainsi que sur les bords de la mer, d'où on peut le diviser en *fluviatile* et *marin*.

649. Les **alluvions fluviatiles** des plaines sont ordinairement déposées en assises horizontales minces, qui s'étendent sur un espace plus ou moins considérable, tandis que celles des hautes vallées sont souvent disposées en amas irré-

---

* Mon terrain alluvien ne comprend, ainsi que je l'ai déjà fait observer, qu'une partie des terrains alluviens de M. Brongniart et de la plupart des autres géologues.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

guliers plus ou moins puissants, qui s'adossent quelquefois le long des escarpements, de manière à y former des talus.

Leur composition est extrêmement variée, et leur nature participe toujours de celle des autres terrains qui composent la partie du bassin hydrographique qui est au-dessus du lieu où se trouve le dépôt alluvien ; en le considérant sous le rapport de la texture, on peut y distinguer les six modifications suivantes, savoir : les *dépôts argileux*, les *dépôts arénacés*, le *gravier*, les *dépôts caillouteux*, les *gros débris* et les *roches conglomérées;* mais ces modifications se lient et se mêlent si intimement entre elles, qu'il est difficile d'y établir des limites et de les trouver isolées l'une de l'autre.

650. Les **dépôts argileux** sont composés soit de limon, soit d'argile, soit, plus souvent, de ces matières mélangées entre elles ou avec du sable, ou avec du terreau; ils forment ordinairement d'excellentes terres végétales et se trouvent principalement dans les plaines et dans les vallées basses.

651. Les **dépôts arénacés** du terrain alluvien fluviatile portent ordinairement le nom de *sables de rivière*, mais ce sont rarement de véritables sables, c'est-à-dire qu'ils sont rarement composés exclusivement de grains de quarz ; on y reconnaît, au contraire, beaucoup de grains d'autres substances minérales. Ces dépôts se trouvent principalement, de même que le limon, dans les plaines et dans les vallées basses. On remarque que ces deux genres de dépôts forment souvent des couches alternatives, et que, quand ils sont situés vers l'embouchure de grands cours d'eau, ils atteignent quelquefois une puissance considérable.

652. Le **gravier alluvien** ne diffère, en général, des dépôts arénacés que parce que les grains qui le composent sont plus gros ; il se trouve plus rarement dans les plaines et plus souvent dans les vallées.

653. Les **dépôts caillouteux** sont très-communs dans les lits des rivières, dont ils recouvrent ordinairement le sol ; on les trouve aussi dans d'autres parties des vallées, mais ils sont généralement rares dans les plaines ; ils ne diffèrent des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

graviers que parce que les fragments qui les composent sont plus volumineux. Ces fragments ont ordinairement leurs bords arrondis; mais on remarque que ceux qui se trouvent dans le voisinage des montagnes sont souvent moins arrondis que ceux qui en sont plus éloignés.

654. Les **gros débris** se trouvent principalement dans les vallées des montagnes. Leur nature dépend, encore plus que celle des autres modifications, de la nature des roches qui existent en masses dans les lieux plus élevés qui les avoisinent, ou qui forment la partie supérieure du bassin hydrographique. Leur volume est aussi subordonné à la nature de ces roches et souvent à leur éloignement, les fragments de roches tenaces et solides étant généralement plus gros que ceux des roches friables ou altérables, et ceux dont les roches semblables se trouvent dans le voisinage étant ordinairement plus gros et ayant des formes plus anguleuses, tandis que ceux qui ressemblent à des roches éloignées sont moins volumineux et ont des formes plus arrondies. En général, les gros débris alluviens ont beaucoup de rapport avec les éboulis à gros fragments, dont il est difficile de les distinguer; ils sont d'ailleurs peu abondants, passant bientôt aux dépôts caillouteux.

655. L'existence de grandes masses cohérentes dans le terrain alluvien est un fait qui laisse encore des doutes, quoique l'on ait souvent cité des roches de ce genre dans les terrains d'alluvion ou de transport; mais, comme ces dénominations s'appliquent aussi à notre terrain diluvien, nous ne pouvons nous arrêter aux citations dont il s'agit. Du reste, on ne peut contester l'existence, dans le terrain alluvien, de petites portions de **roches conglomérées** qui forment des espèces de rognons au milieu des dépôts caillouteux de nos rivières, et qui consistent dans la réunion, au moyen d'un ciment ferrugineux, de quelques-uns des fragments qui composent ces dépôts. Ces matières paraissent se trouver de préférence dans la partie des lits de rivières qui traversent des lieux habités, et on voit ordinairement dans leur intérieur un morceau de fer

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plus ou moins hydraté, ou la trace de morceaux de fer détruits par la rouille *.

On trouve aussi dans le terrain alluvien des roches composées de noyaux unis par un ciment ordinairement siliceux et quelquefois calcaire. Ces roches, qui sont très-voisines des poudingues ou des gompholites, forment aussi des rognons, des blocs et quelquefois de petits bancs au milieu des dépôts caillouteux; mais leurs relations avec le terrain alluvien ne sont pas aussi évidentes que celles à ciment ferrugineux dont nous venons de parler.

656. On a cité beaucoup de **dépôts métallifères** dans les terrains d'alluvion; mais, comme ces citations ont été généralement faites par des personnes qui réunissaient, sous ce nom, nos terrains alluvien et diluvien, et que d'ailleurs la distinction à faire entre ces deux groupes est fort difficile, nous ne nous trouvons pas à même de nous prononcer d'une manière positive à ce sujet; cependant, à l'instar de la plupart des géologues modernes, nous parlerons de ces dépôts à l'article du terrain diluvien. Du reste, il y a des dépôts, incontestablement alluviens, qui donnent lieu à des exploitations de métaux; mais, comme les substances métalliques ne s'y trouvent qu'en petites quantités et mélangées avec d'autres débris, elles ne peuvent couvrir les frais de recherches qu'autant que celles-ci aient pour objet des métaux d'un prix élevé, que l'on sépare des autres débris par le *lavage;* aussi cette opération n'est-elle appliquée qu'à l'or, au platine, à l'étain, et

* Les travaux que l'on a exécutés en 1828, dans le lit de la Sambre, à Namur, ont fait découvrir beaucoup de ces rognons conglomérés, parmi lesquels il y en avait plusieurs qui paraissaient devoir leur origine à des épingles à cheveux, qui, en s'hydratant, avaient fourni le ciment nécessaire pour lier les fragments. Quelquefois les morceaux de fer s'étant exclusivement trouvés en contact avec des débris d'ardoises jetés dans la rivière par des couvreurs, ils ont donné naissance à des rognons qui ressemblent à certaines roches conglomérées des dépôts ardoisier ou stéaschisteux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ne donne-t-elle que des produits peu importants. Les seules contrées de l'Europe où elle ait encore lieu d'une manière régulière sont la Hongrie pour l'or, et le Cornouailles en Angleterre pour l'étain.

Il est probable que l'on peut aussi rapporter au terrain alluvien quelques gîtes de minerai de fer, notamment ceux des variétés de limonite exploitées dans la basse Allemagne sous les noms de *Raseneisenstein* et de *Morasterz*; mais les relations géognostiques de ces dépôts ne sont pas encore bien déterminées, et il paraît qu'il en existe qui appartiennent au terrain diluvien.

657. Ce qui a été dit ci-dessus des **corps organisés et des monuments de l'industrie humaine** qui existent dans le terrain détritique s'applique aussi à ceux des alluvions fluviatiles, avec cette différence que les corps organisés y sont plus abondants et principalement composés de coquilles d'eau douce, tandis que ce sont les débris d'animaux terrestres qui dominent dans le terrain détritique. Les débris de végétaux y sont généralement mieux conservés, et l'on y trouve souvent des arbres entiers qui sont quelquefois passés à l'état de charbon ou de lignite, mais qui, d'autres fois, ont conservé leur tissu ligneux et leur solidité, de manière que l'on peut encore les employer dans les arts. Ces arbres sont ordinairement renversés; on dit cependant en avoir vu qui étaient droits et encore attachés à leur racine; on parle même de *forêts* entières, que l'on a appelées *souterraines* et *sous-marines;* telles sont celles que l'on a observées daus l'île de Man, ainsi que sur les côtes du comté de Lincoln et sur celles de Bretagne; mais il est probable que ces dépôts doivent être rapportés aux alluvions marines ou aux diluvions plutôt qu'aux alluvions fluviatiles.

658. Le **terrain alluvien marin** ressemble, sous le rapport de sa **composition,** aux alluvions fluviatiles, sauf que les corps organisés qu'il renferme sont semblables à ceux qui vivent dans la mer, et qu'il y a lieu d'ajouter aux six modifications indiquées ci-dessus celle des **dépôts coquilliers,**

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

c'est-à-dire des dépôts qui sont presque exclusivement composés de parties solides d'animaux invertébrés, et surtout de coquilles. Quelquefois ces coquilles sont presque intactes, et on les recueille pour faire de la chaux; d'autres sont tellement brisées, qu'elles passent à l'état arénacé. C'est surtout sous le rapport du **gisement** que les alluvions marines présentent des considérations remarquables; mais celui de ces gisements qui est, sans doute, le plus important ne nous est point connu; ce sont les *dépôts* qui doivent se trouver *dans le fond des mers*. Les autres peuvent se rapporter à trois modifications principales, savoir : les *dépôts des plages*, ceux *des dunes* et les *alluvions émergées*.

659. Les **plages** sont, ainsi que nous l'avons déjà dit (51), les parties basses des côtes sur lesquelles les eaux de la mer se répandent plus ou moins régulièrement; elles sont ordinairement recouvertes de dépôts meubles dont la nature varie selon celle du sol environnant, et qui présentent, selon les circonstances, toutes les modifications de composition ou de texture que l'on distingue dans le terrain alluvien. Lorsque les plages sont recouvertes de dépôts caillouteux, on leur donne le nom de galets.

660. Les **dunes**, ainsi qu'on l'a vu précédemment (34), sont des collines qui forment de petites chaînes le long de la mer; elles sont composées de sables, sauf que l'on voit quelquefois des lits d'argile ou de tourbe dans leur partie inférieure.

661. Le classement des **alluvions émergées** est encore un sujet de discussion parmi les géologues. On commence cependant à être d'accord pour rapporter au groupe qui nous occupe divers dépôts qui se trouvent au-dessus du niveau de la mer, en Scandinavie, dans les îles Britanniques, en Flandre, au Chili, etc. Ces dépôts ont tout à fait la même composition que ceux des plages; ils ne sont aussi quelquefois composés que de débris de coquilles assez généralement analogues à celles qui vivent maintenant dans les mers les plus voisines. Il y en a qui sont peu élevés au-dessus du niveau de la mer, telle est la large bande d'argile qui s'étend le long des côtes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de Flandre; mais, d'autres fois, ils atteignent des hauteurs plus considérables, et il paraît que l'on peut y rapporter un dépôt que M. Trimmer a observé, à l'altitude de 424 mètres, sur le Moel-Tryfane, près de Carnavon, dans le pays de Galles.

662. Nous citerons également ici des dépôts observés sur diverses parties des côtes de la Méditerranée, notamment aux carrières de *grès de l'Antignano*, près de Livourne, mais qui se rapprochent beaucoup du terrain tuffacé, et qui appartiennent peut-être aux terrains tertiaires *. Ces dépôts sont principalement composés de grès calcarifères, passant quelquefois aux calcaires poudingiforme, concrétionné et grossier; ils sont parfois assez cohérents pour donner de bonnes pierres de construction ; mais, d'autres fois, ils consistent en sables ou en marnes plus ou moins impurs, ou en débris de coquilles. Celles-ci appartiennent à des espèces qui vivent actuellement

---

* Ces dépôts sont indiqués dans la 3e édition de mes *Eléments de géologie* comme appartenant au terrain tritonien, par suite de l'opinion de M. de la Marmora dont les travaux ont si puissamment contribué à faire connaître ces dépôts, et qui s'est attaché à faire sentir leurs différences de ceux qui se forment maintenant et dont il va être parlé à l'article du terrain tuffacé ; mais, comme les corps organisés observés dans ces dépôts appartiennent tous à la période actuelle, et que l'on est maintenant familiarisé avec l'idée que de véritables émersions du sol peuvent avoir eu lieu dans la période moderne, il me semble plus rationnel d'adopter l'opinion de M. Savi, qui considère les dépôts dont il s'agit comme modernes.

Les gîtes les plus souvent cités de ces dépôts sont ceux de Sicile, de Nice et de Cagliari; mais, comme il est reconnu maintenant que les carrières de l'Antignano en font également partie, j'ai cru préférable de les prendre comme type, parce que c'est une des localités où ces dépôts atteignent le plus de puissance et dont la citation ne donne pas lieu, comme celles indiquées ci-dessus, de confondre des choses différentes. En effet, lorsque l'on parle de la Sicile, l'imagination se porte involontairement sur la pierre à meule de Messine (665), et, quand on parle de Nice et de Cagliari, on pense aux brèches osseuses de ces lieux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans la Méditerranée, et dont la nature n'est presque pas altérée. On y a notamment observé le *Mytilus edulis*, l'*Ostrea edulis*, le *Cardium edule*, la *Venus decussata*, la *Lucina lactea*, le *Solen vagina*, les *Murex trunculus* et *succineus*, etc. On a aussi trouvé, dans ces dépôts, des fragments de terre cuite, et notamment des boules de poterie, que M. de la Marmora* suppose avoir servi à des pêcheurs. Ce géologue rapporte, en outre, que, quand on s'éloigne de la côte, les coquilles marines sont remplacées par des coquilles terrestres.

### 5e *Groupe.* — TERRAIN TUFFACÉ.

663. **Division en deux systèmes.** — Les dépôts que nous appelons *terrain tuffacé* peuvent, comme le terrain alluvien, se diviser en deux systèmes que nous distinguons par les épithètes de *terrestre* et de *marin*, parce que les débris de corps organisés que l'on rencontre dans l'un appartiennent à des êtres qui vivent sur terre ou dans l'eau douce, tandis que ceux de l'autre proviennent d'êtres qui vivent dans la mer.

664. Le **terrain tuffacé terrestre** ne forme, en général, que des dépôts isolés, peu étendus. Il présente quelquefois une stratification très-prononcée, d'autres fois il constitue des amas, où l'on ne distingue pas de couches régulières. Il est principalement composé de calcaire concrétionné, passant quelquefois au calcaire compacte, et plus souvent aux dépôts arénacés et terreux des terrains détritique et alluvien. Ces dépôts forment même quelquefois des lits intercalés au milieu des assises de tuf. En général, le terrain tuffacé se lie intimement avec les terrains détritique, alluvien, diluvien et nymphéen, dont il est souvent difficile de le distinguer.

Le calcaire tuffacé est ordinairement rempli de pores et de cavités, et présente une série de passages, depuis des assemblages de petits filets qui ressemblent à de la mousse pétrifiée,

---

* *Journal de géologie*, 1831, III, 315.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

jusqu'au calcaire compacte. Les cavités que l'on y remarque sont de diverses espèces : les unes semblent n'être que le résultat de l'assemblage de petits systèmes particuliers de concrétions qui se sont seulement unies par une partie de leurs surfaces ; les autres représentent la place de tiges de végétaux qui, après avoir été incrustées par la matière calcaire, ont fini par se détruire. Les troisièmes, qui se trouvent dans les parties compactes ou voisines de l'état compacte, consistent dans des espèces de tubulures verticales qui donnent l'idée du résultat du passage d'un gaz à travers une masse molle. Ce calcaire donne de bonnes pierres à bâtir ; celui qui est celluleux est, à cause de sa légèreté et de la manière dont il prend le mortier, recherché pour certaines constructions, telles que les cheminées et les voûtes, où ces deux qualités sont particulièrement avantageuses ; celui qui se rapproche de la texture compacte donne d'excellentes pierres de taille.

La pierre connue sous le nom de *travertin*, que l'on extrait aux carrières de Ponte-Lucano, entre Rome et Tivoli, et qui a si puissamment contribué à la magnificence des monuments de Rome ancienne et moderne, paraît appartenir au terrain tuffacé, mais pourrait cependant devoir être rangée dans le terrain nymphéen.

Le terrain tuffacé, surtout celui qui est à l'état meuble ou peu cohérent, renferme une grande quantité de corps organisés, principalement des coquilles d'eau douce ou de terre et des plantes aquatiques. En général, tous ces débris appartiennent à des espèces actuellement vivantes sur les lieux. On dit cependant que l'on a trouvé, dans les tufs d'Allemagne, des ossements d'éléphants, de rhinocéros, de mégathères et d'autres animaux qui n'existent plus dans ces contrées ; mais il paraît que les dépôts dans lesquels ces débris ont été trouvés doivent être rapportés au terrain nymphéen plutôt qu'au terrain tuffacé.

665. Ce que l'on connaît du **terrain tuffacé marin**, ne consistant que dans des lambeaux déposés sur les côtes, a beaucoup de ressemblances avec les alluvions marines et avec

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les tufs terrestres. M. Moreau de Jonnès dit que ces dépôts sont assez communs dans les Antilles, où ils forment des espèces de glacis ou de plages qui s'élèvent quelquefois au-dessus du niveau ordinaire des eaux : ils y consistent en une roche que les nègres connaissent sous le nom de *maçonne-bon-dieu*, et qui est un calcaire grenu passant quelquefois au compacte, de couleur jaune grisâtre ou gris jaunâtre, avec quelques nuances de rougeâtre. Lorsque l'on examine cette roche à la loupe, on reconnaît qu'elle est principalement composée de débris de coquilles et de madrépores semblables à ceux qui vivent dans les environs et qui sont réduits en grains très-menus. On trouve quelquefois, dans cette roche, des traces de l'industrie humaine, telles que des débris de vases, des haches, etc., mais ce qui l'a rendue célèbre, c'est que l'on a trouvé, au port du Moule à la Guadeloupe, des ossements humains qui y étaient incrustés. L'analyse de ces os a fait connaître qu'ils n'étaient pas pétrifiés, mais qu'ils contenaient encore des parties animales et tout leur phosphate de chaux.

Saussure * a aussi observé une roche qui se forme au bord de la mer, sur le phare de Messine, auprès du gouffre de Charybde. Cette roche, qui devient assez dure pour servir à faire des meules, est composée de grains de sable unis par un ciment de calcaire.

M. Boblaye a également trouvé sur les côtes de la Morée une roche conglomérée très-cohérente, dont le ciment est un calcaire cristallin qui renferme, entre autres, de nombreux débris de poteries.

On a aussi rapporté de la baie des Chiens-Marins, dans la Nouvelle-Hollande, un calcaire grossier qui renferme des coquilles marines absolument semblables à celles qui vivent dans la mer environnante.

---

* *Voyage dans les Alpes*, § 305.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## IIe ORDRE.

## TERRAINS TERTIAIRES *.

666. **Caractères généraux.** — Les terrains tertiaires, lorsqu'ils sont en contact avec les terrains modernes, se trouvent en dessous de ces derniers ; ils forment des dépôts plus puissants, présentent plus de roches cohérentes, et les corps organisés qu'ils renferment se composent principalement du groupe que nous avons indiqué comme caractérisé par le développement des grands pachydermes (610).

Ces terrains recouvrent une partie assez considérable du globe ; entre autres, la plupart des plaines les plus fertiles, et par conséquent celles où les hommes ont formé leurs principaux établissements.

667. **Division en groupes.** — Les terrains tertiaires présentent, sous le rapport de leurs fossiles, une différence bien remarquable ; c'est que dans les uns ces fossiles se composent, en général, de débris d'animaux analogues à ceux qui vivent dans la mer, tandis que dans les autres ce sont principalement des animaux analogues à ceux qui vivent dans l'eau douce. D'un autre côté, une portion de ces terrains est presque entièrement composée de débris de roches qui paraissent pro-

---

* Ces dépôts sont ordinairement rangés dans deux grandes divisions, désignées, l'une par les noms d'*alluvions anciennes*, *groupes des blocs erratiques*, etc., l'autre par ceux de *terrains tertiaires*, *terrain supra-crétacé*, etc. Comme je les réunis en un seul ordre, j'avais cru convenable d'employer une autre dénomination, et je m'étais successivement servi de celles de *mastozootiques* et de *tériaires ;* mais le nom de tertiaire étant devenu d'un usage presque général, j'ai fini par l'adopter. Les noms de *pliocène*, *miocène* et *éocène*, employés par M. Lyell, correspondent respectivement à mes terrains tertiaires supérieurs, moyens et inférieurs.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

venir de dépôts préexistants et avoir été transportés par de violents courants d'eau. D'après ces considérations, nous divisons cet ordre en trois groupes, que nous désignons respectivement par les épithètes de *tritonien*, de *nymphéen* et de *diluvien;* mais les liaisons qui existent entre ces trois groupes étant encore plus intimes que celles que l'on remarque dans les terrains modernes, et les dépôts qui appartiennent à l'un de ces groupes se trouvant souvent séparés par des dépôts qui appartiennent aux autres, il est très-difficile de les distinguer. Aussi la plupart des géologues préfèrent-ils diviser les terrains qui nous occupent d'après leurs positions respectives; méthode à laquelle il sera facile de ramener notre division, puisque nous subdiviserons chacun de nos groupes en trois étages, de sorte que, en réunissant chaque étage correspondant, on aura une subdivision des terrains tertiaires, en trois groupes déterminés par leur position, et qui seront respectivement *supérieur*, *moyen* et *inférieur*, lesquels correspondent, sous le rapport de leurs fossiles, aux trois systèmes que nous avons indiqués (611 à 613) sous les noms de systèmes des éléphants, des mastodontes et des paléothères.

### 1er *Groupe.* — TERRAIN DILUVIEN.

668. **Caractères généraux.** — Les dépôts que nous continuons à grouper sous le nom de *terrain diluvien*, *diluvion* ou *diluvium* présentent d'autant plus de difficulté dans leur délimitation qu'ils se confondent non-seulement avec les autres terrains tertiaires, mais aussi avec les terrains modernes, et que nous ne pouvons leur appliquer, d'une manière rigoureuse, les principes de classification énoncés ci-dessus, sans leur donner plus d'extension qu'ils n'en reçoivent de la plupart des auteurs qui ont employé cette dénomination *.

* Ce groupe est aussi désigné par les noms de *terrains clysmiens*, *alluvions anciennes*, *terrain de transport ancien*, *groupe des blocs*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Ces dépôts sont, comme les terrains alluvien et détritique, principalement composés de matières meubles formées de fragments de volumes très-variables ; ils ne peuvent même être distingués de ces terrains que par un ensemble de circonstances plutôt que par quelques caractères bien tranchés. La principale de ces circonstances, c'est que les corps organisés qu'ils renferment n'appartiennent, sauf un très-petit nombre d'exceptions, qu'à des espèces qui ne vivent plus actuellement. Ces dépôts sont aussi d'une nature moins dépendante de celle des terrains qui composent les parties supérieures du bassin hydrographique où ils se trouvent, et ils sont plus fréquemment répandus à des hauteurs où l'on ne peut supposer qu'atteignent les eaux actuelles. D'un autre côté, la présence de fragments plus ou moins gros et l'absence de couches étendues à texture massive sont les principaux caractères qui les distinguent des terrains nymphéen et tritonien.

669. **Division en trois étages.** — Nous divisons le terrain diluvien, ainsi que nous venons de le dire (667), en trois étages, dont le supérieur, qui correspond exclusivement au terrain diluvien de la plupart des auteurs, serait considérablement plus étendu que les deux autres s'il était vrai que tous les dé-

---

*erratiques*. Je continue à me servir de la dénomination de terrain diluvien, tout imparfaite qu'elle est, parce qu'elle est la plus usitée, et que, dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut lui substituer rien de très-convenable. Du reste, on verra, par ce qui est dit dans cet article et dans le livre V^e^, que je suis loin de considérer tous les dépôts que je range dans le terrain diluvien comme produits par l'inondation qui figure dans les monuments historiques sous le nom de *déluge;* car, de même que la dénomination de *terrain alluvien* signifie pour moi *alluvions de la période moderne*, celle de *terrain diluvien* signifie *alluvions de la période tertiaire*, c'est-à-dire matières transportées par les eaux dans un état fragmentaire pendant ladite période; mais, ainsi qu'on le verra ci-dessus, j'indique, dans cet article, des dépôts qui n'ont probablement pas une origine semblable, et qui devront être retranchés du terrain diluvien lorsque l'on sera d'accord sur leur véritable origine.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pôts superficiels, dits diluviens, y appartinssent réellement; mais il est à remarquer que l'on a rarement les moyens de juger à quel étage appartiennent ces dépôts dans les lieux où manquent les terrains nymphéen et tritonien.

670. Ce n'est donc qu'avec doute et pour ne pas remplacer un usage établi par des opinions nouvelles tout aussi hypothétiques, que nous indiquerons, à l'occasion de l'**étage supérieur**, les sept systèmes ci-après, dont quelques-uns même n'appartiennent probablement pas au terrain diluvien. Ces systèmes sont les *dépôts de limon*, les *dépôts caillouteux*, les *blocs erratiques*, les *ossements des cavernes*, les *brèches osseuses*, le *fer d'alluvion* et les *dépôts plusiaques*.

671. Les grands **dépôts de limon**, et nous employons ici l'épithète de *grands* pour indiquer la différence avec les petits dépôts dont nous avons parlé ci-dessus comme faisant partie du terrain alluvien, les grands dépôts de limon, disons-nous, sont dans la catégorie de ceux de ces systèmes qui nous semblent ne pas appartenir au terrain diluvien. Ces dépôts, que l'on désigne quelquefois par les dénominations allemandes de *lehm* et de *læss*, ne sont jamais recouverts que par des terrains modernes. Ils sont, en général, composés de limon devenant quelquefois argileux, sableux, calcarifère ou ferrugineux. Le carbonate calcique et l'hydrate ferrique y forment parfois des veines ou de petits rognons. Ce sont eux qui donnent naissance aux meilleures terres végétales, d'où on les appelle souvent *terres franches*, *terres à blé*. On peut y reconnaître deux gisements différents : dans l'un, ils forment de vastes nappes qui recouvrent des plaines ou des plateaux peu élevés ; tel est le vaste dépôt de *limon* jaunâtre qui recouvre la *Picardie*, d'où il s'étend au sud de la Seine et à l'est du Rhin ; tel est également le dépôt, probablement plus vaste encore, de *limon* noirâtre ou *tchernozem* qui recouvre l'*Ukraine* et d'autres parties du midi de la Russie. On ne distingue pas ordinairement de stratification dans ces dépôts ; c'est, en général, une seule nappe, quelquefois assez mince, mais qui, d'autres fois, a plusieurs mètres d'épaisseur. Il n'est pas encore bien constaté



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que ces dépôts renferment des corps organisés qui leur soient propres ; le petit nombre de ceux que l'on y a indiqués sont ou des coquilles terrestres semblables à celles qui vivent actuellement et qui pourraient être tombées dans des fentes qui se seraient refermées, ou des ossements de mammifères d'espèces perdues qui semblent appartenir plutôt au système caillouteux dont nous allons parler.

Les dépôts du second mode de gisement se trouvent dans des vallées, soit adossés aux autres dépôts qui constituent les flancs de ces vallées, soit formant de longues traînées ou collines basses dans le milieu de la vallée. On voit notamment de ces dépôts dans la vallée du Rhin en Alsace, où ils présentent si souvent des coquilles terrestres d'espèces actuelles, telles que des hélices, des maillots, des clausilies, qu'il serait possible qu'ils appartinssent aux terrains modernes.

671. Les **dépôts** que nous appelons **caillouteux**, parce qu'ils contiennent ordinairement des cailloux, sont quelquefois presque entièrement composés de matières arénacées ou graveleuses, et parfois les cailloux y deviennent assez volumineux pour être nommés blocs. Il paraît aussi qu'il y a de ces matières agglutinées par de l'hydrate ferrique, du carbonate calcique ou de la silice, de manière à former des masses poudingiformes ou grésiformes. Ces dépôts ont des gisements fort irréguliers ; ceux que l'on observe dans les plaines ou sur les plateaux forment une espèce de couche d'épaisseur inégale, souvent interrompue, fort variable dans sa composition et dans sa texture, et qui n'est recouverte que par du limon ou des terrains modernes. Les dépôts des vallées sont ordinairement plus épais ; ils s'y enfoncent quelquefois à des profondeurs que l'on n'a pas encore dépassées et y forment des collines, des terrasses ou des masses adossées aux autres roches qui constituent les flancs des vallées. C'est surtout vers les débouchés des grandes montagnes que ces dépôts sont puissants ; mais, quoique le système qui nous occupe puisse être considéré comme étant le *diluvion proprement dit*, il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

paraît que l'on y a rangé quelques dépôts de hautes montagnes qui seraient plutôt des moraines (645).

Ces dépôts des hautes montagnes renferment ordinairement peu de corps organisés ; mais ceux des plaines et des vallées inférieures, surtout ceux qui forment de petits bassins, en contiennent beaucoup. Ils consistent principalement en dents et en ossements rapportés aux genres éléphan, trhinocéros, hippopotame, cheval, cerf, bœuf, ours, hyène, chat, chien, etc., mais qui présentent, en général, quelques différences avec les parties correspondantes des espèces actuelles, de sorte qu'on les considère comme annonçant des espèces différentes. On a aussi trouvé, dans les parties de la Sibérie où le sol est à peu près constamment à l'état de congélation, des cadavres de ces animaux, conservés avec leur chair et leur peau ; tels sont le mammouth ou *elephas primigenius*, trouvé sur les bords de la Léna, et le *rhinoceros tichorinus* trouvé sur les bords du Viloui, à la suite d'éboulements accidentels.

Il serait trop long d'indiquer les lieux où l'on rencontre ces débris de l'ancien monde. Il n'y a pas longtemps encore que l'on ne citait que quelques contrées où, comme les plaines de Sibérie et le val d'Arno en Toscane, ils se trouvent dans une abondance qui avait, pour ainsi dire, forcé l'attention des personnes les moins curieuses d'observer les phénomènes de la nature ; mais, actuellement que les recherches se sont généralement portées vers cette étude, il n'y a presque pas de pays où l'on n'ait découvert de ces ossements.

Les coquilles sont assez rares dans ces dépôts et offrent moins d'intérêt, par la double raison qu'il est plus difficile de distinguer celles qui leur sont propres de celles qui appartiennent aux dépôts inférieurs.

Les débris de végétaux paraissent y être plus communs ; les uns ont encore conservé leurs formes, les autres les ont tout à fait perdues. Parmi les premiers, la plupart sont seulement altérés ou bituminisés. Il paraît qu'il y en a aussi de pétrifiés. Quant aux seconds, ils forment des lignites, de la tourbe et du terreau ; mais la flore diluvienne n'est pas bien connue, d'au-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tant plus qu'il y a encore beaucoup de doutes sur la question de savoir si les principaux dépôts de végétaux fossiles et de lignites que l'on rapporte au terrain diluvien n'appartiennent pas plutôt aux terrains alluvien, tourbeux, nymphéen ou tritonien.

672. On donne le nom de **blocs erratiques** à des fragments de roches quelquefois très-volumineux qui reposent sur le sol, ou qui se trouvent enfouis dans les dépôts arénacés superficiels; d'où l'on voit que ces blocs se confondent avec les dépôts caillouteux dont nous venons de parler. Ils sont quelquefois à peu près arrondis, principalement ceux formés de granite et autres roches à texture granitoïde; mais, d'autres fois, surtout quand ils sont composés de roches à textures massives ou schistoïdes et peu altérables, ils présentent seulement des arêtes et des angles émoussés, ou même, mais plus rarement, des formes anguleuses.

Ces blocs se trouvent principalement dans les vallées et dans les plaines, mais on en rencontre aussi sur des montagnes très-élevées; on en observe notamment sur le Jura, qui sont formés de roches cristallines analogues à celles qui composent une partie des Alpes, et par conséquent d'une nature tout à fait différente des roches du Jura. Ils sont assez abondants dans les portions des deux hémisphères situées entre les quarantièmes degrés de latitude et les pôles; mais il n'est pas constaté qu'il en existe dans l'espace intermédiaire.

Parmi les gisements les plus importants de ces blocs, on peut citer la grande plaine qui s'étend de la mer du Nord aux monts Ourals. Les blocs y sont principalement formés de roches cristallines semblables à celles qui se trouvent en place dans les montagnes de la Scandinavie, de la Finlande et des environs d'Olonetz. Ils s'étendent depuis ces montagnes jusque vers Kostroma, Moscou, Lublin, Breslau, Leipsick, Groningue. Ils ne sont pas uniformément répandus dans tout cet espace, mais ils y forment comme des traînées et sont souvent accumulés dans les lieux où le sol est le plus élevé. Lorsqu'ils se trouvent sur une colline, ils occupent le versant

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

septentrional, et ne se trouvent pas sur le versant méridional, du moins dans la plaine; car, vers le pied des montagnes, ces blocs, accompagnés de matières arénacées, de graviers et d'autres fragments pierreux, forment des collines longues et étroites, dirigées vers le sud et que les Suédois nomment *œsar*. Non-seulement on reconnaît dans ces blocs les roches en place des contrées septentrionales, mais M. Durocher rapporte * que, quand il y a dans ces contrées une roche particulière à certaine localité, on remarque que les blocs de cette roche s'étendent en éventail vers le midi, de manière à former un tiers ou même une moitié de cercle dont le gîte de la roche serait le centre. Il paraît que l'éloignement de ce centre n'influe pas sensiblement sur le volume des blocs, car il en existe de très-volumineux au midi de la Baltique. Tel est le bloc de granite qui reposait sur le sable à Furstenwald, et dont on a fait une coupe pour le musée de Berlin : sa circonférence était de 21 mètres et son poids de 300,000 kilogrammes; mais ces blocs deviennent, en général, très-rares, lorsque l'on approche de la ligne qui vient d'être indiquée comme faisant leur limite méridionale, excepté cependant dans le voisinage des monts Hercyniens où cette limite est comme repoussée vers le nord, par la présence des montagnes.

673. Les **ossements des cavernes** sont enfouis dans un dépôt terreux ou pierreux, principalement composé de carbonate calcique, quelquefois imprégné de matières animales, lequel forme une ou plusieurs couches, communément peu épaisses, sur le sol des cavernes qui se trouvent dans les dépôts calcareux **.

---

* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 1842, XV, 78.

** La Franconie est une des contrées où les cavernes à ossements sont les plus abondantes et où ce genre de dépôts a attiré l'attention en premier lieu. Mais, depuis que l'on s'est occupé plus particulièrement de ces recherches, on en a aussi trouvé dans le Harz, dans la Westphalie, dans les environs de Liége, dans l'Yorkshire en Angleterre, en Languedoc et en général partout où il y a des cavernes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Ces ossements ne sont jamais réunis en un squelette entier, mais ils sont séparés, dispersés et plus ou moins fracturés; quelques-uns semblent même avoir été brisés ou entamés par les dents d'un animal carnassier; ils sont quelquefois usés et accompagnés de cailloux roulés. La majeure partie appartient à des carnassiers; dans les cavernes d'Allemagne ce sont les ours qui dominent, surtout une grande espèce, que l'on a nommée *Ursus spelæus;* en Angleterre ce sont, au contraire, les ossements d'hyènes qui sont les plus abondants. On a également reconnu dans ces dépôts des restes de chats, de chiens, de putois, de belettes, de gloutons, de campagnols, de rats, de lièvres, quelquefois de chevaux, de bœufs, de cerfs, d'éléphants, de rhinocéros, d'hippopotames, etc., ainsi que des débris d'oiseaux, de reptiles, de mollusques, d'insectes, et des excréments de mammifères. On y a aussi trouvé, notamment aux environs de Liége et en Languedoc, des ossements humains et des traces de l'industrie humaine; mais plusieurs géologues sont d'avis que ces objets doivent être considérés comme appartenant à des dépôts modernes.

674. Les **brèches osseuses** ont été principalement observées sur les côtes septentrionales de la Méditerranée, notamment à Gibraltar, à Cette, à Antibes, à Nice, à Pise, en Corse, en Sardaigne, en Sicile, à Cérigo, en Dalmatie, etc.: elles forment dans le calcaire des filons consistant en un ciment souvent rougeâtre, composé de calcaire, de sable et de limonite, renfermant des fragments, ordinairement anguleux, de diverses roches, surtout de celles traversées par les filons, et des restes de corps organisés, principalement des ossements de ruminants. On y a reconnu, entre autres, plusieurs espèces de cerfs, une espèce d'antilope ou de mouton, des chevaux, des lapins, des lagomys, un campagnol, une musaraigne, deux espèces de chats, un chien, une tortue, un lézard, et plusieurs espèces de coquilles terrestres, fluviatiles et lacustres. On dit même y avoir trouvé des restes d'animaux qui caractérisent les terrains que nous verrons plus tard, tels que des paléothères et des chéropotames; mais il n'est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pas encore bien démontré que ces restes n'y soient pas accidentellement, comme les fragments de roches.

675. On peut assimiler aux brèches osseuses de la Méditerranée les dépôts ossifères que M. Desnoyers a observés dernièrement dans les fentes et autres cavités que traverse le gypse tertiaire des environs de Paris *. Ils se composent de même d'une matière terreuse rougeâtre qui renferme des fragments pierreux et de nombreux ossements parmi lesquels M. Desnoyers a reconnu les genres musaraigne, taupe, hérisson, blaireau, belette, putois, martre, campagnol, hamster, spermophile, lièvre, lagomys, sanglier, cheval, renne, cerf, râle d'eau, etc.

676. On voit, par ce qui précède, que les animaux des cavernes et ceux des brèches osseuses appartiennent, comme ceux des grands dépôts diluviens, à des genres qui existent encore, mais qui souvent n'habitent plus que la zone torride, et que, lorsque l'on peut y déterminer les caractères spécifiques, ils annoncent des espèces distinctes de celles qui vivent actuellement.

Quant aux différences qui paraissent exister entre les animaux des dépôts meubles, ceux des cavernes et ceux des brèches, elles annoncent plutôt une autre répartition des espèces qu'un système d'organisation différente; car les mêmes genres et les mêmes espèces se retrouvent, en général, dans les dépôts meubles, dans les cavernes et dans les brèches osseuses. On serait tenté de dire que les différences se réduisent à ce que les grands pachydermes dominent dans les dépôts meubles, que les carnassiers de moyenne taille caractérisent les cavernes, et que les petits herbivores sont particulièrement abondants dans les brèches osseuses.

Du reste, les ossements des cavernes et ceux des brèches sont dans le même état que ceux des dépôts meubles, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas subi une grande altération, et qu'on y

---

* *Bulletin de la Société géol. de France*, 1842, XIII, 290.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trouve encore des principes gélatineux, surtout dans ceux des cavernes.

677. Plusieurs géologues ont cru pouvoir rapporter au terrain diluvien des minerais de fer que l'on désigne souvent par les noms de **fer d'alluvion** et de *fer en grain;* mais les relations géognostiques de ces dépôts ne sont pas encore bien déterminées, et il y a lieu de croire qu'il en existe qui appartiennent à divers termes de la série des terrains. Ces minerais sont, en général, composés de limonite, et forment des filons fragmentaires et des couches ou amas superficiels, qui se trouvent principalement dans les pays de calcaire jurassique. Ils produisent assez généralement du fer de bonne qualité. Ces dépôts renferment souvent des fragments de calcaire jurassique mêlés avec ceux de limonite, et, comme ces fragments sont quelquefois conglomérés en une roche cohérente, il y a un véritable rapprochement entre ces dépôts et les brèches osseuses, rapprochement qui s'est confirmé, du moins pour quelques-uns d'entre eux, par la présence de débris de mammifères diluviens dans les minerais de fer en grain de la Souabe et de la Carniole*. D'autres fois ces minerais se lient avec les grands dépôts de limon, et l'on dirait alors que ces derniers ne sont que la continuation des filons ou des amas de minerais; car, ces derniers étant toujours plus ou moins argileux et le limon étant ordinairement coloré par de l'hydrate ferrique, c'est-à-dire par de la limonite, il y a beaucoup de rapports de composition entre ces dépôts.

* M. Schübler (*voir* l'ouvrage de M. d'Alberti, intitulé, *Die Gebirge des Kœnigreichs Würtemberg. Stuttgart,* 1826, p. 303, dit que l'on trouve dans le minerai de Salmandingen, dans le Rauhe Alb, des dents de rhinocéros, de mastodonte, de lophiodonte, de cheval, de castor et de cerf. D'un autre côté, M. Necker-Saussure (*Ann. des sciences nat.*, tome XVI, page 91) annonce également que l'on trouve des débris de mammifères dans les mines de fer en grain de la Carniole; il a notamment rapporté une dent d'*Ursus spelæus*, provenant des mines de Kropp.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

En considérant les minerais qui nous occupent sous le rapport de leur texture, on peut y distinguer trois modifications principales :

L'une, qui paraît appartenir réellement aux terrains diluviens, est composée de fragments plus ou moins arrondis, de formes très-irrégulières et de volumes très-inégaux. Nous citerons, comme exemple de cette modification, les mines de fer situées au nord de Mersch près de Luxembourg, où le minerai forme deux couches au milieu d'un dépôt sableux. La limonite s'y présente aussi en nombreux fragments épars sur le sol.

La seconde modification, qui est le *fer en grain proprement dit*, ou *fer pisiforme*, ou *bohnerz* des Allemands, est principalement composée de grains de limonite, de la grosseur d'un pois, quelquefois plus petits, d'autres fois plus gros, mais souvent de volume assez uniforme. Ces grains sont ordinairement engagés dans une argile ferrugineuse, qui forme, avec des couches de sable, d'argile et de calcaire conglomérés, de petits systèmes superficiels sur le terrain jurassique ou des filons dans ce terrain. Ces dépôts sont notamment très-communs dans le Berry, dans la Franche-Comté, dans l'Argovie et dans la Souabe ; mais il paraît qu'il n'y en a qu'un très-petit nombre qui appartiennent au terrain diluvien, et que les autres doivent être rapportés à la partie inférieure du terrain crétacé.

La troisième modification, qui est probablement tout à fait étrangère au terrain diluvien, se distingue des autres parce que les parties cohérentes qui s'y trouvent engagées dans le dépôt terreux sont plus volumineuses, et n'ont point, en général, les formes de grains ou de fragments arrondis, mais présentent communément des fragments anguleux, des rognons ou des blocs qui renferment quelquefois des géodes tapissées de cristaux de quarz ou de calcaire. Nous citerons, comme exemple de cette modification, plusieurs mines du département de la Moselle, notamment celle de Saint-Pancré, qui se lient avec celles du Luxembourg, et qui se trouvent en filons, souvent placés les uns à côté des autres, et se réunissant vers

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le haut dans une espèce d'amas superficiel, de sorte que l'on pourrait dire que le calcaire forme quelquefois des dykes dans la limonite.

678. M. Brongniart a désigné, sous le nom de **terrains plusiaques**, divers dépôts formés de débris dans lesquels on trouve des minéraux précieux, tels que les diamants et autres pierres gemmes, de l'or, du platine, de l'étain, du fer, etc. ; mais nous ne croyons pas que la connaissance de ces dépôts soit assez avancée pour que l'on puisse assigner leur véritable position géognosique, et surtout pour justifier une réunion qui paraît sujette à beaucoup de difficultés ; cependant, à défaut de notions positives à ce sujet, nous allons rapporter ici quelques pages de la description de M. Brongniart.

« Les terrains plusiaques, dit ce savant, sont généralement meubles ou faiblement agrégés ; ils se présentent en dépôts souvent épais, quelquefois très-vastes, tantôt remplissant le fond de vallées larges et presque horizontales, tantôt s'étendant sur des plaines ou des plateaux considérables et même assez élevés, tantôt, enfin, couvrant des dos ou des pentes très-peu inclinées de collines peu élevées.

« Ils sont composés de matières terreuses, de sables fins, de graviers et de cailloux de quarz laiteux, d'améthyste, de jaspe, de phtanite, de trapp, d'oxyde de fer, de titanate de fer, etc. Les cailloux dépassent rarement la grosseur d'un œuf, quelquefois cependant il y en a qui atteignent la grosseur de la tête ; mais ceux-ci paraissent étrangers à la masse du terrain, et sont souvent formés de syénite, de diorite et de trapp.

« Ils renferment des grains ou cristaux à arêtes émoussées de corindon télésie de toutes couleurs, quelques corindons adamantins, des spinelles, des cymophanes, des topazes, des zircons hyacinthes et des zircons jargons, enfin des diamants, mais jusqu'à présent dans trois seuls points, dans l'Inde, à Bornéo et au Brésil *.

* Depuis que M. Brongniart a écrit ces lignes, on a aussi découvert des diamants dans les terrains meubles au pied des monts Ourals.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

« Ils contiennent, mais toujours en grains ou paillettes, de l'or, quelquefois assez abondamment; ils contiennent aussi du platine et les métaux qui l'accompagnent, mais seulement dans l'Amérique méridionale et au pied des monts Ourals, du rutile et de l'anatase (au Brésil), de l'aimant, de l'oligiste, de la cassitérite, etc. »

679. On a vu ci-dessus (669) que, dans l'état actuel de nos connaissances, il y a fort peu de dépôts que nous puissions rapporter avec certitude aux **étages moyen et inférieur** du terrain diluvien; c'est donc avec doute que nous citerons comme exemple de l'étage moyen le dépôt que l'on désigne par le nom de **Nagelfluh en Suisse**, et que l'on considère ordinairement comme formant la partie supérieure d'un système tritonien, dont nous parlerons sous le nom de molasse. Ce dépôt, qui est principalement composé de gompholite, présente, au mont Rigi, un gîte qui a souvent attiré l'attention des observateurs par l'immense quantité de fragments arrondis que l'on y voit s'élever jusqu'à la hauteur de 1900 mètres, et par la circonstance que les couches de gompholite semblent s'enfoncer sous le calcaire jurassique; apparence qui est probablement due à l'existence d'une grande faille. Les fragments qui entrent dans la composition de cette roche sont principalement de calcaire; mais il y a aussi des grès, des psammites, des quarz et beaucoup d'autres roches, notamment du granite et du porphyre, semblables à ceux que l'on voit en masse dans le Schwarzwald. Ces fragments sont quelquefois d'un volume si considérable, qu'ils forment des blocs de plusieurs mètres cubes; ils sont, en général, liés par une pâte composée de sable, d'argile et de calcaire, laquelle est souvent assez friable, mais qui d'autres fois forme un ensemble tellement cohérent, que les noyaux se fendent avec la masse principale plutôt que de se détacher de leur ciment.

680. C'est également avec doute que nous citons comme exemple de l'étage inférieur des dépôts de silex roulés, libres ou réunis en **poudingues** qui se trouvent, entre autres, dans les environs **de Nemours**, département de Seine-et-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Marne, et dont M. Brongniart a fait un groupe particulier sous le nom de *terrains clastiques*. Ces matières, qui se lient intimement avec les argiles et les sables dont nous parlerons ci-après sous le nom de système de l'argile plastique, sont ordinairement placées entre les autres dépôts tertiaires et le terrain crétacé.

Il est probable que l'on peut mettre sur la même ligne que les poudingues de Nemours une autre *roche conglomérée*, que M. Charles d'Orbigny * a observée à *Meudon*, près de Paris, sous l'argile plastique, et qui est composée d'une pâte argileuse renfermant des fragments calcaires, des ossements de carnassiers, de rongeurs, de lophiodontes, d'anthracothères, de mosasaures, de tortues, de crocodiles et de poissons, ainsi que des coquilles de planorbes, de paludines, de cyclades et d'anodontes.

681. Les **fossiles**, que l'on peut considérer comme propres aux étages diluviens moyen et inférieur, ne sont pas encore bien déterminés; mais il y a lieu de croire que ce sont les mêmes que ceux des étages correspondants des terrains nymphéen et tritonien, dont il sera question dans les articles suivants.

### 2e *Groupe.* — TERRAIN NYMPHÉEN **.

682. **Caractères généraux.** — Les six groupes dont nous venons de parler nous ont présenté des dépôts peu puis-

---

* *Bulletin de la Société géolog. de France*, t. VII, p. 285.

** Ce groupe correspond aux *terrains tertiaires d'eau douce* de la plupart des géologues, ainsi qu'aux *groupes épilymniques*, *paléothériens* et *marno-charbonneux* des terrains izémiens thalassiques de M. Brongniart. J'ai cru pouvoir le désigner par l'épithète de *nymphéen*, parce que les nymphes de la mythologie grecque, jouant à peu près le même rôle à l'égard des eaux douces que les tritons à l'égard des eaux marines, il m'a paru que c'était un moyen de rappeler l'origine de ces dépôts, tout comme M. Brongniart a rappelé celle de dépôts marins par l'épithète de *tritonien*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sants, d'une structure généralement irrégulière, et où l'état meuble domine; ceux que nous allons examiner nous offriront, au contraire, des dépôts très-puissants, une stratification souvent régulière et une grande quantité de roches cohérentes.

Le caractère le plus remarquable de celui de ces groupes, que nous désignons par l'épithète de *nymphéen*, est de renfermer, comme nous l'avons déjà indiqué, des débris d'animaux analogues à ceux qui vivent dans les eaux douces et sur les terres. Ce terrain se présente souvent par bassins qui sont quelquefois entourés d'autres terrains, de la même manière que les eaux d'un lac sont entourées de terre. Les roches compactes y sont assez communes; mais elles y ont souvent de la tendance à devenir celluleuses. Du reste, ce terrain se lie d'une manière si intime avec les terrains tritonien, diluvien et tuffacé, qu'il est quelquefois très-difficile de les en distinguer.

Nous le divisons en trois étages, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (667); mais l'indépendance des dépôts de ce groupe est cause qu'il règne encore de l'incertitude sur la position de quelques-uns d'entre eux.

683. Nous citerons le **dépôt d'Œningen**, près du lac de Constance en Souabe, comme exemple de l'**étage supérieur**. Le terrain nymphéen y remplit un enfoncement dans la molasse tritonienne et se trouve lui-même entamé par le lit du Rhin. Il y est recouvert par un dépôt diluvien meuble peu puissant, et s'y compose d'un grand nombre de couches, ordinairement minces, souvent feuilletées, de calcaire, de marne argileuse, de calschiste et de macigno, qui ont fréquemment l'odeur bitumineuse, et qui renferment une grande quantité de fossiles dont les naturalistes se sont beaucoup occupés. L'un des plus célèbres est le *Cryptobranchus primigenius*, longtemps connu sous le nom d'*homo diluvii testis;* on y a aussi trouvé un renard, un rongeur voisin des cobayes, des chéloniens, une grande quantité de poissons, des crustacés, des insectes, des lymnées, des anodontes et des débris de végétaux dicotylédones.

684. Parmi les contrées où se trouvent des **dépôts** appar-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tenant aux étages moyen et inférieur du terrain nymphéen, il n'y en a peut-être pas où ils soient mieux développés que **dans le bassin de Paris**, où ils composent une partie importante d'un grand massif tertiaire reposant sur le terrain crétacé.

L'**étage moyen** y présente deux systèmes principaux caractérisés par la présence du calcaire et des meulières.

685. Le **calcaire** recouvre une portion considérable **de la Beauce**, contrée remarquable par sa fertilité pour la production des céréales. Il est ordinairement blanc passant au jaunâtre et au grisâtre ; sa texture est tantôt compacte, tantôt bréchiforme, celluleuse ou pulvérulente. Les variétés celluleuses sont quelquefois criblées de petites cavités semblables à des pointes d'aiguilles et par des tubulures perpendiculaires aux joints de stratification. Les variétés compactes donnent de bonnes pierres de construction et de la bonne chaux; celles friables ou pulvérulentes sont employées à l'amendement des terres. Ce calcaire est souvent accompagné de marnes, quelquefois blanches, souvent grisâtres, mais qui deviennent blanches par l'application de la chaleur ; et il renferme des silex en rognons et en petits lits minces qui appartiennent communément à la variété cornée passant à la meulière, au jaspe, au pyromaque et au résinite.

Les fossiles les plus communs dans ce dépôt sont : des lymnées, des hélices, des planorbes, des potamides et d'autres coquilles d'eau douce. M. Brongniart cite, parmi les espèces les plus caractéristiques et les plus propres à distinguer ce massif, les espèces suivantes : *Cyclostoma elegans antiquum*, *Potamides Lamarkii*, *Planorbis cornu*, *Lymneus corneus*, *L. ventricosus*, *Pupa Defrancii*, ainsi que quelques végétaux, notamment le *Lycopodites squammosus*, les graines de *Chara medicaginula*, souvent désignées par le nom de gyrogonite, le *Nymphœa arethusa* et le *Carpolithes thalictroides*. On peut aussi rapporter à ce système les ossements de mammifères trouvés à Montabusard, près d'Orléans, et qui appartiennent aux genres paléothère (*P. aurelianum*), cerf, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

686. Les **meulières** recouvrent une grande partie de la zone médiane du bassin de Paris, mais elles n'y forment que des dépôts interrompus et à peu près superficiels qui, quoique assez indépendants, reposent souvent, comme à **Meudon** et à Montmorency, sur les sables et les grès de l'étage moyen du terrain tritonien. Elles se trouvent ordinairement en fragments anguleux de diverses grosseurs, en amas, rarement en bancs, enfouies dans des sables ferrugineux plus ou moins mélangés d'argile ou de marne.

Lorsque les meulières sont bien caractérisées, et qu'elles forment des masses ou de gros fragments, on n'y voit aucune trace de corps organisés ; mais, dans les lieux où elles sont peu abondantes et où elles se présentent en fragments peu volumineux, semblables aux rognons siliceux du calcaire, elles renferment ordinairement des fossiles, qui sont, en général, les mêmes que ceux que nous venons de citer : les sables qui les accompagnent contiennent quelquefois des troncs de palmiers.

687. L'**étage nymphéen inférieur** est séparé, dans le bassin de Paris, de l'étage moyen, par une assise de terrain tritonien moyen et peut être considéré comme composé de six systèmes respectivement caractérisés par la présence des meulières, du calcaire siliceux, du gypse, du calcaire blanc, du lignite et de l'argile. Les quatre premiers de ces systèmes reposent immédiatement l'un sur l'autre, et, lorsqu'ils se trouvent en contact avec le terrain tritonien de l'étage inférieur, ils lui sont toujours superposés, tandis que les deux derniers, que nous ne rapportons qu'avec doute au terrain nymphéen, sont subordonnés à la partie inférieure du terrain tritonien.

688. Les **meulières** ressemblent à celles de l'étage moyen, elles sont très-abondantes sur le plateau de la Brie, et les carrières de **la Ferté-sous-Jouarre** sont en possession de fournir des meules à une grande partie de l'Europe et de l'Amérique.

689. Le **calcaire** siliceux est aussi très-abondant **dans la Brie**, où il n'est souvent recouvert que par le dépôt su-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

perficiel des meulières dont les argiles rendent le sol humide et donnent naissance à beaucoup d'étangs. Ce calcaire, remarquable par sa dureté, propriété qu'il doit à la silice dont il est pénétré, est recherché pour faire de la chaux et des pavés. Non-seulement la silice s'y unit intimement avec le carbonate calcique, mais on la voit très-souvent s'isoler en formant des veines et des rognons de silex et en devenant même la matière dominante; ces silex appartiennent ordinairement aux variétés cornée et meulière; ils passent quelquefois à la calcédoine : on voit notamment celle-ci former des mamelons dans les cavités du calcaire; ce dernier, qui est ordinairement blanc ou blanc-grisâtre, passe aussi à du calcaire non siliceux qui ressemble à celui de l'étage moyen; il est également accompagné de lits de marne et de quelques bancs minces de magnésite.

Les fossiles sont très-rares, dans ce système; on n'en connaît même pas dans le véritable calcaire siliceux, mais on en a observé dans le calcaire non siliceux, dans les marnes et les silex qui l'accompagnent.

690. Le système suivant est composé de **gypse**, de marne et d'autres roches moins abondantes qui alternent entre elles, et qui forment une série de petites collines allongées plus ou moins détachées, qui se dirigent, en général, dans le sens de l'est à l'ouest, et dont l'une des plus connues est celle **de Montmartre** près de Paris. Les couches de gypse sont quelquefois divisées en gros prismes irréguliers par des fissures perpendiculaires aux joints de stratification. Cette roche est généralement de couleur blanc-jaunâtre, et sa texture est un intermédiaire entre le grossier et le lamellaire; elle renferme quelquefois beaucoup de cristaux de gypse et contient presque toujours du calcaire; elle devient blanche par la calcination, et elle est très-recherchée dans les arts comme plâtre. Elle est aussi renommée dans les fastes de la science par les débris d'animaux vertébrés qu'elle renferme, et dont la détermination qu'en a faite le célèbre Cuvier a tant contribué aux progrès de la géologie. On distingue, parmi ces animaux, des paléothères (*P. magnum*, *P. medium*, *P. crassum*, *P. latum*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*P. minus*, *P. minimum*); des anaplothères (*A. commune*, *A. secundarium*); le *Xiphodon gracile*, des dichobunes (*D. leporinus*, *D. murinus*, *D. obliquus*); le *Chœropotamus parisiensis*, le *Canis parisiensis*, une espèce de genette, une espèce de coati, le *Didelphis parisiensis*, une espèce d'écureuils, deux espèces de loirs, plusieurs espèces d'oiseaux qui ne sont pas encore bien déterminées, une espèce de crocodile, deux espèces de trionyx, une espèce d'émyde, la *Perca minuta*, des cyprins (*C. squamosus*, *C. minutus*); la *Pœcilia lametherii*, l'*Anormurus macrolepidotus* et l'*Amia ignota*.

Il paraît que, jusqu'à présent, on n'y a pas trouvé d'autres coquilles que le *Cyclostoma mumia*.

Les marnes qui accompagnent le gypse sont plus ou moins argileuses et plus ou moins calcaires; leur couleur est souvent verdâtre, d'autres fois grise, jaunâtre, blanchâtre, ou composée d'un mélange de quelques-unes de ces couleurs : il y en a que l'on emploie à faire des poteries, d'autres qui servent à dégraisser les étoffes, etc.

Ces marnes passent quelquefois au schiste happant. Il en est qui renferment des rognons de célestine d'un gris-verdâtre.

On voit quelquefois du silex dans le gypse, et le schiste happant renferme souvent de la mélinite.

Les fossiles sont généralement assez rares dans ces marnes : on y a cependant trouvé le *Lymneus longiscatus* et le *Cyclostoma mumia*, ainsi que quelques coquilles marines; mais celles-ci doivent être considérées comme appartenant au terrain tritonien; parmi les bancs qu'on a cru être dans ce cas, il en est un qui est très-remarquable par la constance avec laquelle il se présente, à des distances considérables, dans la partie supérieure du système, et par l'abondance de coquilles bivalves qu'il renferme. Ces coquilles ont souvent été prises pour des cythérées, mais il est très-possible qu'elles appartiennent au genre cyrène, et que d'autres petites coquilles qui les accompagnent, et que l'on rapportait aux spirorbes, soient des planorbes, ce qui ferait rentrer ce banc dans le terrain nymphéen, ainsi que les autres couches qui l'environnent.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

691. Le système gypseux est suivi par des couches où domine de nouveau un **calcaire** blanchâtre accompagné de marne et de sable. Ce calcaire, qui, sous plusieurs rapports, ressemble à ceux des systèmes supérieurs, est généralement plus compacte et moins celluleux ; il y en a même qui est remarquable par la manière dont il présente nettement et exclusivement la texture compacte. Il renferme aussi des rognons de silex de diverses variétés, parmi lesquelles on distingue celle dite nectique, que l'on rencontre principalement à **Saint-Ouen**, près de Saint-Denis. On y trouve aussi la ménilite, et il paraît que le calcaire de ce système passe quelquefois à un véritable calcaire siliceux semblable à celui de la Brie.

Les fossiles sont assez abondants dans ce système; les plus communs sont le *Lymneus longiscatus*, la *Paludina pusilla*, le *Cyclostoma mumia ;* on y trouve aussi d'autres lymnées, des planorbes, des graines de charagne, des ossements de *Paleotherium minus* et des coquilles marines; mais ces dernières doivent être considérées comme appartenantes au terrain tritonien.

692. Le système caractérisé par la présence du **lignite** se remarque, entre autres, dans les vallées **du Soissonnais**, au pied de collines dont les parties supérieures sont formées de terrain tritonien. Il se compose de sable, de grès, d'argile et de marnes ordinairement noircies par le lignite. Celui-ci présente beaucoup de variétés, depuis celle fibreuse, qui ressemble à du bois à peine altéré, jusqu'au jayet. On l'emploie comme combustible ; mais on l'exploite principalement sous le nom de *terres noires* pour faire de la couperose, attendu qu'il est presque toujours accompagné de pyrites. Lorsqu'il a été brûlé, on l'emploie, sous le nom de *cendres*, à l'amendement des terres.

On trouve ainsi disséminés dans ce dépôt, du succin, du gypse en cristaux limpides, de la webstérite mamelonnée et oolithique, de l'apatite terreuse en rognons, de la célestine en petits cristaux et du quarz également en petits cristaux limpides.

Les fossiles sont très-abondants dans ce système. Ceux de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la partie supérieure sont principalement composés d'espèces marines que nous considérons comme appartenant au terrain tritonien.

Voici les espèces terrestres et d'eau douce que M. d'Archiac y a observées *.

*Lophiodonte du Laonnais.*
*Autres ossements indéterminés.*
Cypris punctata.
Lymneus.
Planorbis lævigatus.
— subovatus.
Paludina desnoyersi.
— globata.
— pusilla.
— striatula.
Melania inquinata.
— triticea.
Melanopsis buccinoides.
Neritina cosnobrina.
— globulus.
— pisiformis.
Unio.
Cyrena antiqua.
— cuneiformis.
— trigona.
Graines de charagnes.
Palmiers.
Bois dicotylédones.

693. L'**argile** que l'on a nommée **plastique**, parce qu'elle conserve aisément les formes qu'on lui imprime, se trouve principalement dans le milieu du bassin, notamment dans les environs **de Paris**. Elle est ordinairement grise, d'autres fois blanche, jaune, rouge, violette ou noire, quelquefois bigarrée. Elle est parfois mélangée de sable et de lignite, et recèle de temps en temps des noyaux, des grains ou des cristaux de pyrite, de gypse, de webstérite et de succin. Ces minéraux se trouvent principalement dans les parties que les ouvriers nomment *fausses glaises*, lesquelles, avec des sables et des grès, recouvrent souvent l'argile bien caractérisée. Celle-ci ne présente pas une assise régulière, mais plutôt une série de petits dépôts isolés qui remplissent des dépressions du terrain inférieur. Ces dépôts, dans la position que l'on pourrait, en quelque manière, appeler normale, sont placés entre les lignites et le système dont il sera parlé à l'article suivant, sous

* *Mémoire de la Soc. géol. de France*, t. v, p. 303.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le nom de calcaire pisolitique, mais le plus souvent ils séparent immédiatement le calcaire grossier de la craie. D'autres fois, notamment dans la partie méridionale de la Brie, ils sont placés entre le calcaire siliceux et la craie, mais sans présenter jamais aucune liaison avec cette dernière.

Les fossiles trouvés dans l'argile plastique bien caractérisée se réduisent à quelques débris de végétaux, mais les fausses glaises qui l'accompagnent renferment souvent des coquilles analogues à celles du calcaire grossier, et de la partie supérieure des lignites. En général, l'argile plastique paraît se lier intimement à ces deux systèmes; elle se lie également et peut-être plus intimement encore avec les dépôts fragmentaires que nous avons rapportés à l'étage inférieur du terrain diluvien (680); aussi serait-il possible que l'argile plastique et ses sables fussent mieux placés dans le terrain diluvien que dans le terrain nymphéen.

694. Nous citerons encore les **lignites de Provence** que M. Élie de Beaumont rapporte à l'étage moyen du terrain nymphéen, et qui présentent des caractères très-différents de ceux des dépôts que nous venons d'indiquer.

Ces lignites ressemblent beaucoup à de la houille, mais ils ne jouissent pas de la faculté de se boursoufler ni de se coller lors de leur combustion. On les exploite dans plusieurs localités, notamment à Fuveau, où ils alternent avec des couches de marne passant au calschiste et au calcaire argileux, ordinairement noirâtre ou brunâtre, quelquefois schistoïde, souvent bitumineux et fétide. On trouve dans ces couches une grande quantité de coquilles, que l'on rapporte aux genres mélanie, paludine, mulette ou cyrène. On a aussi trouvé dans le lignite des ossements que l'on croit appartenir aux crocodiles, et beaucoup de débris végétaux, notamment le *Phillites cinnamomeifolia.*

Les parties supérieures de ce système se lient avec des couches de calcaire conglomérée qui le recouvrent en stratification concordante, et qui, renfermant des coquilles marines, doivent être rapportées au terrain tritonien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 3e *Groupe.* — TERRAIN TRITONIEN *.

695. **Caractères principaux.** —Nous avons déjà indiqué (667) que le terrain tritonien se distingue principalement du terrain nymphéen, parce que les fossiles qu'il recèle proviennent, en général, d'animaux analogues à ceux qui vivent dans les mers. Ses dépôts ont ordinairement plus d'étendue que ceux du terrain nymphéen, et donnent moins l'idée d'un bassin proprement dit. Les textures conglomérées et grossières y sont plus communes, et la texture compacte plus rare que dans le groupe nymphéen. Du reste, ce terrain se confond non-seulement avec le terrain nymphéen, ainsi que nous l'avons déjà dit, mais aussi avec le terrain diluvien et avec les terrains tuffacés et alluviens marins; il est même quelquefois très-difficile de le distinguer des dépôts appartenants à ces groupes.

696. **Division en étages.**— Nous divisons le terrain tritonien, comme les autres terrains tertiaires (667), en trois étages, qui sont respectivement caractérisés par des fossiles qui présentent successivement plus de différences avec les espèces actuelles. Le petit nombre de ces fossiles, qui appartiennent à la classe des mammifères, correspond à ceux que nous avons déjà indiqués dans les terrains diluvien et nymphéen, et, quant aux nombreux débris de mollusques et de zoophytes, on a remarqué que l'étage supérieur contient une forte proportion d'espèces encore existantes, que ce nombre est beaucoup moindre dans l'étage moyen et presque nul dans l'étage inférieur. Du reste, les différences paléontologiques et minéralogiques que présentent souvent les dépôts tritoniens d'un

---

* Ce groupe correspond aux *terrains tertiaires marins* de la plupart des géologues, ainsi qu'aux *terrains thalassiques protéiques et tritoniens* de M. Brongniart. J'ai cru pouvoir étendre la dernière de ces dénominations au groupe tel que je le circonscris.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

même étage placés dans des contrées différentes, et les ressemblances qu'offrent les dépôts d'étages différents situés dans une même localité, sont cause qu'il existe encore beaucoup d'incertitude sur les rapports des divers systèmes qui composent ce groupe.

697. Nous citerons en premier lieu les **dépôts de l'Italie**, parce que l'**étage supérieur** est très-développé dans cette région, où il constitue de longs systèmes de *collines* que l'on a nommées *subapennines*, parce qu'elles s'étendent aux pieds de la chaîne des Apennins dans presque toute sa longueur, et qui sont principalement composées de *sables* et de *marnes*.

698. Les **sables subapennins** forment, en général, la partie supérieure des collines. Ils sont cependant quelquefois recouverts par une assise caillouteuse que nous considérons comme diluvienne. Leur stratification est ordinairement horizontale ou peu inclinée, leur couleur communément jaunâtre. Ils sont souvent mélangés d'argile, et passent au macigno, au grès calcarifère, quelquefois au calcaire grossier, compacte ou lumachelle ; M. de Collegno * considère notamment comme subordonnée à ce système une pierre nommée *Panchina* à Volterre, en Toscane, et qui est formée de débris de coquilles et de grains de sable unis par un ciment calcaire. Les coquilles sont tellement abondantes dans ce dépôt, qu'elles y forment quelquefois des lits entiers, et sont si bien conservées, que l'on y trouve souvent les deux valves des conchifères encore adhérentes, et qu'il y en a qui n'ont point perdu leurs couleurs. Il serait trop long d'en donner ici l'énumération, car on y a déterminé plus de 700 espèces dont près de la moitié sont semblables à des espèces qui vivent encore dans la Méditerranée. Nous citerons, parmi les plus abondantes, l'*Arca diluvii*, la *Venus rugosa*, la *Chama gryphoides*, des huîtres, des peignes, des toupies, des sabots, des turritelles, le *Rostellaria pes pelicani*, la *Siliquaria anguina*. La couche caillou-

* *Bulletin de la Société géolog. de France*, XIII, 275.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

teuse supérieure renferme beaucoup d'os de mammifères, tels qu'éléphants, mastodontes, rhinocéros, cerfs, bœufs, etc., sur lesquels on trouve souvent attachés des restes d'animaux marins, tels que des huîtres, des serpules, des balanes, etc.

699. Les **marnes subapennines** sont ordinairement d'un gris bleuâtre plus ou moins foncé, selon leur état de dessiccation ; elles sont toujours inférieures aux sables lorsque ces deux systèmes sont en contact, car elles composent souvent des collines entières auxquelles elles donnent un aspect particulier par leur tendance à s'ébouler, lorqu'elles sont humectées, ce qui ne permet pas à la végétation de s'y établir. Elles contiennent ordinairement du mica, quelquefois du sable, et renferment des bancs et des rognons de calcaire argileux et de macigno. Dans quelques lieux, notamment aux environs de Volterre, il y existe du gypse en rognons, blocs ou amas, ainsi que du selmarin et des sources salées. Ces marnes recèlent aussi beaucoup de fossiles semblables à ceux des sables supérieurs ; on y a trouvé un squelette de baleine à Castelarquato, près de Plaisance.

700. L'**étage moyen** est beaucoup moins développé en Italie que l'étage supérieur ; il s'y trouve cependant à Superga, près de Turin, et dans les autres collines voisines qui forment, vers la plaine du Piémont, l'extrémité occidentale des collines du Montferrat, c'est-à-dire du prolongement des collines subapennines. Ce dépôt est composé de couches souvent très-inclinées, de sables, de grès calcarifères, de macigno, de marnes, de gompholithe et de cailloux ou de blocs arrondis de diverses natures, mais où dominent les ophiolites. Il renferme beaucoup de coquilles qui diffèrent de celles du système subapennin, parce que les espèces semblables à celles qui vivent actuellement y sont en plus petite quantité ; il y a, au sommet de quelques-unes de ces collines, des carrières de calcaire blanc bréchiforme, que M. de Collegno* considère comme appartenant au terrain crétacé et qui indiquerait une ligne

* *Mémoire de la Société géol. de France*, II, 193.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

anticlinale sur laquelle s'appuierait le terrain tritonien.

701. On trouve aussi, dans quelques localités de la Toscane et de la Ligurie, des dépôts qui appartiennent à l'étage tertiaire moyen, mais qui, d'après leur caractère, se rangeraient peut-être mieux dans les terrains diluviens et nymphéens que dans le groupe qui nous occupe. Ceux de Toscane, que M. Savi appelle terrain *tertiaire ophiolitique*, sont principalement composés de sables, de marnes et de macigno friable, gris ou verdâtre, renfermant ordinairement beaucoup de fragments arrondis ou anguleux, d'ophiolites et d'autres roches, et quelquefois des lits de lignites. L'un des plus remarquables parmi les gîtes de Ligurie est celui de Cadibona, placé à une assez grande élévation sur la chaîne des Apennins; le lignite y est abondant et recèle des débris de plusieurs espèces d'anthracothères.

702. **L'étage inférieur** se trouve au pied des Alpes Rhétiques, notamment dans le Vicentin et le Véronais, où il est mélangé avec des roches pyroïdes, d'où M. Brongniart l'a nommé *calcaréo-trappéen;* il y est principalement composé de calcaire, ordinairement grossier, mais passant au calcaire compacte, au calcaire marneux, à la marne et à la pépérine, roche que l'on considère souvent comme appartenant au terrain pyroïde, mais qui forme des lits intercalés dans le terrain tertiaire et renferme les mêmes fossiles. Les couches y sont fréquemment horizontales, mais on en voit aussi plusieurs qui sont plus ou moins inclinées, et elles sont coupées, dans plusieurs localités, par des dykes et des culots de basalte, de spilite et d'autres roches pyroïdes. Ce dépôt renferme beaucoup de coquilles fossiles dans le nombre desquelles ne figurent presque plus d'espèces vivantes. Il s'y trouve une localité célèbre par la quantité et la belle conservation des poissons fossiles; c'est le mont Bolca dans le Véronais. Les poissons y sont placés sur le côté dans un calcaire argileux, jaunâtre, feuilleté; M. Agassiz * y a reconnu cent vingt-sept espèces, toutes

* *Recherches sur les poissons fossiles*, 1e livraison.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

marines, dont aucune n'est identique avec des poissons vivant actuellement.

703. Le **bassin de Paris** est la contrée où les terrains tertiaires ont été étudiés en premier lieu, et l'une de celles où ils offrent le plus de variété, quoique l'étage supérieur n'y soit représenté que par des dépôts diluviens; mais les étages moyen et inférieur s'y composent d'un grand nombre de systèmes qui, quoique généralement superposés l'un à l'autre, ont une tendance à se dégager l'un de dessous l'autre comme les tuiles d'un toit, mais d'un toit construit à l'inverse des toits ordinaires, c'est-à-dire où la dernière tuile occuperait le bas et non le sommet. C'est, en effet, dans une des parties les plus basses du bassin, c'est-à-dire en Touraine, que se trouve le système le plus élevé dans l'ordre géognostique, et c'est le système le plus inférieur qui constitue les collines du Laonnais, que l'on peut considérer comme les points les plus hauts du massif tertiaire proprement dit. Ce massif repose sur le terrain crétacé; mais quelques lambeaux et quelques ramifications qui se trouvent en dehors du massif principal reposent indistinctement sur les divers terrains qui entourent le massif crétacé.

704. L'**étage moyen** est représenté, dans le bassin de Paris, par deux systèmes respectivement caractérisés par l'abondance des débris de coquilles et du grès. Le premier, que l'on exploite sous le nom de **falun, en Touraine,** pour l'amendement des terres, ne consiste que dans des lambeaux peu étendus, principalement composés de débris de coquilles. Ces coquilles sont généralement marines; mais on y trouve aussi quelques espèces d'eau douce et de terre, ainsi que des ossements de mammifères, tels que rhinocéros, hippopotame, cheval, cerf, anthracothère, mastodonte, dinothère, paléothère, etc.

705. Le système suivant, qui, dans l'ordre de superposition, est séparé des faluns par le calcaire de la Beauce (685), se compose principalement de sable et de **grès,** qui sont notamment très-développés aux environs **de Fontainebleau.** Le grès forme, au milieu des sables, des bancs, des amas ou des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

blocs dont la surface présente souvent des espèces de circonvolutions ou de larges mamelons à peu près semblables à ce qui se forme à la superficie d'une pâte molle sur laquelle on projette, d'une certaine élévation, d'autres parties de la même pâte. Dans les lieux où le sol est inégal, on voit beaucoup de ces blocs entassés sur les pentes. Ces grès et ces sables sont ordinairement de couleur blanche; les premiers sont très-estimés pour faire des pavés, et les seconds sont recherchés dans plusieurs fabriques à cause de leur pureté. D'autres fois, les sables sont, au contraire, mélangés d'argile, de calcaire, de mica et de limonite qui leur donne une couleur jaunâtre; ils renferment alors beaucoup de coquilles, tandis qu'il n'y en a pas lorsque le sable et le grès sont blancs et purs. Ces matières passent aussi à des calcaires et surtout à des marnes ordinairement jaunâtres et dont les couches inférieures sont souvent caractérisées par une grande quantité d'huîtres.

706. Les dépôts qui succèdent au grès de Fontainebleau sont considérés comme appartenant à l'**étage inférieur** et présentent d'abord les quatre premiers systèmes nymphéens qui ont été décrits ci-dessus ( 688 à 691 ), et au-dessous desquels vient un nouveau système composé de sables et de **grès** qui ont la plus grande ressemblance avec ceux de Fontainebleau. Ce dépôt, dont le principal développement est au nord de Paris, se lie avec le calcaire de Saint-Ouen, et présente quelquefois dans ses parties supérieures, notamment à **Beauchamp**, près de Pierrelaye, un mélange de coquilles

707. Ce système se lie aussi, dans sa partie inférieure, avec un autre dépôt très-important où domine le **calcaire grossier**, qui a fourni les belles pierres de taille qui ont servi à bâtir les monuments **de Paris**. Ce calcaire forme des couches quelquefois très-puissantes, dont la cohérence est fort variable; sa couleur est ordinairement jaunâtre, sa composition très-mélangée, et il passe au sable surtout dans les parties inférieures et supérieures. Il renferme quelquefois des lits minces ou des nids de marnes, d'argile, de lignite, et les as-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sises inférieures contiennent beaucoup de grains de chlorite. C'est dans les assises moyennes que se trouvent les gîtes de Grignon, près de Versailles, et de Courtagnon, près de Reims, si célèbres dans l'histoire de la paléontologie par l'immense quantité et la belle conservation des coquilles qu'ils renferment. En résumé, on a reconnu dans ce système plus de 1200 espèces de fossiles parmi lesquelles M. Brongniart cite les suivantes comme étant les plus caractéristiques, savoir :

Nautilus imperialis.
Pleurotoma filosa.
Fusus rugosus.
Pyrula ficus
Murex tripteris.
Cerithium giganteum.
Cassis harpæformis
Cancellaria costulata.
Cypræa inflata.
Oliva mitreola.
Trochus agglutinans.
Voluta cithara.
Solarium plicatum.
Scalaria crispa.
Nerita conoidea.
Calyptrea trochiformis.
Balanus tintinnabulum.
Venericardia planicosta.
Arca diluvii.
Corbula gallica.
Pectunculus pulvinatus.
Solen vagina.
Nummulites levigata.
Endogenites echinatus.
Flabellaria parisiensis
Phyllites linearis.

Plusieurs autres espèces du genre cérite sont remarquables par leur abondance, qui est telle que l'on a souvent désigné le calcaire grossier du bassin de Paris par le nom de *calcaire à cérite.*

708. Le calcaire grossier passe d'une manière insensible dans sa partie inférieure à un système principalement composé de **sables** dont on voit, entre autres, de belles coupes dans les collines **du Laonnais**. Ces sables sont beaucoup plus développés que ceux de Beauchamp, et l'on y rapporte la plupart des lambeaux sableux qui reposent sur la craie de la Picardie et de l'Artois. Ils sont mélangés ou accompagnés, surtout dans leurs parties supérieures et inférieures, de chlorite, d'argile, de marnes, de lits coquilliers, de grès, de poudingues, et ils se lient, dans leur partie inférieure, avec les lignites et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'argile plastique dont nous avons fait mention à l'article du terrain nymphéen (692 et 693). Leurs fossiles, qui sont extrêmement abondants dans les lits coquilliers, se rapprochent beaucoup de ceux du calcaire grossier.

709. On trouve au-dessous de l'argile plastique un dépôt peu puissant qui avait échappé pendant longtemps aux recherches des géologues, et que M. Ch. d'Orbigny a nommé **calcaire pisolitique**. Ce dépôt, qui a notamment été observé à **Meudon**, près de Paris, s'y compose de quelques couches d'un calcaire souvent friable, dont la texture, fort irrégulière, est ordinairement grossière, quelquefois grenue, et présente d'autres fois des agglomérations de grains plus ou moins gros. Ce dépôt, qui repose immédiatement sur la craie, se lie avec cette dernière en ce sens qu'il n'est quelquefois composé dans ses parties inférieures que d'un conglomérat de fragments de craie. Il renferme beaucoup de fossiles qui ressemblent à ceux de la partie inférieure du calcaire grossier *. Ce système paraît être représenté au nord de Paris par de petits dépôts de sables chlorités ou calcarifères et de macigno chlorité, friable, que M. d'Archiac désigne par le nom de *glauconie inférieure.*

710. Le terrain tritonien forme aussi, dans le **bassin de Londres**, un massif considérable, reposant sur le terrain crétacé, comme celui de Paris, mais qui diffère de ce dernier

---

* J'ai suivi dans cet article l'opinion de M. Ch. d'Orbigny, mais je ne dois pas laisser ignorer que M. Élie de Beaumont a une autre manière de voir, ainsi qu'on le verra par la note suivante que ce savant a eu la bonté de me remettre en 1838.

« Depuis environ dix ans, M. Élie de Beaumont a signalé les dernières couches calcaires que recouvre l'argile plastique aux « environs de Paris, comme renfermant des dépouilles d'êtres marins « dont les *genres* sont généralement réputés tertiaires, notamment des « miliolites. Malgré cette observation répétée dans un assez grand nombre de points, M. Elie de Beaumont a toujours protesté contre l'application de la dénomination de *tertiaires* à ces mêmes couches, dont le « gisement lui paraît intimement lié à celui de la craie, et dont les fossiles

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

parce que l'argile y est beaucoup plus abondante, et qu'il n'y a presque pas de calcaire.

711. L'**étage supérieur** s'y trouve représenté ainsi que l'étage moyen par des dépôts peu puissants, connus sous le nom de *crag*, qui sont, en général, formés de roches meubles et conglomérées, composées, pour la plupart, d'un mélange de sable, d'argile, de calcaire, de limonite, et d'une grande quantité de débris de coquilles.

La partie du **crag** appartenant à l'étage supérieur est principalement développée dans les environs **de Norwich** et renferme des débris d'éléphants, de rhinocéros, de cochon, de cheval, de cerfs et d'autres mammifères. Parmi les nombreuses coquilles qui les accompagnent, M. Lyell * cite le *Fusus striatus*, la *Turritella terebra*, le *Cerithium punctatum*, le *Pectunculus variabilis*, la *Nucula cobbaldia*, les *Tellina obliqua* et *calcarea*, le *Cardium edule*, la *Cyprina vulgaris*, la *Mya arenaria*.

712. On range dans l'**étage moyen** des **crags** qui se trouvent principalement dans le comté **de Suffolk** et présentent deux systèmes différents, le *crag rouge* et le *crag corallin*. Le premier est fortement coloré en rouge par de la limonite : parmi les 230 espèces de coquilles que l'on y a observées, M. Lyell cite comme les plus caractéristiques le *Fusus contrarius*, le *Murex alveolatus*, la *Nassa granulata* et la *Cy-*

---

« ne lui paraissent présenter que des caractères assez ambigus. Il regarde « ces couches, nommées depuis *calcaire pisolitique*, comme les équi- « valents de la craie supérieure de Maestricht et comme correspondant « presque aussi exactement à un grand terrain qui, dans le midi de « l'Europe, contient des gisements de fossiles qu'on s'est trop hâté, sui- « vant lui, de qualifier de tertiaires, tels que ceux de Biaritz, des Cor- « bières, des environs de Gap, des Diablerets, de la vallée de Glaris, du « Kressenberg, du Monte-Bolca, du Val Ronca, de Castel Gomberto, « de Montecchio-Maggiore, et même ceux de Crimée et d'Akaltziké en « Arménie. »

* *Proceedings of the Geol. Soc. of London*, 1839, III, 128.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*præa coccinelloïdes*. Le *crag corallin*, ainsi nommé parce qu'il contient beaucoup de polypiers, notamment des fasciculaires, des cellépores et des théonoas. Il est principalement composé de marnes verdâtres qui passent quelquéfois à des pierres qui, quoique friables, sont susceptibles d'être employées dans les constructions.

M. Lyell fait remarquer que, quoique le crag de Norfolk doive être rapporté au même étage que le falun de Touraine, sa faune diffère tellement de celle du falun qu'il n'y a qu'un très-petit nombre d'espèces qui soient communes aux deux dépôts, et que, tandis que les fossiles du crag se rapprochent des animaux des mers arctiques, ceux du falun ont leurs analogues dans les mers de climats plus chauds. C'est un état de choses qui rappelle ce qui a lieu maintenant aux deux côtés de l'isthme de Suez, la faune de la mer Rouge présentant un système d'organisation bien plus rapproché de celui des mers tropicales que celle de la Méditerranée.

713. L'**étage inférieur** commence en allant de haut en bas par un dépôt sableux, ordinairement désigné sous le nom de **Bagshot-sand**, et qui est principalement composé de sable rougeâtre accompagné de sable verdâtre, d'argile verdâtre et de marnes feuilletées, tachetées de blanc et de jaune. Ce dépôt renferme beaucoup de grains de chlorite et des coquilles fossiles des genres toupie, peigne et crassatelle.

714. Le sable de Bagshot repose immédiatement sur un puissant dépôt argileux, qui donne, au bassin, son caractère principal et que l'on connaît sous le nom de **London clay** ou *argile de Londres*. Ce dépôt est principalement composé d'une marne argileuse, quelquefois sableuse, ordinairement de couleur bleuâtre ou noirâtre, renfermant des rognons, que l'on a nommés *septaria*, de calcaire argileux traversé par des veines de calcaire cristallin, et présentant quelquefois des géodes tapissées de cristaux de barytine; on trouve aussi dans ce dépôt argileux de la pyrite et du gypse cristallisés. Les fossiles n'y sont pas aussi abondants que dans le bassin de Paris, et n'y présentent pas la même répartition dans les es-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pèces. On y trouve cependant celles que l'on considère comme les plus caractéristiques de la partie inférieure de l'étage, notamment le *Cerithium giganteum* et la *Nummulites lævigata.*

715. L'argile de Londres passe à un dépôt puissant de sable, dont les assises supérieures renferment des lits de marne contenant des cristaux de gypse, et qui présente, dans sa partie inférieure, de l'argile et des cailloux roulés de silex. Les fossiles les plus communs de ce système sont des huîtres, des cythérées et des cérites. On y trouve aussi quelques cyclades et le *Planorbis hemistoma,* qui sont des coquilles d'eau douce.

716. Nous citerons encore le **terrain tritonien de la Suisse,** souvent désigné par le nom de **molasse,** que l'on donne dans le pays à une variété de macigno. Ce dépôt, qui diffère beaucoup de ceux dont nous avons parlé, fait partie d'un vaste massif qui s'étend à peu près sur toute la plaine qui règne le long du versant septentrional des Alpes et qui s'élève même quelquefois sur ces montagnes à une très-grande hauteur. Sa stratification, de ce côté, est ordinairement très-inclinée et plissée, mais elle est horizontale du côté du Jura, où le terrain tertiaire ne se trouve que dans les vallées; il y est aussi assez généralement composé de roches meubles ou très-friables qui prennent successivement plus de cohérence à mesure qu'elles approchent des Alpes où elles deviennent tenaces et compactes.

La roche dominante de ce dépôt est le macigno et notamment, du moins dans le milieu de la bande, la variété nommée molasse à cause de sa friabilité, ce qui n'empêche pas que l'on n'en fasse de bonnes pierres à bâtir. Le macigno est communément d'un gris passant au verdâtre, quelquefois au jaunâtre; il est presque toujours micacé, mais ces éléments minéralogiques étant fort sujets à varier, il passe à beaucoup d'autres roches. C'est ainsi que, quand le calcaire manque, on a du psammite; si c'est l'argile qui se perd, on a du grès ou du sable; si c'est le sable, on a de la marne ou du calschiste; si c'est le sable et le calcaire, on a de l'argile et du schiste

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

argileux; si c'est le sable et l'argile, on a du calcaire, et ces diverses roches alternent plus ou moins avec le macigno.

Le terrain de molasse se lie ou alterne même, dans sa partie supérieure, avec le *nagelfluh* dont il a été parlé ci-dessus (679); il passe, dans sa partie inférieure, à de petits dépôts de lignite contenant des fossiles nymphéens, et dans les localités où ces dépôts manquent, il repose sur les terrains secondaires.

La molasse recèle peu de fossiles; ceux qui s'y trouvent sont généralement mal conservés et concentrés dans des couches particulières, dont quelques-unes ont été, pour cette raison, appelées *muschelsandstein* par M. Studer.

On cite, parmi ces fossiles l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorinus*, un cochon, un cerf, une antilope, une hyène, une émyde, la *Testudo punctata*, les *Turritella imbricatoria, terebra, triplicata*, et *subangulata;* la *Natica glaucina;* la *Mitra mitræformis*, la *Cancellaria cassidea*, le *Buccinum corrugatum;* les *Cerithium lima* et *quadrisulcatum;* les *Murex rugosus* et *minax;* les *Pecten latissimus* et *medius;* la *Meleagrina margaritacea*, l'*Arca antiquata*, les *Cardium edulinum, oblongum, semigranulatum, hians, clodiense* et *multicostatum;* les *Venus islandica* et *rustica;* l'*Astarte excavata*, la *Cytherea convexa*, la *Corbula gallica*, la *Mactra solida*, la *Panopœa faujasii;* les *Solen vagina* et *legumen;* le *Balanus perforatus*.

On a souvent considéré la molasse de la Suisse comme appartenant à l'étage moyen, et alors on élevait des doutes sur le gisement des débris de mammifères, que l'on supposait appartenir à un dépôt superficiel, mais M. Studer * pense que l'ensemble de ce dépôt appartient à l'étage supérieur.

717. Quoiqu'il n'entre pas dans le plan de ce précis de parler des dépôts douteux, l'importance, sous le rapport économique, du terrain salifère de la Gallicie nous fait un devoir d'en dire quelques mots, quoique l'opinion des géologues ne

---

* *Bib. univ. de Genève*, mars 1842.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

soit pas encore bien fixée sur sa position géognostique ; car on le considérait assez généralement, il y a peu de temps encore, comme appartenant aux parties inférieures des terrains secondaires, tandis que maintenant M. Boué, ainsi que plusieurs autres géologues distingués, le rapportent au groupe qui nous occupe, et lui donnent même une position assez élevée dans ce groupe, c'est-à-dire parallèle à la molasse de la Suisse.

M. Boué considère les dépôts salifères de la Gallicie comme subordonnés à un système de molasse qui forme un chaînon de collines, le long des Karpathes, en s'appuyant sur le macigno secondaire, ou grès karpathique de M. Boué; roche qui constitue la partie centrale de cette chaîne, et qui semble quelquefois reposer sur la molasse, parce qu'elle se présente sur le sommet de montagnes dont le pied est recouvert par la molasse. Du reste, celle-ci ressemble tellement au terrain de la chaîne centrale, que la plupart des géologues n'y ont point aperçu de différence, la roche dominante dans les collines, comme dans les montagnes, étant du macigno ; mais, dès que l'on avance vers la plaine de Pologne, c'est la marne qui devient la plus abondante : elle y est plus ou moins argileuse, passe au calcaire, au sable, au macigno, et renferme des amas, des blocs, des rognons, des nids et des noyaux de selmarin, de gypse, de karsténite, de soufre, de lignite et d'autres minéraux.

Le plus important de ces dépôts salifères est celui de Wieliczka, où les amas, les blocs et les rognons de selmarin forment un ensemble de près de 2500 mètres de long sur 1000 de large et 200 de profondeur. Ce dépôt se subdivise en trois assises. La plus élevée, que l'on appelle *sel vert*, est composée de rognons extrêmement mélangés de matières argileuses et sableuses. C'est dans cette assise que l'on trouve des parties de sel qui ont la singulière propriété, lorsqu'on les met dans l'eau, de décrépiter en dégageant du carbure d'hydrogène à l'état de gaz. La seconde assise se compose d'amas, de blocs et de rognons d'un sel plus pur que l'on nomme *spiza*. Enfin



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'assise inférieure est composée de puissants amas d'un sel plus pur encore, que l'on nomme *szibik*, et qui est ordinairement très-lamelleux.

Ce dépôt contient aussi du gypse, de la karsténite, du lignite et du soufre, qui se trouvent, de même que le sel-marin, renfermés dans une marne d'un gris bleuâtre, passant quelquefois au rougeâtre. Cette marne, qui est toujours imprégnée de sel, est plus ou moins argileuse; quelquefois elle devient sableuse et passe au macigno, principalement dans la partie inférieure, où l'on trouve des couches de macigno renfermant des nids de marne et des fragments de calcaire, ainsi que des couches de schiste marneux alunifère. Les mineurs regardent ces deux espèces de couches comme annonçant la fin des amas de sel et l'approche du calcaire jurassique, sur lequel paraît reposer tout le système.

Les fossiles végétaux sont très-abondants dans ce dépôt, surtout dans le sel *spiza;* les uns sont passés à l'état de lignite; les autres sont simplement bituminisés; mais jusqu'à présent on n'a pas encore pu déterminer leurs espèces d'une manière positive. Les fossiles animaux y sont plus rares, et ceux qui s'y trouvent sont tellement altérés, qu'il est très-difficile de les obtenir entiers et qu'ils tombent bientôt en poussière. Voici la liste qu'en donne M. Boué *, et sur laquelle il s'appuie pour rapprocher ce dépôt des collines subapennines : 1° une ou deux espèces de peignes, dont l'une se rapproche du *P. dubius* de Brocchi; 2° une petite modiole; 3° une petite bucarde; 4° deux espèces de nucule, l'une voisine de la *N. margaritacea*, et l'autre voisine de la *deltoidea;* 5° une natice; 6° des bivalves qui sont peut-être des tellines; 7° de petites univalves voisines des paludines; 8° et enfin des miliolites. M. Lill de Lilienbach y a aussi trouvé l'*Ostrea navicularis*, une coquille que l'on rapproche du *Fusus longævus*, une patte d'écrevisse,

* *Journal de Géologie*, I, 347.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

des dents de requin et des dents de rhinocéros; mais celles-ci viennent du macigno de Starasol, et non de Wieliczka.

Le soufre, qui se trouve dans les marnes de cette contrée, est quelquefois assez abondant pour avoir été exploité à Swoszowice.

## III^e^ ORDRE.

## TERRAINS SECONDAIRES OU AMMONÉENS *.

718. **Caractères généraux.**— Les terrains secondaires se distinguent des terrains tertiaires par leurs fossiles qui correspondent au groupe que nous avons indiqué ci-dessus (614) comme caractérisé par la présence des grands sauriens et des céphalopodes inconnus.

Ces terrains sont très-abondants à la surface du globe ; ils ont ordinairement une épaisseur supérieure à celle des terrains tertiaires et modernes, ils sont communément moins circonscrits sous la forme de bassins, et les mêmes étages présentent, en général, beaucoup moins de différences paléontologiques locales.

719. **Division en groupes.** — On est assez généralement d'accord maintenant pour diviser ces terrains en trois groupes qui correspondent aux trois subdivisions que nous avons distinguées dans le groupe paléontologique des grands sauriens par les épithètes de *crétacé*, *jurassique* et *triasique* (615 à 617).

---

* Je m'étais pendant longtemps refusé à admettre l'application du mot *secondaire* dans le sens énoncé ci-dessus, parce qu'on lui avait donné et qu'on lui donnait encore une acception beaucoup plus étendue, et j'avais proposé le mot *ammonéen*, tiré de la présence des ammonites, animaux extrêmement remarquables qui n'existent que dans cette division; mais, depuis lors, l'usage d'employer le mot secondaire dans le sens restreint étant devenu presque général, je ne vois aucun inconvénient à m'y conformer.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

### 1er *Groupe.* — Terrain crétacé *.

720. **Caractères généraux.** — Le terrain crétacé se distingue par ses caractères paléontologiques ainsi que par sa position immédiatement en dessous des terrains tertiaires et au-dessus des autres groupes secondaires. Quant à ses caractères minéralogiques, ils présentent beaucoup de variations selon les lieux et les étages, et l'on y voit dominer, tantôt la craie, tantôt le macigno, tantôt l'argile, tantôt le calcaire compacte, tantôt le calschiste, etc.

721. **Division en étages.** — On le divise en trois étages qui paraissent avoir aussi des caractères paléontologiques bien tranchés. Les fossiles connus des étages supérieur et moyen, sont généralement marins ainsi que ceux d'une partie de l'étage inférieur, mais ceux de l'autre partie de cet étage sont analogues aux êtres qui vivent actuellement dans les eaux douces ou sur les terres, d'où on le subdivise en deux coupes, dont l'une est appelée *terrain néocomien* de la ville de Neuchâtel en Suisse, et l'autre *terrain veldien*, d'après les Wealden, contrée boisée du comté de Sussex en Angleterre.

722. Le **terrain crétacé** occupe, dans le nord-ouest de la France, la majeure partie de la grande dépression qui a été indiquée ci-dessus (72) sous le nom de **bassin de Paris**; mais il y est le plus ordinairement recouvert, surtout dans la

---

* Cette dénomination, que j'avais proposée en 1813, a d'abord été adoptée par M. Brongniart, mais dans un sens plus restreint; ce savant faisant un groupe particulier des deux étages inférieurs sous le nom de *terrain arénacé :* mais le terrain crétacé étant bien caractérisé par sa faune très-distincte de celle des autres divisions, est assez généralement admis maintenant dans les limites indiquées ci-dessus, sauf cependant que M. Agassiz trouve que les poissons du terrain veldien ressemblent plus à ceux du terrain jurassique qu'à ceux des autres dépôts crétacés, de sorte qu'il y aurait peut-être lieu de ranger cette petite division dans le groupe jurassique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

partie centrale, par des dépôts tertiaires. Le sol n'y atteint pas une grande altitude et ne présente pas de fortes inégalités, il a même beaucoup de tendance à former des plaines, surtout dans les parties où les dépôts tertiaires perdent l'épaisseur qui les caractérise dans le centre. Cependant le terrain crétacé tend à s'élever, et présente même des inégalités assez prononcées lorsqu'il approche des terrains jurassiques, qui forment, autour du terrain crétacé, une espèce de demi-ceinture qui se relève vers les terrains primordiaux des monts Hercyniens, du plateau central de la France et de la Bretagne. Enfin le massif crétacé qui nous occupe est coupé le long de la Manche par des falaises escarpées. La profondeur de 540 mètres que l'on a atteint au puits de Grenelle, à Paris, sans sortir du terrain crétacé, et la présence du terrain jurassique qui, dans le pays de Bray, perce au milieu du massif crétacé, annoncent que la surface interne de celui-ci est plus inégale que sa surface externe.

Ce dépôt présente la stratification que l'on appelle horizontale parce que l'on n'y voit pas ces grands relèvements des dépôts dits en couches inclinées, mais ses couches sont loin d'être parfaitement horizontales, puisque celles que l'on a reconnu à Paris comme s'enfonçant à plus de 500 mètres au-dessous du niveau de la mer, se relèvent vers la bordure jurassique à une altitude de plus de 300 mètres. On y trouve les trois étages, qui se subdivisent en plusieurs systèmes distingués par leurs caractères minéralogiques.

723. L'**étage supérieur** présente, en premier lieu, un système extrêmement peu développé dans le bassin de Paris, mais qui forme cependant un petit dépôt de **tuffeau** jaunâtre à **Ciply**, près de Mons en Hainaut. Ce tuffeau, que l'on exploite comme pierre à bâtir, ressemble à celui plus connu de Maestricht, et renferme de même beaucoup de fossiles, dont quelques-uns lui sont propres, tandis qu'un grand nombre se retrouve dans les systèmes inférieurs. Voici une liste, dressée par M. Wieart, des plus communs de ces fossiles :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Fragments d'anatifes.*
— *de balanes.*
Baculites anceps.
— faujassii.
— vertebralis.
Dentalium crassum.
— subulatum.
Pecten cicatrisatus.
— quinquecostatus.
— striato-costatus.
— pulchellinus.
Lima obliqua.
— glacialis.
Plagiostoma hermanni.
— semisulcatum.
— spinosum.
Podopsis striata.
— truncata.
Chama cornu arietis.
Catillus cuvieri
— lamarkii.
Exogyra auricularis.
— flabellata.
— laciniata.
— plicata.
Gryphæa cymbiola.
Ostrea armata.
— caudata.
— diluviana.
— hippopus.
— hyppopodium.
— lateralis.
— linguatula.
— lunator.
— multistriata.
— palliata.
— polymorpha
— undata.
— vesicularis.
Jodamia duchatellii.
Crania personnata.
— striata.
— tuberculata.
Terebratula alata.
— defrancii.
— gracilis.
— loricata.
— menardi.
— ovata.
— ovoidea.
— pectita.
— rhomboidea.
— striatula.
Cidarites blumenbachii.
— coronatus.
— nobilis.
— variolaris.
Nucleolites carinata.
— patellaris.
Spatangus cortestudinarium.
— demarestii.
— bufo.
Echinus nodulosus.
— striatus.
— pusillus.
Clypeaster conoideus.
Ananchytes conoideus.
— ovatus.
— striatus.
Cyathophyllum placentiforme.
Turbinolia cernua.
Lithodendron granulatum.
Ovulites margaritacea.
Spirolinites cylindracea.
Ceriopora cryptopora.
Retepora agathiformis.
Eschara piriformis.
— stigmatophora.
Gorgonia bacillaris.
Frondicularia compressa.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Siphonia cervicornis.
Tragos rugosum.
— pezizoides.
Scyphia empleura.
— radiciformis.

724. Le tuffeau de Ciply repose immédiatement sur de la **craie blanche,** laquelle forme un vaste et puissant dépôt qui s'étend sur plus de la moitié du bassin, où toutefois il est ordinairement recouvert par des dépôts tertiaires; cependant il existe en **Champagne** une grande bande où la craie est presque à nu et détermine l'existence d'une contrée très-aride. Cette craie présente assez uniformément, du moins dans sa partie supérieure, les propriétés qui caractérisent cette variété de calcaire, notamment d'être propre à faire des crayons, du blanc pour la peinture et de la chaux, ainsi que de renfermer des rognons de silex pyromaque noir dont la quantité varie selon les lieux. Elle contient quelquefois des lamelles, et plus rarement des blocs de calcaire cristallin; d'autres fois, mais c'est encore plus rare, elle passe à un calcaire compacte blanc, luisant, à cassure conchoïde; parfois il y a de ses parties qui sont colorées en jaune par de l'hydrate ferrique. Les fossiles sont rares dans ce système; voici la liste de ceux que M. Alcide d'Orbigny considère comme les plus caractéristiques.

Belemnitella mucronata.
— quadrata.
Hamites simplex.
Catillus cuvieri.
Ostrea vesicularis.
Terebratula carnea.
— defrancii.
— octoplicata.
Magas pumilus.
Crania parisiensis.
Ananchytes ovata.
— striata.
Galerites albogalerus.
— vulgaris.
Spatangus coranguinum.
— bufo.
Apiocrinites ellipticus.

725. La craie, en s'enfonçant, perd son uniformité; elle se mélange avec de la chlorite, de l'argile ou du sable, sa cohérence devient très-variable, et tandis que certaines parties

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sont susceptibles d'être employées comme pierre à bâtir, d'autres sont assez friables et assez délayables pour être employées à l'amendement des terres; elle prend souvent des teintes jaunâtres, grisâtres ou verdâtres, et passe au tuffeau, à la marne et au sable. Les silex deviennent plus pâles, de nature plus variable, et passent au grès et au jaspe. Dans le nord-est du bassin, ces matières sont ordinairement recouvertes par la craie blanche; mais elles sont très-développées dans le sud-ouest, où il n'y a pas de craie blanche. Le **tuffeau** domine notamment en **Touraine**, où il est exploité pour les constructions ainsi que pour l'amendement des terres, et où il renferme beaucoup de silex ordinairement blonds. Il est à remarquer, à cette occasion, que les silex sont beaucoup plus abondants dans le sud-ouest que dans le nord-est du bassin de Paris, et que cette circonstance se représente aussi bien dans les terrains tertiaires et jurassique que dans le terrain crétacé.

Ce sont les **sables** qui dominent dans le **Perche** et le Maine oriental : ils s'y lient intimement avec le tuffeau et la craie, sont souvent mélangés de calcaire et de limonite, et passent à des grès communément calcarifères ou ferrugineux; ces derniers, qui renferment souvent des cailloux quarzeux et passent ainsi au poudingue, sont nommés *roussards* dans le pays *.

La position de ces dépôts en-dessous de la craie, les a souvent fait ranger avec ceux que nous allons indiquer comme formant les étages suivants; mais leurs caractères paléontologiques ont porté M. A. d'Orbigny à en former, sous le nom de *terrain turonien*, une subdivision de l'étage supérieur, qui

---

* C'est au même niveau géognostique que, d'après M. d'Archiac (*Mémoires de la Soc. géol. de France*, III, 280), on doit rapporter la roche poudingiforme ou gompholite, que les mineurs des environs de Valenciennes nomment *tourtia*, et qui repose immédiatement sur le terrain houiller.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

renferme, entre autres, dans la Touraine et le Perche, les fossiles ci-après, savoir :

Belemnitella gallienne.
Nautilus lævigatus.
— triangularis.
Ammonites beaumontianus.
— carolinus.
— catillus.
— diardii.
— falcatus.
— fleuriausus.
— gallienne.
— goupilianus.
— mantelli.
— peramplus.
— rothomagensis.
— varians.
— vibrayeanus.
Baculites incurvatus.
Scaphites equalis.
Turrilites costatus.
— scheuchzerianus.
Nerinea monolifera.
Acteonella crassa.
Acteon ovum.
Globiconcha rotundata.
Nerilopsis pulchella.
Trochus guerangeri.
— marçaisi.
— sarthinus.
Rotella archiacana.
Solarium guerangeri.
— scalare.
Turbo bicultratus.
— cretaceus.
— goupilianus.
— guerangeri
— obtusus
— tricostatus.
Pleurotomaria gallienne.
— guerangeri.
— lahayesi.
— simplex.
Pterocera incerta.
Strombus inornatus.
Pterodonta elongata.
— inflata.
Conus tuberculatus.
Voluta guerangeri.
— lahayesi.
Cerithium gallicum.
— guerangeri.
— limæforme.
Cardium cenomanense.
— guerangeri.
— hillanum.
— productum.
— radiatum.
— subdininense.
— vindenense.
Opis elegans.
Cyprina ligeriensis.
— oblonga.
Corbis rotundata.
Trigonia spinosa.
— tenuisulcata.
Catillus cuvieri.
— lamarkii.
Lima frondosa.
Gryphæa columba.
— auricularis.
Ostrea vesicularis.
Crania parisiensis.
Terebratula longirostris.
— alata.
Radiolites cornupastoris.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Spatangus bufo.
— coranguinum.
— suborbicularis.
Nucleolites carinatus.
Apiocrinites ellipticus.

726. En admettant que les systèmes qui viennent d'être indiqués appartiennent tous à l'étage supérieur, l'**étage moyen** serait peu développé dans le bassin de Paris. Il y est principalement composé d'une marne argileuse bleuâtre, analogue à celle nommée **gault** en Angleterre, qui se montre, entre autres, dans une dépression du sol ou espèce de vallée inégale qui borde le massif de craie de la Champagne, et dont une partie est connue sous le nom de **Perthois**, petite contrée remarquable par sa fertilité. Cette marne, dont on fait un grand usage pour la fabrication des tuiles, renferme quelquefois du calcaire argileux en rognons, des pyrites, du gypse en cristaux imparfaits et de l'oligiste rouge en petites plaques. Elle est accompagnée de sables et de grès, qui occupent ordinairement la partie inférieure de l'étage, mais qui, souvent, se mêlent avec la marne, et d'autres fois la recouvrent en se liant avec les craies sableuses et marneuses de l'étage supérieur. M. Leymerie * a remarqué que, là où la marne est très-développée, il y a peu de sables, et que, là où ceux-ci sont très-développés, il y a peu de marne. Ces sables passent souvent au grès et au macigno et sont ordinairement colorés en vert foncé par de la chlorite; il y en a cependant quelquefois de jaunâtres, même de blanchâtres et de rougeâtres. Cet étage renferme beaucoup de fossiles; voici la liste de ceux qui ont été observés dans la contrée que nous venons de citer ** :

Octodus appendiculatus.
Astacus leachii.
Pollicipes lævis.
— rigidus.
Belemnites minimus.
Nautilus clementinus.
Ammonites archiacanus.
— beudanti.

---

* *Mémoires de la Soc. géol. de France,* IV, 291.

** Cette liste est extraite de la *Paléontologie française* de M. d'Orbigny et du mémoire de M. Leymerie cité ci-dessus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Ammonites bicurvatus.
— cesticulatus.
— clementinus.
— deshayesi.
— dupinianus.
— fissicostatus.
— guersanti.
— interruptus.
— latidorsatus.
— lyelli.
— mammilatus.
— michelianus.
— milletianus.
— mosensis.
— parandieri.
— puzosianus.
— raresulcatus.
— rauliniensis.
— regularis.
— splendens.
— tarde furcatus.
— velledæ.
Hamites alternotuberculatus.
— punctatus.
— raulinianus.
— virgulatus.
Turrilites vibrayeanus.
— bergerii.
Helicoceras gracilis.
Turritella vibrayeana.
— rauliniana.
Scalaria clementina.
— dupiniana.
— gastyna.
— rauliniana.
Rissoa dupiniana.
Rissoina incerta.
Eulima albensis.
— melanoides.
Chemnitzia pailletana.
Ringinella lacryma.
Avellana dupiniana.
— ovula.
Natica clementina.
— dupinii.
— ervyna.
— excavata.
— gaultina.
— rauliniana.
Solarium albense.
— dentatum.
— dilatatum.
— monoliferum.
Turbo decussatus.
— dispar.
— plicatilis.
Phasianella ervyna.
— gaultina.
Rostellaria calcarata.
— carinella.
— parkinsoni.
— tricostata.
Pterocera bicarinata.
Strombus dupinianus.
Fusus albensis.
— clementinus.
— dupinianus.
— elegans.
— gaultinus.
— vibrayeanus.
Buccinum gaultinum.
Cerithium ervynum.
— lallerianum.
— ornatissimum.
— subspinosum.
— tectum.
— trimonile.
— vibrayeanum.
Dentalium decussatum.
Cardium constanti.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Cardium dupinianum.
— raulinianum.
Cyprina cordiformis.
— ervyensis.
Cyprina regularis.
Venericardia constanti.
— dupiniana.
— tenuicosta.

727. **L'étage inférieur** du terrain crétacé paraît ne présenter, dans le bassin de Paris, que du **terrain néocomien** et se trouve aussi dans la dépression du sol que nous avons dit séparer la craie du terrain jurassique. Ce dépôt domine notamment dans la petite contrée connue sous le nom de **Puysaie**, et l'on peut y distinguer quatre systèmes dont les trois supérieurs ont été désignés par M. Leymerie * sous les noms d'*argiles et sables bigarrés*, d'*argiles ostréennes et lumachelles* et de *calcaire à spatangues ;* l'inférieur est le *sable ferrugineux de Vassy*, de M. Cornuel **.

Le premier de ces systèmes est composé de *sables et* d'*argiles* fortement *bigarrées* de rouge, de jaune, de vert, de gris, de blanc, et plus ou moins accompagnés de grès, d'ocre, de limonite, de sanguine, de jaspe, substances qui passent souvent de l'une à l'autre. Le minerai de fer oolitique y est exploité dans plusieurs localités, l'ocre l'est à Pourrain et à Bitry, entre Auxerre et la Loire.

Les *argiles ostréennes* se distinguent par leur couleur assez uniformément grisâtre, par la présence de grandes huîtres et par les plaques de lumachelles qu'elles renferment.

Le *calcaire à spatangues*, ainsi nommé à cause de la grande quantité de fossiles de cette famille qu'il recèle, est ordinairement gris-jaunâtre, mélangé de sable et d'argile et d'une texture grossière passant au compacte; il est employé comme pierre à bâtir et pour faire de la chaux hydraulique. Ses parties supérieures forment souvent des espèces d'amas ou de couches courtes enfouies dans de la marne; les parties inférieures

---

* *Mémoires de la Soc. géol. de France*, IV, 291.
** *Mémoires de la Soc. géol. de France*, IV, 229.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

présentent des couches plus régulières, mais aussi séparées par des lits d'argile.

Les marnes qui accompagnent le calcaire à spatangues reposent sur des *sables* tantôt purs, tantôt *ferrugineux*, qui sont notamment assez développés aux environs *de Vassy*, où ils sont accompagnés de grès ferrugineux et de limonite en géode, en blocaux et en grains que l'on exploite comme minerai de fer, et qui sont séparés du calcaire jurassique par un lit de marnes noirâtres. Voici une liste de quelques-uns des nombreux fossiles qui se trouvent dans ce dépôt * :

*Débris de sauriens.*
— *de poissons.*
— *de crustacés.*
Belemnites baudouini.
Nautilus clementinus.
— pseudo-elegans.
— requienianus.
Ammonites bidichotomus.
— cornuelianus.
— leopoldinus.
— radiatus.
— royerianus.
Crioceras cornuelianus.
Toxoceras annularis.
— cornuelianus.
— emericianus.
Ancyloceras varians.
Hamites royeranus.
Turritella angulata.
— dupiniana.
— lævigata.
Scalaria albensis.
Scalaria caniculata.
Nerinea dupiniana.
— matronensis.
Acteon affinis.
— albensis.
— dupiniana.
— marginata.
— ringens.
— vibrayeana.
Natica bulimoides.
— cornueliana.
— lævigata.
— prælonga.
Neritopsis robineausiana.
Trochus albensis.
— dentigerus.
— marollinus.
— striatulus.
Solarium dupinianum.
— neocomiense.
Turbo acuminatus.
— desvoidyi.

* Cette liste est, comme la précédente, extraite du mémoire de M. Leymerie et de la *Paléontologie* de M. d'Orbigny.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Turbo inconstans.
— marolinus.
— mantellii.
— yonninus.
Phasianella neocomiensis.
Pleurotomaria dupiniana.
— neocomiensis.
— robinaldi.
Rostellaria dupiniana
— robinaldina.
Pterocera dupiniana.
— moreausiana.
— pelagi.
— speciosa.
Fusus infracretaceus.
— ornatus.
— neocomiensis.
Colombellina monodactylus.
Cerithium albense.
— beaudouini.
— clementinum.
— cornuelianum.
— dupinianum.
— gaudryi.
— marollinum.
— nassoides.
— neocomiense.
— phillipsii.
Cerithium terebroides.
Vermetus albensis.
— rouyanus.
Emarginula neocomiensis.
Venus brongniartina.
Cardium impressum.
— peregrinosum.
— subhillanum.
— voltzii.
Isocardia neocomiensis.
Opis neocomiensis.
Astarte beaumontii.
— gigantea.
— substriata.
Crassatella cornueliana.
Venericardia neocomiensis.
— quadrata.
Cyprina rostrata.
Corbis cordiformis.
Trigonia lajoyi.
Arca carinata.
Pinna sulcifera.
Perna mulleti.
Gervillia anceps.
Pecten quinquecostatus.
Spondylus asper.
Exogyra Couloni.
— harpa.
Ostrea leymerii.
Terebratula pectita.
Spatangus retusus.
Nucleolites olfersii.
Discoidea macropiga.
Caloïnopora hexagonalis.

728. Il existe aussi un vaste dépôt de **terrain crétacé** dans le sud-est de l'**Angleterre**; ce dépôt, qui ressemble beaucoup à celui du bassin de Paris, en est séparé par la Manche, tandis que, de l'autre côté, il s'appuie de même sur le terrain jurassique, et que, dans le milieu, il est recouvert par les dépôts tertiaires du bassin de Londres. Les trois

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

étages y sont bien prononcés, surtout dans le comté de Sussex, où tous les systèmes inférieurs se relèvent de manière à former, au midi du massif tertiaire de Londres, un autre massif qui lui est parallèle, mais qui présente une disposition géognostique inverse de celle d'un bassin, attendu que les couches, au lieu de s'enfoncer vers le milieu du massif, se relèvent successivement, de manière que ce milieu est formé par une bande du système le plus inférieur, sur lequel viennent successivement s'appuyer les autres systèmes dans l'ordre de leur superposition de bas en haut.

729. L'**étage supérieur** y présente, comme dans le bassin de Paris, une vaste assise de *craie blanche* qui passe, dans sa partie inférieure, à de la craie marneuse, à de la craie chloritée et à des sables. Ces derniers forment une bande étroite sur la limite occidentale du massif de craie et autour des Wealden de Sussex. Ils sont ordinairement colorés en vert par de la chlorite, d'où on les a appelés *upper greensand*. On les a aussi nommés *système du malm*, du nom que l'on donne, dans le pays, à une variété de macigno qui les accompagne, et que l'on désigne d'autres fois par le nom de *firestone*, parce qu'elle est recherchée pour les constructions qui doivent résister au feu.

730. En appliquant à l'Angleterre la division paléontologique proposée pour la France par M. d'Orbigny, l'**étage moyen** ne s'y composerait également que d'une marne argileuse gris bleuâtre ou gris noirâtre, rude au toucher, passant à l'argile et au sable, que l'on nomme *gault* ou *galt*, et qui ne se montre que sur les bords du massif crétacé.

731. D'après cette manière de voir, l'**étage inférieur**, qui est plus complet en Angleterre qu'en France, s'y diviserait, par la prédominance successive des roches quarzeuses, argileuses et calcareuses, en quatre systèmes que l'on désigne par les noms de *Shanklin sand*, *Weald clay*, *Hastings sand* et *Purbeck limestone*. Le premier représenterait le terrain néocomien et les trois derniers forment le terrain veldien.

732. Le **Shanklin sand**, plus communément nommé *lower*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*greensand*, est ordinairement formé, dans sa partie supérieure, de sables ferrugineux renfermant de la limonite et des silex; sa partie inférieure est principalement composée de sable vert passant à un gris verdâtre et renfermant des rognons de calcaire bleuâtre.

733. Le **Weald clay** est une argile grise ou d'un bleu noirâtre, schistoïde, qui devient sableuse dans sa partie inférieure et renferme quelquefois de petits bancs simples de calcaire lumachelle. Ses principaux fossiles sont les *Cypris tuberculata* et *valdensis*, les *Paludina fluviorum* et *elongata*, les *Unio porrectus; martini, mantellii, cordeformis, compressus, antiquus* et *aduncus;* les *Cyclas membranacea, media, major* et *angulata*. On y trouve aussi des restes d'animaux vertébrés, et il faut ajouter à ces fossiles d'eau douce des huîtres et des moules.

734. Le **Hastings sand** est un sable ordinairement ferrugineux, d'où on l'appelle aussi *iron sand*. Il passe au grès, soit ferrugineux, soit calcarifère, et renferme, en outre, des lits d'argiles grises et rouges, et de marnes, ainsi que des bancs de lumachelle. Le grès est souvent appelé *Tilgate beds*, du nom d'une forêt qui est son principal gîte. Les fossiles de ce système sont à peu près les mêmes que ceux du *Weald clay* Les restes d'animaux vertébrés y sont plus faciles à déterminer, et on y a notamment reconnu les énormes reptiles nommés mégalosaures et iguanodon, ainsi que d'autres débris appartenant aux genres Hylæosaure, Phytosaure, Plésiosaure, Ptérodactyle, Émyde, Trionyx, à des poissons (*Tetragonolepis mastodonteus, Picnodus microdon, Psammodus reticulatus, Pholydophorus ornatus, Lepidotus mantellii, L. fittoni*), et à des végétaux (*Endogenites erosa, Sphœnopteris mantellii, S. gracilis*).

735. Le **Purbeck limestone** est un calcaire qui est quelquefois presque entièrement composé de fragments de coquilles, lesquelles paraissent appartenir, en général, aux mêmes espèces que celles du *Weald clay*. Ce calcaire est employé comme marbre et comme pierre à bâtir : le premier est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

composé d'une pâte de calcaire compacte, qui renferme des coquilles univalves; tandis que la pierre à bâtir est presque entièrement formée de fragments de petites coquilles bivalves. Du reste, le *Purbeck limestone* ne diffère pas sensiblement des bancs de calcaire intercalé dans le *Weald clay* et le *Hastings sand,* notamment de ceux que l'on emploie sous le nom de marbre de Sussex.

736. Le **terrain crétacé** se retrouve dans quelques autres portions de la grande plaine d'Europe avec des caractères plus ou moins analogues à ceux que nous venons de voir ; mais, en **Saxe** et en Bohême, il présente d'assez grandes différences et s'y compose de deux systèmes, l'un calcareux, l'autre quarzeux, qui passent de l'un à l'autre.

Le premier est formé d'un calcaire appelé en Allemagne *plœnerkalk,* qui est ordinairement de couleur blanche, qui a plus de ténacité que la craie et qui passe au calcaire compacte; sa stratification est ordinairement horizontale, mais elle est quelquefois inclinée et irrégulière dans le voisinage des roches primordiales. Ce calcaire est parfois assez pur, mais d'autres fois il est plus ou moins mélangé de silice et d'alumine et passe au grès, ainsi qu'à une roche blanche compacte ou grenue qu'à la vue on prendrait encore pour du calcaire, mais qui ne contient plus de carbonate calcique.

Le système quarzeux, qui a longtemps figuré dans la géognosie allemande, sous le nom industriel de *quadersandstein**, a été nommé *grès de Kœnigstein* par M. de Humboldt. Il est formé d'un grès généralement blanchâtre et assez pur qui de-

* La dénomination de *quadersandstein,* c'est-à-dire *grès propre à faire des carreaux pour les constructions,* est un de ces noms dont l'introduction dans la science a souvent donné beaucoup de confusion, parce que l'on est toujours tenté d'y rapporter toutes les roches qui jouissent de cette propriété. On éviterait beaucoup de causes d'erreur, si la géognosie, la minéralogie et les arts avaient des nomenclatures particulières.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

vient quelquefois un peu argileux; ses grains sont très-fins : en quelques endroits il est friable, et se réduit en sable; dans d'autres lieux il est très-cohérent, et donne d'excellentes pierres de taille. Cette roche est en couches horizontales souvent très-épaisses et traversées par un grand nombre de fissures qui coupent les joints de stratification à angles droits; elle forme, le long des vallées, des escarpements semblables à des murailles, et qui donnent à la contrée un aspect d'autant plus pittoresque que des fentes verticales font quelquefois prendre à la masse de grès l'apparence de colonnes rangées à côté les unes des autres; c'est notamment ce qui a lieu à Adersbach en Bohême, où l'on voit des colonnes de près de 100 mètres de hauteur s'élever, comme par un effet de l'art, au milieu d'une belle prairie. Du reste, quand on examine ces colonnes, on voit qu'elles sont composées de tronçons posés horizontalement, et qui correspondent aux différentes couches qui composent les massifs voisins.

Ce système renferme quelquefois de petits bancs de calcaire, de marne, d'argile, de limonite et de lignite : les fossiles n'y sont pas communs; cependant on a cru y reconnaître l'étage moyen.

737. Le **terrain crétacé des Alpes suisses** diffère encore plus de celui des bassins de Londres et de Paris que celui de Saxe. Il forme des montagnes de plus de 3000 mètres d'altitude, composées de calcaires noirs ou gris avec des veines cristallines, de macignos tenaces, de calschistes et d'autres roches de couleurs ordinairement foncées en couches relevées sous toutes sortes d'angles et fortement contournées ou plissées. M. Studer * y distingue six systèmes successifs, qu'il désigne, en allant de haut en bas, par les noms de *flysch* **, de *grès et calcaire à nummulites*, de *calcaire de*

* *Mémoires de la Soc. géol. de France*, III, 384.

** M. Studer, ayant reconnu qu'une partie des dépôts connus en Suisse sous le nom de *flysch* était inférieure à une assise de calcaire

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Sewen*, de *calcaire à hippurites*, de *couches à inocérames* *, de *calcaire et schistes noirs à spatangues*.

Le **flysch** est formé de couches alternatives de calschiste noir ou gris et de macignos tenaces, presque compactes, ordinairement d'un gris foncé, dont les couches ont une surface un peu ondulée, inégale et enduite de marnes. Ces macignos passent quelquefois à un gompholite, dont les noyaux présentent souvent du calcaire et du schiste; ils offrent aussi des passages à un quarzite noirâtre, mélangé de calcaire, et à un calcaire argileux, compacte, gris foncé. Les fossiles caractéristiques de ce flysch crétacé sont les *Fucoides intricatus*, *æqualis* et *Targionii*.

Le système suivant, qui est principalement composé de macigno et de calcaire, renferme de la houille que l'on exploite aux environs de Thun. Il est caractérisé par une grande quantité de nummulites, surtout de *N. lævigata*. M. Studer y a aussi reconnu la *Melania costellata*, l'*Ostrea flabellula*, la *Plicatula aspera*, ainsi que d'autres coquilles des genres ampullaire, turritelle, cythérée, corbule, peigne, bucarde, etc.

Le *calcaire de Seewen* est très-développé dans les cantons d'Appenzel et de Schwitz, mais il paraît manquer dans les contrées plus occidentales; il est principalement composé d'un calcaire compacte, quelquefois schistoïde, d'un gris tacheté de noir passant parfois au rougeâtre, renfermant des

---

jurassique et appartient probablement à l'étage liasique, a proposé, dans un mémoire postérieur (*Bibl. univ. de Genève*, *mars* 1842), de désigner le flysch crétacé par le nom de *macigno alpin*. Mais il me semble qu'il y a beaucoup moins d'inconvénient à conserver deux flyschs qu'à désigner un système particulier de terrain par le nom de *macigno alpin*, puisque le macigno, considéré minéralogiquement, se représente dans un grand nombre des systèmes qui composent les Alpes.

* Ce système était désigné, dans le premier mémoire, sous le nom de *grès vert*; il n'est rappelé, dans le second, que sous celui de *couches à inocérames*, qui me paraît préférable.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

feuillets ondulés de calschiste, et dépourvu de débris organiques.

Le *calcaire à hippurites* en renferme, au contraire, beaucoup, mais qui sont, en général, fort altérés. M. Studer y a reconnu l'*Hippurites blumenbachii*, l'*Ostrea carinata*, la *Caprotina ammonia* et une grande coquille voisine des tornatelles. Ce calcaire est d'un gris brunâtre ; sa cassure est écailleuse, et il forme d'immenses rochers creusés par des cavités dans lesquelles les eaux s'engouffrent.

Le *système à inocérames* est formé d'un macigno tenace à grain très-fin, vert-noirâtre à l'intérieur, brun-rougeâtre à l'extérieur, et caractérisé par la présence d'une grande quantité de fossiles, où l'on distingue, entre autres, les *Inoceramus concentricus* et *sulcatus*), l'*Ammonites subcristatus*, la *Turrilites bergeri*, les *Trochus bergeri* et *cirroides*, le *Cassis avellana*, le *Micraster minimus*.

Enfin le système le plus inférieur est formé d'un calcaire noir ou gris foncé, en couches peu épaisses, passant au calschiste et au macigno schistoïde. On y trouve beaucoup de fossiles, notamment le *Spatangus retusus* (*Holaster complanatus* d'Agassiz), qui est le plus généralement répandu. On y cite aussi les *Exogyra aquila*, *cornuarietis* et *auricularis*, *l'Ostrea carinata*, etc.

On est d'accord pour rapporter ce dernier système au terrain néocomien, mais les opinions ne sont pas aussi bien arrêtées sur ceux qui précèdent ; car plusieurs géologues, assimilant les fucoïdes du système supérieur à ceux du gault, croient que l'étage supérieur tout entier manque en Suisse, tandis que d'autres voient dans ce système un des termes les plus élevés de la série crétacée.

738. Le **terrain crétacé des Apennins** de la Toscane et de la Ligurie a de la ressemblance avec celui des Alpes, mais le *macigno* y est encore plus développé qu'en Suisse. Cette roche y est ordinairement assez tenace pour donner d'excellentes pierres de taille : telles sont celles des belles carrières *de Fiésole*, près de Florence ; sa couleur est souvent bi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

garrée de gris jaunâtre, de gris verdâtre et de gris bleuâtre; elle est presque toujours mélangée de mica, et passe au calschiste, au calcaire, au schiste, au psammite, au jaspe, au stéaschiste, etc. On trouve quelquefois, dans la partie supérieure, de petits dépôts de lignite. Le calcaire, qui est connu dans le pays sous le nom d'*alberèse,* se trouve, au contraire, dans la partie inférieure. Il est tantôt compacte, tantôt schistoïde, tantôt celluleux, saccharoïde, bréchiforme ou poudingiforme, et passe à la dolomie. Les assises supérieures de ces calcaires sont subordonnées au macigno, mais les assises inférieures paraissent appartenir au terrain jurassique, qui, dans ces contrées, se distingue difficilement du terrain crétacé. Il paraît que c'est principalement au terrain jurassique qu'appartiennent les variétés celluleuses et saccharoïdes. Toutefois, ces variétés de calcaire, ainsi que la dolomie, les stéaschistes et les jaspes, se trouvent de préférence dans le voisinage des filons d'ophiolites et de granitone qui traversent souvent ces dépôts.

Le macigno et les roches qui lui sont subordonnées renferment peu de fossiles, et ceux qui s'y trouvent sont mal conservés. On y a cependant rencontré les *fucoïdes targionii* et *intricatus,* des térébratules, des huîtres, des peignes, des tellines, des corbules, des avicules, des caryophyllies, des nummulites, etc.

### 2e *Groupe.* — TERRAIN JURASSIQUE *.

739. **Caractères généraux.** — Nous avons déjà dit (616)

---

* Ce groupe correspond à l'*oolitic system* de la géognosie anglaise, mais j'ai préféré l'épithète de *jurassique* proposée par M. Brongniart, et qui tire son origine de ce que ce groupe joue un rôle important dans la composition du Jura. Du reste, mon terrain jurassique, tel qu'il va être décrit, est plus étendu que celui de M. Brongniart, attendu qu'il comprend les deux petits groupes *épioolitique* et *lias* de ce savant. Il dif-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que le terrain jurassique correspond, sous le rapport paléontologique au système moyen du groupe des grands sauriens, mais nous ne pouvons pas indiquer de caractères minéralogiques distinctifs, car nous n'oserions donner comme tel la circonstance que l'on n'y a pas encore trouvé de craie. Du reste, on remarque dans le terrain jurassique, comme dans la plupart des autres terrains neptuniens, cette propriété que celui qui existe dans les contrées basses présente ordinairement une stratification horizontale, des calcaires grenus, des argiles délayables et des sables meubles, tandis que celui des montagnes offre plus communément des couches inclinées ou contournées, des calcaires compactes ou saccharoïdes, des schistes cohérents, des quarzites ou des macignos tenaces.

740. **Division en étages.** — On divise assez ordinairement le terrain jurassique en quatre *étages* que nous désignons par les épithètes de *portlandien*, d'*oxfordien*, de *bathonien* et de *liasique* *.

741. Le **terrain jurassique de l'Angleterre** étant le premier qui ait été décrit avec soin, et ses différents systèmes

---

fère aussi de ce que j'entendais par *terrain jurassique* avant 1841, parce que j'avais continué à considérer le lias comme un groupe de même rang, tout en convenant que ce groupe n'avait pas plus de valeur que certaines subdivisions du terrain jurassique; depuis lors, j'ai cru devoir me réunir à l'usage le plus général qui ne voit, dans le lias, qu'une subdivision du terrain jurassique.

* Depuis que je range le lias dans le terrain jurassique, je ne puis plus continuer à désigner les deux premiers étages de mon ancien terrain jurassique par les épithètes d'*inférieur* et de *moyen;* je me suis, en conséquence, servi, pour ce dernier et pour l'étage supérieur, des épithètes d'*oxfordien* et de *portlandien* qui étaient déjà en usage; mais, comme les noms de *great oolite* et d'*inferior oolite* ne pouvaient pas s'associer avec mon système de nomenclature, je me suis permis d'employer l'épithète de *bathonien*, qui me semble d'autant plus admissible que la grande oolite est souvent nommée *oolite de Bath*, du nom de la belle ville de Bath ou *Bathonia* qui est bâtie avec cette roche.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ayant été assez généralement pris pour point de comparaison avec ceux des autres contrées, nous allons en donner une idée sommaire. Ce dépôt forme une bande dirigée du nord au sud qui s'élève de dessous le bassin crétacé dont il a été question ci-dessus, et qui s'appuie sur les terrains plus anciens qui règnent à l'ouest. Les quatre étages s'y trouvent très-bien prononcés et divisent la bande principale en quatre autres bandes à peu près parallèles, mais plus ou moins interrompues.

742. L'**étage portlandien** y est composé de calcaire oolitique ou grenu, propre à faire de bonnes pierres à bâtir, de sable, d'une marne argileuse caractérisée par la présence de l'*Ostrea deltoidea* et de l'*Exogyra virgula*, et d'une seconde assise sableuse; d'où résultent quatre systèmes qui ont été respectivement nommés *Portland stone*, *Portland sand*, *Kimmeridge clay* et *Weymouth beds*.

743. L'**étage oxfordien** présente, dans sa partie supérieure, des assises calcaires d'une texture fort irrégulière, quelquefois oolitique, on les appelle alors *Oxford oolite*; souvent fragmentaire et renfermant une immense quantité de polypiers, d'où on les nomme *coral rag*. Ce dernier système est séparé, par des sables et des grès calcarifères (*calcareous grit*), d'une assise de marne argileuse connue sous la dénomination d'*Oxford clay* et caractérisé par la présence de la *Gryphæa dilatata*. Cette marne alterne, dans sa partie inférieure, avec du calcaire argileux que l'on désigne par le nom de *kelloway rock*.

744. L'**étage bathonien** présente, dans sa partie supérieure, le *cornbrash*, petit système de calcaire ordinairement schistoïde, qui se lie avec le *forest marble*, autre système calcaire souvent schistoïde qui doit son nom à un marbre très-coquillier que l'on en retire. Vient ensuite le *Bradford clay*, petit système argileux qui renferme beaucoup d'*Apiocrinus rotundus* et qui est suivi par l'*oolite de Bath*, nommée plus souvent *great oolite*, parce que c'est dans cette assise que l'on trouve les bancs d'oolite les plus puissants. Le *fullers earth*, système argileux que l'on emploie comme terre à foulon, sépare l'oolite de Bath de l'*inferior oolite*, autre système oolitique dont les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

couches les plus inférieures sont ordinairement ferrugineuses. Il existe aussi dans cet étage un petit système de calcaire oolitique schistoïde que l'on exploite à Stonesfield pour faire des plaques destinées à couvrir les toits, d'où on l'appelle *Stonesfield slate*, et que l'on croit être une dépendance de l'oolite de Bath. Ce système est célèbre dans les fastes de la science parce que l'on y a trouvé un os d'oiseau et des mâchoires de didelphes qui sont les seuls débris de mammifères qui proviennent d'une manière bien positive des terrains secondaires.

Dans l'Yorkshire, c'est-à-dire dans le nord de la bande jurassique, les systèmes du Bradford clay et du fullers earth sont remplacés par des grès et des schistes passant au macigno et au calschiste et renfermant de petits lits de charbon.

745. L'**étage liasique** est extrêmement remarquable par l'abondance et la conservation de ses fossiles ; c'est le dépôt le plus riche en débris de grands sauriens, et il est surtout caractérisé par la présence de la *Gryphœa arcuata* ou *incurva*, coquille qui est pour les géologues un des points de repère les plus caractéristiques. Cet étage est, ainsi que ceux qui le surmontent, composé d'assises argileuses, calcareuses et sableuses, mais son principal caractère minéralogique lui est donné par des marnes ordinairement grisâtres et noirâtres, quelquefois jaunâtres ou même blanchâtres, qui renferment souvent des rognons ou des bancs de calcaire tantôt bleuâtre, tantôt blanchâtre, et fréquemment argileux.

Dans l'Yorkshire, l'étage liasique est divisé en trois systèmes distincts. Le supérieur, ou *upper lias shale* forme une vaste assise de marnes schistoïdes voisines de l'ampélite, que l'on exploite pour faire de l'alun, et qui sont traversées par un lit de rognons de calcaire argileux. Le système moyen est caractérisé par un macigno, nommé *marlstone*, quelquefois ferrugineux et alternant avec des marnes sableuses. Le système inférieur ou *lower lias shale* est composé d'une seconde assise de marnes ou d'argilites plus cohérentes et moins schistoïdes que celles du système supérieur.

Dans le Midi, notamment aux environs de Bath, ces marnes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

supérieures, ayant une faible épaisseur, ont été longtemps, ainsi que le marlstone, confondues avec l'*inferior oolite*, et l'on n'y considérait comme lias que le système inférieur, lequel s'y trouve, au contraire, beaucoup plus développé que dans l'Yorkshire, et présente un grand nombre de bancs calcaires intercalés dans les marnes.

746. Voici une liste des principaux fossiles observés dans le terrain jurassique de l'Angleterre.

### *Étage portlandien.*

*Sauriens.*
Psammodus reticulatus.
Pycnodus microdon.
Hybodus acutus.
Chimæra eggertoni.
— townsendii.
Asteracanthus ornatissimus.
*Autres poissons.*
*Ecrevisses.*
Aptychus latus.
Belemnites fusiformis.
Ammonites auritus.
— biplex.
— brodiæi.
— catillus.
— giganteus.
— lamberti.
— mutabilis
— rothomagensis.
Melania headdingtonensis.
Turritella excavata.
Littorina muricata.
Nerinea goodhalli.
Natica elegans.
Nerita angulata.
— sinuosa.
Buccinum angulatum.
— naticoide.
Terebra portlandica
Trochus sedgewickii.
Pholadomia deltoidea.
Cytherea rugosa.
— parva.
Lucina portlandica.
Panopæa depressa.
— gibbosa.
Cardium dissimile.
Astarte cuneata.
Trigonia clavellata.
— costata.
— gibbosa.
— incurva.
— nodulosa.
— pullus.
Arca rotundata.
Modiola bipartita.
Perna quadrata.
Gervillia aviculoides.
Plagiostoma obliquatum.
— rigidum.
Pecten armatus.
— annulatus.
— lamellosus.
— orbicularis.
— vimineus.
Gryphæa bullata.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Gryphæa dilatata.
Exogyra nana.
— virgula.
Ostrea deltoidea.
— distorta.
— expansa.
— falcata.
— gregaria.
— lævigata.
— læviuscula.
— solitaria.
— undulata.
Terebratula inconstans.
— tetraedra.
Serpula tetragona.
— tricarinata.
— triserrata.
— variabilis.
Clypeus cunicularis.
Cidaris crenulatus.
— schmiedelii.
— scutiger.
Echinus arenosus.
Astrea tisburiensis.
Bucklandia depressa.

## *Étage oxfordien.*

*Ichthyosaures*.
*Plésiosaures*.
*Poissons*.
Astacus rostratus.
Belemnites gracilis.
— sulcatus.
— fusiformis.
Aptychus antiquatus.
— lævis latus.
— politus.
Nautilus hexagonus.
Ammonites annulatus.
— armatus.
— athleta.
— backeriæ.
— bifrons.
— calloviensis.
— duncani.
— excavatus.
— flexicostatus.
— funiferus.
— gemmatus.
— giganteus.
— gowerianus.
Ammonites gulielmi.
— instabilis.
— inflatus.
— kœnigii.
— lamberti.
— latina.
— lenticularis.
— oculatus.
— perarmatus.
— plicatilis.
— plicomphalus.
— solaris.
— sublævis.
— sutherlandiæ.
— triplicatus.
— vernoni.
— vertebralis.
— willamsoni.
Bulla elongata.
Melania headingtonensis.
— striata.
Turritella cingenda.
— muricata.
Acteon retusus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Natica arguta.
— cincta.
— nodulata.
Trochus bicarinatus.
— granulatus.
— guttatus.
— reticulatus.
— tiara.
— tornatilis.
Turbo funiculatus.
— muricatus.
— sulcostomus.
Cirrus cingulatus.
— depressus.
Rostellaria bispinosa.
— composita.
— trifida.
Murex haccanensis.
Terebra melanoides.
— granulata.
Vermetus compressus.
Patella latissima.
Pholas recondita.
Pholadomya ambigua.
— deltoidea.
— murchisoni.
— obsoleta.
— ovalis.
— simplex.
Mya depressa.
— litterata.
Amphidesma reuroa.
Sanguinolaria undulata.
Psammobia lævigata.
Tellina ampliata.
Corbula curtansata.
Cardium dissimile.
— lobatum.
Isocardia rhomboidalis.
— tumida.
Astarte aliena.
— carinata.
— elegans.
— extensa.
— lurida.
— ovata.
Cardita similis.
Hippopodium ponderosum
Lucina crassa.
— lyrata.
Corbis lævis.
— ovalis.
Trigonia costata.
— clavellata.
Nucula elliptica.
— nuda.
Arca æmula.
— quadrisulcata.
Cucullæa concinna.
— contracta.
— elongata.
— oblongata.
— pectinata.
— triangularis.
Mytilus pectinatus.
Modiola bipartita.
— cuneata.
— imbricata.
— pulchra.
— ungulata.
Pinna lanceolata.
— mitis.
Crenatula ventricosa.
Perna quadrata.
Gervillia aviculoides.
Avicula braamburiensis.
— elegantissima.
— expansa.
— ovalis.
— tonsipluma.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Lima proboscidea.
— rudis.
Plagiostoma cardiiforme.
— duplicatum.
— lævisculum.
— rigidum.
— rusticum.
Pecten abjectus.
— armatus.
— cancellatus.
— demissus.
— fibrosus.
— inæquicostatus.
— lens.
— similis.
— vagans.
— viminalis.
Gryphæa bullata.
— chamæformis.
— dilatata.
— inhærens.
Astrea archetypa.
— deltoidea.
— duriuscula.
— gregaria.
— inæqualis.
— marshii.
— palmetta.
— solitaria.
— undosa.
Terebratula globata.
— impressa.
— inconstans.
— intermedia.
— obsoleta.
— ornithocephala.
— ovata.
Terebratula socialis.
Orbicula radiata.
Serpula intestinalis.
— lacerata.
— runcinata.
— squamosa.
— sulcata.
— tricarinata.
Spatangus ovalis.
Galerites depressus.
Clypeus clunicularis.
— dimidiatus.
— emarginatus.
— semisulcatus.
— sinuatus.
Clypeaster pentagonalis.
Cidaris coronata.
— florigemma.
— intermedia.
— monilipora.
— vagans.
Echinus germinans.
Pentacrinus caput medusæ.
— vulgaris.
Apiocrinus rotundus.
Astrea arachnoides.
— favosioides.
— inæqualis.
— micastron.
— tubulifera.
Meandrina tenella.
Turbinolia dispar.
Caryophyllia cespitosa.
— cylindrica.
— flexuosa.
Spongia floriceps.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## *Étage bathonien.*

Phascolotherium bucklandi.
Thylacotherium prevostii.
*Oiseaux.*
*Tortues.*
*Ichthyosaures.*
Pterodactylus bucklandi.
*Crocodiles.*
Tetragonolepis bouei.
— leachi.
— magnevilli.
— traillii.
*Autres poissons.*
Astacus rostratus.
*Coléoptères.*
Aptychus elasma.
Belemnites abreviatus.
— apliciconus.
— compressus.
— fusiformis.
— sulcatus.
Nautilus lineatus.
— obesus.
— sinuatus.
Ammonites annulatus.
— banksii.
— beckii.
— blagdeni.
— brackenridgii.
— brocchii.
— brownii.
— concavus.
— contractus.
— corrugatus.
— depressus.
— discus.
— elegans.
— falcifer.
— herveyi.
Ammonites humphresianus.
— jugosus.
— læviusculus.
— modiolaris.
— murchisoni.
— solaris.
— sowerbii.
— stokesii.
— strangwaysii.
— striatulus.
— sublævis.
— terebratus.
— triplicatus.
— Walcotii.
Auricula sedgwickii.
Helicina polita.
Melania headingtonensis.
— lineata.
— striata.
— vittata.
Turritella cingenda.
— muricata.
— quadrivittata.
Rissoa acuta.
— duplicata.
— lævis.
— obliquata.
Actæon acutus.
— cuspidatus.
— glaber.
— humeralis.
Natica abducta.
— tumidula.
Nerita costata.
— lævigata.
— minuta.
Trochus abbreviatus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Trochus anglicus.
— angulatus.
— arenosus.
— bicertus.
— dimidiatus.
— duplicatus.
— elongatus.
— fasciatus.
— granulatus.
— monilitectus.
— prominens.
— punctatus.
— pyramidatus.
— tiara.
Solarium calix.
Turbo lævigatus.
— muricatus.
— obtusus.
— ornatus.
— unicarinatus.
Phasianella cincta.
Pleurotomaria ornata.
Rostellaria composita.
Buccinum unilineatum.
Terebra granulata.
— vetusta.
Vermetus compressus.
Pileolus plicatus.
Emarginula scalaris.
Patella ancyloides.
— nana.
— rugosa.
Cirrus carinatus.
— cingulatus.
— depressus.
— leachii.
— nodosus.
Panopæa gibbosa.
Pholadomya acuticostata.
— ambigua.
Pholadomya æqualis.
— deltoidea.
— fidicula.
— murchisoni.
— nana.
— obliquata.
— obtusa.
— ovalis.
— producta
— simplex.
Mya angulifera.
— æquata.
— caliciformis.
— dilatata.
— litterata.
— scripta.
Gastrochæna tortuosa.
Sanguinolaria undulata.
Amphidesma decurtatum
— securiformis.
Corbula depressa.
— despecta.
Lucina despecta.
Psammobia lævigata.
Pullastra recondita.
— oblita.
Cytherea dolabra.
Venus varicosa.
Lutraria gibbosa.
Cardium acutangulum.
— cognatum.
— crinoideum.
— gibberulum.
— incertum.
— semiglabrum.
— striatulum.
Myoconcha crassa
Astarte cuneata.
— elegans.
— excavata.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Astarte lurida.
— minima.
— orbicularis.
— pumila.
— trigonalis.
Cardita lunulata.
— similis.
— striata.
Isocardia angulata.
— concentrica.
— minima.
— rostrata.
Unio abductus.
— concinnus.
— crassiusculus.
— listeri.
— peregrinus.
Trigonia angulata.
— clavellata.
— conjungens.
— costata.
— duplicata.
— imbricata.
— pullus.
— striata.
Cucullæa cancellata.
— cylindrica.
— elongata.
— imperialis.
— minuta.
— oblonga.
— reticulata.
— rudis.
Arca pulchra.
Pectunculus minimus.
— oblongus.
Nucula axiniformis.
— lachryma.
— mucronata.
— pectinata.
Nucula variabilis.
Mytilus cuneatus.
— sublævis.
Modiola aspera.
— cuneata.
— gibbosa.
— hillana.
— imbricata.
— plicata.
— ungulata.
Pinna cuneata.
— lanceolata.
— mitis.
Perna quadrata.
Gervillia acuta.
— aviculoides.
— lata.
Avicula braamburiensis.
— costata.
— echinata.
— expansa.
— inæquivalvis.
Lima gibbosa.
— proboscidea.
— rudis.
Plagiostoma cardiiforme.
— giganteum.
— obliquatum.
— obscurum.
— punctatum.
— rigidum.
— rigidulum.
Pecten abjectus.
— æquivalvis.
— barbatus.
— caminatus.
— demissus.
— fibrosus.
— lens.
— obscurus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Pecten rigidus.
— virguliferus.
Chama crassa.
Gryphæa chamæformis.
— dilatata.
— minuta.
Ostrea acuminata.
— gregaria.
— marshii.
— meadii.
— obscura.
— rugosa.
— solitaria.
— sulcifera.
Terebratula acuta.
— bidens.
— bullata.
— coarctata.
— concinna.
— crumena.
— digona.
— emarginata.
— flabellula.
— furcata.
— globata.
— hemisphærica.
— intermedia.
— maxillata.
— media.
— obovata.
— obsoleta.
— ornithocephala.
— ovata.
— ovoides.
— perovalis.
— plicatella.
— punctata.
— resupinata.
— reticulata.
— sphæroidalis.
Terebratula spinosa.
— trilineata.
Orbicula granulata.
Lingula beanii.
Serpula deplexa.
— intestinalis.
— lacerata.
— triangulata.
Vermicularia compressa.
— nodusa.
Galerites depressus.
Clypeus clunicularis.
— sinuatus.
— orbicularis.
Clypeaster pentagonalis.
Cidaris vagans.
Echinus germinans.
Ophiura milleri.
Pentacrinus caput medusæ.
— subangularis.
— vulgaris.
Apiocrinus prattii.
— subconicus.
Cellaria smithii.
Terebellaria ramosissima.
Berenicea diluviana.
Aluta dichotoma.
Idomenea triquetra.
Theonoa chlorotata.
Crysaora damæformis.
Eunomia radiata.
Spiropora cespitosa.
Astrea favosioides.
Cyathophyllum decipiens.
Cyclolites elliptica.
Fungia orbulites.
Caryophyllia cespitosa.
— convexa.
Cellepora orbiculata.
— echinata.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Millepora straminea.
Spongia clavaroides.
Tragos pisiforme.
Fucoides furcatus.
Equisetum columnare.
— laterale.
Pachypteris lanceolata.
— ovata.
Sphænopteris digitata.
— hymenophylloides.
— latifolia.
— longifolia.
— microphylla.
— muscoides.
— stipata.
Nevropteris lævigata.
— lobifolia.
Tænopteris latifolia.
— vittata.
Pecopteris crenifolia.
— crenulata.
— curtata.
— denticulata.
— hastata.
— ligata.
— paucifolia.
— phillipsii.
— polypodioides.
— recentior.
— whitbiensis.
Pecopteris willamsoni.
Lycopodites uncifolius.
Scolopendrium cespitosum.
— solitarium.
Cycadites comptus.
— gramineus.
— lanceolatus.
— latifolius.
— pectinoides.
— sulcicaulis.
— tenuicaulis.
Pterophyllum acutum.
— elegans.
— feneonis.
— goldiæi.
— læve.
— longifolium.
— mantelli.
— patens.
— pectinatum.
— pennæforme.
— willamsoni.
— youngii.
Taxites podocarpoides.
Thuites acutifolia.
— cupressiformis.
— divaricata.
— expansa.
Bucklandia squamosa.
Phyllites nervulus.

## *Étage liasique.*

*Tortues.*
Ichthyosaurus communis.
— coniformis.
— intermedius.
— platyodon.
— tenuirostris.
Plesiosaurus dolicheirus.
— macrocephalus.
*Crocodiles.*
Pterodactylus macronyx.
Dapedium politum.
Tetragonolepis trailbi.
*Autres poissons.*
Astacus.
Palinurus.
*Autres crustacés.*



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*Sèches*

Belemnites acuarius.
— aduncatus.
— apicicurvatus.
— compressus.
— elongatus.
— hastatus.
— longissimus.
— tubularis.
Nautilus annularis.
— astacoides.
— intermedius.
— truncatus.
Ammonites angulatus.
— anguliferus.
— annulatus.
— arcigerens.
— arcuatus.
— balteatus.
— bechii.
— biplex.
— birchii.
— boulbiensis.
— brevispina.
— brookii.
— bucklandi.
— clevelandicus.
— communis.
— concavus.
— conybeari.
— crassus.
— davæi.
— elegans.
— erugatus.
— exaratus.
— fibulatus.
— gagateus.
— geometricus.
— giganteus.
— greenoughii.
Ammonites fimbriatus.
— hawskerensis.
— henleii.
— heterogeneus.
— heterophyllus.
— jamesoni.
— johnstonii.
— kœnigii.
— lævigatus.
— laticostatus.
— lythensis.
— maculatus.
— murchisoni.
— mulgravius.
— multicostatus.
— nitidus.
— obliquatus.
— obtusus.
— ovatus.
— parkinsoni.
— planicostatus.
— planorbis.
— rotiformis.
— sigmifer.
— septangularis.
— smithii.
— stellaris.
— striatulus.
— subarcuatus.
— subarmatus.
— subcarinatus.
— sutherlandiæ.
— tenuicostatus.
— vittatus.
— walcottii.
Helicina compressa.
— expansa.
— solarioides.
Melania striata.
Trochus anglicus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Trochus imbricatus.
Turbo undulatus.
Patella lævis.
Dentalium cylindricum.
— giganteum.
Pholadomya obliquata.
Mya litterata.
Amphidesma donaciforme.
— rotundatum.
Sanguinolaria elegans.
Corbula cardioides.
Cardium truncatum.
— multicostatum.
Astarte cordiformis.
— minima.
Hippopodium ponderosum.
Corbis uniformis.
Nucula ovum.
Unio abductus.
— concinnus.
— crassissimus.
— crassiusculus.
— listeri.
Trigonia litterata.
Modiola depressa.
— hillana.
— lævis.
— minima.
— scalprum.
Pinna folium.
Crenatula ventricosa.
Inoceramus dubius.
Avicula cycnipes.
— echinata.
— inæquivalvis.
— lanceolata.
Lima antiquata.
Plagiostoma concentricum.
— duplicatum.
— giganteum.
Plagiostoma hermanni.
— pectinoides.
— punctatum.
— rusticum.
Pecten æquivalvis.
— barbatus.
— lens.
— sublævis.
Plicatula spinosa.
Gryphæa arcuata.
— depressa.
— gigantea.
— macculochii.
— obliquata.
Orbicula reflexa.
Terebratula acuta.
— bidens.
— crumena.
— obsoleta.
— orbicularis.
— ornithocephala.
— punctata.
— resupinata.
— serrata.
— tetraedra.
— trilineata.
— triplicata.
— tritetraedra.
Spirifer walcottii.
Serpula capitata.
Ophiura milleri.
Pentacrinus basaltiformis.
— briareus.
— caput medusæ.
— subangularis.
— tuberculatus.
— vulgaris.
Zamites beckii.
— bucklandi.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

747. Le **terrain jurassique** forme aussi, le long **du bassin de Paris**, une espèce de demi-ceinture, plus ou moins développée, qui sépare le terrain crétacé des terrains plus anciens, mais d'où il se détache cependant vers le sud une nouvelle ceinture qui entoure en grande partie le plateau central de la France, et une longue bande qui forme la chaîne du Jura et du Rauhe Alp.

La ceinture jurassique du bassin de Paris ressemble beaucoup à la bande d'Angleterre dont nous venons de donner une idée, et nous nous bornerons, en conséquence, à parler ici de l'**étage liasique de l'Auxois**, qui présente un système très-différent de ceux que nous venons de voir. Cette contrée se trouve à la partie de la ceinture où le terrain granitique du Morvan vient en quelque manière interrompre la continuation de tous les dépôts ordinairement intermédiaires entre ce groupe et le terrain jurassique, de sorte que ce dernier y repose souvent sur le granite. Les dépôts que nous croyons pouvoir y rapporter à l'étage liasique forment quatre systèmes que M. de Bonnard a désignés* par les noms de *marnes brunes*, de *calcaire à gryphites*, de *marnes avec lumachelles* et d'*arkoses*.

748. Le premier de ces systèmes est principalement composé de *marnes* argileuses, *brunes* ou d'un gris bleuâtre, quelquefois noirâtres ou violâtres, à texture schistoïde, souvent micacées et bitumineuses, renfermant des bancs et des rognons de calcaire ordinairement argileux, passant à la lumachelle et de couleur grise ou de teintes plus foncées. Ce système renferme beaucoup de fossiles, surtout des *bélemnites*. M. de Bonnard y a aussi trouvé des ammonites, des troques, le *Pecten inæquivalvis*, le *Plagiostoma semilunare*, la *Gryphæa cymbium*, des huîtres, des modioles, des térébratules, etc. **

---

* *Annales des mines*, 1825, tome X

** On considère ordinairement ce système comme une dépendance de l'oolite plutôt que du lias ; mais ses fossiles, sa position et sa nature me semblent devoir le faire ranger dans le lias : du reste, M. de Bonnard nous fait connaître qu'il se lie intimement avec le système qui le recouvre et celui qui est au-dessous.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

749. Le système suivant est formé de *calcaire* et de marnes caractérisées par l'abondance des *Gryphæa arcuata*. Le calcaire est ordinairement bleu-noirâtre ou gris-blanchâtre marbré : le premier, que l'on appelle *pierre bise* ou *pierre bleue*, est le plus cohérent et le plus rempli de fossiles; le second, que l'on appelle *pierre blanche*, est moins cohérent et paraît de nature plus argileuse. Dans quelques lieux il passe à un calcaire un peu lamellaire, pénétré d'une grande quantité d'oxyde de fer et que l'on appelle *pierre rouge*. Il renferme assez fréquemment des veines et des rognons de barytine, ainsi que des grains de galène et des filons d'une argile mélangée de minerai de fer avec des noyaux de barytine et d'apatite.

Les fossiles sont très-abondants dans ce système, et, outre la *Gryphæa arcuata*, M. de Bonnard y a observé beaucoup de bélemnites, l'*Ammonites Bucklandi*, des troques, le *Pecten lens* et d'autres peignes, la *Mya intermedia*, l'*Unio hybrida*, du bois passé à l'état de lignite fibreux, des empreintes de fucoïdes.

750. Le calcaire à gryphites se lie avec un massif principalement composé de *marnes* grisâtres et noirâtres plus ou moins argileuses, *et* d'un calcaire *lumachelle* de même couleur, ordinairement argileux, qui se trouve quelquefois, surtout dans les assises supérieures, en rognons dans les marnes, et qui, d'autres fois, surtout dans les assises inférieures, forme des couches réglées qui passent au macigno et même à l'arkose; car le feldspath entre quelquefois dans la composition de ce macigno, lequel forme non-seulement des couches, mais se trouve aussi en fragments dans la lumachelle. On voit encore dans cette dernière, de même que dans le macigno, de petits noyaux de calcaire argileux jaunâtre ; les roches de ce système renferment également des veines de barytine, des grains de galène, et on trouve dans les marnes des rognons, des amas et quelquefois de petits bancs de gypse.

Quoique ce système soit ordinairement séparé du granite par le système dont nous allons parler, il le touche quelquefois immédiatement, et M. de Bonnard a observé à Toutry de la lumachelle qui adhérait fortement au granite.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les fossiles sont extrêmement abondants dans ce système. M. de Bonnard y a, entre autres, reconnu le *Plagiostoma læviusculum*, l'*Unio hybrida*, ainsi qu'une grande quantité d'huîtres, de peignes, de térébratules, dont les espèces sont indéterminables.

751. Le système inférieur est principalement composé d'*arkose*, de psammite et de macigno, roches qui alternent l'une avec l'autre, et qui passent de l'une à l'autre par la disparition du feldspath qui transforme l'arkose en psammite, et par l'accession du calcaire qui transforme le psammite en macigno. Du reste, ces deux dernières roches forment ordinairement la partie supérieure, et établissent, comme nous l'avons déjà dit, le passage au système précédent. L'arkose forme, au contraire, la partie inférieure; elle a souvent la texture granitoïde, d'autres fois grésiforme et presque compacte : elle touche quelquefois immédiatement le granite, ainsi que le psammite et le macigno; mais le plus souvent elle en est séparée par un dépôt meuble arénacé, que l'on nomme *arène* dans le pays, et qui est un granite sans cohérence, lequel se trouve quelquefois en filons dans le granite cohérent, et d'autres fois forme des lits entre les couches d'arkose. Du reste, cette roche ne diffère souvent de l'arkose que par son état arénacé.

Ce système renferme aussi de la barytine, de la fluorine, de la galène et de l'oligiste. Ces substances forment quelquefois des veines et des noyaux, mais le plus souvent elles se trouvent disséminées en lames cristallines ou en grains dans l'intérieur de l'arkose, et y sont si abondantes qu'elles y forment parfois, surtout la barytine, un des éléments constitutifs de la roche. Mais ce qu'il y a de plus remarquable pour un terrain aussi cristallin, c'est la présence de beaucoup de coquilles, tant dans l'arkose que dans le psammite et le macigno. M. de Bonnard a reconnu parmi ces coquilles le *Plagiostoma pectinoides*, le *P. punctatum*, la *Gryphæa arcuata*, l'*Unio hybrida*, des ammonites, des trigonies, des stellérides, des polypiers cylindroïdes, et d'autres fossiles indéterminables.

752. Comme le **terrain jurassique** doit sa dénomina-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tion à son abondance **dans le Jura** (87), il convient que nous en disions aussi quelques mots.

Le massif jurassique du Jura se rattache, du côté du nord-ouest, à celui de la Bourgogne ; du côté du nord-est, à celui du Rauhe Alb ; et, du côté du sud-est, à celui des Alpes pennines : il s'appuie, au nord, sur le massif primordial des Vosges; et il est bordé, dans le reste de son étendue, par les massifs tertiaires des plaines de la Bresse, de l'Alsace et de la Suisse.

Le Jura est une des chaînes où l'on voit les exemples les plus fréquents et les mieux prononcés de la stratification arquée (603). Il y a cependant un grand nombre de chaînons où les couches supérieures sont séparées vers le sommet de la montagne, et où la voûte n'est formée que par des couches inférieures ; il arrive souvent alors que les couches supérieures forment, aux deux côtés de cette voûte, des escarpements, que l'on appelle *crets*, et qui sont séparés de la voûte par des espèces de vallons élevés, que l'on appelle *combes*. Quelquefois les couches sont renversées, c'est-à-dire que leur superposition se présente, d'un côté de la montagne, dans un sens contraire à celui de l'autre côté ; mais ce phénomène ne se remarque que dans les lieux où l'inclinaison est extrêmement forte.

Le Jura se compose principalement de terrain jurassique ; cependant le terrain triasique forme quelquefois les assises inférieures, le terrain crétacé s'élève sur quelques-unes de ses croupes, les terrains tertiaires s'étendent dans quelques vallées, et l'on y rencontre parfois des blocs erratiques, à une hauteur considérable. La composition du Jura est cependant assez simple, et le calcaire, surtout le calcaire compacte blanc, y domine ; les roches argileuses et quarzeuses y sont plus rares qu'en Angleterre ; les fossiles y sont moins abondants, et ceux qui s'y trouvent sont moins bien conservés. Ces diverses circonstances, jointes aux irrégularités de la stratification, sont cause que la distinction des systèmes et leur rapprochement avec ceux des autres contrées plus classiques sont très-difficiles à faire d'une manière positive : aussi ne possède-t-on pas encore de description géognostique complète du Jura ;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mais M. Thurmann a fait connaître * la coupe de Porentrui à Bienne, et nous allons donner une idée de ce travail.

L'auteur distribue les dépôts de cette coupe, que nous considérons comme appartenant au terrain jurassique, en cinq groupes qu'il désigne par les épithètes de *portlandien*, *corallien*, *oxfordien*, *oolitique* et *liasique*, qu'il subdivise en dix-huit divisions, de la manière suivante :

1° Le *calcaire portlandien* (*Portland stone*), qui est principalement composé de calcaire compacte, quelquefois oolitique ou un peu feuilleté, à cassure souvent conchoïde, de couleurs claires, très-variées; passant, dans ses parties inférieures, à la marne; renfermant, entre autres fossiles, l'*Exogyra virgula*, des isocardes et de nombreux moules de coquilles turriculées, qui appartiennent à l'un des genres proto, nérinée ou turritelle.

2° Les *marnes kimméridiennes* (*Kimmeridge clay*), formées de marnes jaunâtres, renfermant des bancs subordonnés de calcaire argileux ou sableux, quelquefois compacte, d'autres fois oolitique, passant à la lumachelle, renfermant beaucoup de fossiles, souvent mal conservés, où dominent les conchifères, notamment l'*Exogyra virgula*, des huîtres, des peignes, des térébratules.

3° Le *calcaire à astarte*, qui est compacte, à cassure conchoïde, de couleur claire, assez pur, renfermant très-peu de fossiles, parmi lesquels on distingue surtout l'*Astarte minima*.

4° Le *calcaire à nérinées*, qui est blanc, compacte, à cassure souvent conchoïde, renfermant peu de fossiles, dont les plus fréquents sont les *Nerinea bruntrutana*, *elegans* et *pulchella*.

5° L'*oolite corallienne*, qui est une oolite à grains inégaux, dont la couleur ordinaire est le blanc, rarement le gris de fumée ou le bleuâtre.

---

* *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg*, année 1832.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

6° Le *calcaire corallien*, qui a la texture compacte, quelquefois grenue, passant aux textures lamellaire et saccharoïde; mais cette dernière appartient à des polypiers qui sont extrêmement abondants dans ce système, et dont le têt est souvent passé à l'état siliceux.

Ces quatre dernières divisions, qui se lient très-intimement, paraissent se rapporter au *coral rag*, et forment le groupe corallien de M. Thurmann. Les deux divisions suivantes forment son groupe oxfordien.

7° Le *terrain à chailles*, que l'auteur rapporte au *calcareous grit* (743), est composé de calcaire argileux ou sableux et de marnes renfermant des rognons sphéroïdaux, du calcaire gris de fumée et des rognons souvent géodiques d'une argile plus ou moins ocreuse, que l'on nomme *chailles* en Franche-Comté. Les fossiles y sont souvent siliceux : on y distingue quelques ammonites, la *Turritella echinata*, plusieurs coquilles d'acéphales, plusieurs espèces de serpules, des échinides et un grand nombre de polypiers.

8° Les *marnes oxfordiennes* et le *Kelloway rock*, qui sont composés de marnes bleues, renfermant des bancs et des rognons sphéroïdaux de calcaire argileux compacte, gris de fumée. Les fossiles y sont très-nombreux; on y remarque notamment beaucoup d'ammonites dont le têt est transformé en pyrites.

9° La *dalle nacrée*, qui est une lumachelle feuilletée, passant à l'oolite miliaire, présentant des lames cristallines et des reflets nacrés, et renfermant une grande quantité de fossiles, mais trop triturés pour pouvoir être déterminés.

10° Les *calcaires roux sableux*, dont la couleur varie du jaune roussâtre, lequel est la teinte dominante, au rougeâtre, au violâtre, au bleuâtre, etc., dont la texture est ordinairement grenue, un peu cristalline, et qui sont accompagnés de marnes jaunâtres, quelquefois bleues, souvent sableuses et ferrugineuses. Les fossiles y sont nombreux, mais mal conservés, et paraissent se rapporter à ceux du *Bradford clay* (744).

11° La *great oolite*, qui est une oolite miliaire, dont les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grains sont unis par une pâte compacte, légèrement lamellaire, très-cohérente, de couleur ordinairement blanche, souvent bleuâtre à l'intérieur, renfermant quelques fragments de fossiles indéterminables.

12° Les *marnes à ostrea acuminata*, qui paraissent se rapporter au *fuller's earth* d'Angleterre (744), et se composent de marnes gris jaunâtre, quelquefois bleuâtres, accompagnées de calcaire argileux de mêmes teintes, passant à l'oolite.

13° L'*oolite subcompacte* ou *inferior oolite*, qui est une oolite miliaire, dont les grains sont enveloppés par une pâte compacte, un peu lamellaire, devenant ferrugineuse dans la partie inférieure.

14° L'*oolite ferrugineuse*, qui est une roche à texture oolitique, dont les grains sont ordinairement de limonite plus ou moins mélangée de calcaire et enveloppée dans une pâte de même nature, à texture lamellaire.

15° Le *grès superliasique* ou *Marly sandstone*, formé de grès et de marnes sableuses micacées, d'un roux verdâtre, avec des empreintes végétales et peu de fossiles animaux, lesquels, d'ailleurs, semblent se rapporter, tantôt à la division précédente, tantôt à la division suivante.

Ces sept dernières divisions sont rangées par M. Thurmann, dans son groupe oolitique qui correspond à notre étage bathonien, sauf le grès superliasique qui nous semble appartenir à notre étage liasique, ainsi que les trois divisions suivantes :

16° Les *marnes noirâtres liasiques* alternent dans le haut avec quelques couches sableuses du *Marly sandstone;* elles renferment peu de fossiles, dont quelques-uns sont encore ceux de l'*inferior oolite* et commencent à offrir des possidonies.

17° Les *schistes bitumineux à possidonia liasina*, qui alternent, dans le haut, avec les marnes précédentes et, dans le bas, avec du calcaire bitumineux.

18° Les *calcaires à gryphées arquées* et à bélemnites, dans lesquels on trouve aussi les *Ammonites bucklandi* et *conibeari*, le *Plagiostoma giganteum*, le *Nautilus giganteus*, etc. Une assise

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

marneuse à couleurs bigarrées lie ce système avec le terrain keuprique qui commence par des marnes bigarrées et rougeâtres renfermant du gypse.

753. Quoique nous n'aimions pas à citer des exemples tirés des contrées qui laissent encore des doutes, le **terrain jurassique des Alpes** diffère trop de ceux dont il a été question ci-dessus pour que nous nous abstenions d'en parler, et nous choisirons même celui **de la Tarentaise**, qui est un de ceux sur lesquels les opinions ont le plus varié, et dont certains systèmes laissent encore le plus de doutes.

La Tarentaise est une des contrées les plus élevées et les plus inégales des Alpes. Son sol est formé de roches de diverses natures; en couches fortement inclinées, et qui paraissent alterner indéfiniment entre elles. Les principales de ces roches sont le calcaire, le schiste, le quarzite, le stéaschiste et l'anthracite ; mais le mélange de leurs éléments et les variations de leur texture donnent naissance à un grand nombre d'espèces et de variétés différentes.

Le calcaire de la Tarentaise est ordinairement de couleur bleuâtre, avec beaucoup de raies et de taches blanches. Sa texture est souvent grenue, passant au saccharoïde, au compacte, au schistoïde, au bréchiforme et au poudingiforme. Il est communément susceptible d'être poli comme marbre, et on emploie surtout à cet usage une brèche connue sous le nom de *marbre de Villette*. Ce calcaire contient souvent des grains de quarz et quelquefois des cristaux de feldspath. Il renferme presque toujours des silicates de magnésie ; d'autres fois cette base y est à l'état de carbonate, et la roche passe à la dolomie. D'autres fois aussi le calcaire devient argileux et passe au calschiste.

Le schiste est ordinairement du schiste argileux gris; d'autres fois il renferme des principes charbonneux, et passe à l'ampélite ; très-souvent il renferme du calcaire, et devient du calschiste. Il y a des variétés de ce dernier qui se clivent en grands feuillets comme les ardoises, que l'on emploie également à couvrir les toits, et qui ne diffèrent des véritables

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ardoises que par la présence du carbonate calcique. Une variété de cette roche a été appelée veinée ou rubanée, parce qu'elle est traversée de nombreuses veines de calcaire fibreux, remarquables par leur parallélisme, et dont la couleur blanche tranche sur le fond gris bleuâtre de la masse.

Le quarzite a ordinairement une texture grenue passant au compacte, très-souvent au schistoïde, quelquefois au grésiforme et au poudingiforme ; et, comme il est presque toujours mélangé de silicates d'alumine et de silicates de magnésie, il passe au stéaschiste, au schiste, au psammite et au poudingue. Mais il est à remarquer que la plupart des roches poudingiformes de la Tarentaise sont ordinairement très-mélangées, et qu'il y en a qui doivent se ranger avec les roches talciques et les roches schisteuses, aussi bien que dans l'espèce poudingue.

Les stéaschistes de la Tarentaise ne sont, en quelque manière, que des schistes et des quarz fortement imprégnés de silicates de magnésie ; aussi passent-ils continuellement aux roches schisteuses et quarzeuses ; d'autres fois aux roches calcareuses ; ils admettent aussi le feldspath dans leur composition, et passent à la protogine ; alors on leur a quelquefois donné le nom de gneiss, parce que l'on considérait une partie des silicates de magnésie de la Tarentaise comme du mica, substance dont ils se rapprochent beaucoup. Quelquefois ces stéaschistes feldspathiques sont plutôt veinés que schistoïdes; d'autres fois ils deviennent porphyroïdes, parce que le feldspath y forme de grands cristaux.

L'anthracite de cette contrée n'est, pour ainsi dire, qu'une houille sèche, très-peu bitumineuse, souvent mélangée de pyrites et de noyaux de quarz, et qui forme des couches très-irrégulières, placées entre des schistes pailletés terreux et des schistes noirs passant au psammite schistoïde.

On trouve encore dans la Tarentaise du gypse et de la karsténite, qui paraissent y former des amas et des filons plutôt que de véritables couches. On y rencontre également quel-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ques roches feldspathiques et amphiboliques, qui semblent devoir être considérées comme des dykes de terrain porphyrique. Enfin il y existe des filons proprement dits; mais le gîte métallifère le plus célèbre de la contrée est la mine de galène argentifère de Pesey, qui paraît devoir être considérée comme un amas couché en forme de boudin, plutôt que comme un filon proprement dit.

Les fossiles sont assez rares dans la Tarentaise; on a même cru, pendant longtemps, qu'il n'y en existait point; mais, en 1808, M. Brochant a reconnu * l'existence, dans le voisinage des anthracites, d'empreintes végétales, parmi lesquelles M. Ad. Brongniart a déterminé les espèces suivantes : *Nevropteris tenuifolia, N. flexuosa, N. soretii, N. rotundifolia; Odonpteris brardii, O. obtusa; Pecopteris polymorpha, P. arborescens, P. beaumontii, P. plukenetii, P. obtusa; Volkmannia? erosa, Asterophyllites equisetiformis, Annularia brevifolia.* On a aussi trouvé des calamites, des sigillaires et des lépidodendrons dans le prolongement du même terrain hors des limites de la Tarentaise. D'un autre côté, M. Élie de Beaumont a découvert, en 1827**, à Petit-Cœur, un grand nombre de bélemnites et de crinoïdes dans les bancs de calschistes, ainsi qu'une ammonite à cloisons persillées, et des bélemnites entre la Gîte et le col de la Sauce, près du col du Bonhomme ***.

M. de Beaumont, en se fondant sur cette découverte, et voyant dans le terrain de la Tarentaise le prolongement des couches qui, dans le Jura et dans la Provence, contiennent des fossiles liasiques bien déterminés, a émis l'opinion que ce terrain devait aussi être rangé dans l'étage liasique. Cette opinion, fortement attaquée dans le commencement par les géologues qui continuaient à accorder une grande importance aux caractères minéralogiques et géognostiques, est

---

* *Journal des mines*, tome XXIII, page 321.

** *Ann. des sc. nat.*, tome XIV, page 113.

*** *Idem*, tome XV, p. 358.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

maintenant assez généralement adoptée pour ce qui concerne les calcaires et les calschistes à bélemnites; mais, en l'étendant aux anthracites et aux schistes à fougères qui les accompagnent, on a l'inconvénient de réunir dans un même groupe des fossiles secondaires et des fossiles primaires. Or il ne paraît pas, dans l'état actuel de la science, que l'on doive admettre cette conclusion sur de simples liaisons et intercalations dans des dépôts en couches aussi inclinées et aussi contournées que celles des Alpes; car, ainsi que nous aurons l'occasion de le faire remarquer dans le livre V^e^, ces couches ont éprouvé une série de dérangements et de modifications tels, que leur position, aussi bien que leur nature, pourrait égarer sous le rapport de l'époque et du mode de leur formation, de sorte que plusieurs géologues persistent encore à considérer les anthracites des Alpes comme appartenant aux terrains primaires *.

754. Nous terminerons cet article par quelques mots sur le **marbre de Carrare** dans les Apennins, qui est un calcaire blanc saccharoïde, quelquefois veiné de bleuâtre en couches très-relevées. Ce dépôt, célèbre dans les arts par les beaux matériaux qu'il fournit aux statuaires et aux architectes, a été longtemps donné comme type du calcaire primitif; mais MM. Savi, Guidoni, Pareto et autres géologues ont reconnu qu'il appartient à un même système de couches que des calcaires compactes, des cargneules ou calcaires celluleux bleuâtres, et des dolomies, qui se trouvent dans le voisinage et dans quelques-uns desquels on a trouvé des fossiles qui, sans être bien déterminables, ont paru suffisants pour y reconnaître le terrain jurassique, d'autant plus que ces roches sont immédiatement inférieures à l'*alberèse* ou calcaire crétacé dont il a été parlé ci-dessus (738) et paraissent même se lier avec celui-ci : elles reposent même sur un système schistoïde

* Voir notamment les tomes XI et XII du *Bulletin de la Société géologique de France*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nommé *verrucano* dans le pays, qui est tantôt un schiste tenace, tantôt un quarzite passant au stéaschiste et au gneiss. On ne trouve pas de fossiles dans ce dépôt, mais on soupçonne qu'il pourrait aussi appartenir au terrain jurassique.

### 3e *Groupe.* — TERRAIN TRIASIQUE *.

755. **Caractères généraux.**— Le terrain triasique est, ainsi que nous l'avons déjà dit, caractérisé par sa position en dessous du terrain jurassique et par les fossiles particuliers que nous avons indiqués (617) comme composant le système inférieur du groupe paléontologique des grands sauriens.

Ce terrain paraît avoir des caractères minéralogiques assez bien déterminés, ce qui tient probablement à ce qu'on ne l'a pas en général observé dans les contrées où les dépôts présentent le plus d'anomalies. La prédominance successive de la marne, du calcaire et du grès le divise en trois étages qui se distinguent assez nettement pour qu'on les ait souvent considérés comme des terrains indépendants, et qu'on leur ait donné des noms particuliers, tels sont ceux de *terrain keuprique, marnes irisées, red marl*, pour l'étage supérieur ; *terrain conchylien, Muschelkalk*, pour l'étage moyen ; *terrain pœcilien, bunter Sandstein, grès de Nébra, new red sandstone*, pour l'étage inférieur. Les trois roches principales que nous venons d'indiquer sont accompagnées d'autres substances, telles que du gypse, de la karsténite, de l'argilite, etc.; mais la plus remarquable de ces roches par son importance économique, c'est le selmarin : aussi a-t-on souvent désigné le groupe qui nous occupe par le nom de *terrain salifère.*

---

* Ce terrain est compris dans le groupe du *grès rouge* de M. de la Bèche et de mes premiers mémoires. Je l'ai ensuite appelé *terrain keuprique*, du nom d'une de ses subdivisions ; mais, aussitôt que M. d'Alberti (*Monographie des bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper, Stuttgart*, 1836) eut proposé la dénomination de *trias*, je me suis empressé de l'adopter.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

756. Le **massif triasique de la Souabe** étant celui qui a servi de type pour l'établissement de ce groupe, nous allons le donner comme exemple. Il occupe une grande partie de la contrée en s'appuyant, du côté de l'ouest, sur les massifs primordiaux du Schwarzwald et de l'Odenwald, et en se perdant, du côté de l'est, sous le massif jurassique du Rauhe Alb. Quoiqu'il ne recouvre pas les cimes les plus hautes du Schwarzwald, il s'élève cependant, au Hornisgrind, à l'altitude de 1170 mètres. Il présente les trois étages bien caractérisés.

757. **L'étage keuprique**, dont la puissance est d'environ 300 mètres, est principalement formé par des *marnes* dont la couleur varie du rouge au brun, au violet, au bleuâtre, au gris, au verdâtre, au jaunâtre et au blanchâtre. D'après les analyses de M. Gmelin, ces marnes contiennent du carbonate magnésique, qui est quelquefois plus abondant que le carbonate calcique. Elles ne renferment presque pas de fossiles, mais les autres roches qui les accompagnent en contiennent beaucoup. Les principales de ces roches sont de grès dans la partie supérieure, du gypse et de la dolomie dans la partie moyenne, du lignite argileux (*Lettenkohle*), de l'argile carbonifère et du calschiste dans la partie inférieure.

Les *grès* se trouvent immédiatement en contact avec le terrain liasique, mais sans qu'il y ait, dit M. d'Alberti, de liaison entre ces deux dépôts. Ils sont ordinairement blanchâtres, prenant quelquefois une légère teinte de verdâtre, de grisâtre ou de jaunâtre. Le plus remarquable de ces grès est celui qui fournit la belle pierre de construction employée à *Stuttgart;* il a le grain fin, est un peu argileux, quelquefois micacé, et renferme souvent des nids d'argile, ainsi que des empreintes de plantes, notamment d'*Equisetum arenaceum*, de *Calamites arenaceus*, de *Filicites stuttgartiensis* et *lanceolata*, et de *Pterophyllum jægeri*, d'où M. Jæger l'a nommé *Schilfsandstein.* Au-dessus de ce grès on en trouve dont le grain est beaucoup plus gros, qui est souvent friable, et qui renferme des nids de lignites, ainsi que des fragments ou des cristaux de feldspath, de calcaires et d'autres minéraux. On y a trouvé des calamites

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et des restes des reptiles que M. Jæger a nommés *Phytosaurus cubicodon* et *cylindricodon*. Enfin il existe à Tæbingen un banc de grès tout à fait supérieur, dont le grain est fin et qui renferme des écailles de *Gyrolepis tenuistriatus*, des dents de *Psammodus heteromorphus*, d'*Hybodus plicatilis*, *obliquus* et *sublævis*, ainsi que des coquilles de *Mya mactroides*, de *Modiola minuta* et d'*Avicula socialis*.

Dans les marnes qui séparent le grès à gros grain du *Schilfsandstein*, on trouve un petit banc de calcaire argileux, qui renferme le *Buccinum turbilinum*, la *Mya mactroides*, la *Myophoria vulgaris* et d'autres coquilles non déterminées.

Le *gypse* se trouve au milieu des marnes en amas couchés, en noyaux, en veines qui ont toutes sortes de directions, et autour desquels on voit les marnes présenter une stratification contournée ou ondulée. Sa couleur dominante est le blanc plus ou moins bigarré de rouge; il est ordinairement grenu et passe aux textures fibreuse et laminaire. On y trouve quelquefois des cristaux de quarz, de galène, de selmarin, de glaubérite, etc. Il ne contient pas de fossiles, si ce n'est dans les parties inférieures qui touchent à la dolomie et où l'on trouve des débris de reptiles, de *Placodus gigas*, de *Psammodus angustissimus*, d'*Hybobus plicatilis*, de *Rostellaria? obsoleta*, de *Natica pulla*, de *Venericardia goldfussii*, de *Nucula dubia*, de *Myophoria goldfussii*, *vulgaris* et *curvirostris*; d'*Avicula socialis*.

Quelquefois le gypse est séparé de la dolomie par une marne d'un jaune grisâtre, passant au rougeâtre, qui renferme tant de débris de poissons et de reptiles, que c'est en quelque manière une *brèche osseuse*. Parmi ces débris on distingue des dents d'*Ichthyosaurus lunevillensis*, des écailles de *Gyrolepis maximus* et *albertii*, des dents de *Psammodus angustissimus* et *reticulatus*, d'*Acrodus gaillardoti* et d'*Hybodus plicatilis*, des coprolites, ainsi que des coquilles de *Mya musculoides*, de *Myophoria goldfussii*, *vulgaris* et *curvirostris*; d'*Avicula socialis* et *subcostata*, de *Plagiostoma striatum* et *lineatum*.

La *dolomie* forme sous le gypse une couche ordinairement



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

assez puissante; elle est d'un jaune sale, passant au gris de fumée; elle est quelquefois bulleuse et ses cavités présentent des cristaux de calcaire et de dolomie : elle renferme aussi du silex, des pyrites et des veines de gypse. Ses fossiles sont des restes de sauriens, le *Trochus albertinus*, le *Buccinum turbilinum*, les *Rostellaria scalata* et *obsoleta*, la *Natica pulla*, le *Dentalium lœve*, la *Lingula tenuissima*, les *Avicula socialis*, *subcostata* et *lineata;* le *Pecten lœvigatus*, les *Myophoria goldfussii*, *lœvigata*, *vulgaris* et *curvirostris*.

La partie inférieure de cet étage constitue un système particulier qui ne présente plus les couleurs variées des parties moyennes et supérieures; elle est, comme on l'a vu ci-dessus, principalement caractérisée par la présence de matières charbonneuses, notamment par une ou deux couches minces de *lignite* argileux (*Lettenkohle*). Cette substance, que l'on exploite pour faire de la couperose, notamment à *Gaildorf*, est pénétrée de pyrites, brûle difficilement en laissant un résidu argileux, et se divise en petits fragments lorsqu'elle est exposée à l'air.

Le lignite est ordinairement recouvert de calschiste gris-jaunâtre, passant à l'argile feuilletée, au grès, au macigno, et renfermant quelquefois du calcaire gris de fumée, de la dolomie et un peu de gypse. Enfin le lignite est séparé de l'étage conchylien par de l'argile souvent feuilletée, quelquefois massive, passant à l'ampélite alumineux, au calschiste bitumineux et au grès schistoïde.

Les fossiles que l'on trouve dans ce système sont : le *Salamandroides jægeri*, des coprolites, les *Gyrolepis tenuistriatus* et *albertii*, le *Psammodus heteromorphus*, l'*Acrodus gaillardoti*, les *Hybodus sublævis* et *obliquus*, les *Mya musculoides* et *elongata*, les *Myophoria goldfussii* et *vulgaris*, la *Possidonia minuta*, la *Lingula tenuissima*, les *Equisetum arenaceum* et *meriani*, le *Calamites arenaceus*, le *Tæniopteris vittata*, le *Clathopteris meniscoides*, le *Pecopteris meriani*, les *Pterophyllum longifolium* et *meriani*, des *Fucus* et des corps qui paraissent semblables à des conferves.

758. **L'étage conchylien** ou *Muschelkalk*, qui paraît

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

au jour sur une assez grande étendue, peut être subdivisé en trois systèmes principaux : l'un au-dessus, que M. d'Alberti nomme *calcaire de Friedrichshall;* l'autre au milieu, qui est caractérisé par la présence du *selmarin* et de la *karsténite,* et le troisième en bas, que M. d'Alberti appelle *Wellenkalk,* à cause de sa stratification ondulée.

759. Le *calcaire de Friedrichshall* est principalement composé d'un calcaire gris-bleuâtre, gris de fumée et gris-noirâtre, à texture compacte, à cassure faiblement conchoïde, passant à la cassure droite, doué d'une grande résistance aux actions météoriques; ce qui est cause qu'on le recherche pour les constructions, surtout pour empierrer les routes. Dans quelques localités il prend la texture oolitique; il est presque toujours mélangé de carbonate magnésique et souvent d'un peu d'argile, de sable et de matières charbonneuses; il passe, dans sa partie supérieure, à une dolomie, nommée, dans le pays, *nagelfelsen* ou *malbstein,* d'un gris jaunâtre ou d'un jaune grisâtre, quelquefois rougeâtre, fort celluleuse, même scoriacée, dont les cavités varient depuis des pores invisibles jusqu'à de grandes cavernes. Le calcaire et la dolomie sont régulièrement stratifiés. Les couches de la partie supérieure sont assez épaisses et traversées par de fréquentes fissures verticales. Celles de la partie inférieure sont généralement minces et séparées par des lits encore plus minces d'argile, passant quelquefois au calschiste. On y trouve des rognons, des noyaux ou des cristaux de silex, de calcédoine, de quarz, de barytine, de célestine, de marcassite, de sperkise, de blende, de galène, etc.; mais la plus remarquable, sous le rapport économique, des substances étrangères renfermées dans ce système, c'est le minerai de fer, qui se présente quelquefois, comme près de Nagold, à l'état de limonite en grain, formant de petits filons avec de l'argile ferrugineuse et des fragments de dolomie; d'autres fois le minerai forme des bancs ou des amas à texture massive.

On voit sortir plusieurs sources minérales de ce système;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

telles sont celles d'Imnau, de Niedernau, de Cannstadt, de Berg, etc.

Il renferme beaucoup de fossiles. On voit même, dans la partie inférieure, un banc qui est presque entièrement composé de crinoïdes; voici les noms des principaux de ces fossiles :

Ichthyosaurus lunevillensis.
Placodus gigas.
Gyrolepsis maximus.
— albertii.
Psammodus angustissimus.
— heteromorphus.
Acrodus gaillardoti.
Hybodus plicatilis.
— obliquus.
Palinurus suerii.
Conchorhynchus ornatus.
Rhyncholites ornatus.
Ammonites cinctus.
— undatus.
Nautilus bidorsatus.
Turritella extincta.
— deperdita.
Natica gaillardoti.
— pulla.
Trochus albertinus.
Rostellaria hehli.
— obsoleta.
— scalata.
Buccinum obsoletum.
— turbilinum.
Calyptrea discoides.
Capulus mitratus.
Dentalium læve.
Mya mactroides.
— musculoides.
Nucula dubia.
Mactra trigona.
Venus nuda.
Cucullæa goldfussii.
Myophoria curvirostris.
— goldfussii.
— lævigata.
— vulgaris.
Mytilus vetustus.
Perna vetusta.
Avicula bronni.
— crispata.
— socialis.
Plagiostoma lineatum.
— striatum.
Pecten albertii.
— discites.
— lævigatus.
Ostrea complicata.
— compta.
— crissa.
— difformis.
— placunoides.
— schubleri.
— spondyloides.
— subanomia.
Gryphæa prisca.
Terebratula vulgaris.
Delthyris fragilis.
Lingula tenuissima.
Serpula socialis.
— valvata.
Cidarites grandævus.
Encrinus moniliformis.
Asterias obtusa.
Ophiura loricata.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

760. Le *système salifère* est principalement composé de karsténite, d'où M. d'Alberti le nomme *groupe de l'anhydrite*. Il renferme en outre du gypse, de l'argile salifère, du selmarin, de la marne, de la dolomie, du calcaire, du silex, etc. Il ne présente pas de stratification régulière, mais les matières qui le composent, surtout la karsténite, le gypse, l'argile et le selmarin, forment des amas couchés ou des blocs, autour desquels se trouvent des espèces de couches interrompues et contournées en tous sens.

La karsténite est ordinairement d'un gris clair, passant au blanc, au bleu et au noir. Sa texture est souvent saccharoïde; elle est quelquefois tenace, mais devient friable et terreuse par son exposition à l'air; elle renferme fréquemment des veines de selmarin; elle est quelquefois imprégnée de bitume, et on y trouve, mais rarement, des cristaux de glaubérite, d'epsomite, de soufre et de marcassite; elle est quelquefois employée comme marbre.

Le gypse forme souvent la partie supérieure des amas de karsténite. Ses couleurs ordinaires sont le gris clair et le blanc; sa texture est saccharoïde, mais les variétés fibreuses et laminaires se trouvent fréquemment en veines dans l'argile et la karsténite.

L'argile salifère est ordinairement d'un gris foncé, tirant sur le bleuâtre, le verdâtre, présentant quelquefois des bandes rougeâtres; elle est presque toujours mélangée de selmarin et de gypse.

Le selmarin ne se manifeste souvent que par des sources salées qui paraissent prendre leur salure en traversant l'argile salifère; mais dans quelques endroits, notamment à Wilhelmsglück, au sud de Hall, on exploite un dépôt puissant de selmarin limpide, blanc et gris, avec des bandes ou des taches rouges, tantôt laminaire, tantôt grenu, et renfermant souvent de l'argile et de la karsténite.

La dolomie et la marne sont ordinairement jaunâtres. Les parties qui sont dans le voisinage du gypse sont souvent cel-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

luleuses et renferment du silex, ainsi que des cristaux de quarz, de calcaire, d'epsomite et de galène.

Le calcaire est ordinairement gris de cendre, passant au gris bleuâtre et au noirâtre, quelquefois fétide. Il est plus rare que la dolomie et passe à la marne et au calschiste.

Le silex se trouve en rognons communément brun noirâtre ou brun rougeâtre, quelquefois tacheté ou rayé de gris, de bleuâtre, de noir; il passe à la calcédoine et au quarz.

On ne trouve pas de fossiles dans ce système.

761. Le *Wellenkalk* est ordinairement composé de calcaire, et de marnes qui alternent l'une avec l'autre en couches plus ou moins ondulées.

Le calcaire ressemble à celui de Friedrichshall. Les marnes sont de couleur grise, généralement très-feuilletées, et se délayent par les actions météoriques. Dans le voisinage du Schwarzwald, le calcaire est remplacé par de la dolomie, et les marnes contiennent aussi du carbonate magnésique. Ce système renferme peu de substances étrangères : les principales sont le gypse et le selmarin.

Les fossiles y sont peu abondants et se trouvent principalement dans la partie inférieure; ils se composent à peu près des mêmes espèces que celles du calcaire de Friedrichshall. Les plus communs sont : la *Mya mactroides*, la *Myophoria cardinoides*, le *Plagiostoma lineatum*, les *Avicula socialis* et *bronni*.

Parmi les espèces que l'on n'a pas trouvées dans le calcaire de Friedrichshall, nous citerons la *Nummulites althausii*, les *Ammonites buchii* et *subnodosus*.

762. L'**étage pœcilien** de la Souabe est généralement de couleur rouge, et principalement composé de grès, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, du moins dans sa partie inférieure, car, dans la partie supérieure, il y a beaucoup d'argile, et le grès y devient ordinairement du psammite.

La partie supérieure du premier de ces systèmes est une argile feuilletée rouge, qui d'un côté passe aux marnes grises

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

du Wellenkalk, et de l'autre devient sableuse et passe à un psammite feuilleté, qui se divise en grandes dalles, dont on se sert non-seulement pour paver les habitations, mais qui sont quelquefois assez minces pour être employées à couvrir les toits. Ce psammite forme ensuite d'épaisses couches à texture massive; ordinairement brun-rougeâtre, rarement bigarré, et alors c'est le blanc, le jaune, le vert, le brun ou le noir, qui font des taches ou des raies sur un fond rouge ou blanchâtre. Il renferme beaucoup de paillettes de mica blanc d'argent, ainsi que des nids d'argile, et donne d'excellentes pierres de taille dont la cohérence augmente par leur exposition à l'air.

Le système inférieur est celui qui s'élève à la plus grande hauteur de tout le terrain triasique de la Souabe. Il forme, en général, une large bordure sur le versant oriental du Schwarzwald et de l'Odenwald, et recouvre même une partie de ces montagnes. Il est généralement composé d'un *grès* assez pur, quoique coloré en *rouge* par de l'oxyde ferrique. Cependant il présente quelquefois des portions blanchâtres, brunâtres et noirâtres. Dans les parties supérieures qui se lient au système précédent, ce grès passe au psammite, et, dans les parties inférieures, il passe au poudingue, et renferme des noyaux de diverses grosseurs, principalement composés de quarz, de couleurs claires, telles que le rougeâtre et le grisâtre; d'autres fois aussi le grès devient à grain si fin, qu'il passe au quarzite. Ces roches renferment de temps en temps des veines, des noyaux ou des cristaux de différents minéraux, tels que de la barytine, du quarz, du feldspath, de la cornaline, du calcaire, etc. Leur stratification, quoique généralement horizontale, est cependant assez souvent irrégulière, et les couches sont traversées par de fréquentes fentes.

763. Le **terrain triasique** forme également **en Lorraine** un massif qui a beaucoup de rapports avec celui de la Souabe, mais qui en diffère par deux circonstances importantes : la première, c'est que le selmarin s'y trouve dans l'étage keuprique et non dans l'étage conchylien; la seconde, c'est que les deux systèmes que nous avons remarqués dans l'étage

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pœcilien de la Souabe sont ordinairement en stratification discordante, et que le système du grès rouge y est plus développé : d'où M. Elie de Beaumont le considère comme un groupe indépendant qu'il nomme *grès des Vosges*, parce qu'il forme autour du massif primordial de ces montagnes une ceinture qui est très-large sur le versant occidental, et qu'il compose à peu près à lui seul les montagnes de la Hardt ou basses Vosges.

## IV^e ORDRE.

## TERRAINS PRIMAIRES OU HÉMILYSIENS *.

764. **Caractères généraux.** — Les terrains primaires ne renferment pas d'autres fossiles que ceux que nous avons désignés sous le nom de groupe des trilobites (618), et une

* Cet ordre comprend toute la partie neptunienne des groupes nommés *terrains de transition*, *terrains intermédiaires*, *übergangsgebirge*, *terrains primitifs*, *urgebirge* par les anciens auteurs, et quelques dépôts que ces auteurs rangeaient dans les terrains secondaires. Je m'étais servi, dans mes éditions précédentes, de la dénomination de *terrains hémilysiens* ou *demi-dissous*, proposée par M. Brongniart, parce que ces dépôts sont ordinairement plus cristallins que ceux des ordres précédents et moins que ceux des ordres suivants; mais, comme la dénomination de terrains primaires est maintenant la plus usitée, et qu'elle est en rapport avec celle de terrains tertiaires, devenue d'un usage presque général, j'ai cru devoir aussi l'admettre. MM. Sedgwick et Murchison ont proposé, dans ces derniers temps, la dénomination de *palæozoïque* pour les trois systèmes intermédiaires de ce groupe; mais je ne crois pas devoir en séparer la partie *azoïque*, c'est-à-dire sans fossiles, parce que je ne pense pas qu'il soit possible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'établir une ligne de démarcation aussi tranchée entre les terrains qui contiennent des fossiles et ceux qui n'en contiennent pas; car la plupart, si pas la totalité, des dépôts qui composent mon groupe crystallophyllien étant des dépôts modifiés, on y découvrira peut-être un jour des fossiles, de même que l'on en a trouvé dans les marbres de Carrare et de Campan.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

partie d'entre eux même ne contient pas de ces corps. Ils sont plus souvent en couches inclinées que les dépôts des trois ordres précédents; ils renferment plus de filons proprement dits, et sont extrêmement importants pour l'industrie humaine à cause de la quantité de combustibles et de métaux utiles qui s'y trouvent.

765. **Division en groupes.** — Nous les divisons en cinq groupes que nous désignons respectivement par les épithètes de *pénéen, houiller, dévonien, silurien et cristallophyllien;* mais nous sommes loin de considérer ces groupes comme étant de même valeur et aussi tranchés que ceux des terrains secondaires.

### 1^er^ *Groupe.* — TERRAIN PÉNÉEN *.

766. **Caractères généraux.** — Le terrain que nous désignons par l'épithète de pénéen est caractérisé par le système de fossiles que nous avons indiqué ci-dessus sous la même dénomination (619); il est encore peu connu, parce qu'il paraît être peu développé dans l'Europe occidentale, et que la description des dépôts que l'on a observés dernièrement en Russie n'est pas encore publiée.

767. Le **terrain pénéen de la Thuringe,** qui a été longtemps considéré comme type de ce groupe, forme trois étages où dominent successivement des roches calcareuses, schisteuses et quarzeuses.

768. **L'étage supérieur** y présente six systèmes princi-

---

* Ce terrain a souvent été réuni avec le terrain triasique sous le nom de formation du *grès rouge* ou *new red.* J'ai proposé, en 1822, le nom de *pénéen* comme traduction de celui de *todtliegende* que les mineurs de la Thuringe donnent à un de ses membres les plus puissants. M. Murchison a proposé, dans ces derniers temps, le nom de *système permien,* parce qu'il a reconnu que ce terrain est très-développé et très-riche en fossiles dans l'ancienne Permie en Russie. M. Huot avait proposé, quelque temps auparavant, le nom de terrain *psammerithrique.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

paux, que M. Freiesleben désigne par les noms de *letten, stinkstein, asche, rauhstein, raucbwacke* et *zechstein.*

La *letten* est une marne, ordinairement gris bleuâtre ou gris verdâtre, qui passe à l'argile et se lie intimement avec les psammites et les marnes triasiques qui la recouvrent, ainsi qu'avec le calcaire fétide sur lequel elle repose. Elle renferme des bancs ou des rognons de dolomie sableuse et des cristaux de calcaire et de gypse, et au Riesengrunde, près de Helsta, elle passe à une roche poudingiforme qui se rapproche des pséphites, quelquefois des gompholites, et qui contient beaucoup de fragments de micaschiste, de gneiss, de granite et de porphyre.

Le *stinkstein* est un calcaire fétide, ordinairement brun-noirâtre, imprégné de bitume, et plus ou moins mélangé ou accompagné d'argile, de limonite et de gypse. Il se présente soit en couches minces, compacte, passant aux textures grenue ou schistoïde, soit en fragments anguleux qui sont quelquefois simplement enfouis dans l'argile, et qui d'autres fois forment une brèche dont les fragments sont unis directement ou liés par un ciment argileux. La limonite (*brauneisenstein*) est souvent subordonnée dans le calcaire fétide et le remplace quelquefois. Le *gypse* s'y trouve ordinairement en amas couchés, traversés par des veines de calcaire fétide. Cette liaison, entre le calcaire fétide et le gypse, est un moyen de distinguer ce dernier du gypse triasique qui se trouve au-dessus et qui se lie avec de l'argile rouge : ce gypse est aussi plus cohérent et plus pur que celui du terrain triasique; il est quelquefois compacte, d'autres fois grenu à grain fin, et propre aux travaux de sculpture; mais son caractère le plus remarquable, c'est de renfermer des cavernes très-considérables.

Il est probable que le selmarin peut aussi être compté dans le nombre des roches subordonnées à l'étage qui nous occupe, et surtout au *stinkstein,* car, indépendamment de la saveur salée de quelques assises, on en voit sortir des sources salées.

L'*asche* (cendre) est une couche peu puissante de dolomie argileuse, ordinairement grise, qui renferme communément

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

du bitume, quelquefois du sable, et qui tombe en poussière lorsqu'elle est desséchée.

Le *rauhstein* est aussi une dolomie argileuse, rude au toucher, qui diffère de l'*asche* par sa cohérence.

La *rauchwacke* est une dolomie caractérisée par sa texture celluleuse. Sa couleur est ordinairement le gris de fumée, et elle est moins imprégnée de bitume que les systèmes précédents. Elle présente un grand nombre de variétés, parmi lesquelles une des plus remarquables est celle que M. Freiesleben appelle *articulée* (*gegliederte*) et qui constitue une couche de quelques centimètres d'épaisseur, formée de petits cylindres composés de six parties articulées l'une dans l'autre. On distingue aussi une variété amygdaloïde, où les cavités sont remplies de calcaire blanc terreux.

Le *zechstein* est un calcaire gris de cendre ou noirâtre, compacte, à cassure conchoïde, tenace, quelquefois argileux, renfermant des veines et des grains de calcaire cristallin et de gypse. On y trouve aussi des sulfures et des carbonates de cuivre, ainsi que quelques grains de galène, et parfois des cristaux de quarz et des paillettes de mica.

Ce système, qui prend souvent plus de développement que ceux qui le précèdent, s'en distingue par la présence de fossiles, notamment du *Productus aculeatus*. On y a aussi observé les *Productus scabriusculus, rugosus, speluncarius;* le *Spirifer trigonalis;* les *Terebratula intermedia, inflata, cristata, lacunosa, paradoxa, elongata, pelargonata, pigmœa;* les *Mytilus striatus, ceratophagus;* l'*Encrinus ramosus;* le *Calamopora spongites*; les *Gorgonia anceps, dubia, antiqua, infundibuliformis.*

769. L'**étage moyen** se compose ordinairement de trois couches principales, que les mineurs désignent par les noms de *dach* (toit), *kupferschiefer* (schiste cuivreux) et *weissliegende* (mur blanc).

Le *dach* est un calschiste gris assez pur, qui doit son nom à la circonstance qu'il recouvre immédiatement le *kupferschiefer*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Celui-ci est aussi un calschiste qui forme une couche peu épaisse, présentant de nombreux ressauts et de fréquents étranglements; il est en feuillets très-minces et quelquefois comme gaufrés; il est toujours imprégné de bitume et de carbone qui lui donne une couleur noire, d'où vient le nom de schiste marno bitumineux qu'on lui donne souvent, lorsqu'il n'est pas métallifère; mais il contient ordinairement des sulfures de cuivre et de fer tantôt en grains visibles, tantôt en molécules si petites, qu'on ne les aperçoit pas, mais en quantité assez notable pour que cent parties de calschiste donnent quelquefois trois parties de cuivre, duquel on retire ensuite environ un demi pour cent d'argent. Ce calschiste renferme aussi de très-petites quantités de plomb, de cobalt, de zinc, de bismuth et d'arsenic. Le *weissliegende* est un calschiste cuivreux du *todtliegende*.

Ce dépôt est très-remarquable par les fossiles qu'il recèle, parmi lesquels on voit figurer, entre autres, le *Protorosaurus speneri;* les *Palæoniscus freieslebeni, magnus, macropomus;* les *Platysomus gibbosus, rhombus;* le *Gyrolepis asper;* le *Pygopterus humboldtii;* la *Terebratula lacunosa;* le *Productus longispinus;* les *Fucoides brardii, selaginoides, lycopodioides, frumentarius, pectinatus, digitatus,* etc.

770. **L'étage inférieur**, que les mineurs nomment *roth todtliegende,* par la double raison qu'il est de couleur rouge et qu'il ne renferme plus de minerai de cuivre, est composé de roches conglomérées qui présentent tous les degrés intermédiaires entre la texture grésiforme à grain fin et les textures poudingiforme et bréchiforme à fragments les plus gros. Souvent, notamment dans les environs de Mansfeld, les roches dominantes sont des grès et des poudingues passant au psammite, au pséphite, ou au schiste argileux, et dont les fragments sont principalement composés d'une substance intermédiaire entre le quarz et le silex, laquelle ne ressemble à aucune des roches connues dans ces contrées. Dans le voisinage du Thüringerwald on reconnaît, au contraire, dans ces dépôts fragmentaires, des débris de roches qui constituent ce massif de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

montagnes, tels que du porphyre, du granite, du gneiss, du micaschiste, etc.

Le *todtliegende* renferme aussi des masses subordonnées de calcaire compacte, de houille et d'oligiste rouge. On y voit quelquefois du porphyre et du spilite, mais il paraît que l'on peut considérer ces roches comme une dependance du terrain porphyrique, avec lequel le dépôt qui nous occupe a beaucoup de liaison.

Les fossiles sont excessivement rares dans ce système; il n'est pas même certain que l'on en ait observé ailleurs que dans des couches qui devraient être rapportées au *kupferschiefer* ou au terrain houiller, de sorte que les corps organisés que l'on a cités ressemblent à ceux de l'un ou de l'autre de ces dépôts.

771. Le **terrain pénéen de l'Angleterre**, qui a été quelquefois confondu avec le grès rouge pœcilien qui le recouvre, est ordinairement désigné par le nom de *magnésian limestone*, parce qu'il renferme une ou deux assises de calcaire magnésien passant à la dolomie et accompagné de marnes rougeâtres ou bigarrées contenant des veines ou des amas de gypse. Dans certains lieux, notamment au Mendipshill, près de Bristol, il n'est représenté que par des roches conglomérées où dominent les fragments de dolomie, d'où on les appelle *dolomitic conglomerat*.

772. Le **terrain pénéen** occupe un espace immense dans l'est **de la Russie** où il a été reconnu, dans ces derniers temps, par MM. Murchison, de Verneuil et Kaiserling; il y forme une plaine ondulée, et ses couches viennent s'appuyer sur le pied de l'Oural. Il y est composé de grès ordinairement rouge, accompagné de marnes rouges, de calcaire blanc et grisâtre, ainsi que de grandes masses de gypse blanc qui se trouvent dans sa partie inférieure. Une grande partie de ces grès est assez imprégnée de chalcopyrite pour être exploitée comme minerai de cuivre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## 2e *Groupe.* — TERRAIN HOUILLER *.

773. Le *terrain houiller* doit sa dénomination à la richesse des couches de houille qu'il renferme; mais on ne doit pas perdre de vue que la houille n'est pas exclusivement concentrée dans ce terrain et que son absence, dans certains dépôts, n'est pas un motif pour ne point les ranger dans ce groupe si, d'ailleurs, ils s'y rapportent par leur position et par la nature de leurs fossiles dont il a été parlé ci-dessus (620).

774. Le **terrain houiller**, tel que nous l'entendons ici, peut être divisé en trois étages qui sont assez nettement prononcés **dans la Grande-Bretagne**. L'*étage supérieur*, nommé *coal mesures* par les Anglais, y est principalement composé de schistes argileux et de houille; c'est celui qui recèle les couches de combustible les plus abondantes et de meilleures qualités; l'étage moyen y est appelé *milstone grit*, d'après un psammite passant au grès, au poudingue et à l'arkose; il contient aussi quelques couches de houille, notamment

* Ce groupe, tel que je l'établis ici, correspond au *carboniferous system* de la géognosie anglaise. J'ai préféré conserver l'ancienne dénomination française de *terrain houiller* plutôt que d'adopter celle de *terrain carbonifère* qui est plus communément employée maintenant, mais qui, outre sa postériorité, est plus défectueuse selon moi; car, si l'épithète de houiller a déjà les inconvénients des noms minéralogiques transportés dans la géognosie, celle de *carbonifère* est encore plus vicieuse, puisque les dépôts *carbonifères*, c'est-à-dire *contenant du carbone*, sont bien plus répandus dans la nature que ceux contenant de la houille. Du reste, comme les paléontologistes sont d'avis que l'on obtient des caractères mieux prononcés en réunissant, avec les dépôts houillers proprement dits, le système calcareux qui leur est immédiatement inférieur, et que, sous les noms de *calcaire de Visé* ou de *Bristol*, je comprenais dans mon terrain anthraxifère, j'ai cru devoir aussi adopter cette extension.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans l'Yorkshire. Enfin le calcaire domine dans l'*étage inférieur*, d'où on l'a désigné par les dénominations de *carboniferous limestone*, *mountain limestone*, *calcaire de Bristol*, etc. Cet étage renferme souvent de la houille dans sa partie supérieure où elle alterne avec le calcaire, et quelquefois dans sa partie inférieure, notamment à Berwick, sur la Tweed, où ce combustible alterne avec des schistes, des grès rouges et du gypse.

775. Ces étages sont loin de se retrouver également dans d'autres contrées, soit qu'ils perdent leurs caractères minéralogiques et se confondent ainsi en un seul massif, soit qu'un ou deux de ces étages manquent dans certaines localités. C'est ainsi, par exemple, que le calcaire manque dans la plupart des **dépôts houillers du centre de la France**.

776. L'un des plus puissants **dépôts houillers** du continent européen est celui **d'entre l'Escaut et la Roër**, qui forme une bande dirigée de l'ouest à l'est et qui, quoique située, en général, dans une contrée assez basse, peut être considérée comme faisant le dernier terme d'une partie du versant septentrional des monts Hercyniens. Ce dépôt a une stratification fortement plissée, et il forme de nombreux bassins souvent très-petits, dont les bords sont ordinairement très-relevés, fréquemment pliés en zigzag et quelquefois renversés.

777. L'**étage supérieur**, qui contient aussi les plus riches dépôts *de houille*, paraît, indépendamment de quelques petits bassins latéraux, former deux grands bassins dont les villes de Charleroy et *de Liége* occupent à peu près le milieu, et qui sont séparés par une petite selle de calcaire à l'est de Namur. Du reste, on ne connaît pas bien l'étendue du premier de ces bassins, parce qu'étant souvent recouvert par des dépôts crétacés et tertiaires, on ne sait pas d'une manière positive si les riches mines de Mons et de Valenciennes en font partie ou si elles constituent des bassins particuliers. Ce dépôt acquiert quelquefois une très-grande épaisseur, et M. Dumont compte, dans les environs de Liége, quatre-vingt-cinq couches de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

houille séparées par des couches de schistes argileux et de psammites. Cette houille appartient, en général, à la variété schistoïde et présente des qualités très-variables sous le rapport de ses usages ; il y en a de très-grasses, d'autres qui sont très-recherchées pour la préparation du gaz à éclairage, d'autres qui sont très-sèches et passent à l'anthracite. Les combustibles de meilleures qualités se trouvent dans les parties supérieures et ceux de moindres qualités dans les parties inférieures.

778. Les dépôts que nous considérons comme représentant l'**étage moyen** sont d'une nature assez variable et manquent souvent : tantôt ce sont des phtanites noirâtres ou grisâtres, tantôt ce sont des *ampélites alunifères*, qui sont exploitées pour faire de l'alun, notamment *à Chokier*, entre Huy et Liége, tantôt ce sont des quarzites passant au psammite.

779. L'**étage inférieur** ou *calcaire de Visé* s'étend sur une beaucoup plus grande surface que les deux autres ; il est partagé en un grand nombre de petits bassins par des selles de terrain dévonien qui le traversent dans le sens de l'ouest à l'est. Il est principalement composé d'un calcaire très-cohérent, presque toujours coloré en bleuâtre par du charbon. Ce calcaire donne d'excellentes pierres de taille, surtout dans les variétés lamellaires ; on l'emploie souvent comme marbre ; tel est, entre autres, celui connu sous le nom impropre de *petit granite*, qui présente une pâte noirâtre, parsemée de points blancs dus à des crinoïdes transformées en calcaire cristallin. Cette roche passe souvent à la dolomie qui forme même un système assez continu au milieu du calcaire, elle renferme quelquefois, dans sa partie supérieure, de petits lits d'anthracite et plus rarement des rognons de cette substance. Elle contient souvent des rognons et quelquefois de petits bancs de phtanite noir.

Elle alterne, dans sa partie inférieure, avec des schistes gris passant au psammite, quelquefois au calschiste, et elle est fréquemment traversée par des filons ou même par des amas de sable et d'argile ferrugineuse, contenant quelquefois de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

galène, de la calamine, de la sperkise, de l'allophane, de la barytine et d'autres minéraux.

780. Voici la liste des principaux fossiles qui ont été observés dans ces dépôts *.

*Étage de la houille de Liége.*

Goniatites listeri.
Cardinia abbreviata.
— carbonaria.
— nana.
— phaseola.
— ovalis.
— robusta.
— subconstricta.
— tellinaria.
— utrata.
Avicula papyracea.
Productus carbonarius.
Chonetes laguessiana.
*Plusieurs espèces de fucoïdes.*
Calamites approximatus.
— cannæformis.
— cistii.
— distans.
— dubius.
— nodosus.
— ramosus.
— suckowii.
— undulatus.
Sphænopteris acuta.
Sphænopteris alata.
— artemisiæfolia.
— delicatula.
— dissecta.
— distans.
— elegans.
— furcata.
— hœninghausii.
— latifolia.
— obtusiloba.
— rigida.
— stricta.
— trichomanodes.
— trifoliata.
Nevropteris acuminata.
— acutifolia.
— angustifolia.
— cistii.
— distans.
— flexuosa.
— gigantea.
— grangeri.
— heterophylla.
— loshii.

* Je dois la partie zoologique de cette liste à la complaisance de M. de Koninck, professeur à l'université de Liége et auteur d'une *description des animaux fossiles des terrains inférieurs de la Belgique.* La partie botanique est extraite des ouvrages de M. Ad. Brongniart, et d'une note que M. D. Sauveur a bien voulu me remettre en 1831.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nevropteris macrophylla.
— rotundifolia.
Pecopteris abbreviata.
— arborescens.
— aquilina.
— æqualis.
— cyathea.
— davreuxii.
— delicatula.
— dentata.
— dournaisii.
— gigantea.
— lonchitica.
— mantelli.
— muricata.
— nervosa.
— obliqua.
— pennæformis.
— plumosa.
— sauveurii.
Lonchopteris bricii.
— elegans.
— elongata.
— pectinata.
— subacuta.
Odontopteris appendiculata.
Sigillaria alternans.
— antiqua.
— boblayi.
— brochantii.
— contigua.
— davreuxii.
— dournaisii.
— elegans.
— elliptica.
— elongata.
— gracilis.
— græseri.
Sigillaria hippocrepis.
— intermedia.
— lævigata.
— mamillaris.
— notata.
— reniformis.
— scutellata.
— tessellata.
— transversalis.
— trigona.
Syringodendron cyclostigma.
— pachyderma.
Sphænophyllum multifidum.
— quadriphyllum.
— schlottheimii.
Lepidodendron aculeatum.
— confluens.
— elegans.
— imbricatum.
— laricinum.
— obovatum.
— ophiurus.
— pulchellum.
— rimosum.
— rugosum.
— selaginoides.
— sternbergii.
Stigmaria ficoides.
— gigantea.
— minima.
— mosana.
Annularia minuta.
— radiata.
Asterophyllites delicatula.
— equisetiformis.
— longifolia.
— rigida.
Volkmannia grandis.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## *Étage de l'ampélite de Chokier.*

Nautilus multicarinatus.
Orthoceras steinhaueri.
Goniatites atratus.
Goniatites beyrichianus.
— diadema.
Productus carbonarius.

## *Étage du calcaire de Visé.*

Psammodus porosus.
— ramosus.
— reticulatus.
Cyclus radialis.
Asaphus brongniarti.
— *gemmuliferus*.
Cypridella cruciata.
Cyprella chrysalidea.
Cypridina annulata
— concentrica.
— edwarsiana.
Cytherina phillipsiana.
Nautilus bicarinatus.
— cariniferus.
— cyclostomus.
— globatus.
— leveillanus.
— pinguis.
— quadricarinatus.
— sulcatus.
— sulcifer.
Cyrthoceras aigoceras.
— costatus.
— ornatus.
— puzosianus.
— tessellatus.
— triangularis.
— unguis.
— verneuilianus.
Orthoceras annulatus.
— brongniarti.
— calamus.
Orthoceras canaliculatus.
— cinctus.
— golfussianus.
— granulatus.
— irregularis.
— *similis*.
— striatus.
Goniatites belvalianus.
— cantrainianus.
— carina.
— funatus.
— implicatus.
— interruptus.
— micronotus.
— *phillipsianus*.
— platylobus.
— serpentinus.
— sphæricus.
— truncatus.
Conularia quadrisulcata.
Bellerophon bicarenus.
— canaliferus.
— clathratus.
— costatus.
— decussatus.
— duchastelii.
— dumonti.
— ferussaci.
— hiulcus.
— keynianus.
— lævigatus.
— leveillianus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Bellerophon montfortianus.
— munsteri.
— orbignyanus.
— puzosii.
— tangentialis.
— tenuifascia.
— urii.
— vasulites.
— verneuili.
— witryanus.
— woodwardii.
Turritella angulata.
— striatula.
Loxonema constricta.
— curvilinea.
— elongata.
— gracilis.
— lævigata.
— lefebvrei.
— murchisoniana.
— parvula.
— rugifera.
— scalaroidea.
— similis.
— suturalis.
— ventricosa.
Murchisonia archiaciana.
— antiquata.
— conula.
— excavata.
— nana.
— sedgwickiana.
— subsulcata.
— tæniata.
— verneuiliana.
Globiconcha michotiana.
— planorbiformis.
Macrocheilus acutus.
— globularis.
Natica costulata.
Natica lirata.
— omaliana.
— parvula.
— plicistria.
— tabulata.
— variata.
Trochus acutus.
— biserratus.
— blandus.
— concentricus.
— ellipticus.
— gemmatus.
— hæninghausianus.
— limbatus.
— lacordairianus.
— lepidus.
— parallelus.
— propinquus.
— pigmæus.
— pyramidatus.
— scala.
— solarioides.
— serratotuberculatus.
— tenuispira.
— tenuistria.
— Yvanii.
Solarium antiquum.
— radians.
— semistriatum.
Monodonta inæquistriata.
— solida.
Turbo biserialis.
— deornatus.
— substriatus.
Euomphalus acutus.
— angiostoma.
— bifrons.
— catilloides.
— catillus.
— lepidus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Euomphalus omalianus.
— omalocephalus.
— pentagulatus.
— pileopsideus.
— rotundatus.
— serus.
— serpula.
— tabulatus.
— tuberculatus.
Cirrus armatus.
Pleurotomaria acuta.
— benediana.
— bicarinata.
— callosa.
— carinata.
— catenata.
— cauchyana.
— conica.
— delphinuloides.
— depressa.
— dives.
— expansa.
— fragilis.
— gemmulifera.
— granulata.
— helicoides.
— inflata.
— insculpta.
— interstrialis.
— minuta.
— monilifera.
— munsteriana.
— naticoides.
— nobilis.
— ornatissima.
— pulchella.
— pyramidalis.
— quadricincta.
— radula.
— scripta.
Pleurotomaria spiralis.
— strialis.
— striata.
— tornatilis.
— variata.
— virgulata.
Conus carbonarius.
Fusus primordialis.
Pileopsis neritoides.
— trilobus.
— vetustus.
Patella elliptica.
— imbricata.
— mucronata.
— oblonga.
— pileus.
— radiata.
— sinuosa.
Chiton concentricus.
— gemmatus.
— priscus.
— ryckholtianus.
Dentalium annulatum.
— ingens.
— ornatum.
— priscum.
Solemya puzosiana.
Solen siliquoides.
Pholadomya omaliana.
Edmondia josepha.
— unioniformis.
Cardinia laminata.
Cardium alæforme.
— hibernicum.
— irregulare.
— rostratum.
— strangulatum.
Astarte transversa.
Cypricardia bipartita.
— globosa.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Cypricardia parallela.
— parvula.
— selysiana.
— squamifera.
— striatolamellosa.
— transversa.
— trapezoidalis.
Isocardia pumila.
— ovata.
Cardiomorpha archiaciana.
— elliptica.
— elongata.
— lamellosa.
— livida.
— luciniformis.
— nana.
— oblonga.
— puzosiana.
— radiata.
— striata.
— sulcata.
— tenera.
Arca arguta.
— avieuloides.
— elegans.
— faba.
— lacordairiana.
— obscura.
— obtusa.
— pinguis.
— squamosa.
— tessellata.
— verneuiliana.
Pinna flabelliformis.
— prisca.
Myalina goldfussiana.
— lamellosa.
— virgula.
Avicula acutirostris.
— benediana.
Avicula dumontiana.
— lævigata.
— lepida.
— lunulata.
— magnifica.
— nobilis.
— paradoxides.
— radiata.
— radula.
— simplex.
— tessellata.
— tumida.
Posidonomya hemisphærica.
— vetusta.
Pecten dissimilis.
— mactatus.
— phillipsianus.
Lima bifrons.
Lingula mytiloides.
Terebratula acuminata.
— ambigua.
— angulata.
— crispata.
— buchiana.
— cuboides.
— hastata.
— lamellosa.
— planosulcata.
— pleurodon.
— pugnus.
— radialis.
— reflexa.
— royssii.
— serpentina.
— triedra.
Spirifer attenuatus.
— bisulcatus.
— bronnianus.
— cheiropterix.
— convolutus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Spirifer crassus.
— crispus.
— cristatus.
— cuspidatus.
— fischerianus.
— glaber.
— hystericus.
— pinguis.
— recurvatus.
— rœmerianus.
— rotundatus.
— sowerbyi.
— striatus.
— subconicus.
— sublamellosus.
— triangularis.
— trigonalis.
— trisulcosus.
— ventricosus.
Orthis keyserlingiana.
— michelini.
— resupinata.
— striatula.
— umbraculum.
Leptæna depressa.
Chonetes buchiana.
— dalmaniana.
— papilionacea.
— sarcinulata.
Productus aculeatus.
— arcuarius.
— cancrini.
— costatus.
— deshayesianus.
— expansus.
— fimbriatus.
— giganteus.
— gryphoides.
— latissimus.
— longispinus.
Productus margaritaceus.
— martini.
— medusa.
— mesolobus.
— muricatus.
— nystianus.
— papillatus.
— plicatilis.
— proboscideus.
— punctatus.
— scabriusculus.
— scoticus.
— spinulosus.
— striatus.
— sublævis.
— undatus.
Calceola dumontiana.
Orbicula conica.
— nitens.
Serpula antiquata.
— archimedis.
— clavæformis.
— spinosa.
Cidaris munsterianus.
— nerei.
Isocrinus nobilis.
Eugeniacrinus hexagonus.
Dichocrinus radiatus.
— septosus.
Actinocrinus gilbertsoni.
— lævis.
— polydactylus.
Poteriocrinus conicus.
— crassus.
Platycrinus armatus.
— granulatus.
— lævis.
— punctatus.
— rugosus.
— striatus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Platycrinus tuberculatus.
Cyathocrinus quinquangularis.
Pentremites inflatus.
— orbignyanus.
— puzosii.
Michelinia favosa.
— tenuisepta.
Amplexus coralloides.
— serpuloides.
— spinosus.
Columnaria senilis.
Cyathophyllum fungites.
— mitratum.
— plicatum.
Caryophyllia duplicata.
Caryophyllia fasciculata.
— sexdecimalis.
Harmodites catenatus.
Mortieria vertebralis.
Alveolites irregularis.
Favosites scabra.
— inflata.
Retepora fastuosa.
— membranacea.
— retiformis.
Gorgonia dubia.
— ripisteria.
Cellepora favosa.

781. Le **terrain houiller** forme, dans le bassin de Moscou et dans les plaines du nord **de la Russie** *, un vaste dépôt en couches horizontales qui diffère beaucoup par ses caractères minéralogiques de ceux de l'Europe occidentale. Il est principalement composé d'un calcaire blanc friable, grenu; les couches supérieures sont comme pétries de fusulines, et la partie inférieure renferme quelques couches de houille de mauvaise qualité. Au sud-est de ce dépôt, c'est-à-dire dans l'Oural et sur les bords du Donetz, on trouve d'autres massifs moins étendus dont les couches sont inclinées et qui diffèrent moins de ceux de l'Europe occidentale.

### 3e *Groupe.* — Terrain dévonien **.

782. **Caractères généraux.** — Le terrain dévonien, caractérisé par sa position et par les fossiles que nous avons

---

* Voir les mémoires de MM. Murchison et de Verneuil : *Proceedings of the geological Society of London, avril* 1842 ; *Bulletin de la Société géologique de France, XII*, 60, *XIII*, 13; *Annales des sciences géologiques*, 1842, 29.

** J'avais désigné, dans mes publications antérieures, par les noms de *terrains anthraxifère et ardoisier*, deux groupes de dépôts qui se

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

indiqués précédemment (621), offre de grandes variations dans sa composition minéralogique.

782. Nous allons donner, en premier lieu, une idée du **terrain dévonien d'entre l'Escaut et la Roër** qui encaisse les dépôts houillers dont nous avons parlé ci-dessus (776 à 780), et qui, de son côté, est encaissé par les dépôts siluriens de l'Ardenne et du Brabant. On peut y reconnaître trois étages qui se distinguent par leur nature minéralogique, mais qui sont tellement plissés et dont les plis sont si souvent renversés, que l'on a cru, pendant longtemps, que le massif se composait d'une série de roches qui se répétaient d'une manière presque indéfinie *.

784. **L'étage supérieur** est principalement composé d'un *psammite* souvent jaunâtre, quelquefois grisâtre, bleuâtre, verdâtre ou rougeâtre, qui se montre à découvert sur la plupart des plateaux *du Condros*. Ces psammites se lient, dans leur partie supérieure, avec les schistes que nous avons signalés comme formant la partie inférieure du calcaire de Visé (779) et passent, dans leur partie inférieure, à un autre

---

trouvent immédiatement en dessous du terrain houiller dans les pays situés entre l'Escaut et le Rhin; mais ces dénominations ont reçu peu d'application dans d'autres contrées. Depuis lors, M. Murchison a établi sous le nom de *silurian system*, et ensuite, de concert avec M. Sedgwick, sous le nom de *devonian system*, deux groupes caractérisés par des fossiles particuliers, et ces dénominations, moins sujettes à induire en erreur que celles tirées de caractères minéralogiques, étant adoptées par plusieurs géologues, j'ai cru devoir également en faire usage. Du reste, le *terrain dévonien* n'est pas complétement synonyme de mon *terrain anthraxifère*, parce que je comprenais dans ce dernier le calcaire de Visé ou de Bristol, que l'on réunit maintenant au terrain houiller, ainsi qu'on l'a vu à l'article précédent.

* C'est M. Dumont qui a fait connaître, dans sa *Description géognostique de la province de Liége, mémoire couronné par l'Académie de Bruxelles en* 1830, que cette prétendue série indéfinie n'était composée que d'un très-petit nombre de systèmes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

*schiste* ordinairement gris et moins altérable, qui forme le caractère principal des petites contrées nommées *Famenne* et *Fagne*. Ce schiste renferme souvent des amas ou systèmes de couches courtes de calcaire qui sont souvent exploitées comme marbres; tels sont la plupart des marbres rouges et gris, gris et blancs d'entre Sambre et Meuse.

785. **L'étage moyen** se compose principalement d'un *calcaire* qui forme notamment les beaux escarpements *de Givet* et qui ressemble tellement au calcaire de Visé, que l'on ne peut l'en distinguer par les caractères minéralogiques. Il passe de même à la dolomie et fournit également plusieurs variétés de marbre, tel est le marbre noir de Golzinne au nord de Namur.

786. Enfin l'**étage inférieur** est caractérisé par la présence des roches quarzeuses et schisteuses qui ressemblent souvent à celles de l'étage supérieur, mais qui sont beaucoup plus variées, où la couleur rouge est beaucoup plus fréquente, et parmi lesquelles on rencontre souvent des *poudingues* qui sont, entre autres, bien prononcés à *Burnot*, entre Dinant et Namur, et que l'on recherche pour les ouvrages de hauts fourneaux.

787. Voici la liste des principaux fossiles que MM. de Koninck et de Verneuil ont observés dans ces dépôts.

*Étage du psammite du Condros.*

Orthoceras goniatites.
— pyramidalis.
— regularis.
Goniatites thierianus.
— toilliezianus.
Bellerophon dilatatus.
Trochus thimianus.
Euomphalus qualteriatus.
— stygii.
Pileopsis priscus.
Cardiomorpha prisca.
Arca plutonica.
Pecten linteatus.
Pterinea lineata.
Terebratula cassidea.
— concentrica.
— cuboides.
— imbricata.
— prisca.
— pugnoides.
— wilsonii.
Spirifer archiaci.
— bouchardi.
— glaber.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Spirifer lonsdali.
— murchisonianus.
— verneuili.
Orthis antiquata.
— hybrida.
— orbicularis.
— resupinata.
— striatula.
Orthis wilryana.
Productus spinulosus.
Isocrinus macrodactylus.
Cyathophyllum ceratites.
Retepora antiqua.
Favosites polymorpha.
— spongites.
Receptaculites neptuni.

## *Etage du calcaire de Givet.*

Holoptychus omaliusii.
Calymene concinna.
— macrophtalma.
Brontes flabellifer.
Cyrthoceras nodosus.
Orthoceras annulatus.
— calamiteus.
— pyriformis.
— regularis.
Bellerophon undatus.
Murchisonia bilineata.
Pleurotomaria deperdita.
Pileopsis priscus.
Lucina proavia.
Cardium priscum.
Pterinea elegans.
— goldfussiana.
— launayiana.
— lineata.
Terebratula anceps.
— aspera.
— cassidea.
— concentrica.
— crispata.
— imbricata.
— prisca.
— wilsoni.
Strigocephalus burtini.
Spirifer archiaci.
Spirifer bouchardi.
— heteroclitus.
— ostiolatus.
— speciosus.
— trapezoidalis.
— verneuili.
Orthis demissa.
— productoides.
— resupinata.
— striatula.
— testudinaria.
— umbraculum.
Leptæna depressa.
Productus spinulosus.
Calceola sandalina.
*Tiges de crinoïdes.*
Cystiphyllum vesiculosum.
Cyathophyllum ceratites.
— cæspitosum.
— placentiforme.
— plicatum.
— quadrigeminum.
Astræa ananas.
— helianthoides.
Porites pyriformis.
Cariophyllia cæspitosa.
Harmodites reticulata.
— verticillata.
Favosites gothlandica

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Favosites polymorpha.
— spongites.
Retepora antiqua.
Receptaculites lamellosum.

*Etage du poudingue de Burnot.*

Terebratula pugnus.
Spirifer speciosus.
Retepora antiqua.

788. Le **terrain dévonien** se présente, dans quelques parties de la Grande-Bretagne, et notamment dans les comtés **de Brecon** et d'Hereford, avec des caractères très-différents de ceux que nous venons de voir, et qui l'ont fait désigner par la dénomination d'*old red sandstone* ou *vieux grès rouge*. Ce dépôt y est, en effet, presque entièrement composé de roches de couleur rougeâtre, dont les plus communes sont des psammites ordinairement très-micacés et à texture schistoïde, qui se divisent quelquefois en grands feuillets susceptibles d'être employés à couvrir les toits, et qui, d'autres fois, sont assez massifs pour que l'on en fasse de belles pierres de taille. Ces psammites passent souvent à des schistes et à des argiles d'un rouge violâtre qui sont quelquefois veinés et tachetés de verdâtre. Dans la partie supérieure, on voit des poudingues, des grès et des sables dont la couleur est moins foncée, et dans la partie moyenne on trouve une roche concrétionnée ou conglomérée, nommée *cornstone* dans le pays, qui est souvent un calcaire plus ou moins impur, passant au pséphite et au gompholite. Les fossiles sont rares dans ce dépôt; on n'a même observé jusqu'à présent, dans la partie supérieure, que quelques traces de poissons, mais les restes de ceux-ci sont plus abondants et mieux conservés dans la partie moyenne, surtout dans le cornstone, qui est peut-être le représentant du calcaire de Givet, et où l'on a observé les espèces suivantes :

Onchus arcuatus.
— semistriatus.
Ctenacanthus ornatus.
Cheirolepis traillii.
— uragus.
Ptychachanthus.
Cephalaspis lewisii.
— lloydii.
— lyelli.
— rostratus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | |
|---|---|
| Osteolepis macrolepidotus. | Dipterus macrolepidotus. |
| — microlepidotus. | Diplopterus. |
| Cheiracanthus minor. | Holoptychus nobilissimus. |
| — murchisoni. | |

789. Le **terrain dévonien** forme, dans les plaines **de la Russie**, un vaste bassin en partie recouvert par les terrains houiller et pénéen; il s'y présente avec les caractères distinctifs que nous avons déjà signalés dans les autres terrains primaires de cette région, c'est-à-dire que, outre son prodigieux développement géographique, il est formé de couches horizontales très-peu cohérentes. Il y est principalement composé de sables et de grès rouges, verts et jaunes, d'argiles, de marnes et de calcaire blanchâtre renfermant du gypse et du selmarin. Dans l'Oural, les couches sont relevées, les roches, de couleurs plus foncées, contiennent des parties cristallines, et les argiles et les marnes sont remplacées par des schistes et des calschistes.

### 4e *Groupe.* — TERRAIN SILURIEN *.

790. Le terrain silurien est caractérisé par sa position en dessous des groupes précédents, et par les fossiles dont nous avons indiqué les caractères principaux ci-dessus (622).

791. M. Murchison, en établissant ce groupe ** d'après les

---

* J'ai dit, dans la note du n° 782, les motifs qui m'avaient fait adopter la dénomination anglaise de *terrain silurien*, et abandonner celle de *terrain ardoisier*. Du reste, quoique les types de mon terrain ardoisier, c'est-à-dire les ardoises de l'Ardenne et du pays de Galles, soient maintenant rapportés par M. Murchison à son terrain silurien, il ne s'ensuit pas que cette dénomination puisse être prise comme synonyme de mon terrain ardoisier, parce que, dans le temps où M. Murchison considérait le terrain ardoisier du pays de Galles comme formant une division particulière sous le nom de *cambrian system*, établi par M. Sedgwick, je rangeais son *silurian system* dans mon terrain anthraxifère.

** *Silurian System, etc., Londres*, 1839.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**dépôts du Shropshire** et autres parties du pays des anciens silures, l'a divisé en deux étages, et il distingue dans l'*étage supérieur* cinq subdivisions ou systèmes particuliers.

Celle de ces subdivisions qui est supérieure aux autres, ou *upper Ludlow rock*, est principalement composée de *psammites*, passant au macigno et au schiste argileux, que l'on exploite comme pierre à bâtir, notamment aux environs *de Ludlow*.

On trouve ensuite une assise peu épaisse d'un *calcaire* grisâtre, argileux (*Aymestry limestone*), exploité, entre autres, aux carrières *d'Aymestry*, et qui est caractérisé par une grande abondance de pentamères (*P. Knightii*).

On voit reparaître, en dessous, des roches (*lower Ludlow rock*) qui ressemblent beaucoup au système supérieur, mais qui ont plus de tendance à passer au *schiste* et au calschiste avec des concrétions calcaires.

Ce système est suivi par une assise de *calcaire* bleuâtre (*Wenlock limestone*) qui est, entre autres, très-développé aux carrières *de Wenlock*, et qui correspond au dépôt de Dudley, célèbre parmi les paléontologistes comme ayant fourni les beaux échantillons de trilobites qui ornent un grand nombre de collections.

Ce calcaire se lie dans sa partie inférieure avec des *schistes* et des calschistes grisâtres (*Wenlock shale*) qui sont aussi très-bien caractérisés à *Wenlock*.

L'*étage inférieur* se compose de deux systèmes particuliers; le supérieur, ou *caradoc sandstone*, est principalement composé de *psammites* légèrement micacés, souvent schistoïdes, d'autres fois susceptibles d'être exploités comme pierre de taille, et dont les couleurs varient du rougeâtre au verdâtre et au grisâtre. Ces psammites, qui composent une partie des collines *de Caradoc*, renferment quelques bancs de calcaire impur passant au macigno; ils passent souvent au schiste, surtout dans la partie inférieure et au quarzite (*stipertone*); ce dernier se trouve principalement dans le voisinage des roches porphyriques.

Le système inférieur, ou *Llandeilo flags*, est composé de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*schistes* à grands feuillets de couleurs foncées, passant quelquefois au psammite, rarement au calschiste.

Voici la liste des fossiles cités par M. Murchison comme se trouvant dans ces dépôts *.

Onchus murchisoni, *pl.*
— tenuistriatus, *pl.*
Plectrodus mirabilis, *pl.*
Thelodus parvidens, *pl.*
Sphagodus pristodontus, *pl.*
Sclerodus pustuliferus, *pl.*
Pterygotus problematicus, *sl.*
Homalonatus herschelii, *pl.*
— delphinocephalus, *sl cw.*
— knigthii, *pl.*
— ludensis, *pl.*
Calymène blumenbachii, *ca.sl.cw.*
— downingiæ, *cw.*
— macrophthalma, *cw.*
— punctata, *pc.*
— tuberculata, *cw.*
— variolaris, *cw.*
Asaphus buchii, *lf.*
— caudatus, *ca.sl.cw.sw.*
— cawdori, *pl.*
— corndensis, *lf.*
— duplicatus, *pc.*
— flabellifer, *cw.*
— longicaudatus, *sw.*
— powisii, *pc.*
— stokesii, *cw.*
— subcaudatus, *pl.ca.*
— tuberculocaudatus, *cw.*
— tyrannus, *lf.*
Acidaspis brightii, *cw.*
Busmatus barriensis, *cw.*
Paradoxides 2 mucronatus, *cw.*
— 4 mucronatus, *cw.*
Illænus perovalis, *pc.lf.*
Trinucleus asaphoides, *lf.*
— caractaci, *pc.*
— fimbriatus, *pc.lf.*
— Ioidii, *pc.*
— nudus, *lf.*
— radiatus, *pc.*
Agnostus pisiformis, *lf.*
Nautilus undosus, *pc.*
Lituites articulatus, *cw.*
— bidulphii, *sl.cw.*
— cornuarietis, *sw.*
— giganteus, *ca.sl.cw.*
— ibex, *sl.*
— tortuosus, *sl.*
Phragmoceras arcuatus, *sl.*
— compressus, *sl.*
— nautileus, *sl.*
— ventricosus, *sl.*
Cyrthoceras lævis, *pl.sl.*
Orthoceras annulatus, *sl. cw.sw.ps.*
— approximatus, *ps.*
— articulatus, *pl.sl.*
— attenuatus, *sw.*
— bisiphonatus, *pc.*

* Les lettres *pl* indiquent le psammite supérieur de Ludlow, *ca* le calcaire d'Aimestry, *sl* le schiste ou système inférieur de Ludlow, *cw* le calcaire de Wenlock, *sw* le schiste de Wenlock, et *lf* le Llandeilo flags.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Orthoceras brightii, *cw.*
— bullatus, *pl.sl.*
— canaliculatus, *sl cw.*
— conicus, *pl.*
— dimidiatus, *sl.*
— distans, *sl.*
— excentricus, *sl. cw.*
— filosus, *sl.*
— fimbriatus, *sl cw.*
— gregarius, *sl.*
— ibex, *pl.sl.*
— imbricatus, *pl.*
— ludensis, *sl.*
— moktrensis, *ca.sl.*
— nummularius, *sw. pl.*
— pyriformis, *ca.pl.*
— semipartitus, *pl.*
— trochlearis, *cw.*
— virginatus, *pl.ca.pl.sw.*
Conularia quadrisulcata, *cw.*
Bellerophon acutus, *pc.*
— aymestriensis, *ca.*
— bilobatus, *pl. lf.*
— carinatus, *pl.*
— dilatatus, *cw.*
— expansus, *pl.*
— globatus, *pl.*
— striatus, *pl.*
— trilobatus, *pl.*
— wenlockensis, *cw.*
Turritella cancellata, *pc.*
— conica, *pl.*
— gregaria, *pl.*
— obsoleta, *pl.*
Natica glaucinoides, *pl.*
— parva, *pl.ca.sl.*
Nerita haliotis, *ca cw.*
— spirata, *cw.sw.*
Trochus helicites, *pl.*
— lenticularis, *pc.*
Turbo carinatus, *pl.ca.*
— corallii, *pl.ca.*
— cirrhosus, *sl.*
— pryceæ, *pc.*
— williamsii, *pl.*
Pleurotomaria angulata, *pc.*
— lloydii, *sl.*
— undata, *sl.*
Euomphalus alatus, *sw.*
— carinatus, *ca.cw.sw.*
— corndensis, *lf.*
— discors, *cw.*
— funatus, *ca.sl.cw.sw.pc.*
— perturbatus, *lf.*
— rugosus, *cw.*
— sculptus, *ca.sl.cw.*
— tenuistriatus, *lf.*
Pleurotoma articulata, *pl.*
— corallii, *pl.ca.*
Buccinum fusiforme, *pc.*
Littorina striatella, *pc.*
Terebra sinuosa, *sl.*
Pileopsis vetustatis, *ca.*
Patella implicata, *cw.*
Mya rotundata, *ca.*
Cardium striatum, *ca sl.*
Pullastra complanata, *pl.*
— lævis, *pl.*
Psammobia rigida, *sl.*
Cardiola fibrosa, *ca.sl.*
— interrupta, *ca.sl.*
Cypricardia amygdalina, *pl.*
— carpomorpha, *pl.*
— cymbæformis, *pl.*
— impressa, *pl.*
— retusa, *sl.*
— solenoides, *sl.*
— undata, *pl.sl.*
Cucullæa antiqua, *pl.*
— cawdori, *pl.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Cucullæa ovata, *pl.*
Arca eastnori, *pc.*
Nucula lævis, *lf.*
— ovalis, *ps.*
Modiola antiqua, *sw.*
— semisulcata, *sl.*
Avicula lineata, *pl. ca.*
— obliqua, *pc.*
— orbicularis, *pc.*
— rectangularis, *pl.*
— reticulata, *ca sl. cw.*
— retroflexa, *pl. sl.*
Lingula attenuata, *lf.*
— cornea, *pl.*
— lata, *sl.*
— lewisii, *ca.*
— minima, *pl.*
— striata, *sl.*
Terebratula bidentata, *cw.*
— brevirostris, *sw.*
— canalis, *sl.*
— crebricosta, *sw.*
— crispata, *cw.*
— cuneata, *cw.*
— decemplicata, *pc.*
— deflexa, *cw.*
— furcata, *pc.*
— imbricata, *cw sw.*
— interplicata, *sw.*
— lacunosa, *pl. sl. cw.*
— læviuscula, *sw.*
— navicula, *pl. ca.*
— neglecta, *pc.*
— nucula, *pl. ca. sl cw.*
— pentagona, *pl.*
— pulchra, *pl.*
— pusilla, *pc. lf.*
— sphærica, *sw.*
— stricklandii, *cw. sw.*
— tripartita, *pc.*
Terebratula unguis, *pc.*
— wilsoni, *ca. sl. cw.*
Pentamerus knightii, *ca pl. cw.*
— lævis, *pc.*
— oblongus, *pc.*
Orthis actoniæ, *pc. lf.*
— alternata, *pc lf.*
— anomala, *pc. lf.*
— antiquata, *sw.*
— bilobata, *pc lf.*
— callactis, *pc.*
— canalis, *cw sw. pc lf.*
— compressa, *pc. lf.*
— costata, *pc.*
— expansa, *pc.*
— filosa, *cw sw.*
— flabellula, *pc. lf.*
— grandis, *pc.*
— hybrida, *cw. sw.*
— lata, *pc. lf.*
— lunulata, *pl. ca sl.*
— orbicularis, *ca.*
— pecten, *pc. lf.*
— protensa, *pc. lf.*
— radians, *pc.*
— rustica, *cw.*
— semicircularis, *pc. lf.*
— testudinaria, *pc. lf.*
— triangularis, *pc.*
— vespertilio, *pc. lf.*
— virgata, *pc.*
Spirifer alatus, *lf.*
— crispus, *pl ca. cw. sw.*
— interlineatus, *ca. sl.*
— lævis, *pc.*
— liratus, *pc. lf.*
— octoplicatus, *cw.*
— pisum, *sw.*
— plicatus, *pc.*
— ptychoides, *pl.*



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Spirifer radiatus, *sl.cw.sw.pc.*
— trapezoidalis, *ca.sl.cw.sw.*
Atrypa affinis, *pl ca.sl.cw.sw.pc.*
— aspera, *cw sw.*
— compressa, *cw sw*
— crassa, *lf.*
— depressa, *sw.pc.*
— didyma, *pc.ca sl sw.*
— galeata, *sl cw.sw.*
— globosa, *pc.*
— hemisphærica, *pc.*
— lens, *pc lf.*
— linguifera, *sw pc.*
— obovata, *cw.sw.*
— orbicularis, *sw.pc.*
— plana, *pc.*
— polygramma, *pc.*
— rotunda, *sw.*
— tenuistriata, *cw.sw.*
— undata, *lf.*
Leptæna complanata, *pc.*
— depressa, *sl.cw.sw.pc.lf.*
— duplicata, *pc.lf.*
— euglypha, *sl.cw.sw pc.*
— lata, *pl.ca.*
— lævigata, *sw.*
— lepisma, *sl.sw.*
— minima, *sw.*
— sericea, *pc.lf.*
— tenuistriata, *pc.*
— transversalis, *sw.*
Orbicula punctata, *pc.*
— rugata, *pl.sl.*
— striata, *pl.*
Serpulites longissimus, *pl.*
Spirorbis tenuis, *sl.cw.*
Cyathocrinus capillaris, *cw.*
— goniadactylus, *cw.*
— pyriformis, *cw.*
— rugosus, *cw.*
Cyathocrinus tuberculatus, *cw.*
Marsuprocrinus cœlatus, *cw.*
Hypanthocrinus decorus, *cw.*
Actinocrinus arthricus, *cw.*
— expansus, *cw.*
— moniliformis, *cw.*
— retiarus, *cw.*
— simplex, *cw.*
Dimerocrinus decadactylus, *cw.*
— isodactylus, *cw.*
Aulopora conglomerata, *cw.*
— consimilis, *cw.*
— serpens, *cw.sw pc.*
— tubæformis, *cw.*
Escharina angularis, *cw.*
Ptylodictya lanceolata, *cw.*
Glaucomene disticha, *cw.*
Hornera crassa, *cw.*
Fenestella antiqua, *cw.*
— milleri, *cw.*
— prisca, *cw.*
— reticulata, *cw.*
Discopora antiqua, *cw.*
— favosa, *cw.*
— squamata, *cw.*
Berenicea irregularis, *cw.*
Retepora infundibulum, *cw.*
Eschara scapellum, *cw.*
Blumenbachium globosum, *cw.*
Gorgonia assimilis, *cw.*
Ceriopora granulosa, *cw.*
Millepora repens, *cw.*
Stomatopora concentrica, *cw.sw.*
— nummulitisimilis, *sw.*
Alveolites fibrosa, *pl.ca.*
Favosites alveolaris, *ca.sl.cw sw.*
— fibrosa, *ca sl.cw.sw pc.*
— gothlandica, *ca.cw sw pc.*
— multipora, *cw.sw.*
— polymorpha, *pl.ca.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Favosites spongites, *cw*.
Syringopora bifurcata, *ca cw*.
— cæspitosa, *cw*..
— filiformis, *cw*.
— reticulata, *cw*.
Catenipora escharoides, *ca.sl cw. sw pc.lf*.
Porites discoidea, *cw*.
— expatiata, *ca.cw*.
— inordinata, *lf*.
— petaliformis, *sw*.
— pyriformis, *ca sl cw sw*.
— tubulata, *cw*.
Monticularia, *cw*.
Astræa anana, *cw*.
Caryophyllia flexuosa, *sw*.
Acervularia baltica, *cw*.
Cyathophyllum angustum, *sw pc*.
— cæspitosum, *cw sw.pc*
— dianthus, *cw sw pc*.
— turbinatum, *cw sw pc*.
Cistiphyllum cylindricum, *cw*.
Cistiphyllum siluriense, *cw*.
Strombodes plicatum, *cw*.
Cladocora sulcata, *cw*.
Graptolites foliaceus, *lf*.
— ludensis, *sl.sw*.
— murchisoni, *pc.lf*.
Limaria clathrata, *cw.sw*.
— fruticosa, *cw sl*.
Turbinolopsis bina, *ca.sl.cw.sw.pc*.
Cyclolites lenticulata, *ca.sl*.
— præacuta, *ca.sl*.
Verticillopora abnormis, *cw*.
Cnemideum tenue, *cw*.
Tentaculites annulatus, *ps*.
— ornatus, *cw*.
— scalaris, *pl pc*.
— tenuis, *sl*.
Cornulites serpularius, *cw*.
Ischadites kœnigii, *sl*.
Cophinus dubius, *pl*.
Spongarium edwarsii, *pl*.
Polymeres demetarum, *lf*.

792. Le **terrain silurien** inférieur prend, dans le nord-ouest **du pays de Galles**, des caractères minéralogiques différents de celui dont nous venons de parler, ce qui l'avait fait considérer comme formant un groupe particulier que l'on avait nommé *système cambrien*. Il est principalement composé d'ardoises, qui donnent lieu à des exploitations importantes, et qui passent non-seulement au schiste et au quarzite, mais aussi au stéaschiste; il y renferme quelques bancs de calcaire contenant des fossiles analogues à ceux que nous avons cités ci-dessus; il y a aussi de ces corps dans les roches schisteuses, mais ils y sont pour la plupart indéterminables *.

* Ce n'est que dans ces derniers temps, ainsi qu'on peut le voir par le rapport fait à la Société géologique de Londres, le 18 février 1842, par

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

793. Le **terrain silurien** forme, **en Russie**, une bande très-considérable qui passe à Saint-Pétersbourg, en s'étendant de la Livonie à la mer Blanche, et qui présente, par rapport aux dépôts de l'Europe occidentale, les mêmes différences que nous avons déjà remarquées dans les autres dépôts primaires de cette vaste région, c'est-à-dire qu'au lieu de schiste et de psammite on y trouve des argiles et des sables, au lieu de calcaires compactes très-cohérents et de couleur foncée, des calcaires grenus plus ou moins friables, de couleur blanchâtre bigarrée de teintes peu foncées de jaunâtre, de rougeâtre, de verdâtre, etc.; ce calcaire est souvent mélangé de grains de chlorite.

### 5e *Groupe.* — Terrain cristallophyllien *.

794. **Caractères généraux.**— Nous réunissons, sous le

---

M. Murchison, que l'on a reconnu que le *terrain* dit *cambrien* n'est qu'une continuation du terrain silurien inférieur qui a été plus fortement modifié par les causes métamorphiques.

* J'avais désigné ce *groupe*, dans mes premières publications, par l'épithète de *talqueux*, tirée de la considération que presque toutes les roches qui le composent contiennent soit du talc, soit du mica; mais cette dénomination avait l'inconvénient de ne bien convenir qu'à l'un des systèmes formés par ces roches. D'un autre côté, M. Boué, et d'autres géologues, ayant employé dans ces derniers temps la dénomination de *schistes cristallins*, j'ai cru pouvoir traduire ces mots en celui de *cristallophyllien* (*feuilles cristallines*), parce que, d'après ma nomenclature des roches, il ne se trouve pas de *schistes* (526 à 534) dans ce groupe. Celui-ci est considéré, par plusieurs auteurs, comme entièrement composé de *roches métamorphiques;* mais on verra, dans le livre suivant, que je ne suis pas convaincu que toutes ces roches soient également dans ce cas, tandis que plusieurs dépôts compris dans les groupes précédents ont aussi éprouvé les effets des actions métamorphiques, de sorte que l'on ne peut tirer de cette circonstance une dénomination pour le groupe qui nous occupe, lequel était généralement compris dans les *terrains primitifs* (*urgebirge*) des anciens auteurs.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nom de terrain cristallophyllien, divers systèmes de roches que nous n'oserions dire avoir une position bien déterminée dans l'écorce du globe, car, quoique les géologues aient été longtemps d'accord pour les considérer comme inférieurs à tous ceux que nous avons examinés jusqu'à présent, il en est qui se lient intimement avec des dépôts assez élevés dans la série; cependant il ne paraît pas que l'on ait vu jusqu'à présent de grands massifs de ce groupe recouvrir d'une manière positive aucun de ceux que nous avons examinés dans les articles précédents. Les dépôts cristallophylliens se distinguent par la prédominance des roches à texture en même temps schistoïde et cristalline, c'est-à-dire schisto-granitoïde et schisto-lamellaire, ainsi que par l'abondance du mica et du talc. Ils sont très-répandus à la surface de la terre; cependant les massifs où ils se montrent seuls au jour sont rarement d'une grande étendue; ils se rencontrent plus fréquemment dans les pays de montagnes que dans ceux de plaines; ils sont, en général, peu favorables pour la culture, et souvent couverts de landes, de pâturages et de forêts.

795. **Division en systèmes.** — La position des divers dépôts réunis dans ce groupe n'est pas assez connue pour que nous puissions leur assigner un ordre géognostique bien déterminé, ce qui ne paraîtra pas étonnant quand on fera attention que nous avons maintenant perdu les deux guides principaux qui nous ont dirigé dans l'arrangement des groupes précédents, savoir, la superposition des masses et la nature des fossiles. Nous avons vu, en effet, que plus nous avançons dans la série des terrains, moins la position apparente des couches peut nous instruire sur leur position originaire, parce qu'elles sont souvent renversées ou repliées l'une sur l'autre; or le terrain cristallophyllien a une stratification encore plus généralement inclinée et contournée que les terrains précédents. Pour ce qui concerne les fossiles, il n'est pas démontré qu'il en existe dans le groupe qui nous occupe; ceux que l'on a cru pouvoir lui attribuer appartenant probablement aux terrains supérieurs.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

D'un autre côté, il est très-possible qu'il n'y ait pas d'ordre de superposition constante entre les systèmes cristallophylliens, mais que les différences que nous remarquons entre ces systèmes ne soient que le résultat du développement accidentel de certaines couches ou de certaines substances qui entrent dans la composition générale de ce terrain. En effet, il très-rare que l'on trouve un massif un peu puissant de ce terrain, sans que l'on y remarque en plus ou moins grande quantité, et souvent en stratification alternative, plusieurs des roches qui caractérisent les principaux systèmes.

Quoi qu'il en soit, on peut reconnaître que les nombreuses roches qui composent ce groupe se rattachent à six systèmes principaux, selon que dominent le *stéaschiste,* la *hornblende schistoïde,* le *quarz,* le *calcaire,* le *micaschiste* et le *gneiss;* et, malgré, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, que l'on n'ait point de données positives sur la position respective de ces systèmes, il paraît que le premier est ordinairement le plus élevé, et que les deux derniers sont ordinairement les plus inférieurs, et ceux qui se lient le plus intimement et le plus fréquemment avec le terrain granitique. Quant à la hornblende, au quarz et au calcaire, il paraît qu'ils sont moins abondants, et qu'ils pourraient être considérés comme subordonnés dans les autres roches plutôt que comme formant des systèmes particuliers.

A côté de ces systèmes, on en a placé d'autres, où dominent respectivement des roches schisteuses, feldspathiques, amphiboliques, pyroxéniques, et des ophiolites; mais nous croyons que les dépôts principaux de ces roches doivent être considérés comme appartenant à d'autres groupes, notamment au terrain silurien pour ce qui concerne les roches schisteuses, et au terrain porphyrique pour ce qui concerne la plupart des autres.

Il se pourrait cependant qu'une partie des ophiolites appartînt au terrain cristallophyllien, et nous ne voulons pas contester que toutes les roches qui viennent d'être citées se lient de la manière la plus intime avec celles que nous rangeons dans le terrain cristallophyllien, ni que les minéraux qui leur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

donnent leurs caractères principaux se trouvent réellement disséminés dans les dépôts qui appartiennent décidément à ce groupe.

796. Le système où dominent les **stéaschistes** est souvent désigné par la dénomination de formation du *schiste talqueux*, et a été quelquefois confondu avec le micaschiste; il se lie d'une manière toute particulière avec le système quarzeux; car le stéaschiste, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer (589), contient presque toujours du quarz et passe fréquemment au quarz talcique. Il y a cependant dans ce système des bancs subordonnés, des amas ou des filons qui paraissent n'être composés que de silicates ou hydrosilicates de magnésie, et que l'on est dans l'habitude de rapporter aux espèces talc, stéatite et serpentine d'après leurs caractères extérieurs; mais nous avons déjà eu l'occasion de faire voir (588) que ces caractères n'étaient point en rapport avec la composition atomique, et que ces matières n'étaient, en général, que des mélanges d'espèces proprement dites. Les stéaschistes sont aussi souvent mélangés de silicates de fer et de silicates d'alumine, ce qui les colore en vert et les fait passer à la chlorite.

Le feldspath entre également dans la composition de ce système, et alors le stéaschiste passe à la protogine, roche qui a souvent été confondue avec le gneiss, parce que l'on prenait pour du mica le talc qui entre dans sa composition. La protogine perd quelquefois la texture schistoïde, si commune dans le système qui nous occupe, et prend une texture granitoïde, d'où Saussure l'a appelée *granite veiné*, et elle a été plusieurs fois confondue avec le granite; telle est celle qui forme la masse principale du Mont-Blanc, que l'on a souvent considérée comme appartenant au terrain granitique, parce que c'est une des plus belles roches granitoïdes connues; mais l'opinion du grand observateur des Alpes (Saussure) nous porte à croire qu'elle est stratifiée, de même que l'opinion de d'Aubuisson * nous autorise à voir dans cette protogine un mem-

* Journal des mines, t. XXIX, p. 328.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

bre du grand système talqueux qui constitue une partie des Alpes occidentales, où il se présente quelquefois sous des formes si différentes, et qui s'y lie par des passages insensibles avec le terrain de la Tarentaise (753).

797. La **hornblende schistoïde** se lie intimement avec les stéaschistes, ainsi qu'avec d'autres systèmes cristallophylliens dont elle est peut-être plutôt un accident que la base d'un véritable système particulier.

798. Les **roches quarzeuses** cristallophylliennes se distinguent difficilement de celles du terrain silurien, et se lient très-intimement avec les stéaschistes dont elles ne sont quelquefois que des accidents; il paraît cependant qu'elles deviennent aussi l'élément dominant de massifs considérables. C'est notamment ce qui a lieu dans les montagnes du Brésil qui recèlent le quarz aurifère et le quarzite micacé nommé itacolumite (517).

799. Les roches **calcareuses** du terrain crystallophyllien sont souvent subordonnées dans les autres systèmes, surtout dans celui du stéaschiste; mais quelquefois elles se développent au point de caractériser elles-mêmes des systèmes. Elles ont communément une texture saccharoïde, et renferment presque toujours de la magnésie ou des minéraux dans la composition desquels entre cette terre. Aussi, indépendamment du calcaire, y voit-on souvent de la dolomie, de l'ophicalce, du cipolin, du gypse, de la karsténite, etc. Elles fournissent de beaux marbres *.

* On a cru pendant longtemps que tous les calcaires saccharoïdes, et par conséquent les plus beaux marbres connus, appartenaient au terrain primitif, c'est-à-dire au groupe qui nous occupe; mais actuellement que l'on pense que cette texture est un effet de la chaleur que ces roches ont éprouvée par l'éjaculation des dépôts plutoniens, et que l'on considère comme secondaire le marbre de Carrare (754), où l'on voyait un type du calcaire primitif, il règne beaucoup d'incertitude sur la véritable position des grands dépôts de calcaire cristallin, et il n'y a que les couches subordonnées dans les stéaschistes, les micaschistes et les gneiss que l'on puisse en quelque manière rapporter au terrain cristallophyllien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

800. Le **micaschiste**, qui est la roche dominante des associations que l'on a désignées sous le nom de *formation du schiste micacé* (*glimmerschiefer*), est très-répandu dans la nature, et a toujours beaucoup attiré l'attention des géologues et des mineurs à cause des nombreux filons métallifères qui le traversent. Il renferme souvent des bancs subordonnés de calcaire, et se lie si intimement avec les stéaschistes et les quarzites, qu'il est difficile de tirer la ligne de démarcation; car les lamelles que l'on appelle mica dans le micaschiste, et celles que l'on nomme talc ou stéatite dans le stéaschiste passent insensiblement de l'un à l'autre; d'autres fois, le mica cessant d'être dominant, la roche passe au quarzite micacé.

801. D'autres fois aussi le feldspath entre dans la composition du micaschiste et de l'hyalomicte, et même remplace le quarz en tout ou en partie; de sorte que la masse devient du **gneiss**. Cette roche, qui est aussi très-abondante dans l'écorce du globe, paraît former un système dont la composition est généralement moins compliquée que celle des autres systèmes cristallophylliens. Cependant la diminution ou la disparition de quelques-uns de ses éléments, ou les changements qu'éprouve leur mode d'agrégation, y déterminent aussi l'existence de bancs subordonnés, appartenant à d'autres espèces de roches; et, outre celles que nous avons déjà indiquées, nous devons encore citer le leptynite, la pegmatite et le granite. Il est à remarquer, d'ailleurs, que le gneiss se lie si intimement avec le granite, que la ligne de démarcation entre les dépôts où domine l'une ou l'autre de ces roches est ordinairement très-difficile à établir, d'autant plus que les caractères qui les distinguent sont souvent difficiles à apprécier ou de peu de valeur. En effet, la distinction géognostique entre le système du gneiss et le terrain granitique consiste principalement dans la stratification du premier et dans la structure non stratifiée du second; or la stratification des roches schistoïdes primaires est généralement difficile à apercevoir; et les parties extérieures des massifs de granite sont quelquefois tellement tra-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

versées par des fissures, qu'ils paraissent stratifiés ou même feuilletés.

802. Le terrain cristallophyllien renferme une si grande quantité de **minéraux disséminés**, que, si nous voulions en faire l'énumération, nous serions presque obligé de répéter la nomenclature minéralogique. Nous citerons, parmi les plus abondants, le grenat, la tourmaline, l'épidote, le disthène, le zircon. Mais c'est surtout par ses nombreux **gîtes métallifères** que ce terrain est remarquable ; les uns sont en filons, les autres en amas couchés. Ils paraissent s'étendre indistinctement dans tous les systèmes : on serait cependant tenté de les considérer comme plus communs dans le micaschiste et dans le gneiss que dans les autres systèmes ; tel est le cas des mines d'argent, d'étain, de cobalt, qui se trouvent en Suède et en Allemagne, ainsi que de quelques mines de cuivre, de plomb, de fer, etc. C'est aussi à ce terrain que nous paraissent appartenir les gîtes les plus riches d'or et d'argent de l'Amérique.

## IIe CLASSE.

## TERRAINS PLUTONIENS *.

803. **Caractères généraux.** — Les terrains plutoniens sont assez généralement composés de roches feldspathiques, albitiques, labradoriques, amphiboliques, pyroxéniques et talciques à texture cristalline. Ils forment ordinairement des typhons, des culots, des dykes et des coulées, et ne recèlent point de corps organisés. Il y a cependant quelques exceptions à ces deux dernières règles, consistant en ce qu'on laisse dans ces terrains des dépôts peu étendus, qui sont composés

* J'ai déjà eu l'occasion de faire connaître que cette dénomination est synonyme de *terrains ignés* et de *terrains non stratifiés* ou *massifs*. Les terrains plutoniens forment, avec le terrain talqueux, ce que l'on appelle *terrain de cristallisation*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de fragments de roches analogues à celles des terrains plutoniens proprement dits, dans lesquels on distingue une véritable stratification et où l'on rencontre quelquefois des corps organisés.

Ces terrains sont moins étendus à la surface de la terre que les terrains neptuniens; mais il paraît qu'ils se prolongent sous ces derniers, d'où l'on suppose qu'ils composent toute la partie inférieure de l'écorce du globe.

804. Il est plus difficile d'établir des **divisions** dans ces terrains que dans ceux de la série neptunienne; car, d'après ce que l'on vient de voir, on ne peut s'appuyer sur des caractères paléontologiques, et les caractères géognostiques y sont moins distincts, puisqu'ils s'y réduisent ordinairement à la manière dont les filons se coupent les uns les autres, et aux liaisons qui s'établissent entre les dépôts neptuniens et les roches plutoniennes. D'un autre côté, ces dernières présentent fréquemment, dans une même masse, le passage d'une espèce de roche à une autre ou même à plusieurs autres espèces; cependant il paraît que, en considérant la chose d'une manière générale, on peut y reconnaître quelques distinctions minéralogiques qui sont en rapport avec les époques de formation; c'est ainsi que l'abondance des textures cristallines d'un côté, et celle des textures celluleuses et de l'aspect vitreux d'un autre côté, nous donnent une première division en deux ordres, que nous désignons par les noms de *terrains agalysiens* et de *terrains pyroïdes*.

### Ier ORDRE.

## TERRAINS AGALYSIENS *.

805. **Caractères généraux.**—Les terrains agalysiens se

---

* Cet ordre se compose, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, des dépôts d'origine plutonienne, compris dans les *terrains primitifs* et de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

distinguent par leur tendance à former de grandes masses non stratifiées, qui se trouvent généralement en dessous des terrains neptuniens, ou des culots et des dykes, qui s'intercalent dans les terrains neptuniens, surtout dans ceux des groupes inférieurs, avec lesquels les terrains agalysiens se lient souvent d'une manière très-intime.

806. **Division.** — Nous divisons ces terrains en deux groupes, fondés sur la circonstance que dans l'un la texture granitoïde est dominante, tandis que dans l'autre c'est la texture porphyroïde, et il paraît que cette division concorde assez bien avec les époques de formation *.

---

*transition* des auteurs du commencement de ce siècle; mais aucune de ces deux dénominations ne s'associant avec la division que j'ai adoptée, j'ai cru pouvoir prendre celle de *terrains agalysiens* (*dissous*), que M. Brongniart a employée en 1827 pour désigner une coupe qui comprenait tous les dépôts qui font le sujet du présent article. Toutefois je ne dois pas laisser ignorer que, dans son travail de 1829, M. Brongniart a restreint ses terrains agalysiens à mon terrain primaire; mais, comme les roches qui composent ce dernier groupe sont moins généralement cristallines que celles des terrains granitique et porphyrique, il m'a paru préférable de conserver à ces deux groupes l'épithète collective d'*agalysiens*, plutôt que de créer un nouveau mot.

* Le mode de formation des terrains agalysiens étant, comme je l'ai déjà indiqué, tout à fait hypothétique, et toutes les associations de roches rangées dans cet ordre présentant de grands rapports de composition, et étant souvent intercalées l'une dans l'autre, il paraît difficile d'y trouver un bon mode de division; je me suis, en conséquence, borné à ranger, selon l'usage le plus ordinaire, dans un premier groupe les roches qui ont ordinairement la texture granitoïde, et dans un second groupe celles qui ont ordinairement la texture porphyroïde; et, sans prétendre qu'une division aussi empirique soit la meilleure, je dirai qu'elle semble correspondre avec l'ordre chronologique, les roches du second groupe paraissant avoir été consolidées après celles du premier.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## 1er *Groupe.* — TERRAIN GRANITIQUE.

807. **Caractères principaux.**—Le terrain granitique est principalement caractérisé par la prédominance du granite et de la texture granitoïde, ainsi que par sa disposition en masses non stratifiées.

808. **Caractères géographiques.** — Il est très-répandu à la surface du globe, et forme quelquefois des massifs considérables; d'autres fois il compose de petites bandes au milieu des terrains primaires, ou bien il ne se montre que dans quelques lieux isolés où la continuité des terrains neptuniens qui le recouvrent est interrompue.

La solidité et l'altérabilité des roches qui composent le terrain granitique étant très-variables, il en résulte aussi des différences dans les formes extérieures des contrées où ce terrain domine; en général, les pays granitiques présentent de petites montagnes à croupes arrondies. Les vallées y sont cependant quelquefois très-profondes et bordées d'escarpements; mais ces circonstances y sont plus rares que dans la plupart des contrées primaires et secondaires.

Les contrées granitiques sont, en général, peu propres à la culture, et, lorsque les roches granitiques n'y sont pas recouvertes de dépôts d'autre nature, elles ont beaucoup de tendance à se refuser à la production du froment et à celle de la vigne.

809. La **composition** du terrain granitique est beaucoup plus simple et beaucoup moins variable que celle des autres groupes que nous venons d'examiner : nous pourrions presque dire que ce terrain est exclusivement composé de granite, si nous laissions à ce nom de roche toute l'étendue qu'on lui donnait dans le siècle dernier, c'est-à-dire si nous l'appliquions à toutes les roches feldspathiques et albitiques qui ont la texture granitoïde. Mais, d'après la nomenclature que nous avons adoptée, la composition du terrain granitique est plus compliquée, car indépendamment du véritable granite, c'est-à-dire de la roche granitoïde composée de feldspath, de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quarz et de mica, qui est en général la plus abondante, on y trouve encore plusieurs autres associations minérales, auxquelles nous donnons des noms particuliers; c'est ainsi que, si le mica disparaît, on a de la pegmatite; si cette substance passe aux silicates de magnésie, on a de la protogine; si le mica est remplacé par l'amphibole, on a de la syénite; si le feldspath, qui domine dans ces diverses combinaisons, perd sa texture lamellaire pour prendre une texture grenue ou compacte, ou si sa potasse est substituée par de la soude ou par de la chaux, ou si d'autres substances deviennent dominantes, on a du leptynite, de l'eurite, du diorite, du porphyre, etc.; enfin, si les substances composantes éprouvent de l'altération, elles donnent naissance à des matières qui reçoivent quelquefois des noms particuliers; tel est le kaolin, qui paraît n'être qu'une pegmatite décomposée.

810. Les limites du terrain granitique sont très-difficiles à établir, à cause de ses **liaisons avec d'autres dépôts** : nous avons déjà fait remarquer ses rapports avec le système du gneiss, ainsi qu'avec les arkoses des terrains pénéen, triasique et jurassique; mais c'est surtout avec le terrain porphyrique que la liaison est la plus intime; elle présente même des rapports que nous n'avons point encore vus dans les groupes qui nous ont occupé jusqu'à présent. En effet, il y a entre ces dépôts plus que des ressemblances de composition ou des intercalations alternatives de masses; il y a une pénétration dans les mêmes masses, car on voit très-souvent des masses de granite qui sont traversées par des filons, des veines ou des noyaux de matières qui ressemblent à celles qui dominent dans le terrain porphyrique, et qui se lient de la manière la plus intime avec le granite. Or, soit que l'on considère ces matières comme de simples accidents du terrain granitique, soit que l'on y voie des filons de terrain porphyrique introduits dans le terrain granitique, elles n'en constituent pas moins des rapports très-remarquables entre les masses à texture porphyroïde et celles à texture granitoïde.

D'un autre côté, si le granite est traversé par de nombreux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

filons porphyriques, il y a aussi des filons granitiques qui traversent d'autres terrains. On n'est pas encore absolument d'accord sur le terme où s'arrêtent ces filons; mais leur existence dans les terrains primaires est un fait maintenant bien constaté. On n'est pas non plus d'accord sur les relations de position du terrain granitique. Il n'y a pas longtemps que l'on croyait que le granite était toujours inférieur à tous les autres dépôts, et il est certain, en effet, que cette disposition se remarque dans le plus grand nombre des localités où l'on aperçoit la jonction du granite avec d'autres roches; mais on trouve aussi des localités où le granite s'appuie sur d'autres dépôts, et l'on remarque même qu'à Weinbohla, en Saxe, cette roche repose sur le terrain crétacé. Nous sommes loin de vouloir contester une opinion qui prend tous les jours plus de consistance, mais nous sommes assez disposé à ne voir dans ces superpositions, du moins dans celles qui placent le granite au-dessus des dépôts supérieurs aux terrains primaires, qu'une disposition accidentelle analogue à celles dont nous avons déjà parlé à l'occasion de ce que nous avons appelé des bassins renversés.

811. Nous avons déjà indiqué que le terrain granitique présente une grande variation sous le rapport de la manière dont il a résisté aux causes qui tendent à l'altérer. Les parties de ce terrain qui sont au jour, et surtout celles qui forment le sommet des plateaux, sont ordinairement friables ou même meubles, et on voit la roche devenir plus cohérente à mesure que l'on s'enfonce. C'est surtout le feldspath qui a éprouvé cette **altération**, le quarz et le mica conservant mieux leurs caractères propres. D'autres fois, les parties altérées forment des espèces de bandes qui s'enfoncent dans le granite, et l'on a remarqué que dans les Vosges ces bandes sont ordinairement traversées dans leur milieu par des filons d'une roche formée de mica plus ou moins mélangé d'autres matières, et que les mineurs du pays nomment *minette*. Du reste, l'altération que présente ordinairement le granite des plateaux ne s'étend pas uniformément sur toute la masse, car on

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trouve souvent, au milieu des parties passées à l'état meuble, d'autres qui ont conservé toute leur cohérence. Ces portions solides ont ordinairement des formes arrondies, et ressemblent aux nombreux blocs qui non-seulement couvrent ordinairement le sol des contrées granitiques et encombrent leurs vallées, mais qui s'étendent aussi jusqu'à des distances considérables, ainsi que nous l'avons dit en parlant du terrain diluvien. Indépendamment de ces parties, qui paraissent devoir leur conservation à leur nature intime, il est à remarquer encore que les roches granitiques qui se présentent dans les escarpements sont généralement moins altérées et sont plus cohérentes que celles qui se trouvent sur les plateaux. Du reste, les roches granitiques, prises dans des lieux convenables, sont d'une solidité remarquable, et l'on voit à Rome un obélisque fait en Égypte il y a plus de trois mille ans, et qui, depuis lors, est exposé aux injures du temps, sans avoir éprouvé d'altération sensible. Cet exemple suffit pour faire sentir les avantages que les arts peuvent retirer de l'emploi des roches granitiques, d'autant plus que leur structure massive permet, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'y tailler des morceaux dont le volume n'a d'autres limites que celles des forces que l'industrie humaine peut employer pour les mettre en mouvement.

812. Le terrain granitique renferme beaucoup de **minéraux** particuliers, qui s'y trouvent soit **disséminés**, soit en veines dans les roches granitiques. Ces minéraux y sont cependant en moins grande quantité que dans le terrain talqueux. Les **gîtes métallifères** surtout y sont beaucoup plus rares, et s'y présentent en veines ou petits filons, souvent intimement liés avec les roches; ils sont quelquefois très-bien réglés, mais ordinairement peu puissants. Les métaux les plus communs dans le granite sont le titane, l'étain, l'urane, l'arsenic, le molybdène, le scheelin, tandis que l'or, le cuivre et les pyrites y sont très-rares, ou peut-être ne s'y trouvent pas, dit M. Brongniart.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## 2e *Groupe.* — TERRAIN PORPHYRIQUE *.

813. **Caractères généraux.** — Le terrain porphyrique est principalement caractérisé par l'abondance des roches porphyroïdes et par sa tendance à prendre la forme de dykes et de culots qui traversent d'autres dépôts. Il est très-commun dans la nature; mais il recouvre rarement, du moins en Europe, des contrées étendues; le plus souvent il forme des dykes et des culots plus ou moins puissants ou de petits massifs qui semblent se trouver de préférence dans le voisinage ou dans l'intérieur des massifs granitiques.

Les contrées porphyriques ont, en général, beaucoup de ressemblance avec les contrées granitiques, tant sous le rapport des formes extérieures, qui présentent ordinairement des élévations coniques ou des croupes arrondies, que sous le rapport du peu de fertilité. Il y a même de ces contrées qui

---

* Ce groupe est formé de systèmes ou associations de roches, dont les principales sont souvent désignées par les noms de *porphyre rouge quarzifère*, d'*ophiolites* ou *serpentines* et de *porphyres noirs*, lesquels mériteraient peut-être d'être considérés comme des groupes spéciaux; mais j'ai préféré de les réunir provisoirement en un seul groupe, à cause de la difficulté de tirer la ligne de démarcation et des incertitudes qui règnent encore sur les relations de plusieurs de ces roches. M. de Buch disait, à l'occasion des environs de Lugano (*Ann. des sciences nat.*, tom. XVIII, pag. 158), que le porphyre rouge quarzifère se lie tellement avec le granite, qu'on doit le considérer comme appartenant à une même formation, tandis que le porphyre noir se distingue nettement de l'un et de l'autre; mais je répéterai, à cette occasion, que la liaison de deux terrains n'est point un motif suffisant pour n'en faire qu'un seul groupe, et j'ajouterai que ces liaisons ne prouvent même pas, dans les terrains plutoniens, que les deux dépôts aient été formés ensemble ou immédiatement à la suite l'un de l'autre. En effet, ces terrains paraissant, en général, avoir pris leur place par des injections poussées de bas en haut, leur intercalation mécanique a pu se faire postérieurement à la for-



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sont remarquables par leur aspect de désolation; ce sont surtout celles où dominent les ophiolites et les granitones, comme dans les Apennins de la Ligurie.

814. Le terrain porphyrique a non-seulement des **liaisons** avec le terrain granitique, mais aussi avec tous les terrains secondaires. Du reste, ces liaisons sont plus souvent mécaniques que chimiques, et l'interposition se fait bien plus communément par des dykes et des culots que par de véritables couches. Des observations de M. Élie de Beaumont * ont même fait voir que des gîtes de roches porphyriques, que l'on considérait comme de véritables couches, sont des dykes qui suivent, pendant un espace assez long, les joints de stratification qui séparent deux couches. Cependant nous sommes loin de prétendre que toutes les roches porphyroïdes que l'on trouve dans les terrains primordiaux appartiennent à notre terrain porphyrique; car, de même que la plupart des autres textures se retrouvent dans presque tous les groupes qui composent la croûte solide du globe, la texture porphyroïde peut aussi exister dans plusieurs de ces groupes. Tout ce que nous

---

mation de l'un des dépôts. On conçoit aussi que, quand la matière injectée est d'une nature analogue à celle dans laquelle elle s'introduit, il s'opère bientôt une liaison entre les deux parties; c'est comme si on injectait de la pâte faite avec de la farine de seigle dans un pain de froment à demi cuit, ce qui donnerait un pain de froment avec des veines de seigle. Quant à la circonstance de la séparation tranchée entre le porphyre rouge et le porphyre noir, elle annoncerait seulement, dans ma manière de voir, que, dans cette localité, il y a eu une interruption dans le travail de la nature entre la formation de ces deux dépôts; mais il est à remarquer que ce dernier fait ainsi que l'antériorité du porphyre rouge sur le porphyre noir sont maintenant contredits par MM. Studer et F. Hoffmann (*Bulletin de la Société géologique de France*, tom. IV, pag. 54 et 103), qui rapportent que non-seulement il y a une liaison intime entre les deux porphyres, mais qui annoncent avoir observé dans cette même localité des filons de porphyre rouge dans le porphyre noir, ce qui prouverait que celui-ci est plus ancien que celui-là.

* *Ann. des sciences nat.*, tome XV, page 353.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

disons, c'est que, dans l'état actuel de nos connaissances, la subordination des porphyres, des syénites, des diorites, des ophiolites et des roches pyroxéniques dans les terrains primaires n'est pas assez démontrée pour que l'on puisse la donner comme un fait positif, et pour que l'on répartisse ces roches dans les divers groupes de ces terrains.

D'un autre côté, il arrive souvent que les roches neptuniennes qui se trouvent dans le voisinage des porphyres ont des caractères particuliers qui peuvent être considérés comme établissant de véritables liaisons chimiques avec le terrain porphyrique. Ces caractères consistent dans la présence de cristaux de feldspath disséminés dans des roches qui, comme le schiste et le calcaire, n'en contiennent pas ordinairement, et dans l'existence de la magnésie, soit à l'état de silicate, soit à celui de carbonate; il y a même des roches calcareuses, telles que la dolomie, l'ophicalce et le cipolin, qui, d'un côté, se lient aux terrains neptuniens, et qui, de l'autre côté, ont tant de rapport avec le terrain porphyrique, que plusieurs géologues croient devoir les ranger avec ce dernier.

815. Certaines parties du terrain porphyrique paraissent très-riches en **gîtes métallifères**, et M. de Humboldt considère plusieurs mines d'or et d'argent d'Amérique comme se trouvant dans le terrain porphyrique. Il semble aussi que l'on peut y rapporter la plupart des gîtes de ces métaux en Hongrie. Mais les liaisons qui existent entre le terrain porphyrique et les autres terrains primordiaux, ainsi que les idées théoriques qui dominaient lorsqu'on a fait la plupart des observations que l'on observe à ce sujet, laissent encore des doutes sur beaucoup de gîtes métallifères exploités dans le voisinage des roches porphyriques. On suppose aussi que beaucoup de pierres précieuses que l'on trouve dans les terrains détritique, alluvien et diluvien proviennent de la décomposition du terrain porphyrique.

816. **Division.**—Ce terrain, tel que nous l'entendons, peut être divisé en trois systèmes particuliers, que l'on pourrait désigner par les épithètes de *rouge* ou *quarzifère*, de *vert* ou *ophio-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*litique*, et de *noir* ou *pyroxénique;* mais il faut éviter de donner à ces noms un sens trop rigoureux, car on conçoit qu'ils indiquent des propriétés trop accidentelles pour qu'elles soient exclusives. D'autant plus, pour ce qui concerne la couleur, que la nature a une grande tendance à présenter l'association du vert et du rouge, ce qui provient probablement de ce que ces deux couleurs résultent également des combinaisons du fer : aussi est-il rare de voir des roches vertes, sans qu'elles contiennent des parties rouges ou sans qu'il y ait des roches rouges dans le voisinage; il en est de même des roches rouges par rapport aux parties vertes. D'un autre côté, la couleur noire n'est souvent qu'un vert foncé. C'est notamment ce qui a lieu dans plusieurs roches amphiboliques. On ne doit donc voir, dans ces dénominations, qu'une indication propre à rappeler que le rouge, le vert et le noir sont les couleurs les plus fréquentes dans chacun de ces systèmes; que, en outre, le premier contient souvent des grains de quarz, que le second est principalement formé d'ophiolites, et que le troisième renferme souvent du pyroxène; mais, outre que ces caractères ne doivent point être pris exclusivement, nous n'oserions assurer que la division qui en résulte annonce réellement des distinctions géognostiques, ainsi qu'on l'a souvent avancé; nous sommes, au contraire, porté à n'y voir que de simples modifications minéralogiques.

817. Le **terrain porphyrique rouge** est principalement composé de porphyre rouge quarzifère, et se lie si intimement avec le terrain granitique, qu'on ne peut tirer la ligne de démarcation, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus (810). C'est surtout par la syénite que ce passage a lieu, et il y a un rapport tout particulier entre la syénite rouge quarzifère et le porphyre rouge quarzifère; aussi est-il rare que l'on voie l'une de ces roches sans rencontrer l'autre. Du reste, la distinction entre les divers groupes du terrain porphyrique n'est pas encore assez bien établie pour que nous osions donner avec assurance l'indication des roches que l'on pourrait ajouter au porphyre et à la syénite comme parties constituantes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

du système qui nous occupe; nous pensons cependant que d'autres roches feldspathiques, albitiques ou amphiboliques sont dans ce cas, et notamment le diorite, l'eurite, la variolite, le spilite; il est probable que l'on y trouve aussi des roches analogues à celles qui caractérisent les deux autres systèmes, et même quelques-unes des roches qui semblent appartenir plus particulièrement au terrain pénéen, telles que le pséphite.

Le terrain porphyrique rouge se trouve non-seulement intercalé dans le terrain granitique, mais on le rencontre aussi dans tous les terrains secondaires; toutefois, après le granite, c'est avec le terrain pénéen que sa liaison paraît la plus intime, d'autant plus que certaines roches pénéennes, telles que les pséphites et les arkoses, ont à peu près la même nature que les roches porphyriques.

818. Le **terrain porphyrique vert** est, comme nous l'avons déjà dit, principalement caractérisé par la présence des ophiolites; mais les motifs qui nous ont rendu circonspect dans l'indication des roches qui entrent dans la composition du terrain porphyrique rouge se représentent avec plus de force pour le terrain porphyrique vert. Nous ne pouvons, en quelque manière, citer avec assurance, outre l'ophiolite, que le granitone, qui paraît être un compagnon assez fidèle de l'ophiolite et se trouver absolument dans la même position. Il est probable aussi que plusieurs roches amphiboliques sont dans le même cas; et M. Macculloch * a observé, à Clunie, dans le Perthshire, en Écosse, un dyke formé, lorsqu'il traverse des roches schisteuses, de diorite qui passe à l'ophiolite lorsque le dyke entre dans les roches calcareuses. C'est aussi avec le terrain ophiolitique que se trouvent associées les dolomies, les ophicalces, les cipolins et les autres roches calcareuses que nous avons dit que plusieurs géologues considèrent comme plutoniennes.

---

* *Brewsters, Edinburgh Journal of sciences*, vol. 1er, page 1.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le gisement du terrain ophiolitique a beaucoup de rapports avec celui du porphyre quarzifère; mais il forme plus rarement des culots, est plus souvent en dykes, et atteint quelquefois les terrains tertiaires. D'un autre côté, les ophiolites paraissent, en général, ne traverser le terrain granitique que d'une manière tout à fait mécanique, et se lier, au contraire, si intimement avec les stéaschistes et les calcaires cristallophylliens, qu'on les considère quelquefois comme subordonnées à ces deux systèmes, et que la plupart des roches qui composent ceux-ci pourraient être envisagées comme des schistes, des quarz et des calcaires plus ou moins imprégnés de l'élément principal des ophiolites, c'est-à-dire de combinaisons à bases de magnésie.

819. Le **terrain porphyrique noir** ressemble tellement au terrain porphyrique rouge, que nous ne pouvons, pour ainsi dire, exprimer ses caractères distinctifs et tracer ses limites d'une manière exacte. Ceux de ces caractères sur lesquels on a le plus appuyé sont l'absence des grains de quarz, la présence des roches pyroxéniques, et notamment du mélaphyre, la tendance à prendre des teintes noires ou grisâtres, à perdre la structure porphyroïde et à se lier, ou du moins à ressembler au terrain basaltique; mais on sent que des distinctions de ce genre peuvent n'être dues qu'à des circonstances locales, par conséquent, ne pas se représenter également tous les points du globe. On croit aussi que ce système se trouve en relation avec des terrains plus élevés dans la série. Ainsi, tandis que le porphyre rouge ne paraît pas étendre ses relations au delà des terrains secondaires, le porphyre noir pousse ses rapports jusqu'aux terrains tertiaires; mais sa grande ressemblance avec le terrain basaltique est cause que souvent on ne sait si telle roche doit être considérée comme appartenant à l'un ou à l'autre de ces groupes.

Le terrain porphyrique noir a aussi une composition plus variée que le terrain porphyrique rouge; car, outre le mélaphyre, qui en est, en quelque manière, le type, il présente ordinairement d'autres roches pyroxéniques, notamment du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

trapp, de la dolérite, du spilite, de la vake, de la pépérine; peut-être que l'on peut aussi compter, dans sa composition, l'hypersténite et la lherzolite. Il renferme une grande quantité de minéraux disséminés, surtout des zéolites, des agates, des améthystes, etc. Nous ne pourrions pas dire s'il renferme réellement des gîtes de minerais métalliques, mais ce qui est certain, c'est qu'il accompagne très-fréquemment ces gîtes.

### II^e^ ORDRE.

## TERRAINS PYROIDES*.

820. Quoique les terrains pyroïdes renferment encore beaucoup de parties cristallines, les textures massives et celluleuses y sont plus abondantes que dans les terrains agalysiens; ils nous rappellent souvent les matières pierreuses qui ont été fondues dans nos fourneaux. Ils ne nous présentent pas, comme le terrain granitique, des masses qui recouvrent une grande étendue, mais nous les voyons principalement sous la forme de culots, de dykes et de coulées, qui ne s'étendent pas beaucoup à la surface de la terre, mais qui s'enchevêtrent plus ou moins dans tous les autres terrains sans exception, et qui paraissent se prolonger jusque dans les parties les plus inférieures de l'écorce solide du globe. D'autres fois ils forment, dans le voisinage de ces dykes et de ces coulées, des nappes ou des amas plus ou moins épais, mais généralement peu étendus.

---

* Ces dépôts sont souvent désignés par l'épithète de *volcaniques;* mais, comme il paraît que les plus anciens ont une origine un peu différente de celle des produits de nos volcans modernes, il m'a semblé convenable de chercher une dénomination commune qui permît de réserver celle de terrain volcanique à ces derniers produits, et j'ai adopté celle de *pyroïde*, destinée à rappeler que ces dépôts ont des caractères extérieurs qui les rapprochent des matières minérales qui ont subi l'action du feu.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nous divisons ces terrains en trois groupes, qui tirent leurs caractères distinctifs de la prédominance respective des trachytes, des basaltes et des téphrines; d'où on les désigne par les épithètes de *trachytique*, *basaltique* et *volcanique*.

### 1^er^ *Groupe.* — Terrain trachytique.

821. **Caractères généraux.** — Le terrain trachytique est principalement caractérisé par l'éclat vitreux d'une partie des roches qui le composent, et par sa tendance à former des montagnes coniques ; mais il se lie si intimement avec les terrains volcanique, basaltique et porphyrique, qu'il est très-difficile de le distinguer de ces groupes.

Il forme ordinairement des massifs de montagnes coniques, dont les cimes atteignent quelquefois à une hauteur considérable ; il paraît, notamment, que les cimes les plus élevées des Andes appartiennent à ce terrain.

En considérant les roches qui le composent sous le rapport de leur texture, on peut les diviser en deux systèmes, l'un composé de roches massives et cristallines, l'autre de roches conglomérées et meubles.

822. Les **roches massives et cristallines** sont ordinairement en masses non stratifiées et forment généralement les parties supérieures des montagnes coniques. Elles consistent principalement en trachyte, en domite, en phonolite, en perlite, en obsidienne et en ponce; on y trouve aussi des eurites et des argilophyres. Du reste, il est très-difficile de déterminer maintenant toutes les roches qui entrent dans la composition du terrain trachytique, parce que l'on n'est pas encore parvenu à établir, d'une manière bien tranchée, la séparation entre ce terrain et les groupes voisins, et que beaucoup d'observations, dont on est obligé de faire usage, remontent à des époques où l'on n'avait point encore établi de distinctions entre ces groupes.

Indépendamment de leur aspect vitreux, la plupart des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

roches trachytiques sont remarquables par une âpreté au toucher, qui est l'origine du nom que porte l'espèce principale. Ces roches ont beaucoup de tendance à prendre la texture porphyroïde, et renferment souvent des cristaux de diverse nature, notamment de ryacolite, qui prennent quelquefois de très-grandes dimensions. D'autres fois ces roches ont la structure granitoïde à tel point qu'on en a déjà désigné sous le nom de *granite* et de *laves granitoïdes*.

823. Les **roches conglomérées et meubles** forment ordinairement des couches et des amas au pied des montagnes trachytiques. Elles sont, en général, composées de fragments de même nature que les roches cristallines et massives; et, comme celles-ci sont souvent traversées par un grand nombre de fissures qui leur donnent une apparence bréchiforme, que d'autres fois les roches cohérentes passent par une série de nuances à un état tout à fait meuble, il y a entre ces deux systèmes une liaison telle qu'il est souvent impossible d'établir le point de séparation. Du reste, les roches meubles et conglomérées se trouvent de préférence à l'extérieur des grands dépôts trachytiques en formant, soit des amas ou des couches au pied des montagnes, soit des espèces d'enveloppes ou de manteaux autour de celles-ci.

824. La présence ou l'absence des **dépôts métallifères** dans le terrain trachytique est encore un fait douteux, à cause des liaisons et des rapprochements de ce terrain avec le terrain porphyrique. On considère cependant assez communément quelques mines d'or, d'argent et de mercure du Mexique et de la Hongrie, comme formant des filons et des amas dans le terrain trachytique. Mais il serait très-possible que ces dépôts appartinssent plutôt au terrain porphyrique, qui s'y lie intimement avec le terrain trachytique.

Les mêmes motifs laissent aussi des incertitudes sur les autres **minéraux** qui peuvent se trouver **disséminés** dans ce terrain. Il paraît, d'ailleurs, que la liste de ces minéraux se rapproche de celle de ceux du terrain porphyrique; cependant il semble qu'elle est moins nombreuse. Parmi ces minéraux,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

on peut citer les opales qui sont notamment très-communes dans les trachytes de Hongrie.

### 2e *Groupe.* — TERRAIN BASALTIQUE.

825. **Caractères généraux.** — Le caractère le plus marqué du terrain basaltique, c'est d'être principalement composé de basalte, accompagné quelquefois d'autres roches pyroxéniques, telles que de la dolérite, de la pépérine, de la vake, etc. Il forme ordinairement des culots ou élévations coniques qui percent au milieu des autres terrains, et qui sont composées d'un assemblage de prismes de basaltes; il se trouve aussi en dykes, en couches, en amas et en coulées.

Il recouvre rarement une grande étendue à lui seul, mais il est presque toujours intercalé dans les autres terrains en masses plus ou moins puissantes. Les couches et les amas forment souvent le sommet de plateaux, terminés par des flancs escarpés. Ces couches ou ces amas tiennent quelquefois à un culot dont elles composent le sommet, de sorte que l'ensemble de la masse ressemble à un champignon dont le culot serait le pied, et l'amas superficiel le chapeau. Mais c'est surtout par leur tendance à se subdiviser en prismes réguliers que les dépôts basaltiques se font remarquer; et leurs escarpements, formés d'innombrables colonnes rangées symétriquement les unes à côté des autres, produisent quelquefois des effets qui, tout en donnant l'idée de monuments d'architecture, surpassent en magnificence tous les travaux des hommes.

Les dykes basaltiques ressemblent souvent à des bancs subordonnés; aussi n'est-ce quelquefois qu'avec beaucoup de peine que l'on reconnaît qu'ils croisent les couches dans lesquelles ils sont intercalés. Ces dykes sont souvent désignés par le nom de *Chaussée des géants*, parce que le basalte, plus résistant que les roches environnantes, se présente comme des espèces de murs ou de chaussées.

Le terrain basaltique, considéré sous le rapport de la tex-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ture des roches qui le composent, peut, comme le terrain trachytique, se diviser en deux systèmes, celui des roches massives et cristallines, et celui des roches conglomérées et meubles.

826. Les **roches massives et cristallines** sont les plus abondantes, et composent ordinairement les culots et les dykes. Le basalte, qui en est le membre principal, est, comme nous venons de le dire, communément divisé en prismes ; mais il forme aussi des masses d'une étendue considérable, entièrement cohérentes ; d'autres fois il se divise en tables ou feuillets assez minces pour que l'on puisse l'employer à couvrir les toits. Le basalte renferme ordinairement des cristaux de diverses substances, surtout de péridot, minéral que l'on a souvent considéré comme caractérisant le terrain basaltique, et comme donnant un moyen de le distinguer des terrains porphyrique, trachytique et volcanique.

Le basalte passe quelquefois à la dolérite, au spilite ; cependant il serait possible que les spilites rapportés au terrain basaltique appartinssent plutôt au terrain porphyrique noir.

On cite aussi, comme entrant encore dans la composition du terrain basaltique, plusieurs roches feldspathiques, albitiques et labradoriques, telles que le trachyte, la perlite, l'obsidienne, la phonolite, la téphrine, etc. ; mais ces faits ne sont pas bien constatés, vu la grande liaison qui existe entre ce groupe et les terrains trachytique et volcanique.

827. Les **roches meubles et conglomérées** du terrain basaltique forment ordinairement des couches ou des amas superficiels autour des collines basaltiques, et sont rarement en dykes ; elles se composent principalement de pépérine, de vake et de fragments de basalte, soit libres, soit conglomérés à la manière des brèches.

Ces derniers affectent toutes sortes de formes, et notamment celles de boules. Ils ont souvent les textures bulleuses et scoriacées ; ce sont ordinairement des fragments de ce genre qui composent le basalte bréchiforme, lequel passe et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

se lie intimement au basalte massif; car, lorsque celui-ci est traversé par de nombreuses fissures, il est souvent difficile de le distinguer de celui-là. La pépérine est aussi ordinairement bréchiforme, d'autres fois elle est meuble ; sa couleur est souvent le brun jaunâtre, tandis que les pépérines volcaniques sont plus communément grisâtres, noirâtres ou rougeâtres. Elle paraît n'être quelquefois qu'un basalte altéré passant à la vake.

828. Le terrain basaltique a des **liaisons avec tous les autres dépôts**, à l'exception des terrains modernes. Nous avons déjà indiqué que ces liaisons étaient intimes avec les groupes qui l'avoisinent dans l'ordre de notre tableau, mais elles ne sont que mécaniques avec les autres groupes, c'est-à-dire que les dykes et les culots basaltiques traversent seulement ces dépôts sans qu'il y ait réellement de passage de composition, si ce n'est que les roches meubles ou conglomérées du terrain basaltique se lient intimement avec les dépôts tertiaires qui les avoisinent, et renferment même des fossiles analogues à ceux de ces dépôts.

### 3e *Groupe.* — TERRAIN VOLCANIQUE*.

829. **Caractères généraux.**—Le terrain volcanique, qui se trouve ordinairement dans le voisinage des terrains trachytique et basaltique, a tant de ressemblance avec ceux-ci, qu'il est souvent très-difficile de les distinguer; aussi cette distinction doit-elle se faire par un ensemble de circonstances plutôt que par des caractères positifs. Nous ne pourrions même, dans l'état actuel de la science, indiquer d'autre caractère exclusif que la liaison ou l'intercalation avec des terrains modernes. On peut dire aussi que la présence d'un *cratère*, c'est-à-dire d'un enfoncement en forme de bassin au sommet d'une

* C'est le *terrain lavique* des auteurs qui comprennent les terrains basaltique et trachytique dans la division du terrain volcanique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

élévation conique, est une circonstance caractéristique du terrain volcanique, et que, dans aucun autre dépôt, les roches n'ont autant de tendance à prendre la forme de coulées.

Les massifs volcaniques ont, en général, moins d'étendue que ceux des terrains trachytique et basaltique, et, quoiqu'ils soient ordinairement disposés par groupes ou par chaînes, la continuation du terrain volcanique y est presque toujours interceptée, surtout par des dépôts basaltiques et trachytiques. Ils ont, ainsi que ces deux terrains, beaucoup de tendance à former des élévations coniques qui atteignent quelquefois une très-grande hauteur, mais qui alors ont ordinairement pour base des dépôts trachytiques ou basaltiques; d'autres fois, le terrain volcanique ne constitue que de petites éminences.

Les roches qui composent le terrain volcanique peuvent, comme celle des terrains trachytique et basaltique, se diviser, sous le rapport de leur texture, en deux systèmes particuliers, l'un composé de roches massives et cristallines, l'autre de roches meubles et conglomérées.

830. Les premières, que l'on désigne ordinairement par le nom de **laves**, ont assez généralement la forme de coulées, qui, le plus souvent, partent d'un point quelconque d'une élévation conique, et s'étendent plus ou moins loin en suivant la pente du sol; ces roches se trouvent aussi en fragments de diverses grosseurs. Elles ont ordinairement une texture celluleuse, et renferment quelquefois une si grande quantité de cristaux, qu'elles prennent la texture porphyroïde ou granitoïde. Parmi les cristaux, on distingue beaucoup de minéraux qui n'ont été observés que dans ces roches. Du reste, la connaissance minéralogique des laves est encore fort peu avancée. Il n'y a pas très-longtemps que l'on n'y voyait qu'une seule espèce; depuis lors, on a cru pouvoir en distinguer plusieurs : l'une des plus communes est la téphrine.

831. Les **roches conglomérées et meubles** forment des amas superficiels et des couches régulières; elles composent le plus communément la majeure partie des élévations

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

coniques surmontées par les cratères, et d'où partent les coulées de laves. Ces élévations forment souvent comme une espèce de centre, d'où la puissance du terrain volcanique va toujours en diminuant; aussi, quand les dépôts volcaniques s'étendent à une certaine distance de ces élévations, ils ne forment ordinairement que des couches très-minces. On remarque également que le volume des fragments qui composent ces dépôts va toujours en diminuant à partir de ces centres. Les dépôts qui en sont éloignés ne présentent, en général, que des masses terreuses ou arénacées, que l'on appelle vulgairement *cendres volcaniques*, tandis que dans le voisinage des cratères on voit une grande quantité de fragments d'un volume très-considérable qui, en général, ont la forme et la structure celluleuse des scories qui se forment dans nos fourneaux.

On donne, dans l'Amérique méridionale, le nom de *moya* à un dépôt de ce genre, remarquable parce qu'il contient une assez grande quantité de charbon pour que les habitants du pays l'emploient comme combustible.

832. Indépendamment des **minéraux** ou des roches qui se trouvent empâtés dans le terrain volcanique sous la forme de cristaux et de fragments, on en voit aussi assez souvent qui s'y trouvent disposés d'une manière analogue aux dépôts **sublimés** qui se font dans les cheminées de nos fourneaux; ce sont notamment du soufre, du réalgar, du selmarin, du salmiac, de la sassoline, etc.

833. Le terrain volcanique traverse et recouvre tous les terrains neptuniens, mais il en est tout à fait indépendant et n'a de **liaisons** avec aucun, sauf que ses roches conglomérées et meubles se lient avec les terrains modernes. On a dit, cependant, que ces roches se liaient aussi avec des dépôts tertiaires, mais cette circonstance est loin d'être constatée, et il paraît que les faits sur lesquels on a voulu l'appuyer se rapportent aux terrains basaltique ou trachytique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# LIVRE QUATRIÈME.

# DE LA MÉTÉOROLOGIE.

834. *L'étude des phénomènes qui se passent dans l'atmosphère* peut être envisagée sous le rapport de la température de cette masse, de ses mouvements, des phénomènes aqueux, ainsi que de phénomènes lumineux qui s'y passent, et de son influence sur les mouvements du baromètre.

---

## CHAPITRE PREMIER.

### DE LA TEMPÉRATURE DE L'ATMOSPHÈRE.

835. **Variations de la température.** — Sans nous occuper ici des lois générales de la chaleur qui sont censées connues par l'étude de la physique, nous dirons que la température de l'atmosphère présente, selon les temps et les lieux, des *variations* dont les unes peuvent être considérées comme *générales* et les autres comme *particulières* à certaines localités.

Les premières, qui se rapportent à la position des lieux par rapport au soleil et à leur altitude, seraient régulières et susceptibles d'un calcul rigoureux si elles n'étaient toujours plus ou moins modifiées par les secondes : on peut les distinguer en *variations diurnes*, *variations annuelles*, *variations de latitude* et *variations d'altitude*. De leur côté, les *variations particulières* peuvent se subdiviser en *permanentes* et en *momentanées*, selon qu'elles agissent constamment sur une même localité, ou selon qu'elles n'agissent que momentanément.

836. Les **variations diurnes** consistent dans la ten-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dance qu'a la température de la couche d'air qui avoisine le sol dans un même lieu à s'élever depuis le lever du soleil jusque vers deux heures après midi, et à s'abaisser depuis ce moment jusque vers le lever du soleil. On appelle *température moyenne de la journée* celle que l'on obtiendrait en ajoutant les températures de tous les instants de la journée, et en divisant la somme par le nombre des instants. Mais, comme cette manière d'opérer serait impossible dans la pratique, on a cherché les moyens de la simplifier, et on a reconnu que l'on obtenait le même résultat en prenant le terme moyen de trois observations faites au lever du soleil, à deux heures après midi et au coucher du soleil. On a remarqué aussi que la température de neuf heures du matin ainsi que la demi-somme des températures de deux heures du même nom diffèrent très-peu de la température moyenne de la journée.

837. Les **variations annuelles** sont celles qui font que la température d'un lieu est plus chaude en été qu'en hiver.

On appelle *température moyenne de l'année* le terme moyen entre les températures moyennes de tous les jours de l'année, et on entend par *température moyenne d'un lieu* le terme moyen entre la température moyenne du plus grand nombre d'années que l'on a pu recueillir, ce qui doit s'entendre de la température de la partie de l'atmosphère qui touche le sol, les observations ordinaires se faisant toujours dans l'air.

On a aussi remarqué que dans l'hémisphère boréal la température moyenne du mois d'octobre, ou la demi-somme des températures moyennes des mois d'avril et d'octobre, diffère très-peu de la température moyenne de toute l'année.

838. **Variations de latitude**. — La température moyenne des lieux situés à une même élévation va toujours, sauf les modifications résultant des variations particulières, en diminuant de l'équateur aux pôles de la terre. On peut évaluer la température moyenne de la couche d'air qui touche la surface de la terre, prise au niveau de la mer, à 27°.5 du thermomètre centésimal sous l'équateur, à 26° sous le 20e degré de latitude boréale, à 12° sous le 45e degré, à zéro sous le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

66e degré aussi de latitude boréale. La diminution continue en s'avançant vers les pôles ; mais, d'après les calculs de Fourier, elle ne doit s'abaisser tout au plus qu'à 40° au-dessous de zéro. D'autres calculs ont même porté à croire que la température moyenne ne devait pas s'abaisser à plus de 20 degrés au-dessous de zéro.

839. Il résulte de la combinaison des variations générales et particulières qu'en ramenant par le calcul les températures moyennes des divers points de la terre à celles d'une même altitude, les températures égales ne correspondent pas exactement avec les mêmes latitudes ; mais les lignes qui passent par les lieux jouissant d'une même température moyenne décrivent sur le globe des courbes irrégulières qui s'écartent plus ou moins des cercles de latitude : c'est ce que M. de Humboldt appelle *lignes isothermes*.

On remarque que dans la zone torride ces lignes s'écartent beaucoup moins des cercles de latitude que dans les autres zones. On a remarqué aussi que ces courbes tendent à se rapprocher des pôles vers les côtes nord-ouest de l'Europe, ainsi que vers les côtes nord-ouest de l'Amérique, ce qui a fait supposer que le pôle terrestre n'est pas le point le plus froid de l'hémisphère boréal, mais qu'il y a deux pôles de froid, l'un au nord de l'Amérique, l'autre au nord de l'Asie. M. Berghaus place le premier de ces pôles vers 78° de latitude et 92° de longitude occidentale, et le second vers 79° 30′ de latitude et 118° de longitude orientale, et leur attribue respectivement des températures moyennes de —19°.7 et de —17°.2.

Quoi qu'il en puisse être de cette supposition, il est certain que les côtes occidentales de l'Europe et de l'Amérique ont une température moyenne beaucoup plus élevée que les côtes orientales d'Amérique et les parties septentrionales du milieu de l'Amérique et du milieu de l'Asie, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| NOMS DES LIEUX. | Latitudes. | Côtes occident. d'Europe. | Côtes occident. d'Amériq. | Côtes orient. d'Amérique. | Milieu du nord de l'Am. | Milieu du nord de l'Asie. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cap Nord en Laponie | 71° 10′ | + 0° 1 | .... | .... | .... | .... |
| Oust Ustjansk..... | 70 55 | .... | .... | .... | .... | —16° 9 |
| Boothia Felix..... | 70 2 | .... | .... | .... | —15° 7 | .... |
| Yakoutsk..... | 62 1 | .... | .... | .... | .... | — 9.7 |
| Christiania..... | 59 54 | + 5 4 | .... | .... | .... | .... |
| Nouvelle Archangel. | 57 3 | .... | + 6° 9 | .... | .... | .... |
| Dublin..... | 53 23 | + 9 5 | .... | .... | .... | .... |
| Brest..... | 48 23 | +14 5 | .... | .... | .... | .... |
| St.-Jean de Terre-Neuve..... | 47 34 | .... | .... | + 3° 5 | .... | .... |
| Fort Georges..... | 46 18 | .... | +10.1 | .... | .... | .... |
| Halifax..... | 44 39 | .... | .... | + 6.2 | .... | .... |

**840.** L'ensemble des diverses considérations relatives à la température d'un lieu et aux phénomènes météorologiques qui s'y passent en forme le *climat* *, de sorte que le climat, considéré sous le rapport de la température moyenne, se confond avec les *zones isothermes*, c'est-à-dire les espaces compris entre deux lignes isothermes déterminées, et s'écarte plus ou moins des zones astronomiques **.

---

* Les géographes ont été longtemps dans l'habitude de donner le nom de *climats* à des zones parallèles à l'équateur et correspondantes à des durées égales dans les jours; mais l'usage a prévalu d'employer le mot climat dans le sens énoncé ci-dessus.

** Les zones astronomiques sont assez généralement désignées par des noms qui se rapportent à la température, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus (24). On doit donc éviter de mettre trop d'importance aux sens de ces dénominations, et surtout de les confondre avec celles qui se rapportent à la température. Afin d'éviter la confusion, on doit avoir soin, lorsqu'il s'agit de cette dernière considération, de s'astreindre à se servir du mot climat, ou, si l'on emploie celui de *zone*, de ne pas oublier d'y joindre les épithètes d'*isotherme*, d'*isothère* ou d'*isochimène*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

D'autres fois, on considère les climats sous le rapport des plus grands abaissements et des plus grandes élévations de la température, ce qui donne la considération la plus importante pour l'habitation des êtres vivants. On donne alors le nom de *climats excessifs* à ceux qui présentent de grandes variations; tel est, par exemple, le climat de Péking, où la température moyenne du mois le plus chaud est de 29°.1, et celle du mois le plus froid de—4°.1, ce qui fait une différence de 33°.2, tandis qu'à Funchal, dans l'île Madère, la température moyenne du mois le plus chaud est de 23°.6, et celle du mois le plus froid de 17°.2, de sorte que la différence n'est que de 6°.4. En général, le climat des îles est beaucoup plus *constant* que celui des grands continents, d'où l'on a aussi désigné les *climats* excessifs par l'épithète de *continentaux* et les autres par celle d'*insulaires*.

841. Les lignes qui uniraient les lieux où règne une même température d'été sont nommées par M. de Humboldt *lignes isothères*, et celles qui uniraient les lieux où règne une même température d'hiver *lignes isochimènes*. Ces lignes forment des courbes différentes des lignes isothermes, et sont encore moins parallèles à l'équateur. C'est ainsi, par exemple, que Kasan se trouve à peu près sur la même ligne isothère que Paris, puisque la température moyenne de l'été de ces villes ne diffère que d'un degré, tandis que leurs lignes isochimènes, c'est-à-dire la température moyenne de leur hiver, diffèrent de 17°.6, leurs lignes isothermes de 8°.6, et leur latitude de 6° 58′.

842. **Variations d'altitude**. — Dans les lieux situés sur une même verticale, la température va généralement en diminuant à mesure que le point où se fait l'observation est plus élevé. Cette diminution est si rapide, que l'on évalue moyennement à 185 mètres l'altitude qui correspond à un degré du thermomètre centésimal; mais les modifications résultantes des variations particulières affectent encore plus ce genre de variations générales que celles selon les latitudes.

Les saisons apportent notamment de grandes différences

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans ces résultats; car le climat des hautes montagnes présentant, comme celui des îles, moins de différence entre la température des hivers et des étés que celui des continents, il y a moins de différence en hiver qu'en été entre leur température et celle des lieux moins élevés. C'est ainsi, par exemple, que M. Martins a trouvé qu'au mont Ventoux, en Provence, dont l'altitude est de 1911 mètres, un décroissement d'un degré correspondait à 129 mètres en été et à 144 mètres en hiver. Le décroissement varie aussi selon les heures de la journée; d'un autre côté, il est moins considérable pour les plateaux que pour les montagnes : c'est ainsi que M. de Humboldt a trouvé dans l'Amérique équatoriale qu'un degré du thermomètre correspondait à 226 mètres sur les plateaux et à 191 dans les montagnes. Ce décroissement n'est pas uniforme, non plus, pour les diverses élévations, et M. de Humboldt avait conclu d'un grand nombre d'observations faites également sur les montagnes de l'Amérique équatoriale, que le premier kilomètre de hauteur emportait une diminution de 5°.7 du thermomètre, le second de 3°.4, le troisième de 4°.1, le quatrième de 7°.3, le cinquième de 5°.5, ce qui fait que dans cette contrée la température moyenne, qui est de 27°.5 au niveau de la mer, est de 10°.5 à la hauteur de 5000 mètres.

843. **Maximum et minimum des températures.** —Il serait difficile de dire quelles sont les plus hautes et les plus basses températures auxquelles l'atmosphère peut atteindre; car, en ce qui concerne le maximum, on a vu, dans la Physique, que l'action du soleil, convenablement disposée, peut donner à des corps solides une température extrêmement élevée, qui se communique quelquefois à une partie de l'air environnant. Aussi MM. Richtie et Lyon annnoncent-ils avoir observé une chaleur de 54° dans l'oasis de Mourzouk : mais on doute que l'observation ait été suffisamment dégagée des effets directs du soleil sur le thermomètre. Parmi les autres exemples de températures élevées qui ont été rapportés, nous citerons l'observation d'une chaleur de 56°.7 faite par M. Burckardt, à Esné, dans la haute Égypte. Quant au minimum, on n'a pas

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

encore pénétré jusqu'au pôle, et, d'un autre côté, il est difficile de faire des observations lorsque la température est en dessous de la congélation du mercure, c'est-à-dire de —39°.5. Du reste, le froid le plus fort qui ait été constaté est de—56°.7; il a été supporté par le capitaine Back, au fort Reliance dans la Nouvelle-Bretagne. A Paris, le thermomètre s'est élevé, le 8 juillet 1793, à 38°.4, et il est descendu, le 25 janvier 1795, à — 23°.5, ce qui forme une différence de 61°.9.

844. **Marche oscillatoire de la température.** — Nous avons déjà donné à entendre que la température moyenne d'un lieu pendant une année n'est pas nécessairement semblable à celle d'une autre année; mais ces variations se font par oscillation, c'est-à-dire qu'une ou plusieurs années plus chaudes sont suivies par une ou plusieurs années plus froides; et, depuis plus d'un siècle que l'on fait des observations comparables, la température ne paraît pas avoir fait de progrès, soit vers le refroidissement, soit vers l'échauffement. Il paraît aussi, d'après les témoignages historiques, que la température de l'atmosphère n'a pas éprouvé de changements généraux depuis deux mille ans; et, si les monuments historiques semblent annoncer que certaines contrées ont eu des températures différentes de leurs températures actuelles, ces différences s'expliquent aisément par les défrichements, les desséchements et les autres changements que les travaux de l'homme ont fait éprouver à ces contrées. De sorte que l'on peut considérer comme démontré que, dans l'état actuel des choses, il y a équilibre entre la chaleur que l'action du soleil développe à la surface de la terre, et celle qui se perd continuellement; mais on verra dans le livre suivant qu'il n'en a pas toujours été ainsi, et que tout annonce qu'il a existé une époque où l'atmosphère, du moins la partie de l'atmosphère qui avoisine la terre, était beaucoup plus chaude qu'elle n'est actuellement.

845. **Cause des variations de température.** — L'étude de la physique apprend que le soleil peut être considéré comme la seule cause de chaleur que l'on observe dans l'at-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mosphère, puisque, d'après les calculs de Fourier, la transmission de la chaleur intérieure de la terre n'entre pas pour un trentième de degré dans la chaleur de l'atmosphère, et celle provenant du rayonnement des espaces planétaires entre probablement pour moins encore dans la chaleur des régions que nous pouvons observer. On peut, en conséquence, se rendre aisément compte de ce qu'il y a de général dans la cause des variations diurnes, annuelles et de latitude, puisque ces variations sont en rapport avec le temps et la manière dont le soleil peut faire sentir son action directe. Mais le phénomène de la diminution de la chaleur, proportionnellement à l'augmentation de l'altitude, n'est pas aussi simple et paraît résulter de trois causes différentes, savoir : la facilité avec laquelle la chaleur traverse les milieux diathermanes sans les échauffer ; le rayonnement continuel, vers l'espace, de la chaleur développée à la surface de la terre par les rayons solaires ; et l'augmentation de capacité pour la chaleur qu'éprouve l'air, lorsqu'il se dilate. Il résulte, en effet, de cette dernière circonstance que l'air chaud qui s'élève de la partie inférieure de l'atmosphère, parce qu'il est plus léger, prenant une plus grande capacité pour la chaleur, se refroidit de lui-même sans céder de sa chaleur aux espaces environnants, tandis que l'air froid qui descend, parce qu'il est plus pesant, perdant de sa capacité pour la chaleur, s'échauffe de lui-même par suite de sa nouvelle position ; de sorte que l'ascension et la descente de l'air ne tendraient pas à établir une température égale dans l'atmosphère, et que, quoique ce phénomène ait beaucoup de rapport avec ce qui se passe dans l'eau d'une chaudière échauffée par le bas, la propriété qu'a l'air de ne pas conserver, comme l'eau, la même capacité pour la chaleur serait cause que celle-ci ne se distribuerait pas dans l'atmosphère aussi uniformément que dans l'eau de la chaudière.

Quant aux causes des variations particulières, elles sont encore beaucoup plus compliquées et plus difficiles à expliquer. L'une des plus importantes de ces causes paraît être la présence d'une plus grande quantité de terres ou d'eaux, ces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dernières ayant la propriété d'égaliser les températures. On conçoit en effet que, d'un côté, la transparence des eaux, leur tendance à s'évaporer, et l'interception des rayons du soleil par les nuages, empêchent la surface des eaux de s'échauffer comme celle des corps opaques et fixes ; tandis que, d'un autre côté, ces mêmes nuages, arrêtant aussi la transmission de la chaleur par rayonnement, diminuent le refroidissement qui a lieu pendant la nuit, et que la propriété qu'ont les grandes masses d'eaux de se maintenir à 4° au-dessous de zéro, quoique l'atmosphère soit à une température beaucoup plus basse, empêche aussi qu'il se produise de grands froids, du moins dans les lieux où l'intensité du froid n'est pas assez forte pour amener la congélation des grandes masses d'eau. La surface opaque et non susceptible d'évaporation des terres est cause qu'elles s'échauffent considérablement en été, tandis qu'en hiver le refroidissement produit par le rayonnement pendant la nuit est facilité par le peu de nuages qui se trouvent dans l'air, et que la neige qui couvre la terre tend également à augmenter le froid, tant parce qu'elle empêche le sol de s'échauffer pendant le jour, que par la chaleur qu'elle absorbe pour son évaporation.

Les courants qui existent dans les mers exercent aussi une grande influence sur la température ; on conçoit, en effet, que le passage continuel, dans un lieu, d'une masse d'eau provenant de régions de la mer où la température est plus élevée ou plus basse que celle de ce lieu doit y déterminer un échauffement ou un refroidissement permanent. C'est ainsi que l'on attribue l'élévation relative de température qui règne sur les côtes nord-ouest de l'Europe à un grand courant connu sous le nom de *gulf stream*, qui amène, sur ces côtes, des eaux du golfe du Mexique.

Les vents qui règnent dans l'atmosphère exercent également une influence très-sensible sur la température. On conçoit, en effet, que l'arrivée, dans une contrée, d'un air plus chaud ou plus froid doit y produire directement et instantanément des changements de température. Ainsi un lieu où règnent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

principalement des vents venant d'une contrée glacée sera plus froid que celui qui reçoit les vents d'une contrée brûlante; tandis que les lieux exposés aux vents venant de la mer auront un climat plus constant, etc.

D'un autre côté, un vent chargé de nuages arrêtera, en hiver, la propagation du froid, parce que ces nuages empêcheront le rayonnement, tandis que, en hiver, la même circonstance s'opposera au développement de la chaleur, parce que, dans cette saison, le froid qui se produit par le rayonnement est moindre que la chaleur produite par l'action seule des rayons solaires.

Enfin la nature du sol, sa couleur, la manière dont il est exposé aux rayons du soleil, la dénudation des roches ou la présence d'une végétation plus ou moins active doivent encore influer sur la production de la chaleur.

On sent que ces diverses causes doivent modifier beaucoup plus les températures selon les altitudes que celles selon les latitudes à raison des petites distances sur lesquelles s'exerce l'effet normal des premières, et pourquoi les irrégularités sont plus sensibles dans les petites hauteurs ou sur des plateaux étendus, que dans les grandes élévations ou sur des montagnes isolées, puisque moins on est élevé, plus l'influence des causes qui se passent à la surface du sol environnant est puissante, et que, d'un autre côté, le sol des plateaux est dans le cas d'exercer de lui-même une influence sur la température. Aussi, lorsque M. Gay-Lussac s'est élevé en plein air à une altitude de 7000 mètres au-dessus de Paris, a-t-il trouvé un décroissement de 174 mètres par degré du thermomètre, c'est-à-dire un nombre qui se rapproche beaucoup plus de la moyenne que la plupart des observations faites sur le sol.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE II.

### DES MOUVEMENTS DE L'ATMOSPHÈRE.

846. **Vents en général.**— Les mouvements de l'atmosphère donnent lieu à des phénomènes que l'on désigne sous le nom de *vents* et qui peuvent être considérés sous le rapport de leur direction, de leur propagation, de leur durée, de leur étendue, de leur intensité, de leur cause et de leur influence sur le climat.

847. **Directions des vents.**— Sous le premier point de vue, les marins sont dans l'habitude de distinguer 32 directions particulières, ou, comme ils disent, 32 *rumbs de vents*, de la manière indiquée à la fig. 3, pl. I^re^, qui est ce que l'on appelle la *rose des vents*. Dans l'usage ordinaire on désigne souvent les vents par des noms particuliers qui varient selon les lieux; tel est celui de *bise* dont on se sert en Europe pour indiquer le vent de nord-est.

848. **Propagation des vents.** —Les vents se propagent par *impulsion* et par *aspiration*. Pour se faire une idée de cette distinction, il faut se rappeler ce qui se passe dans un soufflet, où l'air qui sort par la buse est poussé en avant, tandis que celui qui le remplace est aspiré dans l'intérieur du soufflet. On peut aussi comparer la propagation des vents à ce qui a lieu dans un canal lorsque l'on ouvre l'écluse qui sépare deux biefs de hauteurs inégales. On voit alors l'eau du bief supérieur s'avancer dans le bief inférieur en poussant l'eau de celui-ci en avant, et l'on voit, au contraire, le mouvement se propager successivement dans le bief supérieur en sens contraire à la direction du courant. De même, les vents par impulsion ont une marche progressive dans le sens de leur direction, et les vents par aspiration se propagent dans le sens contraire à leur direction. C'est ce que l'on remarque souvent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans les vents qui se développent instantanément, et notamment dans les ouragans; tel est, par exemple, celui qui a parcouru une partie des États-Unis d'Amérique le 11 février 1811, en soufflant du nord-est au sud-ouest, et qui se fit sentir à Charlestown à deux heures après midi, à Washington à cinq heures du soir, à New-York à dix heures du soir, et à Albany le lendemain au point du jour.

849. **L'étendue des vents** dans le sens de la surface sur laquelle un même vent se développe est quelquefois très-considérable, et l'on verra tout à l'heure sur quelle immense surface règnent les vents alizés. Quant à leur étendue en hauteur, on est rarement à même de pouvoir l'observer; cependant, lorsqu'on gravit une haute montagne, on traverse souvent des espaces dans lesquels il souffle des vents de directions différentes, d'autres dans lesquels l'air est calme; et l'on voit souvent la fumée des volcans élevés se diriger dans un sens différent de la direction du vent qui règne au pied de la montagne. De sorte qu'il est probable que les vents n'ont pas ordinairement une très-grande hauteur, c'est-à-dire que les couches de l'atmosphère qui sont animées d'un même mouvement ne sont pas très-épaisses.

850. Les vents considérés sous le rapport de leur **durée** peuvent être divisés en *vents constants*, *vents périodiques* et *vents variables*.

851. Les **vents constants** sont connus sous la dénomination de **vents alizés**, et règnent constamment dans presque toutes les parties de l'océan Atlantique et de l'océan Pacifique comprises entre les tropiques : leur direction moyenne est de l'est à l'ouest; mais ils prennent une inclinaison vers le nord dans l'hémisphère boréal, et vers le sud dans l'hémisphère austral. Entre ces deux directions, il existe une limite où l'on rencontre, le plus souvent, des calmes entremêlés de violents orages. Cette limite n'est pas précisément l'équateur : elle s'étend de 2° à 5° de latitude nord. Les vents alizés sont très-favorables à la navigation lorsqu'il s'agit d'aller de l'est à l'ouest; mais les navires qui doivent aller de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'ouest à l'est sont obligés de sortir de la zone où règnent les vents alizés.

852. Les **vents périodiques** les plus remarquables sont appelés *moussons* par les marins : ils soufflent pendant six mois dans une direction, et ensuite pendant six mois dans la direction opposée, comme il arrive dans les mers de l'Inde. De la côte de Malacca à la Chine, par exemple, il règne des vents de sud-ouest depuis avril jusqu'en octobre, et de nord-est depuis octobre jusqu'en avril. Le changement d'une mousson à l'autre se fait graduellement et est accompagné de tempêtes et d'ouragans. Les moussons sont aussi très-favorables pour la navigation; mais, quand on veut parcourir des mers où elles règnent, on est obligé de coordonner les traversées avec leur direction.

On doit aussi ranger parmi les vents périodiques ceux que les marins nomment *brise de terre* et *brise de mer*, qui se font sentir dans le voisinage des côtes, surtout dans la zone torride. La brise de mer, qui se dirige de la mer vers l'intérieur des terres, règne pendant le jour, et la brise de terre, qui se fait sentir pendant la nuit, se dirige en sens contraire.

853. On désigne, par la dénomination de **vents variables**, ceux qui ne rentrent pas dans les deux catégories précédentes. Leurs variations sont telles, qu'il serait impossible de donner des notions générales à leur égard sans dépasser les bornes de ce précis. Nous dirons simplement que, dans le nombre de ces vents, il y en a qui, pour certaines localités, sont *dominants*, soit pendant toute l'année, soit pendant certaines saisons, et d'autres qui sont plus ou moins *momentanés*.

854. Les vents considérés sous le rapport de leur **intensité** présentent beaucoup de variations, et on a dressé la table suivante de leurs principales vitesses et des termes qu'on emploie pour désigner les vents qui en sont animés.

| | |
|---|---|
| 1800 mètres par heure, | vent à peine sensible. |
| 3600 | vent sensible. |
| 7200 | vent modéré. |
| 19800 | vent assez fort. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

| | |
|---|---|
| 72000 mètres par heure, | vent très-fort. |
| 81000 | tempête. |
| 97200 | grande tempête. |
| 104400 | ouragan. |
| 162000 | ouragan qui renverse les édifices et déracine les arbres. |

Les noms de *tempête* et d'*ouragan* ne sont pas toujours employés dans le sens relatif indiqué ci-dessus ; et souvent on entend par ouragan les mouvements violents qui durent peu de temps, et par tempête ceux qui se font sentir pendant plus longtemps. D'un autre côté, la dénomination d'ouragan est plus souvent employé pour désigner des mouvements d'air qui se passent sur la terre, et celles de tempête et de *coup de vent* pour des mouvements qui ont lieu sur la mer; et, comme l'agitation de l'air entraîne toujours celle de l'eau qui le touche, tandis que les mouvements de cette dernière sont encore plus dangereux pour les navigateurs que ceux de l'air, beaucoup de personnes se sont habituées à considérer l'agitation des flots comme une des conditions essentielles de la tempête.

Les ouragans sont généralement plus fréquents et plus violents dans la zone torride que dans la zone tempérée, et il paraît qu'ils n'ont pas lieu dans les zones glaciales, où cependant les coups de vent sont assez fréquents.

Parmi les vents dont l'action est la plus pénible pour les hommes, nous citerons celui que l'on désigne par les noms de *simoun* ou de *chamsin* dans les déserts sableux de l'Afrique. Ce vent a ordinairement une température extrêmement élevée et transporte une si grande quantité de sable que le ciel en est obscurci.

855. Les vents, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (845), exercent une grande **influence sur le climat**; mais cette influence est relative aux localités. Ainsi les vents qui viennent d'une contrée froide refroidissent la température, tandis que ceux qui viennent d'une contrée chaude la réchauffent. Ceux qui viennent de la mer ou d'une contrée humide amènent de la pluie, et ceux qui viennent d'une contrée sèche dessèchent le sol sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

lequel ils passent. Mais ces rapports n'ont pas toujours lieu, et les vents présentent quelquefois des températures ou des états hygrométriques très-différents de ceux des lieux d'où ils viennent.

Il est à remarquer que, si les tempêtes et les ouragans produisent de grands désastres, l'absence des vents rend le climat très-malsain, si pas tout à fait inhabitable pour les hommes. Les chaleurs y deviennent excessives lorsque le soleil est sur l'horizon, et l'air se charge de gaz plus ou moins délétères.

On connaît les avantages que plusieurs arts, notamment la navigation, tirent de l'existence des vents, et combien ils ont influé, par ce moyen, sur le développement du commerce en particulier et de la civilisation en général.

856. **Causes des vents.** — Les vents doivent sans doute leur origine à la réunion de plusieurs des forces qui agissent sur l'atmosphère; mais il y a tout lieu de croire que c'est dans les effets de la chaleur que l'on doit voir la principale de ces causes. On peut assimiler les vents aux cours d'eaux qui cherchent à se mettre en équilibre et à remplir tout espace vide, ou plutôt dans lequel se trouve un fluide moins dense; et l'on sait que la chaleur est la force la plus généralement employée ponr diminuer la densité des corps.

L'origine des vents alizés s'explique d'une manière satisfaisante par la combinaison de l'action de la chaleur solaire avec le mouvement de la terre. On conçoit, en effet, que la présence continuelle du soleil sur la zone torride y détermine l'ascension d'un air chaud qui se refroidit successivement, mais qui, étant continuellement poussé par le nouvel air chaud qui le suit, doit continuer sa marche ascensionnelle jusqu'à ce qu'il ait atteint les hautes régions de l'atmosphère d'où il se répand du côté de chaque pôle en se rapprochant de la surface de la terre où il prend la place de l'air inférieur qui remplace, de proche en proche, celui qui s'élève de la zone torride. Or, l'atmosphère étant entraînée par le mouvement de rotation de la terre, toutes ses molécules sont animées d'une vitesse proportionnelle au rayon du cercle qu'elles dé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

crivent; d'où il résulte que les molécules d'air qui arrivent sous les tropiques sont toujours un certain temps avant d'avoir acquis la vitesse correspondante à la latitude où elles se trouvent, de sorte qu'ayant une marche moins rapide que la surface de la terre, elles restent en arrière sur celle-ci vers l'ouest et frappent les corps placés sur cette surface, comme si elles avaient un mouvement en sens contraire, c'est-à-dire de l'est à l'ouest. Mais ce n'est qu'une illusion analogue à celle qu'éprouverait une personne placée sur un bateau traversant avec rapidité un air calme, et qui croirait sentir l'effet d'un vent dirigé en sens contraire du bateau, et d'autant plus fort que la marche de celui-ci serait plus rapide, tandis que cette sensation serait uniquement causée par le choc de la personne contre l'air. D'un autre côté, les molécules d'air dont il s'agit étant animées d'un mouvement réel dans le sens du méridien, cette force se combine avec celle du mouvement de rotation, ce qui occasionne la déviation vers l'un et l'autre pôle, que nous avons indiquée dans la direction des vents alizés. Enfin on a attribué la circonstance, que la limite entre les deux directions des vents alizés ne coïncide pas avec l'équateur, à la présence plus longue du soleil dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral; mais cette explication est contestée par d'autres physiciens.

La raison qui fait que les molécules de l'air inférieur qui se rend des pôles à l'équateur ne s'y trouvent pas animées de la même vitesse de rotation que la surface de la terre, est cause que quand ces molécules, dans les hautes régions de l'atmosphère, retournent de l'équateur aux pôles, elles sont animées d'une plus grande vitesse de rotation que les couches inférieures, ce qui doit produire un vent réel en sens contraire de celui apparent des vents alizés, c'est-à dire de l'est à l'ouest; et c'est effectivement ce que l'on a observé au sommet du pic de Ténériffe.

Quant aux brises de mer et de terre, elles s'expliquent facilement par la propriété que les terres ont de s'échauffer, pendant le jour, plus que les eaux, ce qui est cause qu'il s'élève

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de dessus les premières une plus grande quantité d'air que de dessus les secondes; de sorte qu'une partie de l'air qui est au-dessus de la mer vient remplir le vide qui s'est formé au-dessus des terres. Au contraire, pendant la nuit la mer se refroidissant moins que la terre, c'est de la partie de l'atmosphère qui la recouvre que s'élève la plus grande quantité d'air, et alors le courant s'établit de la terre vers la mer.

Il paraît que c'est à une cause analogue qu'on doit attribuer l'origine des moussons. En effet, les terres s'échauffant en été plus que les mers, et celles-ci se refroidissant moins en hiver que les terres, on conçoit qu'il peut s'établir sur certaines mers des vents qui règnent pendant six mois dans une direction, et pendant les six autres mois dans la direction opposée. Du reste, on sent que ces directions doivent dépendre de la forme des continents, de la disposition des chaînes de montagnes, de l'existence de pluies périodiques et d'autres causes de ce genre.

Il est difficile de se rendre raison des causes des vents variables. La circonstance que la vapeur tient cent mille fois plus de place que la même quantité d'eau liquide avait porté à croire que la chute d'une forte pluie devait faire dans l'atmosphère un vide immense, où devaient ensuite se précipiter des flots d'air; mais l'élévation que le baromètre conserve souvent en temps de pluie annonce que la condensation seule des vapeurs n'exerce pas une influence aussi marquée sur les mouvements de l'atmosphère. Il est donc probable que la cause des vents variables se trouve, comme celle des vents constants, dans l'échauffement inégal de l'atmosphère. D'un autre côté, les montagnes, l'étendue et la forme des terres doivent aussi exercer une grande influence sur la production et surtout sur la direction des vents.

857. L'attraction de la lune doit aussi produire, dans l'atmosphère, comme dans la mer, un **mouvement de flux et de reflux**; mais, comme la densité de l'air est bien moindre que celle de l'eau, ce mouvement est beaucoup moins important; aussi ses effets sont-ils insensibles sur nos sens, et nous

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

verrons dans le chapitre VI, ci-après, combien leur influence sur le baromètre est peu marquée.

858. Nous croyons devoir parler ici du phénomène connu sous le nom de **trombe**. Ce phénomène consiste dans un tourbillon en spirale, qui s'établit verticalement dans l'air, et qui a, comme le vent, un mouvement progressif. Il ne devient visible qu'autant qu'il rencontre des objets susceptibles de se laisser enlever, tels que de l'eau, de la poussière, des feuilles, etc. Alors on voit qu'il forme des espèces de colonnes ou plutôt de cônes renversés, qui sont dans une agitation très-violente, qui enlèvent des objets de terre, et qui les rejettent après les avoir élevés plus ou moins haut. Les trombes ne consistent souvent qu'en de très-petits tourbillons qui ne se manifestent que par l'enlèvement d'un peu de poussière ou d'autres objets légers, lorsqu'elles viennent à passer sur un sol qui en est recouvert; mais d'autres fois elles deviennent des ouragans violents qui renversent les édifices, enlèvent des toitures, même des hommes, et les rejettent à des distances plus ou moins éloignées.

Les trombes les plus remarquables sont celles qui se forment ou qui passent sur l'eau, parce qu'elles se remplissent de ce liquide, d'où on les appelle *trombes de mer* ou *trombes d'eau*. Elles présentent souvent l'aspect d'une immense colonne d'eau qui s'élève de la mer jusqu'à la région des nuages. Quelquefois ces trombes se détachent de la mer par leur pied, et alors elles forment de vastes cônes dont la base se perd dans les nuages, et qui semblent menacer les navigateurs d'être engloutis, si cette masse d'eau venait à s'abattre sur leurs têtes.

Les trombes sont, comme les ouragans, plus fréquentes dans la zone torride que dans les zones tempérées. Il paraît qu'elles ne se forment pas dans ces dernières en hiver ni pendant la nuit. Il paraît aussi qu'elles se forment plutôt quand le ciel et clair est calme que quand il est couvert de nuages ou agité par des vents violents.

Il est très-difficile de se rendre raison des causes qui pro-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

duisent les trombes : aussi les physiciens sont-ils loin d'être d'accord à ce sujet ; et, tandis, par exemple, que M. Espy * les attribue uniquement à un courant ascendant qui s'établit dans un air chaud et humide par suite de dilatations inégales, M. Peltier ** y voit des effets d'électricité et cite un grand nombre de faits qui rapprochent les trombes des autres phénomènes électriques qui se passent dans l'atmosphère.

---

* *Institut*, 1841, p. 106.

** *Traité des trompes*, Paris, 1840.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE III.

### DES MÉTÉORES AQUEUX.

859. **Division.** — La condensation des vapeurs qui s'élèvent sans cesse dans l'atmosphère y donne lieu à des phénomènes que l'on désigne par le nom de *météores aqueux*, et que l'on peut subdiviser en *météores humides* et en *frimas*, selon que l'eau prend l'état liquide ou l'état solide. Les météores humides portent les noms de *rosée*, de *brouillard*, de *nuages* et de *pluie;* les frimas, ceux de *gelée blanche*, de *givre*, de *verglas*, de *neige*, de *grésil* et de *grêle*.

860. La **rosée** * est une humidité qui se dépose pendant la nuit, et que l'on voit le matin sous la forme de globules sur les objets placés à la surface de la terre, principalement sur les végétaux, car elle ne se dépose pas également sur tous les corps, et on n'en voit pas, ou presque pas, sur des métaux polis qui ont été toute la nuit dans le même lieu que des végétaux qui en sont tout couverts. La rosée commence à se déposer dans les lieux à l'ombre, aussitôt que la température de l'air diminue, c'est-à-dire vers trois ou quatre heures de l'après-midi; car, dès ce moment, l'herbe devient sensiblement humide longtemps avant le coucher du soleil. A parité de circonstances, il se forme moins de rosée durant la première moitié de la nuit que pendant la seconde. La formation de la rosée n'a lieu que quand le temps est calme et le ciel clair. On en aperçoit quelques traces dans les nuits cou-

---

* On donne souvent le nom de *serein* à l'humidité qui se remarque le soir, et alors on réserve le nom de *rosée* à celle que l'on observe le matin; mais, comme l'une et l'autre sont dues au même phénomène, cette distinction n'est d'aucun avantage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

vertes s'il ne fait pas de vent, ou malgré le vent si le temps est clair ; mais il ne s'en forme jamais sous les influences réunies du vent et d'un ciel couvert. A l'instant où le ciel se couvre, la rosée cesse de se former : on observe même alors fort souvent que celle qui avait déjà mouillé les plantes disparaît entièrement, ou du moins diminue beaucoup. La quantité de rosée qui se forme lorsque l'air est humide est plus considérable que dans les temps de sécheresse.

Pour concevoir la cause de ce phénomène, on doit se rappeler que tous les corps ne se refroidissent pas également par le rayonnement qui a lieu dans la nuit; car, dans les corps qui sont bons conducteurs, la chaleur qui se communique de l'intérieur et celle absorbée à l'air peuvent être telles que ces corps conservent une température égale, quelquefois supérieure à celle de l'air environnant, tandis que les corps mauvais conducteurs ne réparant pas les pertes qu'ils éprouvent par le rayonnement, leur température peut s'abaisser de plusieurs degrés au-dessous de celle de l'air qui les entoure. Or, ce n'est que sur ces corps que les gouttes de rosée peuvent se déposer, parce que, quand les petites gouttes, condensées dans l'air, viennent à toucher des corps qui sont dans le cas de leur céder de la chaleur, au lieu de leur en enlever, ces gouttes se réduisent de nouveau en vapeurs; de même les corps qui sont abrités se couvrent moins de rosée que ceux qui sont tout à fait découverts, car ces corps, recevant une certaine quantité de chaleur de ceux qui leur servent d'écran, se refroidissent moins que ceux où le rayonnement est moins intercepté; d'où M. Wells a reconnu que tout ce qui peut diminuer la portion du ciel qui peut être aperçue de la place qu'un corps occupe diminue la quantité de rosée dont celui-ci se recouvre. Cet effet est encore augmenté si le corps servant d'écran a encore acquis pendant le jour une chaleur considérable; c'est pour cette raison qu'il y a généralement peu de rosée le long des murs exposés au midi. Par la même raison, il ne doit pas se former de rosée lorsque le ciel est couvert, parce que les nuages servent aussi d'écran et empêchent le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rayonnement de la chaleur vers les espaces célestes. Il ne s'en forme pas non plus lorsqu'il fait du vent, parce que de nouvelles molécules d'air se mettant sans cesse en contact avec les corps placés sur le sol, ceux-ci conservent une température égale à celle de l'air.

La rosée est quelquefois assez abondante pour entretenir la végétation dans les contrées où il ne pleut pas.

861. On donne le nom de **brouillard** à des assemblages de petits globules d'eau qui se tiennent près de la surface de la terre. Ces globules sont visibles, d'une couleur blanchâtre, et interceptent la transparence de l'air. En les examinant au microscope, Saussure a cru reconnaître qu'ils sont formés, comme les bulles de savon, d'une enveloppe liquide entourant une matière gazeuse, d'où il les appelle *vapeurs vésiculaires;* mais on ne doit pas mettre trop d'importance au sens de cette dénomination, car d'autres savants considèrent les globules dont il s'agit comme pleins. Au surplus, quelle que soit celle de ces deux opinions qui approche le plus de la réalité, il n'en reste pas moins vrai que, dans ces matières, les molécules d'eau se trouvent associées à une très-grande quantité de molécules d'air, et que cette manière d'être de l'eau constitue un état intermédiaire entre l'eau liquide et la vapeur invisible, ou l'eau à l'état gazeux.

Les brouillards déposent sur les corps qui les touchent une humidité plus ou moins forte, selon leur intensité; souvent ils ont une odeur sensible et très-désagréable.

Les brouillards ont principalement lieu dans les temps froids et humides, comme depuis l'automne jusqu'au printemps; ils sont plus fréquents dans le fond des vallées et à la surface des rivières que dans les autres localités. Sur la mer, les brouillards prennent le nom de *brume;* il y en a presque toujours dans les mers polaires, où, par leur obscurité, ils augmentent les dangers de la navigation.

Le brouillard se forme lorsqu'il y a une différence sensible de température entre l'air et les corps placés à la surface de la terre. Le cas le plus ordinaire de sa formation est celui où

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

un amas d'eau ou un sol fort imbibé d'eau a une température plus élevée que l'air, mais cette circonstance n'est pas toujours suffisante; et, si un courant d'air sec passe sur le fleuve ou dans la vallée, il ne se formera pas de brouillard. Dans les temps de dégel, au contraire, le brouillard se forme parce que l'air se trouve à une température plus élevée que les corps placés à la surface de la terre. Dans le premier cas, la vapeur qui s'élève de cette surface dans l'air, n'y trouvant pas une température susceptible de la maintenir dans son état de vapeur invisible, passe à celui de vapeur vésiculaire; dans le second, l'air perdant de sa chaleur par son contact avec des corps plus froids, perd aussi de sa capacité pour la vapeur invisible, et celle-ci passe à l'état de vapeur vésiculaire. Par la même raison, il peut aussi y avoir formation de brouillard lorsqu'un air froid se mêle avec un air chaud, parce que ce dernier, perdant de sa chaleur, perd en même temps de sa capacité pour la vapeur invisible. Dans ce cas, l'existence du vent, loin de s'opposer à la formation du brouillard, en est une condition presque essentielle, parce que, sans cette agitation, les deux airs ne se mêleraient qu'avec une excessive lenteur *.

862. Lorsque les brouillards, au lieu de demeurer près de la surface de la terre, s'élèvent au-dessus de nos têtes, on

* On étend quelquefois le nom de *brouillard* à des amas de matières volatiles autres que l'eau, et accumulées dans les régions inférieures de l'atmosphère en quantité suffisante pour intercepter la transparence de l'air. C'est ainsi que l'on voit des *brouillards de fumée* et que l'on parle quelquefois de *brouillards secs*. Tels étaient ceux qui ont régné sur une immense étendue de pays pendant l'été de 1783, le jour aussi bien que la nuit, que la chaleur ni le vent ne dissipaient pas, et qui n'ont pas même mis en déliquescence les sels qui en sont les plus susceptibles. On n'a pas encore de notions positives sur la nature de ce phénomène que quelques physiciens ont attribué à des matières gazeuses sorties du sein de la terre, mais que l'on croit provenir plutôt d'incendies de tourbières ou d'autres combustions.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

leur donne le nom de **nuages**; mais il ne s'ensuit pas que tous les nuages soient, comme les brouillards, composés de vapeurs vésiculaires, car le froid qui règne dans les hautes rgios de l'atmosphère porte, au contraire, à croire qu'il en est beaucoup où l'eau est à l'état glacé.

Les nuages présentent des formes très-variées, et Howard les a distingués, d'après cette considération, en trois modifications principales qu'il nomme *cirrus*, *cumulus*, *stratus*, et auxquelles se rattachent quatre modifications intermédiaires appelées *cirro-cumulus*, *cirro-stratus*, *cumulo-stratus* et *nimbus*. Le *cirrus* se compose de filaments déliés dont l'ensemble ressemble tantôt à un pinceau, tantôt à des cheveux crépus, tantôt à un réseau. Le *cumulus* se montre souvent sous la forme de demi-sphères qui s'accumulent quelquefois l'une sur l'autre, de manière à donner l'idée d'un groupe de montagnes couvertes de neige. Le *stratus* forme des bandes parallèles à l'horizon, qui se manifestent principalement en été après le coucher du soleil. Lorsque ces bandes deviennent plus courtes, plus serrées et assez épaisses pour que les rayons du soleil les traversent avec peine, elles forment un *cirro-stratus*. Le *cirro-cumulus* est composé de petits nuages arrondis que l'on nomme souvent *nuages moutonnés*. Lorsque les cumulus s'entassent et deviennent plus denses, ils passent à l'état de *cumulo-stratus*, dont la couleur à l'horizon est souvent noirâtre ou blanchâtre. Le *nimbus*, ou *nuage pluvieux*, se distingue par sa teinte d'un gris uniforme et ses bords frangés.

Les nuages sont ordinairement entraînés par le vent et se tiennent à diverses hauteurs; aussi, quand on gravit une haute montagne, il est rare qu'on ne traverse pas des nuages et que l'on n'en voie pas d'autres à ses pieds ou au-dessus de sa tête. Du reste, il n'est pas probable que les nuages s'élèvent à plus de 10 ou 12000 mètres d'altitude; il paraît même qu'il y en a peu au-dessus de 5 à 6000 mètres. Saussure a souvent remarqué que, dans les Alpes, les nuages commençaient par un brouillard léger qui s'augmentait successive-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment, se détachait ensuite de la montagne et était emporté par les vents.

On ne peut pas encore donner des explications satisfaisantes sur la formation des nuages, non plus que sur celle des brouillards; on ne sait pas, en premier lieu, pourquoi l'eau se transforme, dans certaines circonstances, en vapeur vésiculaire plutôt qu'en vapeur invisible, ni pourquoi celle-ci, dans d'autres circonstances, se transforme en vapeur vésiculaire plutôt qu'en eau liquide ou en neige.

Quant à la cause qui donne à la vapeur vésiculaire la propriété de s'élever et de se soutenir dans l'air, Fresnel a cherché à l'expliquer par la considération que les molécules d'eau qui la composent étant dans le cas de s'échauffer davantage que l'air, ces molécules communiquent à celles d'air, avec lesquelles elles sont en contact immédiat, une température plus élevée que celle de la partie de l'atmosphère dans laquelle elles se trouvent; de sorte que l'on peut supposer que cette augmentation de chaleur produit dans cet air une dilatation suffisante pour que la densité des vésicules en particulier, et celle des nuages en général, soient aussi moindres que celle de la partie de l'atmosphère environnante, et par conséquent capables de déterminer l'ascension des nuages jusqu'à ce que ceux-ci arrivent à une partie de l'atmosphère qui fasse équilibre avec leur densité. Cette explication pourrait s'appliquer à la supposition que l'eau qui se trouve dans les nuages n'est point à l'état de vésicule, mais à celui de globules pleins, extrêmement déliés, puisque ces globules peuvent être dans le nuage en quantité suffisante pour échauffer l'air qui les entoure, et cependant n'y former qu'une fraction du poids total du nuage, assez faible pour que la diminution de la densité produite par la dilatation de l'air contenu dans ce nuage excède l'augmentation de poids résultant de la présence de l'eau.

D'autres physiciens pensent que les courants ascendants, déterminés par le développement de la chaleur à la surface de la terre, et les vents qui agitent l'atmosphère, suffisent pour

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

expliquer l'ascension et la suspension des vapeurs vésiculaires.

863. Les vapeurs vésiculaires qui forment les nuages passent souvent à l'état de vapeur invisible et le nuage se dissipe; d'autres fois, au contraire, elles se convertissent en gouttes d'eau qui tombent à la surface de la terre, c'est ce qu'on appelle **pluie**. Ordinairement, le nuage ne se résout pas entièrement en pluie, et, lorsque celle-ci cesse, le nuage n'a fait que s'éclaircir ou changer de lieu, et la partie qui reste est emportée par le vent, ou semble se dissiper par le passage à l'état de vapeurs invisibles. La pluie présente beaucoup de variation sous le rapport de sa force, de sa durée et de son étendue. On donne le nom de *bruine* à une pluie très-fine, qui n'est, pour ainsi dire, que la chute lente d'un brouillard. On considère comme *pluies générales* celles qui durent assez longtemps et qui tombent en même temps sur une étendue considérable, tandis que l'on nomme *ondées* les pluies qui durent peu de temps et qui ne tombent que sur une petite étendue à la fois. Lorsque les ondées tombent avec beaucoup de violence, et qu'elles sont accompagnées de tonnerre et d'éclairs, on leur donne le nom de *pluies d'orage*.

Les quantités de pluie qui tombent sur les différentes parties de la terre sont aussi extrêmement variables : on a cependant remarqué qu'il pleut davantage dans le voisinage de l'équateur que sur les autres parties de la terre, et sur les côtes que dans l'intérieur des continents. C'est ainsi, par exemple, qu'au cap Haïtien, dans les Antilles, il tombe 308 centimètres d'eau par an, tandis qu'à Paris il n'en tombe que 56 et à Pétersbourg que 46, dans le même espace de temps, et qu'il y a des parties de l'intérieur de l'Afrique et de l'Asie où il ne pleut jamais. Mais il y a beaucoup d'exceptions à ces règles : c'est ainsi, notamment, qu'il tombe annuellement à Bergen, en Norvége, 225 centimètres d'eau, c'est-à-dire plus que dans aucune autre ville d'Europe, et 69 à Strasbourg, c'est-à-dire beaucoup plus qu'à Paris, quoique cette ville soit plus éloignée de la mer. En général, toutes choses étant égales d'ail-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

leurs, il pleut davantage dans les pays montueux que dans les plaines, mais il ne paraît pas nécessaire que les inégalités du terrain soient fort considérables pour influer sur la chute de la pluie. Il pleut aussi davantage dans les contrées où le sol est couvert de bois et d'autres végétaux que dans celles où les roches sont à nu.

Dans la zone torride, il y a ordinairement une saison pluvieuse qui dure deux mois, et pendant laquelle tombe une quantité immense de pluie, tandis que la plus grande partie de l'année est ordinairement sans pluie. Il y a beaucoup plus de variations à ce sujet dans la zone tempérée; mais, cependant, il paraît qu'il y a partout des époques de l'année où il tombe une plus grande quantité de pluie que dans d'autres temps, ainsi qu'on peut en juger par le tableau ci-après de la quantité relative de pluie qui tombe dans quelques contrées de l'Europe.

| SAISONS. | Angleterre occidentale. | Intérieur de l'Angleterre. | France occidentale. | France orientale. | Allemagne. | Pétersbourg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hiver .. ..... | 0 264 | 0.230 | 0 234 | 0 196 | 0.182 | 0.136 |
| Printemps..... | 0.197 | 0.205 | 0.183 | 0.235 | 0 216 | 0.194 |
| Été..... | 0.230 | 0 261 | 0.250 | 0.295 | 0.370 | 0 365 |
| Automne.. ..... | 0 309 | 0.304 | 0 333 | 0 274 | 0.232 | 0.305 |

Le nombre de jours de pluies ne suit pas la quantité d'eau tombée; il est même quelquefois en raison inverse, car il va en augmentant de l'équateur au pôle; mais il paraît qu'il y a plus de rapport entre ces deux quantités lorsque, dans une même zone, on va de la mer vers l'intérieur des continents; c'est ainsi que l'on compte 152 jours de pluie par an en An-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

gleterre et sur les côtes de France, 147 dans l'intérieur de la France, 141 dans les plaines d'Allemagne, 112 à Bude, 90 à Kasan, 60 dans l'intérieur de la Sibérie.

On a remarqué que la quantité de pluie augmentait en descendant à terre, car on a trouvé, par exemple, que la quantité moyenne de pluie qui tombe par année dans la cour de l'observatoire de Paris est de 56 centimètres, tandis qu'il n'en tombe que 50 sur la terrasse de cet établissement, qui est élevée de 27 mètres au-dessus de la cour. Mais cette circonstance n'est constante que dans les résultats moyens, et non pas dans les détails de chaque jour de pluie.

Il tombe quelquefois de la pluie lorsque l'on n'aperçoit aucun nuage dans le ciel, mais c'est un phénomène extrêmement rare et qui est toujours de courte durée.

On attribue ordinairement aux phases de la lune une grande influence sur la production de la pluie; et il résulte, en effet, d'observations faites dans le midi de l'Allemagne et recueillies par Schübler, qu'il pleut plus souvent le jour du premier octant, c'est-à-dire à l'époque intermédiaire entre le premier quartier et la pleine lune, que pendant les autres parties du mois lunaire; que les chances de jours pluvieux vont ensuite en diminuant jusqu'au dernier quartier, d'où elles augmentent jusqu'au premier octant, et que le nombre de jours pluvieux pour chacun de ces deux termes extrêmes peut être représenté par les fractions 0.341 et 0.284 du nombre total de jours compris dans les 28 années qu'embrassent ces observations. Schübler a également reconnu que la quantité de pluie tombée était plus considérable vers l'époque du premier octant, et moins considérable vers l'époque du premier quartier qu'aux autres moments, et qu'il y avait plus de jours pluvieux quand la lune est à son *périgée*, c'est-à-dire à sa plus petite distance, que quand elle est à son *apogée*, c'est-à-dire à sa plus grande distance de la terre.

On a aussi prétendu que les phases de la lune, et son entrée au périgée et à l'apogée, occasionnaient des changements de temps, surtout le moment de la nouvelle lune, que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'on suppose exercer la plus grande influence de ce genre; mais les recherches que M. Arago a faites à ce sujet portent à croire que ces opinions ne sont pas fondées. Du reste, on n'a pas encore rendu raison de l'action que la lune semble exercer sur la production de la pluie.

On n'a pas non plus des notions très-positives sur les causes qui déterminent la formation et la chute de la pluie. On conçoit, à la vérité, qu'un abaissement de température peut faire résoudre des nuages en pluie, et le phénomène de l'augmentation de la quantité de pluie, en raison inverse de l'élévation, annonce que la chute de la pluie détermine la condensation des vapeurs contenues dans l'air, lesquelles, transformées en eau, sont entraînées avec la pluie qui tombe. Cependant il paraît difficile que cette cause seule produise les pluies violentes qui ont souvent lieu, et comme ces pluies sont toujours accompagnées d'électricité, on a supposé que cette force jouait un rôle important dans la production de la pluie; mais plusieurs physiciens pensent maintenant que l'électricité développée dans ces circonstances est le résultat et non la cause de la condensation des vapeurs, et ils supposent que les courants ascendants, déterminés en été par l'échauffement du sol, ainsi que la rencontre de vents froids et de vents chauds en hiver, suffisent pour rendre raison de la production de la chute de la pluie.

864. On donne la dénomination de **gelée blanche*** à de l'eau congelée qui forme des enduits composés d'un assemblage de petits cristaux capillaires, de couleur blanche, placés sur les corps qui se trouvent à la surface de la terre, surtout sur les plantes basses. La gelée blanche n'est que de la rosée

---

* La dénomination de *gelée blanche* est mauvaise sous beaucoup de rapports, il serait à désirer que l'on y substituât dans le langage scientifique celle de *relée*, qui est employée dans quelques contrées du nord de la France et de la Belgique, et qui dérive probablement de celle de *reiff*, qui est le nom allemand

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

congelée, et l'on conçoit, d'après ce qui a été dit ci-dessus, que le rayonnement peut abaisser la température de certains corps au point de produire ce phénomène, lors même que la température de l'air demeure à 4 ou 5 degrés au-dessus de zéro ; aussi les conditions nécessaires pour la formation de la rosée le sont-elles également pour celle de la gelée blanche, qui ne se trouve que dans les mêmes lieux, et dont on peut également empêcher la formation par des abris.

865. Le **givre** ressemble à la gelée blanche et se confond souvent avec elle ; mais, tandis que la gelée blanche, comme la rosée, ne se dépose que vers la surface du sol et ne se forme qu'à la suite d'une journée où la température n'a pas été très-basse et lorsque l'air est très-clair, le givre s'attache aux arbres les plus élevés aussi bien qu'aux plantes basses, s'étend sur les hauteurs comme dans le fond des vallées, se forme pendant les plus grands froids et principalement lorsqu'il y a du brouillard, de sorte qu'il paraît être souvent un brouillard gelé. Du reste, la formation du givre, comme celle de la rosée et de la gelée blanche, semble due à ce que les corps solides acquièrent, par le rayonnement, une température plus basse que l'air. Comme la présence du givre sur un corps n'empêche pas la continuation du rayonnement, la quantité de givre peut être très-considérable, et il forme quelquefois des enduits d'un centimètre d'épaisseur, composés de petits cristaux capillaires blancs qui enveloppent les branches, les rameaux, les feuilles des arbres, ce qui donne à ceux-ci un aspect extrêmement pittoresque.

Le givre est souvent dans le même cas que la rosée et la gelée blanche, c'est-à-dire qu'il ne se forme que quand l'air est calme, parce que le vent entretient, comme on l'a vu ci-dessus, les corps solides à la même température que l'air environnant, et que, d'un autre côté, la plus petite agitation de l'air suffit pour détacher les frêles cristaux capillaires de givre. Il paraît cependant que, quand il fait très-froid, il peut se former une matière assez analogue au givre malgré le vent, et sur des corps dont la température n'est pas plus basse que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'air environnant; tel est ce que les baleiniers anglais nomment *frost-rime* ou *brouillard gelé*, qui semble être une vapeur dense, congelée, que les vents emportent au-dessus des mers polaires, et qui est composée de parties extrêmement déliées qui s'attachent à tous les corps vers lesquels le vent les pousse, et forment quelquefois un enduit de plus de trois centimètres, hérissé de longues fibres prismatiques ou pyramidales, dont les pointes sont dirigées du côté du vent. Les vêtements des marins se trouvent quelquefois entièrement recouverts de cette matière, que l'on pourrait, jusqu'à un certain point, comparer à celles que l'on voit, dans des jours très-froids dans nos climats tempérés, recouvrant les vêtements et les poils des hommes et des animaux, surtout dans les parties voisines des organes de la respiration.

866. Le **verglas** consiste, comme le givre et la gelée blanche, dans un enduit d'eau congelée qui recouvre le sol et les objets placés à sa surface; mais cet enduit, au lieu d'être composé de cristaux capillaires, est formé de glace compacte.

La formation du verglas, comme celle de la rosée, de la gelée blanche et du givre, a lieu quand les corps solides sont à une température plus basse que l'air environnant; mais cette différence de température résulte, dans ce cas, non du rayonnement de ces corps, mais d'une élévation brusque dans la température de l'atmosphère: aussi, tandis que le vent et la pluie empêchent la formation du givre, l'existence de la pluie ou celle du vent et du brouillard sont nécessaires pour la formation du verglas. Cette formation se fait surtout lors d'un *dégel*, c'est-à-dire quand la température d'un lieu, après avoir été, pendant un temps plus ou moins long, assez froide pour que l'eau soit généralement congelée, passe à une température assez élevée pour que les eaux gelées repassent à l'état liquide. Or ce passage est ordinairement occasionné, dans les zones tempérées, par l'arrivée des vents chauds, qui sont souvent accompagnés de brouillards et de pluies; et on conçoit que, tant que les corps solides conserveront leur tem-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pérature inférieure au point de congélation, toutes les gouttes de pluie et toutes les vésicules de brouillard qui viendront frapper ces corps se congèleront et formeront une glace compacte au lieu de former une agrégation de petits cristaux, comme la chose a lieu quand les vapeurs se déposent tranquillement par un temps calme. Il y a encore cette différence entre le verglas et la gelée blanche, que c'est sur les corps les plus volumineux et les meilleurs conducteurs de la chaleur qu'il se dépose en plus grande quantité, parce que les corps de peu de volume se sont bientôt mis en équilibre de température avec l'air, et qu'il en est à peu près de même de la partie extérieure des corps mauvais conducteurs de la chaleur.

On voit donc que le verglas est, en général, de la pluie qui se congèle en touchant des corps solides, ou du brouillard qui se congèle sous l'influence du vent.

867. La **neige** est aussi de l'eau congelée qui tombe sous la forme de flocons composés ordinairement d'un assemblage irrégulier de petits cristaux, mais qui, lorsque l'air est calme et la température très-froide, prennent des formes régulières qui, en général, se rapprochent toutes plus ou moins d'une étoile à six rayons, mais qui sont si variées, que le capitaine Scoresby en a compté une centaine de différentes. Sa couleur est d'un blanc parfait *.

La neige est très-utile aux végétaux qu'elle recouvre, parce qu'elle les préserve des effets des fortes gelées. C'est ainsi que des plantes qui résistent, sous son abri, aux rigoureux et longs hivers des hautes Alpes ne peuvent rester en pleine terre dans les environs de Paris, où il tombe moins de neige, et qui éprouvent souvent plusieurs alternatives de temps doux

* Lorsque la neige est colorée, c'est par la présence de quelques corps étrangers. On a parlé de *neige rouge* et de *neige verte* qui se trouvent dans des endroits où le sol est continuellement couvert de neige, et on a reconnu que ces couleurs étaient dues à de petits êtres microscopiques, végétaux et animaux, dont la neige est en quelque manière le sol naturel.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et de gelée dans le courant de l'hiver et au commencement du printemps.

On ne sait que très-peu de chose sur la formation de la neige. On ne sait pas si les nuages qui la produisent sont composés de vapeurs vésiculaires ou de parcelles déjà glacées. On ne sait pas si les flocons se forment directement, ou s'ils prennent leur accroissement en traversant les couches inférieures de l'air. On n'a pas observé leur température ni les circonstances qui déterminent leurs formes et leur volume; mais, ainsi que nous l'avons déjà fait observer (862), il est probable que les nuages qui se meuvent à de grandes hauteurs sont à l'état glacé.

868. On donne le nom de **grésil** à de petits grains semblables à de la neige durcie, qui tombent ordinairement par ondées, que l'on appelle *giboulées*. Ces ondées durent peu de temps, sont accompagnées de coups de vent, et ont lieu lorsque le temps est variable; elles sont très-fréquentes dans les hautes montagnes, mais c'est principalement au printemps qu'elles tombent dans les plaines, où elles sont souvent accompagnées de pluie. M. Kæmtz * pense que le grésil doit son origine à ce que les coups de vent transforment la neige en petits corps sphériques ou pyramidaux, qui s'accroissent comme une boule de neige par l'addition d'autres flocons.

869. La **grêle** consiste dans la chute de fragments de glace que l'on appelle *grêlons*. Ceux-ci sont ordinairement arrondis, mais ils présentent plus souvent la forme d'une poire ou d'un cône que celle d'une sphère; ils ont communément une grosseur analogue à celle d'un pois; ils atteignent quelquefois celle d'un œuf de pigeon, même celle du poing, et le poids d'un demi-kilogramme. On cite aussi des fragments beaucoup plus considérables; tel est le bloc tombé en Hongrie le 8 mai 1802, qui avait un mètre en long et en large et sept décimètres

---

* *Cours complet de météorologie traduit et annoté par M. Martins*. Paris, 1843.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'épaisseur. Les petits grêlons ressemblent, ainsi que le grésil, à de la neige durcie ; il est très-rare d'en voir de glace transparente. Les gros grêlons présentent un noyau neigeux entouré de glace, ou des couches alternatives de neige et de glace. Quant aux très-gros grêlons et autres fragments de glace, ils sont sans doute formés par l'agglutination d'un nombre plus ou moins considérable de grêlons.

La grêle est ordinairement accompagnée ou suivie par de la pluie ; elle ne suit jamais celle-ci. Elle ne tombe que dans des orages, dure peu de temps dans un même lieu, ne s'étend pas sur une grande surface en même temps, quoiqu'il y ait des exemples d'orages de grêle qui aient parcouru de grandes distances, mais c'est toujours sur des bandes étroites. Elle est plus rare dans la zone torride que dans les zones tempérées, et dans celles-ci elle tombe rarement en hiver. On a aussi remarqué qu'elle est fort rare pendant la nuit.

La formation de la grêle est un phénomène très-difficile à expliquer, et pour lequel il a été proposé un grand nombre d'hypothèses différentes. Voici comme M. Kæmtz le conçoit : les jours de grêle, de légers cirrus flottent dans les hautes régions de l'atmosphère, l'air est généralement calme à la surface du sol et s'échauffe facilement, ce qui donne lieu à de puissants courants ascendants, tandis que des vents horizontaux, dans les régions supérieures de l'atmosphère, y entretiennent une température moins élevée. Cette rupture dans l'équilibre atmosphérique détermine facilement la formation d'orages ; les cirrus qui se trouvent dans la couche supérieure deviennent plus denses et s'abaissent ; il se forme des cumulus qui s'accroissent avec une rapidité extraordinaire et s'abaissent vers la terre. Cet abaissement d'air froid sur des couches plus chaudes détermine des précipitations de vapeur aqueuse et un développement d'électricité très-notable. Ces derniers phénomènes deviennent surtout très-énergiques si, comme c'est ordinairement le cas, le vent du nord règne dans les parties supérieures, et le vent du midi dans les parties inférieures. Si la violence d'un de ces vents vient à augmenter

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

subitement, il s'établit des tourbillons qui se propagent de bas en haut. Les flocons de neige qui flottent dans l'atmosphère s'accroissent rapidement; ils prennent la forme de grains de grésil, et sont poussés vers le sol dans une direction peu inclinée. Il se dégage alors assez d'électricité pour produire un coup de tonnerre. De nouveaux coups de vent donnent lieu à la formation de nouveaux grêlons plus volumineux, et le phénomène peut se renouveler tant que l'équilibre de l'atmosphère n'est point rétabli, ce qui explique pourquoi la grêle ne dure pas longtemps et tombe par averses presque instantanées. La forme conique des grêlons est le résultat de leur transport, qui fait qu'ils s'accroissent successivement par la base qui est poussée en avant; mais, s'ils éprouvent un véritable tourbillonnement, ils prennent une forme plus sphérique. Lorsque les grêlons traversent, après leur formation, un air assez chaud pour les fondre, ils arrivent sur le sol à l'état de pluie après avoir condensé beaucoup de vapeur : telle est l'origine des larges gouttes de pluie qui précèdent ordinairement les orages; telle est aussi la cause pour laquelle il tombe de la pluie au pied d'une montagne dont le sommet se couvre de grésil ou de grêle. Si, au contraire, des gouttes de pluie traversent un air assez froid pour les congeler, elles donnent naissance à des grêlons transparents.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE IV.

### DES MÉTÉORES LUMINEUX.

870. **Division.** Nous réunissons sous la dénomination de *météores lumineux* une série de phénomènes qui ont pour caractère commun de manifester de la lumière, mais qui sont de nature très-différente, les uns étant des *phénomènes électriques;* ce sont la *foudre* et les *feux Saint-Elme ;* les autres, des *phénomènes* purement *optiques ;* ce sont l'*arc-en-ciel*, les *couronnes*, les *halos*, les *anthélies*, les *parhélies*, les *parasélènes* et le *mirage;* d'autres enfin étant des *phénomènes* dont la véritable nature est à peu près *inconnue ;* ce sont les *feux follets*, les *bolides*, les *étoiles filantes* et les *aurores boréales*. Mais il est à remarquer que, parmi ces derniers phénomènes, il en est qui, se passant en dehors des limites de l'atmosphère, n'appartiennent pas à la météorologie, et que, si nous en faisons mention ici, c'est que, comme il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de leur assigner une place convenable, il nous a paru préférable de les laisser figurer à côté des météores lumineux avec lesquels on les a souvent rangés, plutôt que d'adopter ou de proposer des divisions particulières qui ne reposeraient que sur des hypothèses plus ou moins hasardées.

871. La **foudre** se compose de deux phénomènes principaux : l'un, que l'on nomme *éclair*, consiste dans une lumière vive qui paraît instantanément dans l'air en décrivant une ligne en zigzag qui est quelquefois très-étendue, car on dit avoir vu des éclairs qui avaient plus de 5 kilomètres de longueur. L'autre phénomène, que l'on appelle *tonnerre*, est un bruit quelquefois instantané, comme celui de la décharge simultanée d'une douzaine de pièces de canon ; d'autres fois il forme une espèce de roulement semblable à une suite d'échos.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Il paraît que le même coup de tonnerre peut être instantané pour l'observateur voisin, et composé de roulements pour celui qui est plus éloigné. Lorsque la foudre éclate près de nous, nous apercevons l'éclair et nous entendons le tonnerre au même instant; mais, lorsque l'explosion a lieu dans l'éloignement, nous apercevons l'éclair plus ou moins longtemps avant d'entendre le tonnerre, ce qui provient de ce que la lumière se propage beaucoup plus rapidement que le son.

La foudre éclate ordinairement dans les nuages; mais quelquefois elle semble tomber sur la terre, et alors elle y produit des effets plus ou moins violents, tels que de tuer les hommes et les animaux, de fendre, tordre ou renverser des arbres, de briser et de parcourir les édifices, de mettre le feu aux matières combustibles, de fondre les matières métalliques et pierreuses, etc.

Nous dirons, à cette occasion, que l'on trouve quelquefois, dans les sables, des espèces de tubes composés d'une substance quarzeuse qui paraît être du sable agglutiné, plus ou moins vitrifié. Les dimensions de ces tubes sont très-variables; mais on en a cité qui avaient près de 10 mètres de long sur un diamètre extérieur de 5 centimètres. On croit que ces tubes ont été formés par la foudre, d'où on les appelle *fulgurites* ou *tubes fulminaires*.

Dans les zones tempérées la foudre est très-rare en hiver; il ne paraît pas qu'elle ait lieu dans les zones glaciales. Cependant elle peut éclater sous une température très-basse, puisqu'elle est très-commune sur le sommet des hautes montagnes ou règnent des neiges perpétuelles. Quelquefois la foudre paraît éclater dans un air dépourvu de nuages, mais alors il se forme subitement un nuage considérable; en général, on remarque beaucoup d'agitation dans les nuages où éclate la foudre, et ce phénomène est accompagné ou suivi de fortes pluies et de grêle. Cet ensemble forme ce que l'on appelle un *orage*.

872. L'observation a prouvé que les phénomènes de la foudre sont dus à l'électricité, et, si cette connaissance n'en explique pas la *cause originaire*, puisque l'on ne sait pas ce

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que c'est que la force que les physiciens nomment électricité, elle suffit pour rendre raison de ces phénomènes. En effet, il est facile alors de voir dans l'éclair le même phénomène que l'étincelle que l'on produit dans les cabinets de physique, lorsque l'on approche deux corps dans lesquels on a accumulé les électricités différentes. Le tonnerre n'est que la répétition du bruit qui accompagne l'étincelle, bruit qui s'augmente en raison de la quantité d'électricité accumulée. Enfin les effets de la foudre sur la terre se produisent également dans les cabinets, lorsque l'on donne des commotions avec la bouteille de Leyde, ou bien, lorsque, au moyen de l'étincelle électrique, on allume des matières combustibles, on fond des fils métalliques, on perce des cartes, du verre, etc. Il y a, à la vérité, dans les phénomènes de la foudre, quelques détails qui ne peuvent pas s'expliquer exactement par ce qui se passe dans nos cabinets; mais ces petites différences ne doivent pas étonner, lorsque l'on fait attention aux grandes différences qui existent dans les dimensions et dans la nature des corps sur lesquels l'électricité se développe dans l'atmosphère. Mais, en général, on trouve dans l'électricité les moyens d'expliquer ceux des phénomènes qui paraissent les plus extraordinaires aux personnes qui ne connaissent pas cette branche de physique. Ainsi, par exemple, on ne voit qu'un effet de la facilité avec laquelle l'influence électrique accumule l'électricité dans les corps conducteurs, lorsque la foudre, en parcourant un édifice, a eu assez d'intensité pour fondre des barres métalliques, tandis que les corps moins conducteurs n'ont pas été sensiblement altérés. On reconnaît de même les effets de la propriété plus ou moins isolante des corps, dans l'espèce de discernement avec lequel la foudre va chercher ses victimes lorsqu'elle tombe dans une enceinte qui réunit plusieurs personnes On conçoit aussi facilement pourquoi la foudre tombe de préférence sur les objets élevés qui sont conducteurs de l'électricité, puisque l'influence d'un nuage électrisé détermine, dans ces objets, l'accumulation d'une grande quantité d'électricité opposée à celle du nuage, et, si ces deux électricités tendent ensuite à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

s'unir, il en résultera un choc, c'est-à-dire la foudre, à moins que le nuage ne soit poussé auparavant hors de la sphère d'activité de l'objet en question, ou que la décharge de l'électricité du nuage se fasse par le choc avec l'électricité accumulée dans un autre objet. Dans ce dernier cas, l'électricité accumulée dans le premier objet retournera subitement dans ce que les physiciens appellent le *réservoir commun*, c'est-à-dire dans l'intérieur de la terre; et, lorsque l'accumulation d'électricité est considérable, ce retour peut amener une commotion suffisante pour tuer un homme. Ce *choc en retour* explique comment il se fait que, la foudre tombant *directement* sur un objet, un homme placé à une distance considérable soit renversé ou tué, tandis que tous les objets placés dans l'intervalle n'en ressentiront aucun effet. Du reste, le choc en retour ne consiste que dans une commotion plus ou moins forte; mais il n'est jamais dans le cas de brûler ou de fondre un objet.

Quant aux *sources de l'électricité de l'atmosphère*, on croit que la principale est l'évaporation *; hypothèse qui s'accorde assez bien avec les faits; car on conçoit que les vapeurs qui s'élèvent dans l'atmosphère étant électriques, leur réunion en nuage doit donner à ceux-ci une électricité qui aura d'autant plus d'intensité que le nuage sera composé d'une plus grande quantité de vapeurs; d'où l'on sent que les phénomènes électriques doivent être plus abondants dans l'atmosphère l'été que l'hiver.

873. Le rapprochement des phénomènes de la foudre avec ceux de l'électricité a donné lieu à l'une des plus belles applications de la science au bien-être de la société, c'est-à-dire à

* D'après les expériences de M. Pouillet, l'évaporation des liquides purs ne produit pas d'électricité; mais il s'en produit toujours lorsque le liquide tient quelque corps étranger en solution et que l'évaporation est, par conséquent, accompagnée d'une ségrégation chimique, ce qui est le cas de toutes les évaporations qui ont lieu à la surface de la terre.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'invention d'appareils qui préservent des effets désastreux de ce terrible météore. Ces appareils, que l'on nomme *paratonnerres*, consistent en une verge de fer, d'environ 9 mètres d'élévation, terminée par une aiguille de platine, et que l'on place sur les édifices en la faisant communiquer avec le sol au moyen de barres ou d'une chaîne de fer que l'on fait courir le long de l'édifice sans le toucher immédiatement, et qui s'enfonce en terre dans un puits creusé au pied de l'édifice. Or, d'après ce que l'on sait du pouvoir des pointes sur l'électricité, on conçoit que la pointe du paratonnerre est dans le cas de décharger sans explosion l'électricité qui anime les nuages passant dans sa sphère d'activité, et l'on a lieu de croire que cet effet s'étend à une dizaine de mètres autour de la pointe, de sorte que, en plaçant les paratonnerres à 20 mètres les uns des autres, les grands édifices se trouvent suffisamment garantis de la foudre. Si ces appareils étaient plus rapprochés, ils se nuiraient mutuellement.

On conçoit facilement, d'après ce qui a été dit ci-dessus, que l'on doit éviter, en temps d'orage, de se mettre à l'abri sous des arbres ou de se tenir debout si l'on se trouve sur une hauteur ou dans une plaine dégarnie d'arbres, puisque les objets les plus élevés sont ceux où s'accumule la plus grande quantité d'électricité opposée à celle qui anime les nuages, et, par conséquent, ceux où il y aura le plus de motifs pour que l'étincelle électrique y éclate, ou, en d'autres termes, pour que la foudre y tombe. Si l'on est dans un édifice, on doit s'éloigner des portes, des croisées, des murailles, surtout des objets en métal, et chercher à se placer sur des corps non conducteurs de l'électricité, tels, par exemple, que des matelas.

874. On a nommé *éclairs de chaleur* des lueurs intermittentes qui paraissent après le coucher du soleil dans les parties inférieures du ciel, et, comme elles ne sont pas accompagnées de tonnerre, on a supposé qu'elles avaient une cause différente des éclairs ordinaires ; mais M. Kæmtz croit que c'est la même chose, et que l'orage a lieu à une trop grande distance pour que l'on entende le tonnerre et même pour que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'on aperçoive les nuages, la lumière se manifestant par l'effet de la réfraction.

875. On donne le nom de **feu Saint-Elme,** anciennement *Castor et Pollux,* à des aigrettes lumineuses qui, dans les temps orageux, paraissent à l'extrémité des mâts et des vergues des vaisseaux, ou d'autres corps terminés en pointe. Or, d'après ce que nous venons de dire de l'électricité de l'atmosphère, et ce que l'on sait du pouvoir des pointes, on sent que ce phénomène est dû à l'électricité qui s'échappe par l'extrémité des corps dont il s'agit.

876. **L'arc-en-ciel** ou *Iris* se compose d'un ou de plusieurs arcs présentant sept bandes respectivement colorées par chacune des sept couleurs du spectre solaire, et que l'on aperçoit sur des nuages qui se résolvent en pluie, lorsque ces nuages sont exposés aux rayons du soleil venant du côté où se trouve l'observateur. L'arc-en-ciel est ordinairement composé de deux arcs concentriques qui peuvent former le demi-cercle lorsque le soleil est à l'horizon, mais qui décroissent successivement à mesure que le soleil se trouve plus élevé, de manière que l'on ne voit plus qu'un arc lorsque le soleil est à 42° au-dessus de l'horizon, et que l'on n'en aperçoit plus lorsque le soleil est au-dessus de 54°. Un observateur placé sur une hauteur peut voir des portions d'arcs plus grandes que le demi-cercle. Il peut même, s'il est suffisamment élevé et dans certaines circonstances favorables, voir le cercle entier. Il peut aussi voir des arcs quand le soleil est plus bas que l'horizon.

La largeur de l'arc intérieur correspond à un diamètre apparent d'environ 2° 15′, celle de l'arc extérieur est de 3° 40′, et celle de l'espace qui les sépare de 8° 25′.

Les couleurs de l'arc intérieur sont disposées dans l'ordre suivant de bas en haut : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge; celles de l'arc extérieur sont en sens inverse, c'est-à-dire que c'est le violet qui se trouve en dehors; elles sont toujours moins vives que celles de l'arc intérieur. Mais,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

en général, les couleurs des arcs ne présentent tout leur éclat qu'autant que les nuages sur lesquels elles se projettent sont épais et, par conséquent, d'une teinte foncée.

Les phénomènes de l'arc-en-ciel sont dus à la décomposition des rayons du soleil qui traversent les gouttes d'eau disséminées dans l'atmosphère, et l'optique donne les moyens d'expliquer, de la manière la plus satisfaisante, toutes les circonstances de ces phénomènes, et de les soumettre au calcul Nous nous dispenserons de reproduire ici ces explications qui se trouvent dans les ouvrages de physique, et qui, quoique reposant sur les règles les plus simples de l'optique, exigeraient des détails que ne comporte pas le plan de ce précis. Nous nous bornerons à dire que, quand les rayons lumineux tombent sur les gouttes d'eau, dont la forme est sensiblement sphérique, et dont la densité est beaucoup plus considérable que celle de l'air, ils y subissent d'abord une réfraction. Quelques-uns de ces rayons ne traversant pas entièrement la goutte d'eau sont réfléchis par son enveloppe, et éprouvent, en rentrant dans l'air, une nouvelle réfraction qui sépare les différentes couleurs selon l'ordre de leur réfrangibilité; ce qui forme l'arc intérieur. Les rayons qui donnent naissance à l'arc extérieur éprouvent dans l'intérieur des gouttes de pluie deux réflexions consécutives, et l'effet de la seconde est de faire paraître les couleurs dans un ordre inverse. On peut de même concevoir l'apparition d'un troisième et d'un quatrième arc, en supposant que les rayons solaires subissent dans les gouttes de pluie trois ou quatre réflexions successives; mais ces arcs devront paraître du même côté que le soleil, parce que, après trois ou quatre réflexions, les rayons sortent des globules d'eau du côté opposé à celui où ils sont entrés. Ces arcs sont fort peu visibles à cause de l'extrême affaiblissement de la lumière dans ces diverses réflexions. Aussi est-il excessivement rare que l'on voie plus de deux arcs.

On voit quelquefois pendant la nuit des arcs-en-ciel dus à la lumière de la lune, mais ils sont généralement peu colorés.

877. M. Kæmtz donne le nom d'**anthélie** à un phénomène

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

aussi nommé *auréole terrestre, gloire, nebelbild,* et qui consiste dans ce que l'ombre d'un observateur qui se projette sur un nuage, sur du brouillard ou sur un champ couvert de rosée se trouve quelquefois entourée, surtout autour de la tête, d'une auréole lumineuse formée de cercles concentriques plus ou moins nuancés des couleurs de l'arc-en-ciel. Ce phénomène, qui s'observe assez rarement, et seulement lorsque le soleil est peu élevé sur l'horizon, est attribué à la diffraction de la lumière à travers les vapeurs vésiculaires.

878. Les **couronnes,** que l'on a souvent confondues avec les halos sous les noms de *petits halos,* consistent, comme les anthélies, dans des auréoles lumineuses, mais qui se manifestent autour du soleil et de la lune lorsqu'il y a entre ces astres et l'observateur des nuages autres que des cirrus ou des cirro-stratus et qui ne sont pas assez épais pour empêcher la vue de l'astre. On remarque particulièrement les couronnes autour de la lune parce que l'éclat des rayons du soleil empêche ordinairement de les apercevoir autour du soleil. Elles sont peu étendues ; leur intérieur, c'est-à-dire l'espace qui avoisine le disque de la lune ou du soleil, est ordinairement d'un blanc qui devient rougeâtre sur les bords et présente quelquefois, surtout dans les couronnes solaires, des nuances de l'arc-en-ciel disposées par anneaux concentriques, mais jamais très-vives. Fraunhofer a reconnu que ce phénomène était aussi le résultat de la diffraction de la lumière entre les vapeurs vésiculaires qui composent les nuages.

879. Les **halos** proprement dits ou *grands halos* sont des phénomènes très-compliqués qui font voir dans le voisinage du soleil ou de la lune des cercles plus ou moins incomplets, mais très-étendus, puisqu'ils embrassent quelquefois un espace de 45 degrés ; parmi ces cercles, dont le nombre est plus ou moins considérable selon les circonstances, il y en a qui ont le soleil pour centre, d'autres qui passent par le centre du disque de cet astre, et d'autres qui sont tangents aux premiers. Ces arcs de cercles sont quelquefois simplement blanchâtres ; d'autres fois ils sont plus ou moins nuancés des cou-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

leurs de l'arc-en-ciel. Ces phénomènes, qui ne s'observent que quand le ciel est couvert de cirrus, sont considérés comme annonçant la pluie et paraissent être dus à la réflexion de la lumière sur les cristaux de neige qui composent les cirrus.

880. Quelquefois il se forme, sur quelques-uns des points où se croisent les cercles des halos, des images qui ressemblent à des soleils ; c'est ce que l'on appelle **parhélies** ou *faux soleils*. Ce phénomène est extrêmement rare et paraît être dû à la même cause que l'apparition des halos.

881. D'autres fois c'est l'image de la lune qui se trouve multipliée, et alors le phénomène prend le nom de **parasélène** ; toutefois il semble qu'il y a deux sortes de parasélènes : l'un, qui est aussi extrêmement rare, a lieu lorsque la lune est assez élevée à l'horizon, et est probablement dû à la même cause que les parhélies ; l'autre, qui a lieu lorsque la lune se lève pendant l'après-midi d'une journée chaude. Dans ce dernier cas, qui est dû au phénomène du mirage, on ne voit que deux images de la lune, l'une vraie, l'autre fausse.

882. Ce phénomène du **mirage** consiste dans une illusion d'optique qui fait voir, dans certaines circonstances, de doubles images des objets. Ce phénomène a, entre autres, été souvent observé dans les plaines de la basse Égypte. Le soir et le matin, on ne voit dans ces plaines que la terre autour de soi, et les villages ou les arbres qui s'offrent à la vue ne présentent autour d'eux rien de particulier ; mais, lorsque la surface du sol est échauffée par les rayons du soleil, le terrain paraît terminé, à une distance d'environ 4 kilomètres, par une inondation générale. Les villages qui se trouvent au delà semblent être des îles situées au milieu d'un grand lac ; et sous chaque objet on voit son image renversée, telle qu'on la verrait s'il y avait effectivement une surface d'eau réfléchissante. Mais, à mesure que l'on s'en approche, les bords de l'inondation semblent reculer, et le mirage se reproduit pour les objets situés plus loin.

Ce phénomène s'explique aussi par les lois de la réfraction

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

de la lumière : au milieu du jour, le sol étant très-échauffé, la couche d'air qui est en contact avec lui acquiert une température très-élevée; elle se dilate et se trouve à une densité plus faible que les couches qui reposent sur elle : or les rayons lumineux qui tombent sur cette couche dilatée sont réfléchis à sa surface comme sur un miroir; ils vont porter à l'œil de l'observateur l'image renversée des parties basses du ciel que l'on voit alors sur le prolongement des rayons qu'on a reçus, et, par conséquent, en-dessous de l'horizon réel. Dans ce cas, si rien n'avertit de l'erreur, on juge seulement les limites de l'horizon plus basses et plus proches qu'elles ne le sont réellement. Mais, si quelques objets, tels que des villages, des arbres, etc., avertissent l'observateur que les limites de l'horizon sont plus reculées, et que le ciel ne s'abaisse pas à la profondeur où il le jugeait, l'image réfléchie du ciel paraît comme une surface réfléchissante sur laquelle les villages et les arbres envoient des rayons qui sont réfléchis comme l'auraient été les rayons venus de la partie du ciel interceptée par eux. Ces rayons donnent lieu à une image renversée au-dessous des objets que l'on voit par les rayons directs. La limite à laquelle les rayons lumineux commencent à se réfléchir étant constante, et les rayons qui font le plus grand angle avec l'horizon devant paraître venir du point le plus voisin auquel commence le phénomène, ce point doit être à une distance constante de l'observateur ; de sorte que, si celui-ci s'avance, le bord paraîtra s'éloigner, comme on l'observe effectivement.

Quelquefois le mirage s'opère latéralement ; tel est le cas observé par Jurine, sur le lac de Genève, d'un bateau qui présentait deux images placées à une certaine distance, dirigées dans le même sens, et qui s'avançaient en même temps sur la surface de l'eau. Ce phénomène était produit par l'échauffement de l'air sur la pente des montagnes qui bordent cette partie du lac.

Parmi les autres phénomènes auxquels le mirage donne lieu, nous citerons celui d'objets qui, dans l'état ordinaire, sont invisibles d'un lieu, parce que leur vue est interceptée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

par une colline ou un autre obstacle, et que l'on aperçoit de ce même lieu par une journée chaude.

883. Les **feux follets** sont une lumière semblable à des flammes légères qui voltigent dans l'air à une petite distance du sol. Cette légèreté des feux follets est cause qu'ils sont entraînés par le moindre courant d'air; d'où l'on sent que les personnes qui veulent les atteindre les poussent devant eux, et qu'ils sont, au contraire, attirés par les personnes qui veulent s'en éloigner, de même que nous voyons quelquefois sur les eaux des objets légers qui suivent un navire, ce qui a fait dire que les feux follets poursuivaient les personnes qui en avaient peur, et fuyaient celles qui les poursuivaient.

On a cru remarquer que ce phénomène paraît de préférence dans les endroits marécageux et dans les cimetières, ce qui a fait supposer qu'il était dû à des émanations de gaz hydrogène phosphoré. Du reste, on doit éviter de confondre les feux follets avec les fontaines ardentes, dont il sera parlé dans le livre suivant, et qui sont dues à la combustion du grisou.

884. On donne le nom de **bolides** ou *globes de feu* à des corps qui paraissent enflammés, qui se meuvent dans le ciel avec une extrême rapidité, et qui ont une grandeur apparente assez considérable pour ne point être confondue avec celle des étoiles; souvent on compare leur grandeur avec celle de la lune. On croit avoir reconnu que les bolides paraissent quelquefois à des distances beaucoup plus éloignées que les limites que l'on suppose à l'atmosphère. Dans leurs mouvements, ils semblent lancer des étincelles, et laissent quelquefois derrière eux une queue brillante qui paraît être de la flamme retenue par la résistance de l'air. Souvent le bolide disparaît sans que l'on ait remarqué d'autres phénomènes; mais quelquefois on entend une ou plusieurs fortes détonations pareilles à celles de coups de canon de gros calibre; ces détonations sont suivies d'un roulement très-fort, semblable à celui de plusieurs voitures roulant sur le pavé, et qui se prolonge pendant quelques minutes en suivant la direction qu'avait le bolide. Enfin, si l'on est suffisamment près du lieu où

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

se passe le phénomène, on entend des sifflements et des bruits analogues à ceux que produit la chute des corps pesants, et on voit tomber des pierres en plus ou moins grande quantité; car quelquefois il n'en tombe qu'une ou deux; et, dans la chute qui a eu lieu à l'Aigle, en Normandie, le 26 avril 1803, on estime qu'il en est tombé plus de trois mille sur un espace long de plus de 2 myriamètres et large de près de 5 kilomètres. Ces pierres, que l'on nomme **aérolites** ou *météorites*, ont, au moment de leur chute, une température très-élevée, et s'enfoncent plus ou moins dans le sol. Leur volume est très-variable; il y en a de très-petites, et Bowdich rapporte que celle qui est tombée, le 14 décembre 1807, près de Wiston en Connecticut, avait plusieurs mètres de longueur Leurs formes sont irrégulières et ne présentent aucun caractère particulier, sauf que leurs arêtes et leurs angles sont arrondis. A l'extérieur, elles sont généralement couvertes d'une écorce noire, quelquefois terne, d'autres fois luisante comme un vernis; l'intérieur est toujours terne, d'un gris plus ou moins foncé, rarement uni, souvent veiné ou tacheté de différentes manières. Leur texture est ordinairement grenue: quelquefois les grains sont très-adhérents et comme fondus l'un dans l'autre; d'autres fois ils sont très-distincts et se séparent facilement. On reconnaît aisément, dans ces pierres, le mélange de substances différentes, et on y aperçoit très-souvent des grains de fer; on a cru aussi y reconnaître de petits cristaux de pyroxène et de labradorite.

La composition chimique des aérolites est très-variable: leur élément le plus constant et le plus abondant est la silice, qui forme ordinairement plus du tiers du poids. On peut ensuite citer le fer, qui forme quelquefois près d'un autre tiers, mais qui s'y présente tantôt à l'état métallique, tantôt à l'état d'oxyde. On y trouve aussi de l'alumine, de la magnésie, de la chaux, de l'oxyde de manganèse, du nickel souvent à l'état d'oxyde, quelquefois à l'état métallique, du chrome ou de l'oxyde de chrome, du soufre, de la soude, de la potasse, du cuivre, du carbone; mais ces principes n'y sont pas constants,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et les derniers, notamment, ne s'y trouvent que très-rarement et en petite quantité.

885. L'origine des aérolites est un phénomène qui est encore loin d'être expliqué d'une manière satisfaisante, et pour lequel on a imaginé plusieurs hypothèses.

On a, entre autres, attribué ces corps à des volcans terrestres; mais cette hypothèse ne paraît pas soutenable lorsque l'on fait attention que les aérolites tombent dans des lieux extrêmement éloignés des volcans, qu'elles diffèrent de tous les produits volcaniques connus, et qu'il est impossible de supposer que des objets aussi lourds parcourent horizontalement l'atmosphère par des temps calmes et clairs comme ceux qui règnent souvent lorsque l'on voit passer les bolides.

D'autres ont supposé que les aérolites étaient produites par les volcans de la lune, et on a calculé, à cet égard, qu'un corps lancé de la lune avec une vitesse quintuple de celle d'un boulet de canon pouvait parvenir à un point de l'espace où l'attraction de la terre serait prépondérante à celle de la lune, de sorte que ce corps, au lieu de retomber sur la lune, serait entraîné vers la terre; mais cette hypothèse n'a en sa faveur que sa possibilité mathématique, et semble contraire aux observations. On peut objecter, entre autres, que, si, comme on l'a supposé, l'état d'inflammation des bolides était dû au frottement des masses pierreuses dans le fluide qu'elles traversent, cette inflammation aurait surtout lieu vers la surface de la terre et non dans les hautes régions de l'atmosphère, où la résistance de l'air doit être à peu près nulle.

La même possibilité et les mêmes invraisemblances s'appliquent à l'hypotèse qui voit dans les aérolites des fragments de planètes ou de petits corps planétaires qui, se mouvant dans leurs orbites, peuvent quelquefois se trouver dans des points de l'espace où l'attraction de la terre peut les faire dévier de leur route ordinaire et les attirer à sa surface.

On a vu aussi, dans la formation des aérolites, le résultat de la condensation de matières volatiles qui flottent dans l'atmosphère; mais, quoique la formation des grêlons nous

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

prouve que la nature a des moyens de produire des condensations dont il est difficile de se rendre raison, la circonstance que les aérolites paraissent venir de régions plus éloignées que les couches denses de l'atmosphère, et l'état de solidité rigide qu'elles ont acquis lorsqu'elles arrivent à la surface de la terre, ne permettent pas de croire qu'elles prennent leur origine dans notre atmosphère.

Ces diverses objections ne s'appliquent pas à la supposition que des matières élémentaires se condenseraient hors des limites de notre atmosphère et se trouveraient immédiatement attirées vers la surface de la terre. Il est même à remarquer, à cet égard, que cette hypothèse se trouve tout à fait en harmonie avec la manière dont on suppose que les astres ont été formés (17).

886. Indépendamment des aérolites ordinaires, telles qu'elles ont été décrites ci-dessus, et dont on a souvent observé la chute sur la terre, on trouve à la surface de celle-ci, ou à de très-petites profondeurs, des blocs de fer plus ou moins volumineux dont nous avons déjà parlé, et que l'on appelle *fer météorique*, parce qu'on leur suppose la même origine qu'aux aérolites. Cependant leur chute n'est pas constatée par des observations aussi positives; mais, outre les rapprochements tirés de leur nature et de leur position, il est à remarquer que beaucoup de relations historiques parlent de blocs de fer tombés du ciel.

887. Nous ne croyons pas devoir quitter le sujet des aérolites sans dire quelques mots des phénomènes dont il est souvent parlé sous les noms de **pluie rouge**, *pluie de sang*, *pluie de cendres*, *pluie de manne*, etc. Dans le nombre des phénomènes qu'on a désignés de cette manière, il en est qui sont visiblement le résultat du transport, par les vents, de matières pulvérulentes, inorganiques ou organiques, lancées dans l'air par les volcans, ou enlevées soit du sol, soit des végétaux qui les ont produites. On a aussi considéré comme des pluies de sang des taches rouges formées sur les murs par la liqueur que rejettent certains papillons lorsqu'ils

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

passent de l'état de nymphe à celui d'insecte parfait; mais on rapporte dans les documents historiques tant d'exemples de *pluies* et de *neiges rouges* tombées avec des circonstances particulières, et notamment avec de grandes détonations, qu'il paraît que ce phénomène tient à quelques circonstances particulières, et si l'on rapproche de cette considération que l'analyse de la matière solide contenue dans une de ces pluies rouges, tombée, le 14 mars 1813, à Gerace, en Calabre, a présenté à M. Sementini une composition qui a beaucoup de ressemblance avec celle des aérolites, on est porté à rapprocher ce phénomène de la chute des aérolites. On conçoit, en effet, que, si ces dernières sont le résultat de la condensation de matières volatiles, ces matières, soit avant leur coagulation, soit même après qu'elles ont déjà pris une certaine adhérence, peuvent se trouver enveloppées dans un nuage électrique qui les délayera dans la matière aqueuse qui le compose.

Les documents historiques parlent aussi de chutes de corps mous et visqueux; mais aucun de ces corps n'a été suffisamment examiné pour que l'on puisse rapporter quelque chose de positif à leur sujet. Nous dirons seulement que l'on a souvent pris des plantes visqueuses, et notamment du nostoch, pour des produits atmosphériques.

888. On donne le nom d'**étoiles filantes** ou d'*étoiles tombantes* à des lumières qui se meuvent dans le ciel avec une extrême vitesse, et qui présentent, soit un point ou plutôt un trait lumineux, soit un diamètre apparent assez petit pour être encore comparé aux étoiles. Dans ce dernier cas, le corps principal laisse derrière lui, comme les bolides, une traînée lumineuse qui se dissipe plus lentement que la lumière principale. Ce phénomène ne dure ordinairement que quelques secondes; mais on cite des exemples où il a duré plusieurs minutes. Il se passe, à ce qu'il paraît, à des distances très-différentes, et MM. Brandes et Benzenberg, qui ont fait des recherches à ce sujet, en tâchant de déterminer l'instant où une même lumière était aperçue de deux points éloignés, croient avoir observé qu'il y en avait à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

moins d'un myriamètre, et d'autres à plus de 50 myriamètres de la surface de la terre, de sorte que ce phénomène aurait tantôt lieu dans les limites et tantôt hors des limites que l'on assigne à l'atmosphère.

Il y a des nuits où le nombre des étoiles filantes est extrêmement considérable, et où l'on en a compté plusieurs centaines. On a cru remarquer, dans ces derniers temps, que cette grande abondance se représentait périodiquement du 10 au 12 août et du 11 au 13 novembre.

La nature des étoiles filantes est tout à fait inconnue ; et, comme des phénomènes lumineux très-différents qui se passeraient à une certaine distance peuvent nous offrir la même apparence, il est probable que l'on confond sous le nom d'étoiles filantes des choses qui n'ont de commun entre elles que la manifestation de la lumière. On conçoit notamment que des bolides vus d'une grande distance doivent présenter une apparence analogue à celle des étoiles filantes, du moins de celles dont le mouvement est dirigé vers la terre. Aussi a-t-on attribué les étoiles filantes à l'existence d'une immense quantité de petits corps ou astéroïdes qui, comme les planètes et les comètes, se meuvent autour du soleil, et qui pénétrant, à certaines époques, dans notre atmosphère s'y enflamment et deviennent visibles ; mais diverses circonstances, entre autres celle que la lumière se manifeste à des hauteurs supérieures à l'étendue de notre atmosphère, semblent rendre cette hypothèse inadmissible, de même que celle qui attribue les étoiles filantes à la combustion du gaz hydrogène. M. Watmann a émis, dans ces derniers temps *, l'idée que les étoiles filantes seraient dues à un dégagement d'électricité qui aurait lieu dans les hautes régions ; or, quoique l'on n'ait aucun moyen de démontrer cette hypothèse, on ne peut disconvenir qu'elle rend parfaitement raison des apparitions soudaines et variées des étoiles filantes, et que, jusqu'à présent, on n'y a point op-

* *Bib. univ. de Genève;* août 1837, XVI, 367.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

posé d'objections aussi fortes que celles qui semblent devoir faire rejeter les autres explications proposées.

889. Les **aurores boréales**, qu'il est plus exact de nommer *aurores polaires*, puisque l'on en a aussi observé du côté du pôle austral, consistent dans une lumière qui, dans nos contrées, paraît ordinairement vers le pôle boréal trois ou quatre heures après le coucher du soleil. Ces phénomènes présentent beaucoup de variations dans leurs détails; cependant ils commencent, en général, par l'apparition d'une partie obscure plus ou moins étendue en forme de segment dont l'horizon serait la corde et dont le point culminant se trouve ordinairement dans le méridien magnétique. Ce segment est bordé par un arc lumineux d'un blanc brillant, quelquefois un peu bleuâtre, jaunâtre ou verdâtre. Le bord inférieur est bien limité, mais le bord supérieur s'efface à mesure que l'arc s'élargit; il arrive un moment où il se confond avec la clarté du ciel, et alors son éclat est très-vif. On voit quelquefois, quand l'aurore est très-brillante, un ou plusieurs autres arcs concentriques au premier. L'arc reste souvent visible pendant plusieurs heures; toutefois il n'est pas immobile, mais dans un mouvement perpétuel, s'élève, s'abaisse, s'étend, se rompt çà et là et lance des jets de lumière qui s'élancent avec rapidité jusqu'au milieu de la voûte du ciel en se divisant en plusieurs rayons. Quand ces rayons sont très-nombreux et que ces lueurs palpitantes s'élèvent jusqu'au zénith, elles y forment une espèce de couronne dont le centre est sur le prolongement de l'aiguille d'inclinaison. Cette couronne forme la plus belle partie du phénomène. Tout le ciel semble une coupole en feu, portée par des colonnes de lumière diversement colorées. Lorsque les rayons sont dardés moins vivement, la couronne disparaît d'abord; çà et là on observe encore une pâle lueur qui augmente par moments, puis s'éteint, ainsi que l'arc lumineux.

Il est très-rare de voir des aurores polaires dans les latitudes peu élevées ; mais elles deviennent plus fréquentes à mesure que l'on s'approche des régions polaires. Il paraît aussi

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qu'elles sont beaucoup plus fréquentes à l'époque des équinoxes que dans les autres parties de l'année.

On n'a pas de notions positives sur l'altitude à laquelle se passent ces phénomènes. Mairan croyait qu'elle pouvait bien atteindre 150 myriamètres; on est porté maintenant à la réduire à une moyenne de 150 kilomètres, et il y a des observateurs qui pensent avoir vu des aurores boréales qui se passent à moins de 1500 mètres d'altitude.

On ne connaît pas non plus positivement les causes de ces phénomènes, mais les rapports qui existent, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, entre la position des diverses parties des aurores boréales et le méridien magnétique, ainsi que les perturbations qu'éprouve l'aiguille aimantée lorsque le phénomène se passe, portent à croire que le magnétisme y joue un rôle important.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE V.

### DE L'INFLUENCE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE BAROMÈTRE.

890. **Observation préliminaire.** — Quoique l'étude spéciale du baromètre et de ses usages appartienne à la physique, on s'occupe trop de cet instrument, à l'occasion des phénomènes météorologiques, pour que nous terminions ce livre sans dire quelques mots de ses variations.

891. **Division des variations barométriques.** — Les *variations* qu'éprouve la hauteur de la colonne barométrique peuvent se distinguer en deux catégories principales, selon qu'elles se reproduisent d'une manière *constante* ou d'une manière *accidentelle*. Les premières peuvent, de leur côté, se subdiviser en quatre modifications, selon qu'elles sont déterminées par l'*altitude*, par la *latitude*, par l'*heure* de la journée et par la *saison*.

892. **Variations d'altitude.** — Lorsque l'on transporte un baromètre dans des stations successivement plus élevées, on remarque que l'élévation de la colonne de mercure diminue successivement, mais que l'élévation qui correspond à l'abaissement successif d'une même quantité de cette colonne diminue aussi successivement. Ainsi, tandis que le premier centimètre d'abaissement, à partir du niveau de la mer, annoncera une augmentation d'altitude de 103 mètres, le 10e centimètre correspondra à 118, le 20e à 139, le 30e à 168, et le 40e à 213 mètres. Ce phénomène, sur lequel est fondée la mesure des montagnes à l'aide du baromètre, découverte qui a rendu de si grands services à la géologie, se conçoit facilement par la double considération que la colonne atmosphérique qui presse sur le baromètre devient successivement plus courte à mesure que l'instrument se trouve à une plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

grande hauteur, et que la densité de l'air, ainsi que nous l'avons déjà dit, est successivement moindre à mesure que l'on s'élève.

893. **Variations de latitude.**— L'observation a prouvé que la hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer n'est pas la même sous les diverses latitudes. On évalue cette hauteur à 758 millimètres à l'équateur; elle augmente vers le 10e degré de latitude, et atteint son maximum entre les 30e et 40e degrés, où elle s'élève de 762 à 764 millimètres ; elle diminue ensuite, de manière que, vers le 50e degré, elle n'est que de 760 millimètres, et que, dans les contrées plus septentrionales, elle descend à 756 millimètres environ.

On comprend qu'à l'équateur, d'où l'air s'écoule sans cesse vers les pôles, la pression doit être moindre qu'à la latitude de 30°, où la lutte du vent alizé supérieur du sud-ouest avec le vent alizé inférieur du nord-est doit déterminer une accumulation d'air; mais on ne se rend pas aussi facilement compte de la cause qui fait diminuer la pression dans les latitudes élevées. Probablement que cet effet est dû à l'influence qu'exerce la vapeur d'eau dans la pression atmosphérique, car la proportion de vapeur dans l'atmosphère diminuant de l'équateur au pôle, il y a, dans cette circonstance, une cause constante de diminution de pression.

894. Les **variations horaires** sont très-sensibles dans la zone torride, où elles ne sont presque pas modifiées par des variations accidentelles; aussi M. de Humboldt disait que l'on pourrait, en quelque manière, y déterminer l'heure à l'aide d'un baromètre. L'amplitude de ces variations diminue non-seulement avec l'augmentation de la latitude, mais, dans nos contrées tempérées, elles sont tellement modifiées par les variations accidentelles, qu'on ne peut les y reconnaître que par les résultats moyens d'un grand nombre d'observations. M. Kæmtz évalue l'amplitude moyenne de ces variations à $2^{mm}.28$ sous l'équateur, à $0^{mm}.67$ sous le 48e degré, et il les considère comme nulles au nord du 63e degré de latitude boréale; cette amplitude décroît aussi assez rapidement avec

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'altitude. M. Kæmtz conclut également de ses recherches que les termes extrêmes des variations horaires sont dans l'hémisphère boréal à $9^h$ 37′ du matin, et $10^h$ 11′ du soir pour la plus grande élévation, et à $4^h$ 5′ du soir et $3^h$ 45′ du matin pour le minimum.

Quelques physiciens ont pensé que la cause des variations horaires était due à l'attraction de la lune, qui déterminait des mouvements atmosphériques analogues au flux et au reflux de la mer; mais Laplace a démontré, par la théorie du mouvement des fluides, que cet effet ne pouvait produire sur le baromètre qu'une variation d'un dixième de millimètre; et, d'ailleurs, les heures de maximum ne coïncident pas, comme dans les marées, avec les positions de la lune qui pourraient produire cet effet. Il est probable que ce phénomène tient à l'action calorifique du soleil, qui dilate successivement les diverses parties de l'atmosphère, et que, si le maximun d'abaissement n'a pas lieu au moment où le soleil produit la plus grande chaleur à la surface de la terre, cela tient au temps nécessaire pour que les effets de cette chaleur se mettent en équilibre dans toute la colonne d'air supérieure.

895. **Variations de saisons.** — Les saisons exercent aussi une influence qui modifie plus ou moins les variations dont nous venons de parler. On remarque, en premier lieu, que la hauteur de la colonne barométrique est plus élevée en hiver qu'en été, et que l'amplitude de cette variation diminue avec l'accroissement de la latitude. C'est ainsi qu'à Calcutta la hauteur moyenne du baromètre est de $764^{mm}.57$ au mois de janvier, et de $747^{mm}.54$ au mois de juillet; tandis qu'à Paris elle est de $758^{mm}.86$ au mois de janvier, et de $754^{mm}.42$ au mois d'octobre. Le décroissement et l'accroissement entre ces termes extrêmes se font régulièrement dans la zone torride; mais, dans la zone tempérée, il y a une double période, c'est-à-dire qu'il y a un nouveau relèvement vers l'équinoxe, lequel, toutefois, est moindre que celui de l'hiver, et qui est suivi par un second affaissement.

Les termes extrêmes des variations horaires sont aussi mo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

difiés par les saisons, et M. Kæmtz a reconnu qu'à Halle, en Saxe, ces termes sont de deux heures plus rapprochés de midi en hiver qu'en été, c'est-à-dire qu'ils ont lieu deux heures plus tard le matin et deux heures plus tôt le soir, et que l'amplitude de ces variations n'y est que de $0^{mm}.363$ au mois de décembre, tandis qu'elle est de $0^{mm}.569$ au mois d'août.

On peut, en général, se rendre raison de ces diverses variations par les modifications que l'action calorifique du soleil sur l'atmosphère doit éprouver d'après les diverses positions de cet astre.

896. Les **variations accidentelles** sont beaucoup plus considérables que les variations constantes, du moins dans les zones tempérées, car nous avons déjà fait remarquer qu'elles sont presque nulles dans la zone torride. A l'observatoire de Paris, par exemple, le baromètre s'est élevé, en février 1821, à 781 millimètres, et il est descendu, en décembre de la même année, à 719 : ce sont les deux termes extrêmes qui ont été observés de 1785 à 1821, et il est très-remarquable que ces deux extrêmes aient eu lieu pendant la même année. Du reste, il est fort rare de voir des différences aussi fortes; et, au lieu de celle de 62 millimètres que présente l'année 1821, les années ordinaires s'écartent peu du terme moyen, qui, pour les années 1816 à 1825, est de 43 millimètres, la hauteur moyenne du maximum de ces mêmes années étant de 773 et celle du minimum de 730.

Ces variations sont assez généralement en rapport avec les phénomènes météorologiques, et souvent même les devancent, ce qui est cause que l'on a pris l'habitude d'attribuer au baromètre la propriété de prédire le temps.

On remarque effectivement, dans nos climats, que le baromètre se tient plus élevé lorsque le temps est beau et doit demeurer beau, tandis qu'il baisse lorsqu'il doit pleuvoir. Quelquefois ce mouvement de baisse précède la pluie d'un, de deux ou de trois jours ; au contraire, lorsque la pluie doit cesser pour faire place à un beau temps fixe, le baromètre remonte lentement, quelquefois un, deux ou même trois jours avant

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que la pluie cesse. Si, au contraire, le baromètre remonte rapidement, on conclut que le beau temps ne durera pas.

On a remarqué aussi que l'approche d'une tempête fait descendre rapidement le baromètre, et qu'il éprouve de grandes oscillations quand ce phénomène météorologique a lieu.

La direction des vents exerce aussi une grande influence sur la hauteur du baromètre, ainsi qu'on peut le voir par le tableau ci-après, qui exprime la hauteur moyenne du baromètre, à midi à l'observatoire de Paris, distribuée selon les principaux vents qui ont régné de 1815 à 1826.

| | Millimètres | | Millimètres. |
|---|---|---|---|
| Vent du nord-est, | 759.89. | Vent d'ouest, | 756.08. |
| —— nord, | 759.76. | —— sud, | 754.60. |
| —— nord-ouest, | 758.67. | —— sud, | 752.98. |
| —— est, | 758.04. | —— sud-ouest, | 752.38. |
| | Moyenne, 756.42. | | |

Ce qui toutefois est d'accord avec ce que nous venons de dire sur les rapports de la marche du baromètre avec le temps sec et le temps pluvieux, puisque les vents du nord-est et du nord sont ceux par lesquels il pleut le moins à Paris, et ceux de sud-ouest et du sud ceux par lesquels il pleut le plus.

Les causes des variations accidentelles du baromètre sont naturellement plus compliquées et plus difficiles à expliquer que celles des variations constantes, mais il y a lieu de croire qu'elles ont une origine analogue, c'est-à-dire qu'elles dérivent également des changements de densités de l'atmosphère occasionnés par l'action calorifique du soleil. On a vu ci-dessus que les vents étaient dus à l'échauffement inégal de l'air, et que l'on attribuait la pluie à la lutte de deux vents inégalement échauffés ; or on conçoit, dans cette hypothèse, pourquoi l'abaissement du baromètre précède la pluie ou l'accompagne dans son commencement, puisque cette lutte accumule sur un point une plus grande quantité d'air et détermine une pression plus forte, et pourquoi cet abaissement est surtout

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

considérable lorsqu'il doit y avoir une tempête ou un ouragan, puisque c'est alors que ces luttes des différents vents sont les plus fortes. Il est à remarquer, à cet égard, que l'on ne doit pas s'étonner, dans cette hypothèse, d'observer quelquefois de violentes perturbations barométriques sans éprouver de tempêtes ou de pluies, car ces derniers phénomènes, déterminant de violents courants atmosphériques dans l'atmosphère, donnent lieu à des courants qui occasionnent une augmentation de pression au delà des limites où s'étendent la tempête et la pluie; aussi, dans le cas des observations dont il s'agit, apprend-on souvent, après, qu'il y a eu de violentes tempêtes à des distances plus ou moins éloignées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# LIVRE CINQUIÈME.

## DE LA GÉOGÉNIE.

896. **Division.** — L'étude des phénomènes qui ont tendu et qui tendent encore à modifier la nature, la forme, la position ou la température des matériaux liquides et solides qui composent le globe terrestre peut être divisée en trois parties, selon qu'elle s'occupe de ceux de ces phénomènes qui ont lieu actuellement, de ceux relatifs à une dernière catastrophe que nous supposons avoir produit des effets beaucoup plus violents que ceux que nous voyons aujourd'hui, et enfin de ceux qui se sont passés avant cette dernière grande catastrophe.

---

### CHAPITRE PREMIER.

#### DES PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES QUI ONT LIEU ACTUELLEMENT.

897. **Division.** — Les phénomènes géologiques qui ont lieu actuellement peuvent se subdiviser en deux catégories principales, selon qu'ils se passent par des manières analogues à ce que les chimistes appellent la *voie humide* et la *voie sèche,* ou, en d'autres termes, selon que les agents qui semblent concourir à leur développement sont l'eau et le feu ; d'où on les a distingués par les épithètes d'*aqueux* ou *neptuniens* et d'*ignés* ou *plutoniens.*

898. Les **phénomènes neptuniens** peuvent aussi se subdiviser en *phénomènes physiologiques*, *mécaniques* et *chimiques*, en donnant à ces dénominations un sens relatif plutôt qu'absolu.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nous désignons les **phénomènes** qui donnent naissance aux terrains madréporique et tourbeux par l'épithète de **physiologiques**, parce que ces dépôts doivent leur origine à l'action des êtres vivants, soit *animaux*, soit *végétaux*.

899. **Formation du terrain madréporique**. On a déjà vu que le terrain madréporique était composé de la partie solide de polypes appartenant principalement à la famille des madrépores. Ces petits animaux, travaillant en société dans les mers équinoxiales, finissent par donner naissance à des masses pierreuses considérables. Il ne paraît pas cependant que ces masses puissent atteindre, ainsi qu'on a été porté à le croire, une épaisseur indéterminée, car les madrépores doivent cesser leurs travaux, ou plutôt doivent cesser d'exister aussitôt qu'ils ont atteint la surface de la mer ; et, comme ils ont besoin de sentir les effets de la lumière pour vivre, ils ne peuvent pas s'établir à une profondeur arbitraire. MM. Quoy et Gaimard pensent même que les espèces du genre astrée, les seules susceptibles de couvrir des espaces considérables, ne peuvent commencer leurs constructions à plus de 10 mètres de profondeur. Elles ne peuvent pas non plus s'étendre indéfiniment dans tous les sens, car les madrépores ne peuvent exister sur les endroits exposés à l'action des courants ou à celle des vagues. Quant aux débris inorganiques ou organiques qui se trouvent dans la masse principale, et qui ne proviennent pas des polypes qui ont construit celle-ci, on conçoit qu'ils doivent leur origine soit au mouvement des eaux, soit à l'habitude où sont un grand nombre d'animaux marins de s'attacher sur d'autres corps et d'y terminer leur existence.

Pour ce qui est des masses madréporiques que l'on a observées dans certaines îles de l'Océanie à un niveau supérieur à celui de la mer, il y a tout lieu de croire que le sol de ces îles a été soulevé par l'action des volcans, phénomène que nous verrons tout à l'heure s'être déjà passé sous les yeux des hommes.

900 **Formation du terrain tourbeux**. Nous avons déjà dit que, quand la tourbe n'était pas encore bien formée,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

on reconnaissait aisément qu'elle n'est composée que de végétaux. Mais les plantes que l'on distingue le mieux ne sont pas celles qui concourent le plus à sa formation, celles-ci étant, en général, des sphaignes, des conferves et d'autres petites plantes vivant au milieu des eaux, et dont la faible organisation se détruit facilement.

La tourbe ne se forme pas indifféremment dans toutes les eaux. Il y a des marais qui en sont remplis, et d'autres qui n'en présentent aucune trace; de sorte qu'il est évident que ce n'est que sous des conditions particulières qu'elle peut être produite. En général, il ne s'en forme pas dans les eaux courantes, ni dans les masses d'eaux stagnantes profondes. Il ne s'en fait pas davantage dans les flaques d'eau qui peuvent se dessécher pendant l'été, ni dans les eaux qui renferment des sels en dissolution.

On n'a pas de données très-positives sur le temps qu'il faut pour former de la tourbe, et, par conséquent, sur l'âge des tourbières. Les médailles que l'on a trouvées à de grandes profondeurs dans la tourbe ont fait supposer que cette formation se faisait très-rapidement; mais la mollesse que conservent presque toujours les dépôts tourbeux, la facilité avec laquelle ils se laissent traverser par des corps pesants, prouvent que ces corps peuvent s'y enfoncer à de grandes profondeurs, et se trouver, par conséquent, dans des dépôts beaucoup plus anciens que ceux dans lesquels ils sont tombés originairement.

Les expériences les plus directes qui aient été faites sur la production de la tourbe sont celles de Van Marum, qui a constaté que, en moins de cinq ans, il s'est formé plus d'un mètre de tourbe dans un bassin à Harlem. Du reste, la circonstance que l'on retrouve, au bout d'un certain temps, de la tourbe dans un endroit où elle avait été enlevée, ne prouve pas que ce laps de temps ait suffi pour sa formation; car l'état de mollesse dans lequel se trouve presque toujours la tourbe lui fait partager, jusqu'à un certain point, la faculté qu'ont les liquides de remplir les vides formés à un même niveau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

901. Les **phénomènes** que nous considérons comme **mécaniques** peuvent aussi se subdiviser en deux catégories, selon qu'ils agissent sur les fluides ou sur les solides qui composent le globe terrestre.

902. Parmi les **phénomènes qui agissent sur les liquides**, nous ne nous occuperons pas ici de ceux relatifs à l'évaporation et aux météores; mais nous nous bornerons à dire quelques mots des mouvements des eaux que nous envisagerons en premier lieu sur les terres, et ensuite dans les mers.

903. **Mouvements des eaux sur les terres.** Lorsque les eaux météoriques arrivent à la surface de la terre, elles se divisent ordinairement en deux portions, l'une qui s'enfonce dans le sol, l'autre qui s'écoule à la surface, en suivant le sens des pentes, et qui finit par se rendre à la mer, si l'évaporation ou d'autres obstacles ne l'arrêtent dans son cours.

904. Les eaux qui s'introduisent dans le sol s'écoulent à travers les pores, les joints et les cavités qui se trouvent dans l'écorce du globe, reparaissent au jour par les **fontaines**, et se rendent également dans la mer, lorsqu'elles ne sont point arrêtées dans leur cours. Mais le phénomène des sources n'est pas toujours aussi simple qu'il le paraîtrait d'après cet exposé, car on voit quelquefois des fontaines qui donnent plus d'eau que ne semble en avoir reçu le sol qui leur est supérieur, et l'on doit supposer qu'il se passe dans les canaux intérieurs par où s'écoulent les eaux des phénomènes semblables à ceux que la physique nous montre dans les tubes capillaires, dans les siphons et dans les jets d'eau artificiels.

C'est aussi ce qu'annonce le phénomène des fontaines intermittentes, qui s'explique par la théorie des siphons d'une manière si satisfaisante, que les physiciens sont parvenus à l'imiter artificiellement.

Du reste, le nombre des fontaines et le volume d'eau qu'elles fournissent dépendent non-seulement de la quantité de ce liquide que les phénomènes météoriques versent sur la contrée, mais aussi de l'élévation, de la forme, de la structure et de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la nature du sol, ainsi que de la végétation qui le recouvre. C'est ainsi que les neiges qui s'accumulent, l'hiver, sur les hautes montagnes et qui se fondent, d'une manière plus ou moins lente, entretiennent continuellement des sources ou des courants d'eau autour de ces montagnes. Un effet analogue est aussi produit par la présence de la végétation et surtout par les forêts qui empêchent l'écoulement rapide des eaux pluviales, facilitent leur imbibition, préviennent le desséchement du sol, arrêtent l'évaporation et exercent probablement sur les vapeurs une action attractive qui détermine la formation de la pluie. On remarque également que les montagnes granitiques sont presque toujours arrosées par une infinité de petites sources, ce qui provient de ce que l'intérieur des dépôts granitiques consistant ordinairement en une grande masse cohérente, dont l'extérieur est très-fendillé et entouré de parties désagrégées qui passent à l'état arénacé, les eaux météoriques s'imbibent aisément à la surface du sol et sont bientôt arrêtées par la masse intérieure. Dans les montagnes formées de calcaire très-cohérent, les fontaines sont rares, mais souvent très-considérables, parce que l'eau ne peut s'y imbiber, et qu'elle s'écoule à travers les joints et les fentes, qui se prolongent à de grandes distances et qui aboutissent souvent à de vastes cavernes, qui forment de grands réservoirs souterrains. Dans les pays formés de couches horizontales, dont les unes sont facilement traversées par les eaux et dont les autres sont à peu près imperméables, on est presque toujours certain de voir des sources jaillir des flancs des collines au niveau des couches imperméables, et de trouver de l'eau lorsque, sur les plateaux ou dans les plaines, on enfonce des puits jusqu'à ce niveau. Dans les pays en couches inclinées, la présence des sources est aussi irrégulière que la stratification; et, tandis que certaine pente d'une colline offrira des sources, la pente opposée n'en présentera aucune; aussi, en creusant dans un lieu on trouvera de l'eau, tandis que, à quelques pas plus loin, on n'en trouvera pas.

905. Un autre phénomène remarquable est celui des **fon-**

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**taines** dites **artésiennes**, parce que l'Artois paraît être la première contrée de l'Europe où l'on en ait fait usage. Ce phénomène consiste en ce que, en perçant un trou de sonde dans certaines localités qui quelquefois ne paraissent dominées par aucun autre lieu, on voit, lorsqu'on est parvenu à une profondeur qui varie selon les circonstances, jaillir un filet d'eau qui s'élève au-dessus du sol.

Parmi les explications de ce phénomène, l'une des plus ingénieuses est celle donnée par M. Héricart de Thury * : elle consiste dans la supposition que, dans des couches qui se prolongent avec une certaine inclinaison d'un lieu vers un autre, il y a une cavité ou un banc perméable intercalé entre des bancs imperméables. On conçoit alors que le banc perméable ou la cavité produira le même effet que les tuyaux des jets d'eau artificiels, de sorte que, si l'on y adapte un tuyau vertical, l'eau tendra à s'élever dans ce tuyau à une hauteur égale à celle du point où la couche perméable se trouvera en communication directe avec un dépôt d'eau. Appliquant cette théorie au bassin de Paris, dont nous avons fait connaître la constitution géognostique, on concevra aisément que le prolongement sous la craie des marnes argileuses de la bordure du massif crétacé en Champagne et en Bourgogne pourrait faire jaillir de l'eau au sommet des plus hautes collines des environs de Paris, c'est-à-dire à une hauteur moindre que celle où les marnes se montrent au jour dans la Bourgogne. Jusqu'à présent cette théorie paraît suffisante pour expliquer les puits artésiens qui ont réussi. Toutefois on ne peut disconvenir que non-seulement on n'a pu la prouver par aucune observation directe, mais qu'il répugne d'admettre cette communication des eaux à une distance quelquefois très-considérable à travers des matières dont la contiguïté est toujours plus ou moins interrompue par des failles et des crevasses.

---

* *Considérations géologiques et physiques sur la cause du jaillissement des eaux des puits forés ou fontaines artificielles*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

906. On voit quelquefois les eaux des lacs s'élever et s'abaisser subitement et alternativement pendant quelques heures. Ces phénomènes, qui sont ordinairement peu sensibles, se remarquent d'une manière très-prononcée à l'extrémité occidentale du lac de Genève, où on les désigne par le nom de **seiches**. Ils ont lieu dans toutes les saisons et à toutes les heures du jour; mais ils sont, en général, plus fréquents au printemps et en automne, et c'est dans les mois de juillet et d'août, ainsi que dans le commencement de septembre, que les eaux s'élèvent à la plus grande hauteur, sans néanmoins atteindre une élévation de 2 mètres au-dessus de leur niveau ordinaire. Les seiches sont ordinairement en rapport avec l'état plus ou moins pluvieux de l'atmosphère, car elles sont plus considérables, lorsque le temps est à l'orage et le baromètre bas, que par un temps calme.

Il paraît que l'on peut attribuer l'origine de ce phénomène à la pression inégale que les différentes colonnes de l'atmosphère exercent sur l'eau. On conçoit, en effet, que, si une colonne d'air devient plus pesante que celles qui l'avoisinent, la pression déterminera à l'instant l'élévation du niveau des eaux qui se trouvent sous les colonnes moins pesantes, et si, comme à Genève, ces eaux sont resserrées dans un canal beaucoup plus étroit que la surface de celles qui supportent une pression plus forte, l'élévation pourra devenir assez considérable. Une autre cause se joint à celle qui vient d'être indiquée pour augmenter cet effet à Genève, c'est l'écoulement des eaux par le canal qui forme l'extrémité occidentale du lac; car, la pression pouvant donner aux eaux une impulsion tendant à leur faire prendre une direction différente de celle de leur écoulement, celui-ci sera retardé et il y aura accumulation.

907. Les **mouvements** qui se passent **dans les mers** peuvent se diviser en *mouvements constants* et en *mouvements accidentels*, selon qu'ils doivent leur origine à des causes permanentes qui agissent d'une manière constante sur le globe, ou à des causes passagères qui ne se renouvellent que dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

certaines circonstances particulières. Parmi les premiers, on doit principalement distinguer ceux connus sous les noms de *marées* et de *courants*.

908. La **marée** est un mouvement qui porte les eaux de l'Océan à s'élever vers les côtes pendant environ six heures, et à redescendre pendant six autres heures. Le mouvement d'ascension s'appelle le *flux*, celui de descente le *reflux;* le moment où l'eau est le plus élevée s'appelle *mer pleine*, et celui où elle est le plus basse se nomme *basse mer*. La durée, l'époque et la puissance des marées sont sujettes à beaucoup de variations. En général, on compte que deux marées complètes embrassent un intervalle de vingt-quatre heures cinquante minutes vingt-huit secondes, c'est-à-dire que ce temps est égal à celui qui s'écoule entre deux passages de la lune à un même méridien ; aussi le moment de la mer pleine correspond-il à peu près à ceux du passage de la lune au méridien du lieu et au méridien opposé. Enfin, dans un même lieu, la marée est généralement plus forte à mesure que la lune approche de la terre, c'est-à-dire lorsqu'elle est à son périgée, et plus faible lorsqu'elle s'en éloigne, c'est-à-dire lorsqu'elle est à son apogée ; d'où il résulte que l'on peut calculer, d'après les mouvements de la lune, les principales circonstances de la marée dans un même lieu ; et, comme ces circonstances sont très-importantes pour la navigation, on a soin de faire ces calculs et de les publier pour chaque port, de même que l'on calcule le moment du lever et du coucher du soleil et de la lune.

Cette coïncidence des mouvements de la marée avec ceux de la lune est une preuve incontestable que ce phénomène est dû à l'action attractive de la lune sur les eaux. Le soleil exerce aussi une influence à cet égard, car les marées augmentent davantage lors des équinoxes, et sont aussi plus fortes aux époques des nouvelles et des pleines lunes, c'est-à-dire quand le soleil et la lune sont en conjonction et en opposition, qu'au premier et au dernier quartier.

Du reste, les règles générales que nous venons d'indiquer sont sujettes à beaucoup de variations, qui s'expliquent par



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les circonstances locales : c'est ainsi que le moment de la mer pleine arrivera après le passage de la lune au méridien, lorsque le mouvement général des eaux se trouvera arrêté par des obstacles placés sur le passage; c'est ainsi que dans un immense océan, comme celui qui baigne l'île d'Otahiti, la puissance de la marée ne sera que de 3 décimètres, tandis qu'elle sera de 15 et même de 22 mètres dans les lieux comme Saint-Malo et la baie de Fundy, où les eaux se trouvent refoulées entre des côtes qui forment comme une espèce d'entonnoir; c'est ainsi que la marée sera à peu près insensible dans des mers intérieures, comme la Baltique et la Méditerranée, qui, ne communiquant avec l'Océan que par des détroits très-resserrés, ne peuvent ressentir l'influence de ses mouvements.

909. L'embouchure de plusieurs fleuves présente souvent un phénomène particulier, qui consiste en ce que, au moment du flux, une ou plusieurs vagues, quelquefois très-élevées, s'avancent avec impétuosité contre les eaux du fleuve, et les font refluer à des distances souvent très-grandes. Ce phénomène, que l'on désigne dans plusieurs lieux sous le nom de **barre**, paraît être le résultat de l'engorgement qui a lieu dans un canal resserré et de la résistance qu'opposent, au courant du fleuve, des sables amoncelés à son entrée et retenant le flux pendant quelque temps.

910. Outre les mouvements en sens opposé du flux et du reflux, on remarque que certaines parties de la mer se meuvent d'une manière presque constante dans un sens déterminé, tandis que d'autres contiguës sont en repos ou sont mues dans un sens quelquefois opposé. Ces mouvements, qui s'appellent des **courants**, ressemblent à des fleuves qui coulent avec plus ou moins de vitesse au sein des mers.

Le plus étendu et en même temps le plus constant des courants est celui que l'on appelle *courant équatorial*, et qui imprime à presque toutes les mers de la zone torride un mouvement général dans la direction de l'est à l'ouest.

D'autres courants généraux, que l'on appelle souvent *courants polaires*, ont lieu des pôles vers les mers équatoriales.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Ces derniers courants paraissent dus à ce que, l'évaporation étant plus forte sous la zone torride que sous les zones glaciales et tempérées, il doit y avoir un mouvement constant des eaux des pôles vers l'équateur pour réparer les effets de cette perte.

D'un autre côté, comme plus les molécules placées vers la surface de la terre approchent des pôles, moins le cercle qu'elles décrivent dans le mouvement diurne est considérable, il en résulte que ces molécules, en avançant vers l'équateur, sont toujours, pendant un certain temps, animées d'une vitesse de rotation moindre que celle que comporte la position où elles se trouvent; de sorte que ces molécules semblent animées d'un mouvement contraire à celui de la marche de la terre, c'est-à-dire de l'est à l'ouest. D'où il résulterait que le grand courant équatorial aurait une cause analogue à celle des vents alizés ou vents d'est, qui règnent généralement dans les mers de la zone torride (851 et 856). Peut-être aussi que ces vents, qui soufflent dans la même direction que le courant équatorial, donnent plus ou moins lieu à ce phénomène.

Du reste, on sent que la direction de ces courants généraux subit des déviations plus ou moins fortes, occasionnées par les obstacles contre lesquels ils viennent frapper. En effet, lorsque les eaux rencontrent des terres découvertes et des fonds élevés, au lieu d'obéir à l'impulsion dont elles étaient animées, elles prennent d'autres directions, selon la nature des obstacles, et peuvent même être repoussées dans un sens contraire à leur direction primitive. De sorte que l'on peut rencontrer un courant dirigé de l'ouest à l'est, qui ne serait qu'une modification du courant équatorial, dont le caractère primitif est d'aller de l'est à l'ouest. Ces directions déviées sont, de leur côté, dans le cas d'être modifiées par d'autres obstacles, ce qui fait que les mouvements généraux de l'est à l'ouest et du pôle à l'équateur peuvent donner naissance à des courants partiels qui varient à l'infini.

On donne le nom de *contre-courants* ou de *remous* aux courants qui marchent dans un sens opposé à un autre cou-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rant qui se trouve à côté, soit que le contre-courant résulte de la rencontre de deux courants qui avaient des directions différentes, soit qu'il provienne d'un même courant repoussé en tout ou en partie, dans un sens contraire à sa direction primitive. Quelquefois les courants reviennent sur eux-mêmes en tournoyant; c'est ce qu'on appelle des *tournants d'eau;* phénomène qui est très-dangereux pour les vaisseaux qui se laisseraient attirer dans cette espèce de tourbillon.

On a remarqué également que, dans un même lieu, les eaux de la mer n'étaient point animées des mêmes mouvements à diverses profondeurs, mais que la partie supérieure pouvait couler dans un sens, tandis que la partie inférieure coulait dans un sens différent, ou était stationnaire.

Il y a aussi des courants dont l'origine paraît être tout à fait indépendante du courant équatorial et du courant polaire, tel est celui qui traverse le détroit de Constantinople, et qui paraît avoir pour cause la circonstance que, les fleuves qui se jettent dans la mer Noire y amenant plus d'eau que l'évaporation n'en enlève, cette mer doit verser son trop-plein dans la Méditerranée. Aussi a-t-on considéré ce courant comme une continuation du cours des fleuves qui traversent la mer Noire pour se rendre dans la Méditerranée.

Une grande partie de l'art de la navigation étant fondée sur la connaissance de ces courants, les marins étudient avec soin leur direction ainsi que leur vitesse, et indiquent ces circonstances sur leurs cartes. L'un des plus remarquables de ces courants partiels est celui qui sert à la traversée entre l'Europe et l'Amérique, et qui est connu, dans le golfe du Mexique, sous le nom de *Gulfstream*. M. de Humboldt estime la longueur du trajet parcouru par ce courant à 1800 myriamètres, et il compte que l'eau emploie deux ans et dix mois à le faire.

911. Les **mouvements accidentels** doivent principalement leur origine à des phénomènes météoriques ou à des mouvements du sol; mais nous ne parlerons pas ici de ces phénomènes, les premiers ayant été indiqués dans le chapitre

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

précédent, et les seconds devant l'être à la fin de celui-ci : nous nous bornerons à dire que ces mouvements accidentels sont souvent dans le cas de modifier plus ou moins les mouvements permanents, et que, quand, par exemple, la direction de vents impétueux coïncide avec une époque de haute marée, il en résulte quelquefois des inondations et des invasions de la mer dans les terres.

912. Les **phénomènes qui agissent sur les solides** peuvent aussi se distinguer en deux catégories, selon qu'ils s'exercent sur l'eau congelée ou sur les autres matériaux qui composent la croûte du globe. Dans la première se rangent les *avalanches*, l'*origine des glaciers* et celle *des glaces flottantes;* dans la seconde, la *formation des terrains détritique et alluvien.*

913. On donne le nom d'**avalanches** à de la neige qui se détache d'une montagne et glisse avec rapidité sur les flancs de celle-ci jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par un obstacle. Les neiges qui se mettent en mouvement de cette manière, augmentant toujours en quantité dans leur course, forment souvent des amas considérables et prennent quelquefois une rapidité et une force d'impulsion telles, qu'elles renversent des habitations, abattent des forêts et entraînent des rochers entiers avec un fracas épouvantable. C'est à la fin de l'hiver que les avalanches sont le plus fréquentes et le plus dangereuses, parce que le ramollissement des neiges donne à celles-ci plus de tendance à glisser et plus de densité. Le moindre bruit ou le moindre mouvement sur le sommet d'une montagne suffit quelquefois pour déterminer une avalanche.

914. L'**origine des glaciers** (48) est un des phénomènes qui occupent le plus les naturalistes de l'époque actuelle, et sur lequel ils n'ont pas encore pu se mettre d'accord. Voici la manière dont le conçoit M. de Charpentier* : l'eau provenant

---

* *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône.* Lausanne, 1841.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

soit des pluies qui tombent pendant l'été sur les névés (47), soit de la fonte superficielle de ces derniers par l'action du soleil, s'infiltre avec facilité à travers les pores de ces neiges grenues et s'y congèle, tant par suite de la basse température qui règne dans leur intérieur que par suite de la fraîcheur des nuits, ce qui finit par transformer les névés en glaces; mais, comme l'infiltration et la congélation n'ont pas lieu d'une manière uniforme et instantanée sur toute la masse, il en résulte des inégalités de dilatation qui donnent naissance à cette multitude de fentes ou fissures capillaires que l'on remarque dans la glace des glaciers, et qui, par la continuation de l'infiltration, se remplissent d'eau, laquelle, en se congelant, détermine de nouvelles fissures et ainsi de suite, de sorte que l'amas de glace doit se dilater jusqu'à ce que le froid de l'hiver arrête la production de l'eau à la surface. Or, lorsque l'amas soumis à ces phénomènes se trouve convenablement placé à l'entrée d'une haute vallée, les flancs de cette vallée et les neiges ou les glaces qui recouvrent le plateau supérieur empêchant la masse de s'étendre de ces côtés, la dilatation doit s'exercer avec d'autant plus d'énergie vers le bas de la vallée, et l'amas de glace avancera dans cette direction jusqu'à ce qu'il soit arrivé à un point où la température sera assez élevée pour faire fondre une quantité de glace égale à celle que la dilatation y fait arriver. Nous sommes loin de prétendre que cette explication soit exempte de difficultés, mais elle rend compte d'une manière assez satisfaisante de plusieurs phénomènes difficiles à expliquer. On conçoit, par exemple, pourquoi les divers glaciers d'une même contrée se terminent à des hauteurs si différentes, car la limite inférieure où se maintient la glace dépend non-seulement de la température du point où s'arrête le glacier, mais de la quantité de glace qui est poussée annuellement vers ce point; on sent de même pourquoi le mouvement des glaciers n'a lieu que pendant l'été et non pendant l'hiver, pourquoi les glaciers demeurent en quelque manière suspendus devant des escarpements où ils se précipiteraient infailliblement si leur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mouvement était dû à un simple glissement déterminé par la pente du sol. La singulière propriété qu'ont les glaciers de ramener à leur surface les corps qui ont été enfouis dans le névé, ou qui s'introduisent dans des crevasses, s'explique aussi par la dilatation des parties de glace situées en dessous de ces corps, phénomène qui doit tendre à relever ces corps en même temps que l'action du soleil, des pluies et de l'évaporation tend à abaisser la surface du glacier; mais le corps étranger reparaît au jour beaucoup plus bas, parce que, tandis que la dilatation des parties inférieures le fait monter vers la superficie du glacier, il est aussi entraîné par le mouvement général du glacier vers le bas de la vallée.

L'explication ci-dessus rend également compte de la raison pour laquelle les glaciers gagnent, en général, du terrain pendant les étés pluvieux et froids, tandis qu'ils en perdent pendant les étés chauds et secs; car, dans le premier cas, la fonte superficielle est moindre, quoique l'infiltration de l'eau et la dilatation qui en résulte soient entretenues par la pluie. Toutefois, indépendamment de cette cause générale, il y a aussi des causes particulières susceptibles de s'expliquer d'après les localités, qui font que, dans une même contrée, certains glaciers augmentent tandis que d'autres diminuent. Du reste, quoiqu'il y ait lieu de croire, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant, que les glaciers ont eu anciennement un développement beaucoup plus considérable que celui qu'ils ont maintenant, leur étendue actuelle est celle que comporte la température présente de la terre, et les changements qu'ils éprouvent ne sont que des oscillations resserrées dans des limites très-étroites analogues à celles que l'on remarque dans la plupart des phénomènes naturels.

Quant aux grandes crevasses que présentent les glaciers, il est probable que les irrégularités de dilatation et de contraction qui résultent des infiltrations de l'eau et des variations de température contribuent fortement à leur production; mais la rapidité de la pente et les inégalités du sol que les glaciers parcourent dans leur marche exercent encore une plus grande

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

influence dans cette production, et l'on voit souvent de ces fentes se former avec des craquements semblables à des coups de canon ; d'un autre côté, lorsque ces fentes sont convenablement disposées, elles s'élargissent par l'évaporation ou la fonte de leurs parois, déterminées par le passage des vents ou l'écoulement des eaux.

915. Il est probable aussi que c'est aux phénomènes des glaciers que l'on doit attribuer l'**origine** d'une grande partie **des glaces flottantes** que l'on voit dans les mers polaires, du moins de celles que leur volume fait ressembler à des montagnes ; car il ne paraît pas que les glaces qui se forment à la surface de la mer en hiver pour se détacher en été puissent atteindre d'aussi énormes épaisseurs, tandis que l'on conçoit aisément que, quand des glaciers aboutissent à la mer, il doit souvent s'en détacher des masses immenses, qui sont dans le cas de flotter au gré des courants et des vents.

916. **Formation des terrains détritique** et **alluvien**. Les eaux, les météores et les travaux de l'homme exercent sur les roches qui composent l'écorce du globe une action destructive qui ordinairement ne change pas la nature des masses attaquées, mais qui les réduit en fragments de divers volumes, et qui transporte quelquefois ces débris dans d'autres lieux.

C'est à cette action que sont principalement dus les dépôts que nous avons désignés par les épithètes de détritiques et d'alluviens ; du reste, ces deux groupes ne diffèrent que par leur mode de formation. Lorsque les roches se décomposent sur place et que leurs débris ne sont pas transportés, ou bien lorsque l'homme désagrége des roches cohérentes ou ajoute à des dépôts naturels d'autres substances propres à les rendre fertiles, il se fait du terrain détritique; et, quand les eaux transportent ces débris dans un autre lieu, il se forme du terrain alluvien.

Ces opérations sont tellement simples, et nous sommes si souvent dans le cas de les voir se passer sous nos yeux, qu'il est inutile d'entrer dans beaucoup de détails à leur égard. Du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

reste, on sent que le plus ou le moins d'importance de leurs résultats dépend de causes accidentelles ; ainsi un escarpement coupé dans une roche meuble ou altérable s'éboulera de manière à former un talus, dont la pente atteindra bientôt l'angle de 45 degrés, tandis que le même escarpement, coupé dans une roche résistante, demeurera des milliers d'années sans éprouver d'altération sensible. De même dans un sol plat, qui ne reçoit pas les eaux des lieux environnants, et qui se laisse facilement imbiber par les eaux pluviales, la même couche de terrain détritique préservera, pendant des siècles, le terrain inférieur de l'altération ; tandis que, dans le même terrain, disposé d'une autre manière, le passage des eaux pluviales entraînera continuellement le terrain détritique aussitôt qu'il se sera formé, et entamera les terrains inférieurs. En général, l'action des eaux tend à transporter les matières qui se trouvent dans des lieux élevés vers des points plus bas; mais les effets de cette action sont plus ou moins paralysés par diverses causes. La première est, sans contredit, la résistance que les roches cohérentes opposent à l'action des eaux ; car les monuments historiques nous prouvent que les flots battent depuis des siècles sur certains rochers sans leur avoir fait éprouver de changements appréciables. D'un autre côté, il s'établit, entre l'action des eaux et la force d'inertie des matières solides, un équilibre tel que nous voyons souvent des cours d'eau serpenter au milieu des sables les plus mobiles et des limons les plus fins, sans les entraîner avec eux ; et, sauf quelques exceptions résultant de la disposition de certaines roches à se laisser attaquer par les eaux, celles-ci n'exercent une action importante que quand des causes météoriques leur ont donné plus de volume qu'elles n'en ont ordinairement, ou, en d'autres termes, lorsqu'il y a inondation ; car, plus les eaux ont de volume et de rapidité dans leurs mouvements, plus elles sont susceptibles de servir de véhicule aux matières solides. Du reste, ce transport des matières solides par les eaux n'est point indéfini, car, outre que ces matières tendent à se déposer successivement pendant toute leur course, en commençant par les fragments les plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

gros et en finissant par les plus ténus, ce dépôt peut devenir presque total si les eaux rencontrent des obstacles qui arrêtent la rapidité de leur marche. C'est ainsi que l'on voit les eaux sortir très-limpides d'un lac où elles étaient entrées chargées d'une grande quantité de matières solides. Il ne paraît pas non plus que les débris de nos continents se répandent jusque dans les grandes profondeurs de la mer; il est probable, au contraire, que l'espèce de choc qui a lieu lorsque les eaux de nos fleuves rencontrent celles de la mer est cause que tous les débris dont celles-ci étaient chargées se déposent le long de nos côtes; car on remarque rarement que les eaux de la mer soient sensiblement troublées par l'arrivée des fleuves chargés de matières terreuses, et on voit que les principaux dépôts alluviens se forment vers l'embouchure des grands cours d'eau.

917. Ces dépôts, qui étendent le domaine de nos continents aux dépens de celui des eaux, portent le nom d'**atterrissements**, et donnent naissance aux plaines basses nommées delta (51) : telles sont celles formées en Europe par la réunion du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut; en Égypte, par le Nil; au Bengale, par le Gange, etc.

Le dépôt des matières qui composent les atterrissements, n'ayant, en général, lieu que quand il y a inondation, et les matières plus ou moins légères qui entrent dans leur composition devant tendre successivement à s'affaisser en se consolidant, on conçoit qu'il faut une succession nombreuse d'inondations pour former un atterrissement, et, comme il arrive de temps en temps des inondations plus élevées que celles qui ont lieu ordinairement, on sent que les atterrissements demeurent pendant longtemps susceptibles d'être recouverts accidentellement par les eaux. D'un autre côté, ces atterrissements étant, en général, très-fertiles, les hommes se sont empressés de les cultiver; et, pour empêcher que de nouvelles inondations ne vinssent détruire le fruit de leurs travaux, ils les ont défendus par des digues que l'on a dû successivement exhausser, parce que les atterrissements se sont affaissés en se consolidant. Telle est l'origine des terres appelées *polders* dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les Pays-Bas, l'un des plus beaux monuments de l'industrie humaine, qui conserve des champs couverts de la plus brillante végétation au-dessous du niveau des eaux. Mais les digues dont on a entouré les atterrissements ont contrarié, dit Deluc, le travail de la nature, en empêchant que de nouvelles inondations n'amenassent de nouveaux dépôts, qui auraient réparé les affaissements résultants de la consolidation des atterrissements. Elles ont ainsi donné lieu à de funestes événements occasionnés par les eaux, qui, poussées par les vents, rompaient les digues ; ce qui a fait dire que la mer gagnait sur les continents, tandis qu'elle n'a fait, comme l'observe encore Deluc, que reprendre une partie de ce qu'elle avait perdu.

918. **Érosion des falaises.** — Lorsqu'une côte est terminée par une falaise composée de roches friables, et que la disposition des mouvements de la mer est telle que les eaux soient dans le cas d'emporter plutôt que d'apporter des débris ; ces eaux, en venant battre contre la falaise, en détachent continuellement de petites parties, et alors, bien loin de former des atterrissements qui augmentent l'étendue des terres, la mer avance sur celles-ci ; mais il ne paraît pas que cette cause produise des changements très-considérables, d'autant plus que, si les matières friables qui forment la falaise renferment des portions plus tenaces, celles-ci retombent au pied de la falaise, et l'agitation des flots les transforme en cailloux roulés, qui finissent par former l'espèce de bourrelet dont nous avons déjà parlé sous le nom de *galets* (659), et qui préserve la falaise de l'action des eaux lorsque celles-ci ne dépassent pas leur niveau ordinaire.

919. **Formation des dunes.** — Si, au contraire, les côtes sont basses, formées de dépôts arénacés, et que le mouvement des eaux soit disposé convenablement, il s'élève le long de ces côtes une espèce de bourrelet dont nous avons déjà parlé sous le nom de dunes (34 et 660), et qui est composé d'une réunion de petites collines accumulées les unes à côté des autres, lesquelles atteignent quelquefois une hauteur de 50 mètres. Les dunes sont ordinairement composées de sables mouvants, et,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quand les circonstances sont favorables à leur formation, elles ont, vers l'intérieur des terres, un mouvement progressif que l'industrie de l'homme cherche à arrêter en fixant les sables au moyen de la végétation. Bremontier a estimé que, dans les dunes qui bordent les landes de Gascogne, cet avancement est d'environ 20 mètres par an, mais il est souvent modifié ou même arrêté momentanément par diverses circonstances accidentelles. On attribue ordinairement la formation des dunes à l'action combinée des vagues de la mer et des vents. Les premières poussent les sables vers la côte ; une partie de ce sable, qui se dessèche lors du reflux, est ensuite poussée vers l'intérieur des terres chaque fois que le vent souffle dans une direction convenable ; ce qui explique pourquoi la formation des dunes exige non-seulement l'existence d'une plage sableuse, mais aussi une position telle que cette plage soit dans le cas d'être battue par des vents dont la direction dominante pousse de la mer vers l'intérieur des terres. Probablement qu'il se forme aussi des dunes par un phénomène inverse, c'est-à-dire que, quand une plaine sableuse aboutit à la mer, les vents poussent le sable vers cette dernière, où sa marche est arrêtée tant par le mouvement des vagues que par l'adhérence que contracte le sable lorsqu'il est mouillé, adhérence qui, par l'effet de la capillarité, doit s'élever à un niveau supérieur à celui des hautes marées, ce qui doit donner naissance à un premier bourrelet, dont la réaction sur le vent chargé de sable peut occasionner la formation d'une seconde ligne d'éminences, et ainsi de suite.

920. Dans les contrées où le sol est couvert de sable et où il pleut rarement, les vents exercent aussi, à eux seuls, une action qui modifie l'état de la surface du globe. En effet, les **sables** de ces contrées demeurant ordinairement **mobiles**, ils sont mis en mouvement lorsqu'il s'élève des vents violents. Il paraît que le résultat de cet ordre de choses est d'étendre le domaine de ces dépôts arénacés, lorsque l'industrie de l'homme n'y met point d'obstacle ; car l'Orient nous montre maintenant de vastes déserts de sable dans des lieux que les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

monuments historiques nous prouvent avoir été couverts d'une population nombreuse. Du reste, cet accroissement des déserts ne dépend probablement pas d'une simple action mécanique, mais il paraît qu'il y a une réaction météorologique qui consiste en ce que les sables, en s'étendant, diminuent la végétation, que l'on croit être une cause favorable à la production de la pluie; de sorte que, la quantité de pluie diminuant, le sol se tient plus sec, favorise le desséchement, et par conséquent la mobilité et le mouvement des dépôts de sable.

920. **Origine des moraines.** — Les glaciers exercent aussi une action sur les matières pierreuses et terreuses; car, dans leur marche, ils usent les flancs des vallées dans lesquelles ils sont renfermés, ainsi que le sol sur lequel ils reposent, et poussent en avant les parties du sol qui ne sont pas très-adhérentes à la masse principale. D'un autre côté, toutes les matières qui tombent sur les glaciers, ou qui y sont entraînées et qui ne sont pas rejetées sur les bords, sont transportées jusqu'aux points où la fonte totale des glaces fait cesser l'action du glacier, et elles y forment les dépôts dont nous avons parlé sous le nom de moraines terminales (645). On sent, d'après ce mode de formation, que ces moraines doivent présenter un assemblage de gros et de petits fragments disposés sans aucun ordre, en quoi elles diffèrent des atterrissements, dans lesquels il y a ordinairement un certain ordre de disposition déterminé par le volume et la densité des fragments. On conçoit aussi que, quand les glaciers diminuent d'étendue, leurs moraines terminales doivent se déposer à une distance plus rapprochée du commencement du glacier, ce qui explique pourquoi l'on voit souvent, au pied même du glacier, plusieurs moraines en forme de digues parallèles. Quant aux moraines médianes, elles ont été originairement des moraines latérales de glaciers particuliers situés dans des vallées séparées qui se réunissent dans la suite de leur cours. Ces moraines, ou plutôt les blocs qui en font partie, se présentent quelquefois

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

comme des *tables* qui s'élèvent sur un piédestal de glace, disposition qui provient de ce que le bloc empêche l'action directe du soleil, ainsi que celle des pluies et du vent, de s'exercer sur la glace qu'il recouvre; celle-ci ne se fond pas et ne s'évapore pas comme celle dont la surface est à découvert.

921. Tous les **phénomènes chimiques** qui se passent dans l'écorce du globe pourraient, à la rigueur, être considérés comme des phénomènes géologiques, puisqu'ils influent plus ou moins sur l'état de cette écorce; mais, si nous parlions de tous ces phénomènes, nous serions dans le cas de répéter une foule de détails qui doivent être traités dans les ouvrages de chimie et de physique.

922. Nous ne nous occuperons, en conséquence, que de ceux de ces phénomènes qui ont un rapport immédiat avec la formation des terrains modernes, et, quoique la cristallisation soit un phénomène de la plus haute importance pour l'histoire de la terre, nous nous bornerons à faire remarquer ici que la **formation des cristaux**, par la voie humide, ne paraît pas exercer maintenant une grande influence sur l'écorce du globe, et semble se réduire à la production de petits cristaux de substances plus ou moins solubles, ordinairement groupés sous les formes d'aiguilles, de filaments, de houppes ou de dendrites, et qui, le plus souvent, se redissolvent et se cristallisent de nouveau, selon l'état d'humidité ou de sécheresse des lieux; tel est notamment le cas du selmarin et du natron, qui imprègnent les sables de différentes plaines d'Asie et d'Afrique. Tel est aussi le cas des nitrates qui se forment à la surface de plusieurs matières pierreuses, surtout par la décomposition des matières animales. Il se forme aussi des cristaux par suite de la décomposition des sulfures qui passent à l'état de sulfates; mais ce dernier phénomène est ordinairement restreint aux lieux où les travaux de l'homme exposent les sulfures à l'action de l'atmosphère, parce que, quand ces corps sont tout à fait abandonnés à eux-mêmes, la décomposition des parties supérieures finit, au bout d'un certain temps, par couvrir les parties sus-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ceptibles d'altération d'un dépôt devenu inaltérable et qui préserve les parties intérieures.

923. Parmi les phénomènes chimiques par la voie humide qui agissent d'une manière plus sensible sur l'état de l'écorce du globe, nous citerons en premier lieu la **formation des roches cohérentes du terrain alluvien** (655), qui est une espèce d'intermédiaire entre les phénomènes mécaniques et les phénomènes chimiques; cette formation ayant été, en premier lieu, préparée par la division et par le transport des roches préexistantes, tandis que l'agglomération des fragments qui les composent est le résultat d'une dissolution ou d'un commencement de dissolution analogue à ce qui se passe dans les phénomènes chimiques proprement dits.

Celle de ces agglomérations qui est déterminée par la présence d'un ciment ferrugineux ne nous laisse aucune incertitude; car, outre que la composition de ces conglomérats nous prouve la manière dont ils se sont formés et même l'époque où le phénomène a eu lieu, les changements éprouvés par le fer pour lui donner cette propriété agglutinante ne sont que la répétition de ce qui se passe sous nos yeux chaque fois que nous laissons un morceau de fer exposé à l'action de l'humidité, ou lorsque des eaux ferrugineuses sont dans le cas de déposer une partie des principes qu'elles contiennent; phénomène que nous voyons souvent dans les travaux de mines et et dans le voisinage des sources minérales.

La propriété d'agglutiner dans les matières siliceuses est un phénomène beaucoup plus différent de ce que nous remarquons autour de nous; car nous voyons que l'action du temps et celle de l'eau, bien loin d'agglutiner les sables, tendent, au contraire, à désunir ceux qui étaient déjà agglutinés; aussi la rareté des roches conglomérées de nature siliceuse, dont l'origine actuelle est bien démontrée, prouve-t-elle qu'il a fallu, pour obtenir ce résultat, une réunion de circonstances qui n'a lieu que très-rarement. Cependant, sans parler ici de ce

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qui se passe dans les fourneaux, ni des effets de la foudre dans la formation des fulgurites (871), puisqu'il s'agit, dans ces circonstances, de phénomènes ignés et non pas de phénomènes aqueux, on sait que l'on trouve dans nos laboratoires le moyen de rendre la silice soluble, et que l'action des mortiers nous donne un exemple de l'agglutination des matières siliceuses sans recourir à un ordre de choses différent de celui actuel. C'est aussi ce que nous prouve un phénomène qui a lieu dans les sources chaudes de l'Islande, où se forme la concrétion siliceuse dont nous avons parlé (397) sous le nom de *geyserite*.

924. Les phénomènes qui donnent naissance à la **formation du terrain tuffacé** en particulier et à toutes les concrétions calcaires en général sont beaucoup plus communs; car la plupart des eaux qui sortent du sein de la terre déposent de ces concrétions, soit naturellement, soit par l'échauffement artificiel; mais il paraît que la propriété de former des dépôts a considérablement diminué : car, outre que l'on voit des dépôts de tuf dans des lieux où il ne s'en forme plus, les formations de cette matière qui ont encore lieu, du moins dans les terres, sont, en général, trop faibles pour que l'on puisse croire que la continuation des phénomènes actuels ait pu donner naissance aux masses de tuf que l'on voit dans les environs.

Un des lieux où la formation actuelle du terrain tuffacé peut être le mieux observée est près de Tivoli, où l'on voit de petits lacs au milieu d'une plaine qui paraît être l'emplacement d'un grand lac comblé par le calcaire concrétionné dont nous avons parlé sous le nom de travertin (591). L'un de ces petits lacs est appelé *lago de' Tartari*, à cause des singuliers amas de concrétions fistuleuses qui l'entourent; un autre est appelé *lac de la Solfatare*, parce que ses eaux sont fortement imprégnées d'acide sulfhydrique, et déposent une si grande quantité de matières calcaires, qu'elles auraient probablement déjà achevé de combler la plaine si on n'y avait creusé un canal

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qu'on est obligé, dit Breislack *, de nettoyer tous les trois ans, malgré sa largeur et sa profondeur **.

Le plus souvent, les eaux chargées de carbonate calcique ne déposent que des enduits sur les corps qu'elles atteignent avec des circonstances favorables, et l'on voit des dépôts de tufs qui ne sont que le résultat de l'incrustation de végétaux, surtout de mousses, qui croissent volontiers dans les lieux humectés par ces eaux. On profite quelquefois de cette propriété de certaines eaux pour en obtenir des incrustations, que l'on vend sous le nom impropre de pétrifications, et aux bains de Saint-Philippe, en Toscane, on a imaginé de faire tomber l'eau sur des moules sculptés en creux et dans lesquels il se forme des bas-reliefs naturels.

Parmi les formes que prennent les dépôts des eaux chargées de carbonate calcique, les espèces de mamelons très-allongés, que l'on a nommés *stalactites* (183), ont surtout attiré l'attention des naturalistes, parce qu'elles décorent ordinairement les plafonds des cavités souterraines d'une manière plus ou moins brillante. On peut concevoir pourquoi ces concrétions prennent cette forme, en se rappelant qu'une goutte d'eau qui suinte à travers un corps en dessous duquel se trouve un vide y prend, avant de tomber, la forme d'un petit cône, et que, si cette eau est chargée de molécules susceptibles de se solidifier, soit par l'évaporation, soit par d'autres circonstances, il se formera à la base de ce cône un petit anneau qui, en s'allongeant, devient un tube, lequel finit

---

* *Voyage dans la Campanie*, etc., t. II, p. 263; Paris, 1801.

** Un fait qu'il serait intéressant de pouvoir éclaircir, c'est celui de la formation du calcaire compacte, en dalles d'un à 2 décimètres, renfermant des lymnées, des planorbes et des physes, que M. Beudant a vues à Czegled en Hongrie (*Voyage en Hongrie*, tom. II, pag. 353) et qu'on lui a assuré se former journellement dans les marais voisins; fait qui est contesté par M. Boué, lequel (*Journ. de géologie*, t. Ier, p. 389) considère ce calcaire comme appartenant à la période tertiaire.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ordinairement par s'obstruer à mesure que l'accroissement continue.

Les eaux qui tombent par l'extrémité inférieure des stalactites déposent sur le sol une matière solide qui tend à s'accroître dans un sens contraire à celui de la stalactique, c'est-à-dire de bas en haut : ces dépôts sont ordinairement nommés *stalagmites*, et on sent qu'il peut arriver un moment où la stalactite et la stalagmite se réunissent de manière à former une colonne irrégulière, qui tendra à s'élargir tant que continuera le suintement de l'eau chargée de molécules calcaires.

Il arrive quelquefois que ces eaux tombent sur le sol avec des circonstances qui, au lieu de permettre la formation des stalagmites, déterminent celle de grains ou de cailloux, qui ont souvent pour centre un grain de sable ou un autre petit corps solide autour duquel la matière calcaire s'incruste par lames successives, qui sont maintenues dans une forme globuleuse par l'agitation dans laquelle la chute de l'eau entretient continuellement ces grains.

La cause qui donne à certaines eaux la faculté de se charger de carbonate calcique n'est pas bien connue; on l'attribue néanmoins à la présence de l'acide carbonique et quelquefois de l'acide sulfhydrique, qui donnent aux eaux la propriété de dissoudre le carbonate calcique; et on suppose que, quand l'eau arrive au jour, quand elle est agitée ou quand elle est mise en ébullition, l'acide carbonique se dégage, ce qui fait précipiter le carbonate calcique. Mais cette explication ne fait qu'indiquer le moyen d'exécution, sans rien dire sur la cause du phénomène; car, de même qu'avant de savoir que c'est l'acide carbonique qui donne cette propriété dissolvante, on devait se demander pourquoi certaines eaux jouissent de cette propriété; maintenant, on doit se demander pourquoi certaines eaux sont imprégnées d'acide carbonique ou d'acide sulfhydrique. Or c'est là une question à laquelle on ne peut encore répondre d'une manière positive; cependant, quand on fait attention que les eaux qui déposent les concrétions

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

calcaires arrivent au jour imprégnées de cette substance, de la même manière que les eaux minérales, qui ne diffèrent des premières que par la nature des principes combinés avec l'eau, et que les lieux où il se forme maintenant le plus de terrain tuffacé, soit terrestre, soit marin, sont ordinairement placés dans les mêmes circonstances que ceux où se trouvent les eaux minérales, on ne peut s'empêcher de supposer que le phénomène qui imprègne les eaux de carbonate calcique doit être analogue à celui qui imprègne les eaux minérales d'autres principes, du moins pour ce qui concerne les sources les plus remarquables; car il paraît que, dans certains cas, les eaux se chargent de carbonate calcique sans le concours des circonstances que nous supposons agir sur les eaux minérales, puisque l'on trouve presque toujours de cette matière dans les eaux des puits creusés dans un sol meuble ou peu cohérent qui renferme des particules calcaires; et nous voyons que la formation des stalactites a encore lieu dans les cavités souterraines où les eaux semblent s'être chargées de carbonate calcique, uniquement en traversant la voûte de ces cavités. On pourrait aussi citer les concrétions calcaires qui se forment sous nos voûtes artificielles; mais l'origine de celles-ci se conçoit facilement, attendu que les eaux, en filtrant à travers le mortier, y rencontrent de la chaux que l'on sait être soluble dans une certaine proportion, et que les molécules qu'elles entraînent à l'état de dissolution, se transformant ensuite en carbonate, doivent se précipiter lorsqu'elles sont mises en contact avec l'air.

925. Quant à l'**origine des eaux minérales et thermales**, c'est un phénomène qui nous semble appartenir presque autant à la division des phénomènes ignés qu'à celle des phénomènes aqueux proprement dits. En effet, lorsque l'on fait attention que les principes dont ces eaux sont imprégnées n'ont ordinairement aucun rapport avec les terrains dont on les voit sortir, mais que celles qui sont dans le voisinage des volcans contiennent les mêmes gaz que ceux qui se

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dégagent de ces derniers *, et, lorsque l'on se rappelle qu'une même source a ordinairement une composition et une température à peu près constantes, on ne peut attribuer cette composition, non plus que la haute température de plusieurs de ces sources, à des dissolutions, à des combinaisons ou à des décompositions qui s'opéraient accidentellement dans la partie supérieure de l'écorce du globe. D'un autre côté, lorsque l'on remarque que ces sources se trouvent le plus communément dans les terrains plutoniens, et lorsque, ainsi que nous essayerons tout à l'heure de le faire admettre, on attribue les phénomènes volcaniques à des émanations qui partent d'une portion du globe terrestre dont la température est excessivement élevée, on regardera comme très-probable que, de même qu'il y a dans la croûte du globe des canaux assez considérables pour laisser passer les matières gazeuses, liquides et solides que rejettent les volcans, il peut aussi y avoir d'autres tuyaux disposés de manière à ne laisser passer que des gaz qui se bornent à échauffer ou à imprégner certaines eaux de leurs principes, de la même manière que, dans les laboratoires, on fait des eaux minérales factices au moyen de gaz que l'on introduit dans l'eau ordinaire par des tuyaux artificiels.

Parmi les faits qui appuient l'hypothèse que la température des eaux thermales provient d'une source de chaleur intérieure, on peut citer les observations de M. Boussingault **, qui a remarqué que, sur le littoral de Venezuela, la température des eaux thermales est d'autant moindre que leur hauteur absolue est plus considérable. C'est ainsi, par exemple, que la source de la Trincheras, près de Puerto Cabello, qui se trouve presque au niveau de la mer, possède une température de 97°; celle de Mariana, déjà élevée de 476 mètres, a seule-

* Voir le mémoire de M. Boussingault sur les eaux thermales des Andes : *Annales de chimie et de physique*, t. LII, p. 181.

** Voir le mémoire cité ci-dessus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment une température de 64°, et l'eau de la source d'Onato, placée à 702 mètres d'altitude, n'est plus qu'à 44°.5. Il est inutile d'ajouter que cette marche régulière n'a pas toujours lieu, et que les mêmes phénomènes, qui font jaillir des matières incandescentes des cimes élevées des volcans, peuvent aussi donner naissance à des sources très-chaudes à de grandes hauteurs.

926. Les **phénomènes ignés** ou *plutoniens*, c'est-à-dire ceux dont la chaleur paraît être l'agent principal, peuvent se ranger dans huit subdivisions, selon qu'ils se rapportent à la simple *température du globe* ou aux phénomènes que l'on désigne par les noms de *volcans*, de *tremblements de terre*, de *soulèvements lents*, de *salses*, d'*émanations gazeuses*, de *sources de pétrole* et d'*incendies de roches combustibles*.

927. La **température de la terre** varie selon qu'on l'examine soit à la surface ou dans l'intérieur de l'écorce solide, soit dans les sources ou dans les grandes masses d'eau.

928. La particularité la plus remarquable qu'offre l'observation de la **température de la surface** du sol, c'est-à-dire de la partie de l'écorce de la terre qui ne s'étend qu'à une profondeur de 3 à 4 centimètres, c'est qu'elle acquiert, lorsqu'elle est exposée aux rayons du soleil, une chaleur beaucoup plus forte que celle de l'air; mais elle se refroidit aussi davantage pendant la nuit, ce qui est cause que sa température moyenne demeure à peu près la même. Il paraît cependant que cette température moyenne est généralement un peu plus élevée dans la zone torride, qu'elle est à peu près la même dans les latitudes moyennes, et qu'elle est inférieure dans les contrées froides. Du reste, les variations que la présence et l'absence journalières du soleil font éprouver à la température de l'air ne se communiquent, à travers le sol, qu'avec une certaine lenteur, et diminuent rapidement à mesure que l'on s'enfonce; de sorte qu'elles cessent d'être sensibles à une profondeur de 2 à 3 mètres dans nos zones tempérées.

929. Les mêmes causes qui influent sur la transmission de la température que la surface acquiert par suite du mouve-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment diurne de la terre agissent également sur la transmission de la température résultant du mouvement annuel; mais on sent, en outre, que plus il y a de différence entre la température de l'hiver et celle de l'été, plus la profondeur où se font sentir les variations annuelles est considérable. Aussi, tandis que les influences de la température extérieure cessent de se faire sentir sous la zone torride à une profondeur qui, d'après les observations de M. Boussingault, n'est que de 2 à 3 décimètres, elles se propagent jusqu'à 8, et même jusqu'à 25 mètres dans la partie centrale de l'Europe, et jusqu'à 30 mètres en Sibérie. La température constante dont jouissent les points qui se trouvent immédiatement en dessous de cette limite s'observe quelquefois dans les cavernes qui ne sont pas sous l'influence de l'air extérieur, ainsi que dans les caves suffisamment profondes, notamment dans celle de l'observatoire de Paris, d'où on la désigne souvent par le nom de **température des caves**. L'observation a prouvé que cette température se rapproche beaucoup de la température moyenne de l'air. Cependant M. Kupffer a reconnu qu'elle en différait très-souvent, et que les lignes qui uniraient les points où la température constante du sol est uniforme, et qu'il appelle *lignes isogéothermes*, s'écartent encore plus des degrés de latitude que les lignes isothermes (839). M. Kupffer a reconnu également que cette température constante se trouve, selon les diverses latitudes, dans les mêmes rapports avec la température de l'air, à la surface, que ceux que nous avons indiqués ci-dessus entre celle-ci et la température variable moyenne de la partie superficielle du sol.

930. D'un autre côté, on a reconnu que la **température** augmente à mesure que l'on s'enfonce **dans l'intérieur**, et l'on estime qu'un accroissement d'un degré du thermomètre correspond à une profondeur moyenne de 31 à 32 mètres, d'où il résulterait, en supposant que cette augmentation continuât dans la même proportion, que, si on pouvait parvenir à 2500 mètres, on atteindrait une température supérieure à celle de l'eau bouillante, et que, à moins de 20 myriamètres,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la chaleur serait suffisante pour fondre la plupart de nos roches. Mais ces conclusions doivent être considérées, en ce qui concerne les nombres, comme hypothétiques; car, outre que les observations sur lesquelles elles sont fondées ne présentent pas des résultats uniformes*, il est à remarquer que ces observations n'ont eu lieu qu'à des profondeurs extrêmement petites, par rapport au rayon terrestre, c'est-à-dire à moins de 1000 mètres de la surface de la terre. Du reste, quelque imparfaites que soient nos connaissances sur la température intérieure de la terre, elles suffisent pour constater que la chaleur augmente à partir du point où règne la température constante des caves, tandis que les résultats des observations faites à de petites profondeurs, combinées avec les lois de la transmission de la chaleur, nous démontrent que, en aucun cas, l'action des rayons solaires ne pourrait produire d'échauffement qui augmente avec la profondeur; de sorte que l'on peut considérer comme prouvé que l'écorce du globe jouit d'une chaleur indépendante de l'action que les rayons du soleil exercent à sa surface.

931. La circonstance qu'il existe des **sols perpétuellement congelés** à certaine profondeur n'est point en opposition avec ce qui vient d'être dit sur l'accroissement de la température à mesure que l'on s'enfonce; car, dès que l'on fait attention qu'il y a dans l'intérieur de l'écorce du globe une zone qui exprime la température moyenne de la surface, on conçoit que, dans les lieux où cette température est de plusieurs degrés au-dessous de zéro, cette zone doit demeurer à l'état de congélation, lors même que les chaleurs de l'été sont suffisantes pour permettre l'établissement de la végétation et de la culture à la

---

* M. Cordier (*Mémoire du muséum d'histoire naturelle*, t. XV, p. 161) a trouvé, par exemple, qu'à Decize l'augmentation d'un degre de chaleur correspondait à 15 mètres de profondeur, tandis qu'à Carmeaux le même résultat n'était obtenu que par une profondeur de 36 mètres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

surface. C'est ainsi que, à Iakoustk en Sibérie, où la température moyenne est de — 9°.7, on a reconnu que le sol, perpétuellement congelé, s'enfonce jusqu'à 120 mètres; mais cette observation, bien loin d'être contraire à l'hypothèse de la chaleur intérieure, a fait connaître que cette chaleur se transmet plus rapidement dans cette localité que dans beaucoup d'autres, puisque l'on a trouvé qu'un accroissement d'un degré de température y correspondait à 20 mètres, c'est-à-dire beaucoup moins que la moyenne indiquée ci-dessus.

932. Parmi les irrégularités que présente la température du sol, il est des phénomènes qui ont souvent attiré l'attention; ce sont les **glacières naturelles** et les cavernes d'où sortent des vents plus froids que la température ordinaire des caves; mais, en général, ces phénomènes paraissent de nature à être expliqués par les règles de la physique combinées avec la disposition de ces cavités qui les met dans le cas, soit de recevoir en hiver, comme les glacières artificielles, une quantité de glaces plus forte que celle que la chaleur de l'été peut faire fondre, soit de perdre leur chaleur normale par l'introduction d'un vent froid ou par une évaporation extraordinaire.

933. La **température des sources** est, comme celle des caves profondes, analogue à la température moyenne de l'air du lieu, du moins dans les zones tempérées; car, dans la zone torride, cette température paraît être inférieure à celle de l'air. Du reste, cette température ordinaire des sources ne semble avoir lieu que quand leurs eaux ont fait un long trajet et un séjour prolongé à de petites profondeurs dans l'écorce du globe. D'autres fois, les sources ont une température inférieure ou supérieure à la température moyenne du lieu. Dans le premier cas, on reconnaît ordinairement que les eaux proviennent de quelque point de la surface qui, comme une montagne couverte de neige, est plus froid que le lieu de la source. Dans le second, tout annonce que les eaux proviennent de points assez enfoncés dans l'intérieur de l'écorce du globe; c'est notamment ce que l'on observe dans les fontaines arté-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

siennes (905), où l'on remarque que la température de l'eau est d'autant plus élevée que le trou de sonde a été enfoncé à une plus grande profondeur; phénomène qui est une simple conséquence de l'accroissement de la température avec la profondeur. Quant aux sources *thermales*, c'est-à-dire celles qui ont une température tellement élevée au-dessus de celle des eaux ordinaires, que leur chaleur se remarque sans le secours d'un thermomètre et atteint quelquefois celle de l'eau bouillante, nous avons déjà fait connaître (925) que leur température paraissait due à la même cause que la chaleur développée par les phénomènes volcaniques.

934. La **température des grandes masses d'eaux** ne présente pas, en général, les mêmes résultats que celle de l'écorce solide. On a remarqué, en premier lieu, que la température de la surface des parties de mer éloignées des continents était moins variable que celle des parties qui touchent ces derniers; de sorte qu'elle est moins élevée en été, et moins basse en hiver. On a également observé que, entre les tropiques, la partie superficielle de l'eau, prise dans sa plus haute température, est, en général, moins chaude que celle de l'air qui la touche, prise aussi dans sa plus haute température; mais, si on compare les températures moyennes, on a un résultat inverse; de sorte que, sous la zone torride, la partie superficielle de l'eau a, comme celle des terres, une température supérieure à celle de l'air; cette différence diminue à mesure que l'on s'avance vers les pôles.

Les observations sur la température des eaux à diverses profondeurs ont donné des résultats très-variables, et qui sont quelquefois opposés à ceux obtenus dans l'intérieur des terres.

C'est ainsi que Saussure a reconnu que la température du fond des lacs de la Suisse était ordinairement de 4 à 7 degrés, dans des moments où la température de la surface était de 20 à 25 degrés.

La température des eaux de la mer est souvent aussi plus élevée à la surface qu'à de certaines profondeurs, du moins dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les zones torrides et tempérées. Péron a notamment observé, sous l'équateur, une température de 9 ½ degrés à 390 mètres, et 7 ½ degrés à 700 mètres de profondeur, quoique la température de la surface de l'Océan fût à 31 degrés; et le capitaine Sabine a trouvé, sous le 20e degré de latitude, la même température de 7 ½ degrés à 2000 mètres de profondeur, tandis que la température de la surface était à 28 degrés. D'un autre côté, M. Bérard a reconnu, dans la mer Méditerranée, une température de 13 degrés à une profondeur de 2000 mètres; et cette observation, ainsi que celles faites dans la même mer par Dumont d'Urville, tendent à faire admettre que, au delà de 400 mètres de profondeur, les eaux de la Méditerranée conserveraient une température uniforme de 13 degrés. Les observations faites dans les mers de la zone glaciale présentent peu d'accord entre elles, et annonceraient même qu'il y a une grande différence entre la température des eaux dans la mer de Baffin et dans le voisinage du Spitzberg.

Du reste, il paraît que, sauf quelques anomalies qui tiennent à des circonstances accidentelles, la distribution de la chaleur dans les eaux peut s'expliquer par les effets de leur densité sous diverses températures, combinés avec les effets de la compression à de grandes profondeurs, et l'existence, dans l'intérieur de la terre, d'une chaleur indépendante de celle que le soleil développe à la surface. La physique nous apprend, en effet, que l'eau a son maximum de densité lorsqu'elle est à la température de 3 à 4 degrés, et qu'ensuite la densité diminue, soit que la température s'élève ou s'abaisse; d'où il résulte que, quand les molécules d'eau de la surface prennent la température de 3 à 4 degrés, tandis que celles inférieures sont plus chaudes ou plus froides, elles doivent s'enfoncer jusqu'à ce qu'elles parviennent à un point où l'eau aura une densité qui fera équilibre avec la leur. Or, si l'on fait attention à la pression exercée par les parties supérieures des grandes masses d'eau, on conçoit que, à une certaine profondeur, l'eau peut atteindre une densité supérieure à celle qu'elle prend à la surface de la terre, lors même que, par l'effet de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

chaleur intérieure, cette eau est maintenue à une température supérieure à 3 ou 4 degrés. On conçoit aussi que l'épaisseur plus ou moins grande de la masse d'eau dans le lieu de l'observation, ainsi que l'existence de courants qui amènent des eaux plus froides ou plus chaudes, doit aussi produire de grandes variations dans la température.

935. Les phénomènes des **volcans** sont bien plus importants que ceux dont nous avons parlé jusqu'à présent, tant par l'énergie avec laquelle ils s'opèrent que par les effets qu'ils produisent, et par les conséquences que l'on peut en tirer pour l'histoire de la terre.

Nous entendons par *phénomènes volcaniques* l'ensemble des circonstances qui amènent à la surface extérieure de la croûte solide du globe les dépôts que nous avons fait connaître sous le nom de terrain volcanique; et un *volcan* se compose d'une certaine quantité de ces matières et de l'orifice, plus ou moins ramifié, par où elles sont sorties.

936. Le principal phénomène des volcans consiste dans l'éjaculation hors de l'écorce solide, soit dans l'air, soit dans l'eau, de matières qui proviennent de l'intérieur. Ce phénomène, que l'on désigne par le nom d'**éruption**, est ordinairement accompagné de beaucoup d'autres circonstances, notamment de mouvements dans le sol, tels que tremblements, soulèvements ou affaissements; de dégagement de chaleur et de lumière, de manifestation de bruits souterrains et de phénomènes météorologiques.

Les *matières qui s'échappent des volcans* arrivent au jour à l'état gazeux, liquide ou solide. Les premières, que l'on désigne ordinairement par le nom de *fumée*, sont principalement composées de vapeur aqueuse; cependant les gaz acides sulfureux, sulfhydrique et chlorhydrique y sont aussi plus ou moins abondants. Le gaz acide carbonique n'est point étranger aux phénomènes volcaniques, non plus que le gaz nitrogène et plusieurs matières susceptibles de sublimation, telles que le soufre, le selmarin, le salmiac, la sassoline, l'atacamite, le réalgar, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les matières liquides sont principalement à l'état de fluidité ignée, et, par leur refroidissement, elles deviennent les roches dont nous avons parlé sous le nom de *laves* (830). Ces matières s'échappent communément sous la forme des coulées, mais elles sont quelquefois lancées sous la forme de boules ou de grains.

Les volcans rejettent aussi des matières à l'état de fluidité aqueuse. Il paraît, néanmoins, que l'*eau* et la *boue* que l'on voit souvent couler sur leurs flancs, lors des éruptions, ne viennent point toujours de l'intérieur, mais qu'elles sont le résultat des phénomènes météorologiques qui se passent à l'extérieur, ou de la fonte des neiges occasionnée par le développement de la chaleur. Cependant les observations recueillies par M. de Humboldt annoncent l'existence de véritables éruptions boueuses; telle est celle qui, le 4 février 1797, ensevelit le village de Péliléo, près de Rio-Bamba, sous une masse de boue noirâtre, dont nous avons parlé sous le nom de *moya* (831). C'est ainsi que le 19 juin 1698, lorsque le pic du Carguairazo s'affaissa, tout le pays d'alentour fut couvert d'une boue argileuse qui renfermait de petits poissons (*Pimelodus cyclopum*), et qu'en 1691 le volcan presque éteint d'Imbaburu vomit une si grande quantité de ces poissons, que les fièvres putrides qui régnèrent à cette époque furent attribuées aux miasmes qu'exhalaient ces animaux. Du reste, ces matières boueuses ou aqueuses, rejetées par les volcans, ont une origine très-différente de celle des matières à l'état de fluidité ignée, ainsi qu'on le verra ci-après.

Les matières solides lancées par les volcans sont souvent à l'état pulvérulent, et alors on les appelle *cendres* ou *sables volcaniques*, d'après le volume des fragments. Lorsque ceux-ci sont assez gros pour être comparés au gravier, on les désigne par le nom de *rapilli*. D'autres fois, ces fragments ressemblent à des *scories* de fourneaux, et quelquefois ils forment des *blocs* considérables. On conçoit que souvent il n'y a pas de ligne de démarcation entre les matières solides et celles à l'état de liquidité ignée; car une matière lancée, à l'état liquide,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'une certaine profondeur, peut arriver au jour à l'état solide; aussi la plupart des matières solides sont souvent de même nature que les matières liquides; mais quelquefois les blocs rejetés par les volcans n'ont aucun rapport avec les terrains volcaniques, et sont composés des roches qui forment les parois des cavités que les matières volcaniques ont traversées pour arriver au jour.

Les cendres qui s'élèvent des volcans forment quelquefois des nuages si épais, que des contrées entières sont plongées, en plein jour, dans la plus profonde obscurité; et l'on assure que de ces cendres ont déjà été transportées à plus de 50 myriamètres du lieu de l'éruption.

Toutes ces matières solides, en retombant sur le sol, y donnent naissance à ces dépôts meubles ou conglomérés qui constituent une des parties les plus importantes des terrains volcaniques (831). Souvent ces matières ne retombent pas à l'état sec, mais elles sont, pour ainsi dire, saisies par les fortes pluies qui accompagnent ordinairement les éruptions, et forment des espèces de courants boueux. D'autres fois ces matières retombent dans la mer ou dans les lacs, et sont alors plus ou moins remaniées par les eaux.

On sent, d'après ces circonstances, qu'il doit s'établir des liaisons et des passages presque insensibles entre le terrain volcanique et le terrain alluvien, ainsi qu'avec les autres dépôts qui se forment encore actuellement.

Les éruptions volcaniques sont ordinairement accompagnées de *dégagement de chaleur et de lumière;* et on conçoit aisément qu'une coulée de laves qui se répand sur le sol doit développer une chaleur considérable, et paraître, pendant la nuit, comme un torrent de feu; il en est de même des matières lancées à l'état solide, qui, sans être assez chaudes pour conserver ou pour prendre l'état liquide, le sont encore assez pour être lumineuses pendant la nuit; aussi paraît-il que l'on a souvent parlé de flammes qui s'échappent des volcans, tandis qu'il ne s'agissait que de l'état d'incandescence des matières pierreuses : mais, comme les volcans dégagent aussi du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

gaz hydrogène et quelquefois des matières fuligineuses, on sent qu'il peut y avoir de véritables flammes dans le nombre des phénomènes que présentent leurs éruptions.

Ces éruptions sont aussi très-souvent accompagnées de phénomènes météorologiques, tels que de fortes pluies, de nombreux éclairs et de violents coups de tonnerre. Ces phénomènes paraissent avoir pour double cause la grande quantité de vapeur aqueuse et de chaleur qui s'échappe du volcan.

937. Les phénomènes volcaniques donnent généralement naissance à des **élévations** plus ou moins considérables, qui paraissent se former de diverses manières.

Les unes, qui consistent dans des espèces de cônes tronqués ayant à leur partie supérieure la cavité dont nous avons déjà parlé sous le nom de *cratère* (829), sont une conséquence simple et immédiate des éruptions; car on sent que les matières lancées dans l'air ou dans l'eau doivent, en retombant à peu près sur elles-mêmes, former une élévation conique sur l'axe de laquelle la continuation du phénomène de l'éruption doit entretenir une espèce de bouche par laquelle le volcan vomit les matières qu'il rejette. Il est à remarquer que, les flancs de la montagne n'offrant pas toujours une résistance suffisante pour que les matières liquides poussées de bas en haut s'élèvent jusqu'au sommet, alors ces flancs s'entr'ouvrent et laissent échapper des coulées plus ou moins abondantes; c'est ce qui a ordinairement lieu dans les grands volcans, où il est très-rare que les laves sortent par le cratère.

D'autres fois les élévations se forment d'une manière à peu près instantanée, sans présenter ces éjaculations violentes et successives qui constituent le caractère principal des éruptions proprement dites. C'est ainsi que le 29 septembre 1538, pendant un tremblement de terre, on a vu s'élever dans les champs phlégréens, près de Naples, le Monte Nuovo, haute colline de forme allongée. C'est encore ainsi qu'au Malpays, près du volcan de Jorullo, au Mexique, une surface de près de 7 kilomètres carrés a été, dit M. de Humboldt, soulevée comme une vessie, et, sur ce terrain soulevé, il est sorti, en

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

septembre 1759, des milliers de petits cônes de roches pyroxéniques. M. Reinwardt rapporte aussi que, dans la partie occidentale de l'île de Banda, dans l'archipel des Moluques, il se trouvait une baie qui, en 1820, a été remplacée par un promontoire composé de blocs de basalte d'une grosseur prodigieuse. Ce phénomène s'effectua d'une manière si tranquille, que les habitants ne s'en aperçurent que quand il fut presque entièrement terminé ; il ne s'était manifesté que par un fort bouillonnement et une chaleur extraordinaire de l'eau de la mer.

Il est bien probable que, dans les nombreux soulèvements que l'on a vus s'opérer sans présenter les caractères principaux des éruptions, il en est qui ont encore quelques rapports avec ces phenomènes et qui consistent, de même, dans la sortie des matières poussées de l'intérieur d'une façon analogue à ce qui se passe dans la formation des taupinières ; mais il paraît qu'il y en a aussi qui doivent leur origine à un phénomène bien plus important sous le rapport des conséquences que l'on peut en tirer.

Il est à remarquer, à cet égard, que les élévations coniques formées par les éruptions volcaniques se trouvent souvent au milieu d'une espèce de cirque ou de bassin circulaire, dont les flancs, généralement escarpés, sont plus ou moins interrompus, de manière que, dans quelques endroits, comme à l'île de Palma dans les Canaries et à Barren-Island au nord des îles Nicobar, le bassin est presque complet, et on ne peut y pénétrer que par une espèce de défilé ; tandis qu'au Vésuve le bassin ne présente qu'une moitié de circonférence que l'on appelle la Somma.

On a souvent considéré ces espèces de cirques, ou plutôt ces débris de cirques, comme des restes d'un ancien cratère; mais leurs dimensions gigantesques, par rapport à celle des véritables cratères formés par leurs éruptions, ont fait sentir que cette opinion était inadmissible. On a cherché ensuite à y voir les effets de l'affaissement d'un grand cône d'éruption, et cette supposition ne présente rien d'impossible pour les cas

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

où les restes du cirque sont, comme les cônes d'éruption, composés de terrains volcaniques disposés de la même manière que dans ces cônes. Mais on a remarqué que les masses qui forment ces restes de cirques sont quelquefois composées de couches qui sa relèvent uniformément en convergeant vers le centre du cirque. On a également observé que les crêtes de ces cirques constituent, en général, le point culminant du massif dans lequel ils se trouvent, l'ensemble des pentes de ce massif formant comme une espèce de cône surbaissé. On a remarqué enfin que souvent les enfoncements dont nous avons parlé sous le nom de cirques (35) présentent des dispositions tout à fait semblables, sans que l'on y aperçoive aucune trace d'éruption ni de terrain volcanique.

Ces diverses circonstances ont porté M. de Buch à voir dans ces cirques le résultat d'un soulèvement occasionné par des matières qui, poussées de bas en haut, comme celles des éruptions, n'auront pu, ainsi que ces dernières, se faire jour, et auront, en conséquence, soulevé la masse sous laquelle ces matières faisaient leur effort ; d'où M. de Buch a donné à ces cirques le nom de *cratères de soulèvement*.

M. de Buch ne voit, en conséquence, dans ces cirques, que le résultat du premier effort de la nature pour établir un volcan, effort qui est demeuré imparfait dans les lieux où il n'y a pas de cratères d'éruption. Pour qu'un volcan ait eu son entier développement, dit cet illustre géologue, il faut qu'il soit constitué comme celui du pic de Teyde à Ténériffe, où l'on voit, au milieu d'un vaste cratère de soulèvement, un énorme cône d'éruption par le cratère duquel il ne se fait plus d'éruption, les dernières qui ont eu lieu s'étant faites par des bouches latérales qui ont successivement cessé d'agir, en commençant par les plus rapprochées du sommet.

938. Si les phénomènes volcaniques donnent ainsi lieu à des soulèvements, ils produisent d'autres fois des **affaissements** et font quelquefois disparaître des montagnes entières, du moins des cônes volcaniques que l'on voit s'écrouler avec un fracas épouvantable. C'est ainsi que le vol-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

can de Popadayan, dans l'île de Java, s'est enfoncé, en 1772, avec quarante villages bâtis sur ses flancs, et a été remplacé par un lac de plusieurs kilomètres de diamètre.

Peut-être que l'on pourrait citer, parmi les affaissements résultant des phénomènes volcaniques, la disparition de petites îles qui n'ont eu qu'une existence éphémère. Telles ont été l'île Sabrina, dans les Açores, qui a paru en 1811; l'île Julia, Nérita ou Ferdinandéa, au sud de la Sicile, qui a paru en 1831, etc.; mais ces disparitions sont aussi attribuées à l'action érosive des eaux.

939. **Classification des volcans.** — M. de Buch divise les volcans en *volcans centraux* et en *chaînes volcaniques :* les premiers constituent toujours le point central d'une grande quantité de bouches d'éruption, réparties presque également à l'entour; les seconds sont rangés en ligne droite, l'un à la suite de l'autre, et souvent à de petits intervalles. Tantôt, dit encore M. de Buch, ils s'élèvent du fond de la mer, comme des îles coniques isolées, et alors une chaîne de montagnes primordiales court près d'eux dans une direction parallèle : ils semblent en marquer le pied; tantôt les volcans sont placés sur la crête de la chaîne des montagnes et en forment les sommités.

Les *volcans* ne sont pas toujours *en activité,* ils ont, au contraire, des interruptions plus ou moins longues; et l'on désigne par le nom de *volcans éteints* ceux que les hommes ne se souviennent pas d'avoir vus en état d'éruption, et qui cependant ressemblent, par leurs caractères géographiques et géognostiques, aux volcans en activité. Ces derniers sont beaucoup moins abondants que les volcans éteints, et le plus souvent ils se trouvent au milieu d'un groupe de ceux-ci, dont ils semblent être les restes; ce qui annonce que les phénomènes volcaniques ont eu beaucoup plus d'intensité qu'ils n'en ont à présent. Cependant les intermittences, plus ou moins longues, qui existent entre les éruptions des volcans en activité sont cause que l'on ne peut point assurer qu'un volcan que l'on considère comme éteint ne se remettra plus en



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

activité. Il paraît même que plus les interruptions sont longues, plus les éruptions sont violentes; c'est ainsi que, de toutes les éruptions connues du Vésuve, la plus violente est celle de l'an 79, qui a détruit les villes de Pompéia, d'Herculanum et de Stabia, et qui a eu lieu à une époque où l'on n'avait aucun souvenir d'éruptions antérieures, quoique l'existence antérieure de la Somma et la nature des matériaux qui ont servi à bâtir ces villes prouvent que d'abondantes éjaculations de roches pyroïdes avaient déjà eu lieu dans cette contrée.

Lorsque les éruptions durent très-longtemps sans interruption, elles n'ont plus tous ces caractères dévastateurs, et elles se resserrent dans de certaines limites ; c'est ainsi que le petit volcan de Stromboli, dans les îles Éoliennes, qui n'a point encore été vu en repos depuis le temps de Strabon, ne présente qu'une espèce de fournaise ardente, ou un bain de laves fondues, dans un état d'agitation et de bouillonnement continuel, d'où s'élèvent des jets de matières incandescentes qui retombent sur elles-mêmes.

940. **Principaux volcans en activité.**— Les volcans les plus remarquables par l'intensité de leurs éruptions et par l'élévation des montagnes qu'ils ont formées sont ceux d'Amérique. Les uns s'étendent, au sommet des Andes, sur une ligne de près de 1500 myriamètres dirigée dans le sens du continent; les autres forment, dans le Mexique, des lignes qui, au contraire, traversent le continent de l'est à l'ouest.

En Europe, on remarque principalement l'Etna, le Vésuve et le Stromboli dans le royaume des Deux-Siciles; en Afrique, les volcans des îles Canaries et l'île Bourbon ; et, en Asie, ceux du Kamtschatka et des îles de la Sonde. Les volcans en activité sont très-abondants dans l'Océanie. En résumé, M. Ordinaire compte 205 volcans brûlants, dont 107 sont dans les îles et 98 sur les continents, mais, en général, à de petites distances des mers. On a cependant lieu de croire qu'il existe un volcan dans la Dzoungarie, c'est-à-dire dans la partie la plus centrale de l'Asie continentale.

941. **Causes des volcans.** — Les phénomènes volca-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

niques sont trop importants pour que l'on n'ait pas cherché à se rendre raison des causes qui les produisent; mais ce que nous voyons de ces phénomènes ne nous permet de faire, sur leur origine, que des hypothèses plus ou moins hasardées.

942. La ressemblance de certains phénomènes volcaniques avec ce qui se passe dans nos fourneaux de fusion, et la manière dont nos mines de houille s'enflamment spontanément, ainsi qu'on le verra ci-après, ont donné l'idée que les phénomènes volcaniques devaient aussi être attribués à l'*incendie de matières combustibles* occasionné par des décompositions analogues à celles des pyrites; mais on a généralement senti l'insuffisance de cette hypothèse, lorsque la nature des matières rejetées par les volcans a été mieux étudiée, et que, la combustion étant mieux connue, on a fait attention que la décomposition des pyrites et l'inflammation des matières combustibles ne pouvaient avoir lieu sans le contact de l'air.

943. On a aussi attribué les phénomènes volcaniques à la *décomposition de l'eau*, et on a supposé qu'en dessous de l'écorce oxydée du globe se trouvent des métaux dans un état tel, que le contact de l'eau doit donner lieu à des actions chimiques suffisantes pour produire de grands développements de chaleur et des formations de gaz. Nous sommes loin de contester la possibilité de ces hypothèses qui sont à la hauteur des connaissances actuelles, et au moyen desquelles on peut rendre raison des divers phénomènes des volcans et des tremblements de terre; mais, sans écarter entièrement l'idée de la décomposition de l'eau, il nous semble que l'on peut expliquer les grands phénomènes qui nous occupent par une hypothèse plus simple, plus en rapport avec la marche générale de la nature, et qui n'est pas subordonnée à des circonstances aussi accidentelles que le contact de l'eau extérieure avec les métaux non oxydés de l'intérieur, contact auquel l'oxydation de ces métaux doit tendre continuellement à mettre un obstacle.

944. Nous pensons donc que l'on peut attribuer l'origine des volcans au simple *refroidissement de l'intérieur de la terre.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nous avons dit (845 et 930) que l'étude de la température du globe prouve que son écorce solide est douée d'une chaleur indépendante de celle que l'action du soleil développe à sa surface ; nous avons vu également que cette chaleur intérieure augmente avec la profondeur, de manière qu'il doit y avoir, à une profondeur moindre de 15 myriamètres, une chaleur suffisante pour fondre les roches qui forment l'écorce du globe. On sent, en outre, d'après les règles de la transmission de la chaleur, qu'une partie de cette chaleur intérieure doit tendre à se perdre dans les espaces planétaires. Or on peut tirer de ces données deux conséquences importantes : la première, c'est qu'il se trouve en dessous de l'écorce du globe une masse à l'état de fluidité ignée et d'un volume immense par rapport à celui de l'écorce, puisque 15 myriamètres ne sont que la quarantième partie du rayon terrestre ; la seconde, c'est que la partie supérieure de la masse fluide tend continuellement à passer à l'état solide, et se réunit à la partie inférieure de l'écorce, dont l'épaisseur s'accroîtra journellement jusqu'à ce que le globe ait perdu assez de chaleur pour être entièrement passé à l'état solide.

Ces deux conséquences une fois établies, et quoique l'observation directe en soit impossible, elles paraissent peu susceptibles d'être contestées; tout semble annoncer que l'on doit placer le point de départ des phénomènes volcaniques dans la partie supérieure de la masse fluide qui tend à passer à l'état solide, ce qui rend raison de la plupart des particularités qui caractérisent ces phénomènes.

C'est ainsi, par exemple, que le dégagement de chaleur n'est qu'une conséquence de la haute température qui règne dans les parties du globe d'où proviennent la plupart des matières rejetées par les volcans. La grande ressemblance de ces matières entre elles, quelles que soient les portions du globe où elles se trouvent, ou quelle que soit la nature du sol dont elles paraissent sorties, et leur différence des roches qui ont un autre mode de formation, ne sont, dans cette manière de voir, que des conséquences de l'identité du point de départ et de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'éloignement où ce point de départ se trouve de la surface de la terre.

945. On conçoit plus difficilement la cause qui produit l'ascension et l'éjaculation à la surface des matières liquides et solides rejetées par les volcans. M. Cordier, qui a abordé cette question dans un mémoire publié en 1827 *, établit, en premier lieu, que, d'après le peu d'épaisseur de l'écorce du globe et les innombrables solutions de continuité qui la traversent, et qui résultent, soit de la stratification, soit de la contraction due au refroidissement progressif, soit des bouleversements, cette écorce doit jouir d'une certaine flexibilité, qui est entretenue, tant par la continuation du refroidissement que par les tremblements de terre. M. Cordier ajoute ensuite : « Ces conséquences une fois posées, les phénomènes volcaniques sont un résultat simple et naturel du refroidissement intérieur du globe, un effet purement thermométrique; la masse fluide intérieure est soumise à une pression croissante, qui est occasionnée par deux forces dont la puissance est immense, quoique les effets soient lents et peu sensibles : d'une part, l'écorce solide se contracte de plus en plus, à mesure que sa température diminue, et cette contraction est nécessairement plus grande que celle que la masse centrale éprouve dans le même temps ; de l'autre, cette même enveloppe, par suite de l'accélération insensible du mouvement de rotation, perd de sa capacité intérieure à mesure qu'elle s'éloigne davantage de la forme sphérique, les matières fluides intérieures sont forcées de s'épancher au dehors sous la forme de laves par les évents habituels que l'on a nommés volcans, et avec les circonstances que l'accumulation préalable des matières gazeuses, qui sont naturellement produites à l'intérieur, donne aux éruptions. »

M. Cordier, pour prévenir l'objection que la contraction qui

---

* *Mémoires du muséum d'histoire naturelle*, t. XV, p. 161.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

résulte de la perte de chaleur qu'éprouve la terre ne serait pas suffisante pour occasionner les éruptions de nos volcans, a calculé le volume des laves rejetées par une forte éruption, et il a trouvé que ce volume était généralement fort inférieur à un kilomètre cube. Or une telle masse est bien peu de chose relativement à celle du globe, et, répartie sur la surface, elle formerait une couche qui n'aurait pas $\frac{1}{500}$ de millimètre d'épaisseur; d'où il résulte qu'une contraction de l'écorce solide du globe, capable de réduire son rayon d'un millimètre, suffirait pour produire 500 éruptions des plus violentes : de sorte que, si on évalue à cinq le nombre moyen des éruptions de cette nature qui ont lieu chaque année, on aura pour résultat que la contraction de la croûte du globe ne diminue le rayon moyen de notre planète que de moins d'un millimètre par siècle, et qu'une contraction de 3 centimètres suffirait pour avoir occasionné toutes les éruptions volcaniques qui ont eu lieu depuis trois mille ans, en admettant même que ces phénomènes avaient plus d'énergie au commencement de cette période qu'ils n'en ont maintenant.

On a objecté, contre cette hypothèse, que, la partie extérieure de l'écorce du globe étant, comme on l'a vu ci-dessus (928), arrivée à une température qui est déjà à peu près en équilibre avec les effets qu'y produit l'action solaire, le refroidissement y est devenu à peu près nul, tandis que les parties intérieures, dont la température est successivement plus élevée, à mesure que l'on s'enfonce, se trouvant, par la même raison, en contact immédiat avec une couche dont la température est moins élevée, doivent être dans le cas de se refroidir davantage; de sorte que l'enveloppe extérieure, au lieu de comprimer la masse fluide, devrait devenir trop considérable pour cette masse.

On répond à cette objection qu'il faut distinguer dans l'écorce du globe la partie supérieure de la partie inférieure : la première, à la vérité, ne perdant plus sensiblement de chaleur, est, en quelque manière, arrivée à son maximum de contraction thermométrique; mais il n'en est pas de même de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

seconde, qui éprouve encore un refroidissement considérable Or, la contraction ne s'exerçant pas selon une même proportion dans les corps de nature différente, et même dans les corps de nature semblable, lorsqu'ils sont dans un état différent, on ne voit aucune impossibilité physique à ce que la partie inférieure de la croûte solide n'éprouve, ainsi que la chose se passe dans le thermomètre, une contraction plus forte que celle de la masse fluide intérieure; tandis que la partie supérieure de l'écorce, dont l'état de dislocation est tel que M. Cordier la compare à un amas de décombres, suit tous les mouvements de la partie inférieure, et contribue avec celle-ci à comprimer le liquide intérieur, non plus par l'effet de la contraction thermométrique, mais par celui de la pesanteur combinée avec le jeu des pièces séparées, d'une manière analogue à ce qui a lieu lors de l'affaissement d'une voûte construite d'éléments imparfaits.

946. Sans examiner jusqu'à quel point cette réponse peut soutenir l'hypothèse de la contraction de la masse fluide intérieure par l'écorce solide, nous dirons que M. Elie de Beaumont, qui fonde, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant, une théorie importante sur l'hypothèse contraire, voit le principal agent mécanique des éruptions volcaniques dans les substances gazeuses, qui sont si abondantes dans les matières éjaculées par ces éruptions. On sait que les corps liquides ont une tendance générale à dissoudre des corps solides ou gazeux, c'est-à-dire qu'ils s'unissent avec eux en les faisant passer à l'état liquide. On sait également qu'il est des circonstances où les derniers de ces corps reprennent leur état gazeux, soit par changement d'état, abaissement de température ou diminution de pression. C'est ainsi, par exemple, que, quand l'eau se congèle, nous voyons l'air qu'elle tenait en dissolution se séparer et former des bulles au milieu de la glace. Les personnes qui moulent des métaux fondus savent également que, quand ces derniers se solidifient, il s'en sépare des gaz qui forment des bulles qui viennent crever à la surface ou qui déterminent, dans l'intérieur de la masse solide, des cavités que les ouvriers

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nomment des chambres. On a aussi observé que les laves amenées à la surface de la terre par les éruptions volcaniques dégagent des gaz et des vapeurs pendant tout le temps de leur consolidation ou refroidissement. On sait encore que dans certaines liqueurs, telles que le vin mousseux, l'eau gazeuse, qui ne présentent qu'un liquide homogène lorsqu'elles sont comprimées dans une bouteille, il se forme, à l'instant où l'enlèvement du bouchon ou la rupture du vase diminue la pression, une multitude de bulles gazeuses qui, par le développement de volume et par la diminution de pesanteur spécifique qu'elles occasionnent dans le liquide, déterminent la sortie de celui-ci hors du vase et son expansion à des distances plus ou moins étendues. On conçoit donc que, si le refroidissement du fluide intérieur et la diminution de pression qui doit avoir lieu au-dessus des ouvertures ou cheminées des volcans déterminent la formation de gaz, et la présence des gaz et des vapeurs dans les éruptions volcaniques, ainsi que dans le refroidissement des laves, ne permet pas d'en douter, on conçoit, disons-nous, que ces gaz, disséminés dans la matière liquide, peuvent suffire pour entraîner ou plutôt pour lancer ces matières à la surface de la terre.

Peut-être aussi que l'action des gaz dans l'éjaculation des produits volcaniques est facilitée par une pression plus forte qui s'exercerait sur d'autres parties de l'écorce du globe. On a vu, en effet, que la température des eaux du fond de la mer était généralement plus basse que celle des terres émergées; d'où il y a lieu de croire que la croûte solide y est au moins aussi épaisse sous la mer que dans les terres : or, comme cette partie de la croûte supporte en plus la pression de la mer, qui est immense, on conçoit que la masse liquide peut être plus fortement comprimée sous la mer que sous les terres, et, par conséquent, qu'une partie de ces fluides soit sollicitée à se porter vers les lieux où la pression est moins forte, c'est-à-dire sous les terres ou sous les parties de mer où celle-ci est le moins profonde, ce qui expliquerait pourquoi les volcans se trouvent principalement dans le voisinage des côtes ou dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les protubérances que forme le fond des vastes océans *.

947. Du reste, quelle que soit celle de ces deux hypothèses à laquelle on donne la préférence, on voit que l'ascension et l'éjaculation des matières volcaniques peuvent, ainsi que les autres phénomènes rappelés ci-dessus, être considérées comme une conséquence du refroidissement du globe. D'un autre côté, on conçoit également que, si cette force qui pousse des matières liquides et solides de bas en haut rencontre un obstacle sur son passage, et que cet obstacle soit d'une nature telle que la croûte solide fléchisse plutôt que de se laisser traverser, il en résultera que cette croûte se soulèvera jusqu'à ce que l'extension de sa capacité ait rétabli l'équilibre entre la poussée et la résistance, ou jusqu'à ce que l'écartement et la fracture de l'écorce aient permis l'éjaculation au dehors, c'est-à-dire qu'il y ait eu une éruption proprement dite, de sorte que les soulèvements que nous avons vus faire partie des phénomènes volcaniques sont, comme le reste de ces phénomènes, un effet du refroidissement graduel de la terre, c'est-à-dire d'une cause que l'on peut considérer comme constatée par l'application des lois de la physique aux résultats de l'observation sur la température intérieure de l'écorce du globe. Cette cause est d'autant plus satisfaisante que non-seulement elle est constante, que rien ne peut en arrêter les effets, et qu'elle peut s'associer avec plusieurs autres explications aux-

---

* M. Angelot (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, XIII, 178) a tiré parti de cette pression de la mer pour expliquer la cause des volcans par l'intervention de l'eau. Je n'hésiterais pas à adopter cette ingénieuse hypothèse, s'il m'était démontré que le liquide intérieur du globe ne contient pas d'oxygène, d'hydrogène et de nitrogène; mais, comme je ne vois rien jusqu'à présent qui s'oppose à ce que ces divers corps élémentaires existent dans l'intérieur du globe, ou plutôt que je crois très-probable qu'ils y existent, il me paraît plus simple d'admettre que les phénomènes qui prennent naissance dans cet intérieur y sont déterminés par la nature même de ses matériaux, plutôt que de recourir à l'intervention de matières venant de la surface.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quelles on a été conduit par l'examen de faits particuliers, notamment avec celle de la décomposition de l'eau par les métaux des terres et des alcalis.

948. Les **tremblements de terre** ne donnent pas matière à des descriptions aussi poétiques ni aussi effrayantes que les courants de feu qui s'échappent des volcans; mais ils sont plus désastreux pour les habitants de la terre.

Ces phénomènes consistent dans une agitation plus ou moins violente du sol, ordinairement accompagnée de bruits que l'on compare à celui du canon, au fracas de voitures roulant sur le pavé ou à d'immenses éboulements.

Quelquefois cette agitation ne dure qu'un instant, et elle est si faible qu'elle ne laisse aucune trace de son passage, et qu'une partie des personnes qui se trouvent sur les lieux ne la ressentent pas; d'autres fois les secousses sont de plus longue durée, se renouvellent à la suite les unes des autres, et sont si violentes, que les édifices sont renversés, que le sol se fend en divers sens, que des lacs sont desséchés, que des rivières sont arrêtées dans leurs cours, que des montagnes entières s'écroulent et qu'il s'en élève de nouvelles.

Quelquefois le même tremblement de terre se prolonge à des distances immenses et agite une surface considérable; c'est ainsi que celui du 17 juin 1826 se fit sentir, dit M. Boussingault, dans toute la Nouvelle-Grenade, c'est-à-dire sur une surface de plus de 6000 myriamètres carrés. D'autres fois les secousses sont concentrées dans un espace très-resserré; c'est ainsi que le tremblement de terre qui a eu lieu dans l'île d'Ischia, près de Naples, le 2 février 1828, n'a point été senti, rapporte M. Covelli, dans la petite île joignante de Procida, ni sur les parties voisines du continent, et a cependant été si violent, que l'île paraissait prête à s'ensevelir dans la mer, et qu'un village entier, beaucoup de maisons et tous les murs qui soutenaient des terres ont été renversés.

Les tremblements de terre accompagnent souvent les éruptions volcaniques; aussi la plupart des géologues ont-ils cru qu'il existait beaucoup de rapports entre ces deux phéno-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

mènes. Voici notamment ce que dit, à ce sujet, M. de Humboldt * : « La haute colonne de fumée que le volcan de Pasto, à l'est du cours de la Guaytara, vomit pendant trois mois, en 1797, disparut à l'instant même où, à une distance de 60 lieues, le grand tremblement de terre de Rio Bamba et l'éruption boueuse de la Moya firent perdre la vie à quarante mille individus. L'apparition soudaine de l'île de Sabrina, dans l'est des Açores, le 30 janvier 1811, fut l'annonce de l'épouvantable tremblement de terre qui, bien plus loin, à l'ouest, depuis le mois de mai 1811, ébranla, presque sans interruption, d'abord les Antilles, ensuite les plaines de l'Ohio et du Mississipi, enfin les côtes de Venezuela, situées du côté opposé. Trente jours après la destruction totale de la ville de Caracas arriva l'explosion du volcan de Saint-Vincent, île des petites Antilles, éloignée de 130 lieues de la contrée où s'élevait cette cité. Au moment même où cette éruption avait lieu, le 30 avril 1811, un bruit souterrain se fit entendre et répandit l'effroi dans toute l'étendue d'un pays de 2200 lieues carrées. Les habitants des rives de l'Apuré, au confluent du Rio Nula, de même que ceux de la côte maritime, comparèrent ce bruit à celui que produit la décharge de grosses pièces d'artillerie; or, depuis le confluent du Rio Nula et de l'Apuré jusqu'au volcan de Saint-Vincent, on compte 157 lieues en ligne droite. L'intensité de ce bruit était à peine plus considérable sur les côtes de la mer des Antilles, près du volcan en éruption, que dans l'intérieur. »

M. Boussingault pense, au contraire **, « que les tremblements de terre les plus mémorables de l'Amérique, ceux qui ont ruiné les villes Latacunga, Rio Bamba, Honda, Caracas, la Guayra, Barquisimeto, etc., dans lesquelles plus de cent mille personnes ont perdu la vie, n'ont coïncidé avec aucune éruption volcanique bien constatée. Dans les Andes, ajoute ce

---

* *Tableaux de la nature*, édition de 1828, tom. II, pag. 176.

** *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, pag. 53.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

naturaliste, l'oscillation du sol, due à une éruption volcanique, est pour ainsi dire locale; tandis qu'un tremblement de terre, qui, en apparence du moins, n'est lié à aucune action volcanique, se propage à des distances incroyables, et, dans ce cas, on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes. Le tremblement qui détruisit Caracas, en 1812, exerça son action suivant la direction de la Cordilière orientale des Andes, en renversant comme des châteaux de cartes toutes les villes situées dans cette direction. »

On a remarqué, cependant, que les tremblements de terre sont plus fréquents dans les contrées où il y a des volcans que dans celles où il n'y en a pas; ils sont plus communs aussi dans les pays de montagnes que dans ceux des plaines, et ils ont une certaine tendance à agir de préférence dans les lieux qu'ils ont déjà secoués : c'est ainsi qu'on ne cite point de tremblements de terre réellement désastreux dans le nord de l'Europe, tandis que plusieurs villes dn Midi ont été détruites par ces terribles phénomènes; mais c'est surtout dans la chaîne des Andes que les tremblements de terre exercent leurs ravages le plus fréquemment; ils s'y répètent si souvent, que M. Boussingault dit « qu'il y a tout lieu de présumer que si l'on enregistrait, dans les endroits peuplés de l'Amérique, tous les tremblements de terre qui s'y font sentir, on trouverait probablement que la terre tremble presque sans interruption. » M. Vermoulin, qui a tenu note de près de quatorze cents tremblements de terre éprouvés au Chili de 1833 à 1838, pense également que ces phénomènes ont indistinctement lieu dans toutes les saisons de l'année, et ne sont pas plus fréquents dans l'une que dans l'autre. Mais il paraît, au contraire, par les relevés faits par MM. de Hof, Merian, Perray et Milne, qu'en Europe les tremblements de terre sont plus fréquents en automne et en hiver qu'au printemps et en été.

Ces phénomènes se prolongent sous les eaux de la mer comme dans les autres parties du globe, et l'on sent que, quand la croûte solide sur laquelle reposent les eaux est agi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tée, celles-ci participent au mouvement ; aussi les navigateurs ont déjà ressenti en pleine mer des secousses qui leur faisaient croire que leurs vaisseaux avaient touché. Mais c'est surtout sur les côtes que ces mouvements sont sensibles ; on voit la mer s'agiter, s'éloigner de la terre, y revenir avec violence et submerger des populations entières.

949. La cause des tremblements de terre n'est pas plus susceptible d'être reconnue d'une manière positive que celle des volcans. Nous dirons seulement que les relations qui existent fréquemment entre ces phénomènes, ainsi que la facilité que nous trouvons à expliquer les mouvements du sol par l'hypothèse indiquée ci-dessus pour l'explication des phénomènes volcaniques, nous portent à voir dans les premiers un résultat de la même cause qui produit les seconds. En effet, dès que l'on admet, ainsi que nous l'avons exposé ci-dessus, que la partie solide du globe que nous voyons à sa surface n'est qu'une croûte peu épaisse, par rapport à l'étendue du rayon terrestre, au-dessous de laquelle se trouve une masse liquide qui tend à se solidifier, et que ce passage de l'état liquide à l'état solide donne lieu à la formation de gaz, on concevra aisément que, ces gaz étant sollicités, par leur nature expansive, à faire des efforts pour gagner la surface extérieure de la terre, il doit résulter, de leurs mouvements et des obstacles qui s'y opposent, des secousses et des agitations suffisantes pour produire les effets que nous remarquons dans les tremblements de terre. Dans le nombre de ces obstacles, on peut citer en premier lieu les inégalités qui existent probablement à la surface interne de la croûte solide du globe ; car on sent que, si les montagnes sont, comme nous l'indiquerons dans le chapitre suivant, le résultat du soulèvement d'une partie de cette croûte, le fond de nos mers doit correspondre à des inégalités en relief sur la surface interne. On conçoit également que, abstraction faite de cette circonstance, la différence de conductibilité pour la chaleur des matières qui composent la croûte solide doit suffire pour rendre fort inégale la surface interne de cette écorce. M. Cordier croit même

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

que ces inégalités sont beaucoup plus fortes que celles de la surface extérieure, et il ajoute que l'on pourrait conclure, de ses observations sur la température intérieure, que l'écorce du globe aurait 16 myriamètres de plus à Carmeaux qu'à Decize *, tandis que nous avons vu (27) que les plus grandes inégalités de la surface extérieure ne paraissent pas atteindre 2 myriamètres.

950. D'un autre côté, M. Boussingault, frappé de la manière dont les grands tremblements de terre des Andes sont indépendants des éruptions volcaniques, a proposé ** une hypothèse qui consiste à attribuer ces tremblements à un tassement qui s'opérerait dans les montagnes. Partant de l'idée que celles-ci ont été formées par un soulèvement, ainsi que nous l'exposerons ci-après, M. Boussingault suppose que, quand les Andes ont été soulevées, le terrain trachytique, qui en forme la masse principale, était à l'état de solidité rigide, et susceptible de se fracturer plutôt que de se prêter à un changement de forme. Il apporte à l'appui de cette opinion la circonstance que les énormes blocs de trachytes que l'on voit sur ces montagnes ont des angles aigus, souvent même tranchants, et qu'ensuite, là où le trachyte a percé et soulevé des couches de schiste, comme au Tunguragua, ou de micaschistes, comme à l'Antisana, on ne voit nullement un déversement de la roche soulevante sur la roche soulevée. Or on conçoit que, dans ce cas, l'immense quantité de fragments anguleux qui se sont formés et qui se sont entassés confusément les uns sur les autres a laissé une infinité de vides entre eux; que ces vides tendent successivement à se combler par un tassement analogue à celui qu'éprouvent les tas de décombres formés par les travaux de l'homme, et que les gaz renfermés dans les cavités qui se remplissent par les matières

---

* Voir la note du n° 639, p. 571.

* *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, p. 54.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

solides qui s'éboulent doivent tendre à s'échapper et agiter le sol dans leur mouvement.

Nous sommes loin de contester une hypothèse aussi ingénieuse, et qui se recommande, d'ailleurs, par les profondes connaissances de son auteur ; nous sommes même porté à croire que ce mode de production des tremblements de terre doit avoir lieu dans certaines circonstances ; mais l'hypothèse qui donne à ces phénomènes une cause analogue à ceux des volcans nous semble avoir le mérite d'être plus générale et de mieux rattacher l'ensemble de grands phénomènes géogéniques.

951. Cependant M. Boussingault cite des faits qui, s'ils étaient bien démontrés, ne laisseraient, pour ainsi dire, plus de doute en faveur de son hypothèse, et qui, tels qu'ils se présentent en ce moment, ont l'avantage d'appeler l'attention des naturalistes sur des phénomènes nouveaux dans l'histoire de la science : ces faits sont l'*abaissement successif des montagnes*.

Lorsque Bouguer, Godin et la Condamine se rendirent, il y a un siècle, à Quito, pour des travaux relatifs à la détermination de la figure de la terre, leurs opérations, à la station de Guaguapichischa, étaient très-gênées par la neige ; cependant, depuis assez longtemps, on n'aperçoit plus de neige sur ce pic. C'est aussi une opinion généralement reçue à Popayan, dit M. Boussingault, que la limite inférieure des neiges qui recouvrent le volcan de Purace s'élève graduellement ; or cette élévation n'a pu être occasionnée que par deux raisons, ou parce que la température moyenne de la contrée s'est augmentée, ou bien parce que la montagne s'est abaissée, et cependant on n'a aucune raison pour admettre une augmentation dans la température de cette contrée, les observations faites par M. Boussingault, et par Caldas trente ans auparavant, donnant les mêmes résultats. D'un autre côté, toutes les mesures que M. Boussingault a prises dans les Andes annoncent des hauteurs moindres que celles qui avaient été données trente ans auparavant par Caldas et par M. de Humboldt. Si ces différences de résultat étaient dues uniquement à des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

erreurs d'observations, il serait difficile de concevoir comment ces erreurs auraient agi constamment dans le même sens.

952. Le phénomène que nous avons indiqué ci-dessus comme produisant le **soulèvement lent** d'une contrée a été longtemps désigné sous le nom d'*abaissement de la mer*, et, exprimé de cette manière, il doit être tout à fait rejeté; car, à côté de quelque cas d'abaissement, on peut citer une foule de faits prouvant que, dans beaucoup de localités, la surface de la mer a conservé la même élévation depuis plus de deux mille ans. Or la tendance des eaux à prendre un même niveau ne permet pas de supposer que la surface de la mer ait pu baisser dans certains lieux et conserver son élévation dans d'autres localités peu éloignées; mais, depuis que l'on voit dans les volcans et dans les tremblements de terre un effet de refroidissement de l'intérieur du globe, on a senti qu'il était très-possible que la même cause qui secoue brusquement de grandes portions de cette écorce, et qui fait jaillir de puissantes coulées de laves à l'extérieur, pût soulever d'une manière lente et successive une contrée plus ou moins étendue. On conçoit surtout ce phénomène avec beaucoup de facilité dans l'hypothèse qui assimile l'écorce du globe à une voûte composée d'éléments imparfaits qui s'affaisse (945); puisque, dans ce cas, l'arc formé par cette voûte se resserrant, il doit y avoir quelques voussoirs qui se relèvent par rapport aux autres. Si, au contraire, on admet avec M. Élie de Beaumont (946) que la croûte du globe, au lieu de se contracter comme une voûte qui s'affaisse, conserve son développement, tandis que le noyau intérieur diminue de diamètre, on sent, vu la flexibilité de cette écorce, qu'il doit s'y former des rides, c'est-à-dire des parties qui deviennent plus élevées qu'elles n'étaient auparavant par rapport à l'ensemble de la surface.

C'est notamment sur les côtes du golfe de Bothnie, en Suède, que l'on a fait les observations qui ont conduit à admettre l'existence des soulèvements lents, plusieurs observateurs assurant y avoir reconnu que des marques faites sur la côte, à la hauteur du niveau de la mer, se trouvent successivement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

à des élévations plus considérables, et ayant calculé que, dans la plupart de ces lieux, le changement de niveau correspond à un exhaussement de plus d'un mètre par siècle. Il paraît même que ce soulèvement s'opère par un mouvement de bascule, car non-seulement, à mesure que l'on s'avance vers le midi, les effets du soulèvement diminuent, mais différentes observations annoncent qu'il y a affaissement du sol en Scanie, et que la mer y avance sur les terres.

Le soulèvement de certains sols est encore indiqué par les alluvions émergées que nous avons vues atteindre jusqu'à l'altitude de 424 mètres (661); car, outre que ce qui vient d'être dit de la mobilité du sol rend bien plus simple de supposer que les parties de ce sol où ont été déposées les alluvions se sont élevées que d'admettre que la mer ait été à 424 mètres de son niveau actuel, il est à remarquer que, s'il en était ainsi, on verrait des traces de cette présence de la mer sur toute la contrée à ce même niveau, ce qui n'a pas lieu; on remarque, au contraire, que la série de ces dépôts forme une ligne d'altitude qui tend toujours à se rapprocher ou à s'éloigner du niveau de la mer. C'est ainsi, par exemple, qu'en Norvége les traces de la présence de la mer ne se montrent pas dans le nord à plus de 68 mètres et qu'on les voit successivement s'élever à mesure que l'on s'avance vers le sud où elles atteignent l'altitude de près de 200 mètres.

953. Les phénomènes nommés **salses,** *volcans de boue, volcans d'eau* ou *volcans d'air* ne sont, pour ainsi dire, que des fontaines où la sortie de l'eau est accompagnée de matières gazeuses et solides, qui, le plus ordinairement, sont lancées par intervalles avec des circonstances qui rappellent les éruptions volcaniques, mais sur une très-petite échelle.

Une des localités où ces phénomènes sont le mieux prononcés, c'est à Turbaco, près de Carthagène, dans la Nouvelle-Grenade, où M. de Humboldt a observé une vingtaine de petits cônes de 7 à 8 mètres de haut, formés d'une marne argileuse d'un gris noirâtre, et portant à leur sommet une ouverture remplie d'eau. Il se fait de ces sommets, à de certains inter-



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

valles, un dégagement de gaz, précédé d'un bruit assez fort, mais sourd. M. de Humboldt considère ce gaz comme étant du nitrogène. Ces explosions sont quelquefois accompagnées d'une éjaculation de boue qui s'épanche sur les parois des cônes.

Le versant septentrional des Apennins présente plusieurs phénomènes de ce genre, qui ont été étudiés avec soin. L'un des plus remarquables est la salse de Sassuolo, dans le Modénais. On n'y voit, dans les temps ordinaires, qu'une source sortant d'une marne argileuse imprégnée d'un peu de selmarin * et de pétrole. Quelquefois cette argile forme un petit cône par le cratère duquel l'eau s'écoule; d'autres fois, celle-ci sort par un simple trou comme dans les fontaines ordinaires; mais cette source a de véritables moments d'éruption, et alors elle lance des jets d'eau, de la boue, du grizou et même des pierres considérables.

Les fontaines jaillissantes des Geysers, en Islande, méritent aussi une mention toute particulière. On y voit une multitude de petits monticules de terres diversement colorées, d'où il sort de fortes sources d'eaux chaudes chargées de beaucoup de silice. La principale de ces fontaines, qui porte particulièrement le nom de Geyser, se trouve sur un monticule de 2 à 3 mètres de haut, composé de matières siliceuses, et qui présente, à sa partie supérieure, un bassin circulaire, rempli ordinairement d'eau très-limpide, d'une température presque égale à celle de l'eau bouillante, et d'où il s'élève, de temps en temps, des jets d'eau qui s'élancent quelquefois avec une telle rapidité, qu'ils atteignent une élévation de 30 mètres, et peut-être de 100, d'après d'anciens rapports.

L'origine de ces phénomènes peut se rattacher à la même cause qui produit les éruptions des volcans; car, dès que l'on

---

* C'est de la présence du selmarin dans les sources qui présentent ces phénomènes dans les Apennins que le nom de *salse* tire son origine.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

admet que ces éruptions sont occasionnées par des gaz qui se forment en dessous de la croûte extérieure du globe, on concevra aisément que, si de petits tuyaux traversés par ces gaz sont susceptibles de s'obstruer, les gaz s'accumuleront et se comprimeront jusqu'à ce que leur force expansive puisse expulser les objets qui s'opposaient à leur passage; et on sent qu'alors il y aura une éruption dont la force sera en rapport avec la puissance de l'obstacle. Il n'est pas même nécessaire de recourir à l'intervention d'émanations de gaz intérieurs pour expliquer les éruptions intermittentes d'eaux qui ne contiennent pas de matières étrangères au sol dont elles jaillissent. Il suffit, ainsi que l'ont prouvé les expériences de M. Triger *, de supposer qu'une cavité échauffée par la chaleur centrale soit accessible à une source. L'eau s'y transformera en vapeur, et, lorsque celle-ci sera suffisamment comprimée, elle fera une explosion, et, en s'échappant, elle donnera naissance à un nouveau vide, dans lequel il se reformera de la nouvelle vapeur, et ainsi de suite.

On a aussi attribué aux salses une origine moins liée avec les grands phénomènes géologiques, et on a supposé que le gaz qui fait ainsi jaillir l'eau, la boue et les pierres, se forme à de petites profondeurs par la décomposition de matières végétales. Nous convenons qu'il n'est point impossible que des décompositions de ce genre donnent quelquefois naissance à des phénomènes qui ont plus ou moins de rapport avec ceux des salses; mais nous avons peine à concevoir une cause assez constante de décomposition pour pouvoir entretenir pendant des siècles ces phénomènes sur un même point et avec une intensité à peu près uniforme.

954. On doit toutefois éviter de confondre les phénomènes des salses avec les *éjaculations boueuses* que nous avons dit avoir quelquefois lieu lors de l'affaissement des montagnes

---

* Mémoire sur un appareil à air comprimé pour percer les puits sous l'eau. Compte rendu de l'Acad. des sciences, XIII, 18.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

volcaniques ; celles-ci paraissant devoir être uniquement attribuées à ce que, les voûtes d'une vaste cavité souterraine venant à s'affaisser, les eaux et les boues qui se trouvent dans ces cavités sont obligées de jaillir en dehors. On conçoit, en effet, que les éruptions volcaniques ordinaires laissent des vides à leur suite ; car, s'il se forme des gaz lorsque le liquide intérieur passe à l'état solide, ces gaz doivent être dans le cas de produire des effets analogues à ceux qui ont lieu lors de la combustion de la poudre à tirer qui expulse la charge d'un canon ; on conçoit également que ces vides se remplissent d'eau ; et, si l'on pouvait former des doutes à cet égard, la présence des poissons (936) dans les éruptions boueuses les lèverait bientôt ; on conçoit, enfin, que de nouvelles secousses, et peut-être le seul ramollissement des masses qui forment, pour ainsi dire, les pieds-droits de ces voûtes, peuvent amener leur chute et celle des matières qui les recouvrent.

955. Les **émanations gazeuses** sont, comme on l'a vu ci-dessus, un des accessoires des phénomènes que présentent les volcans et les salses ; mais, comme il y a des localités dont il ne se dégage que des gaz, ces émanations doivent aussi figurer d'une manière particulière dans l'énumération des phénomènes naturels.

Il est bien probable que les différents gaz que nous avons dit (936) se trouver dans les éruptions volcaniques forment aussi des émanations particulières ; mais on n'a, en général, remarqué que celles qui sont caractérisées par la présence du grizou, du soufre et de l'acide carbonique.

956. Les premières, qui sont les plus communes et les plus remarquables, sont ordinairement désignées par les noms de *fontaines ardentes* ou de *terrains ardents*, parce que le grizou qui sort de terre, s'enflammant par des causes accidentelles, continue à brûler, comme celui qui s'échappe de nos appareils pour l'éclairage. Ces émanations se remarquent le plus communément dans le voisinage des salses : telles sont celles de Piétra-Mala, dans les Apennins de la Toscane, et celles du temple des Guèbres, près de Backu, sur les bords de la mer

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Caspienne, où les restes des disciples de Zoroastre viennent encore adorer l'objet de leur culte, et où l'on tire parti de ces feux naturels pour préparer des aliments et faire de la chaux.

957. Il se dégage aussi du grizou dans des lieux où rien n'annonce, comme dans les volcans, les salses et les fontaines ardentes, une communication avec le siége des grands phénomènes géologiques ; tel est celui qui se rencontre souvent dans les mines de houille, et dont l'inflammation accidentelle cause quelquefois de si grands désastres. L'origine de ce gaz n'est pas connue; les uns croient qu'il se trouve enfermé dans la houille ; d'autres, qu'il est le résultat de décompositions qui se passent dans cette dernière lorsqu'elle est mise en contact avec l'air extérieur.

958. Une troisième sorte d'émanations de grizou a lieu pendant les saisons chaudes, dans les marais et dans les mares; mais elles sont peu importantes, et leur origine s'explique aisément par la décomposition des matières organiques qui se trouvent enfouies dans la vase.

959. Les émanations gazeuses qui déposent du soufre sont ordinairement désignées par le nom de **solfatares** : elles ont le plus souvent lieu dans des volcans éteints, ou plutôt à peu près éteints, puisque le dégagement des gaz est encore un reste d'activité. Telle est la solfatare de Pouzzoles près de Naples. Ces émanations contiennent toujours une grande quantité de vapeur d'eau, et on ne sait pas très-bien dans quel état s'y trouve le soufre; il paraît néanmoins qu'il y est, soit à l'état simple, soit à celui d'acide sulfhydrique, et que l'acide sulfureux que l'on y remarque provient de la combustion au jour, tant de la vapeur du soufre que de l'acide sulfhydrique.

960. Les émanations d'acide carbonique que l'on désigne souvent par le nom de **mofettes** se remarquent principalement dans les terrains volcaniques, telle est celle de la grotte du Chien sur les bords du lac d'Agnano près de Naples. On trouve aussi dans les mines, dans les puits et dans d'autres cavités souterraines de l'acide carbonique, dont l'origine paraît devoir être attribuée à la décomposition de matières or-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ganiques ou d'autres substances contenant du carbone, et que, par cette raison, on ne doit pas confondre avec celui qui, formant des courants à peu près constants, paraît être le résultat des mêmes causes que celles que produisent les éruptions volcaniques.

961. Les **sources de pétrole** sont aussi des phénomènes très-rapprochés des salses et des fontaines ardentes, car on sait que cette matière ne diffère, pour ainsi dire, du grizou que parce qu'elle est à l'état liquide au lieu d'être à l'état gazeux, et on sent que les gaz qui traversent l'écorce du globe peuvent être quelquefois dans le cas de se liquéfier, plutôt que de conserver leur état gazeux. On a aussi attribué l'origine du pétrole à des décompositions ou à des distillations de dépôts superficiels; mais on conçoit difficilement comment des phénomènes de cette nature peuvent donner naissance à des produits constants et sans que l'on voie des traces d'incendie. Il paraît, au contraire, beaucoup plus simple de voir dans l'origine du pétrole un effet de la même cause qui produit les phénomènes ignés, et cette manière de voir, si conforme à la simplicité des opérations de la nature, a encore, dans le cas actuel, l'avantage de nous expliquer pourquoi les sources de pétrole et les bitumes en général se trouvent presque toujours dans le voisinage des salses, des fontaines ardentes et des dépôts volcaniques.

L'une des plus abondantes de ces sources se trouve près de Backu, que nous venons de citer pour ses fontaines ardentes.

962. Les **incendies des roches combustibles**, telles que la houille, l'anthracite, le lignite, ont été rapprochés des grands phénomènes ignés dont nous venons de parler, et sont ordinairement désignés par l'épithète de spontanés, parce que, effectivement, ils doivent assez communément leur origine à la décomposition des pyrites; mais, comme celles-ci, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ne se décomposent qu'autant qu'elles sont exposées au contact de l'air, et que les roches combustibles ne peuvent brûler qu'autant qu'elles aient aussi ce contact, ces incendies ne prennent ordinairement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

naissance que dans les lieux où les travaux des mineurs ont préparé ces deux circonstances ; aussi parvient-on quelquefois à les éteindre en bouchant toutes les communications entre l'air extérieur et les couches combustibles ; mais souvent on croit avoir atteint ce but, lorsque l'on a seulement arrêté la marche de l'incendie, et, si l'on rouvre des communications avec l'air extérieur, le feu reprend toute sa force. Ces incendies peuvent durer un temps extrêmement long : c'est ainsi qu'il existe près de Planitz en Saxe une mine de houille qui brûlait déjà de temps immémorial, il y a trois siècles, et qui n'était point encore éteinte en 1801, malgré les mesures que l'on a prises à cet effet.

Ces incendies souterrains brûlent non-seulement les couches combustibles, mais ils altèrent plus ou moins, selon leur force, les autres roches environnantes. Souvent ils se bornent à faire passer les schistes et les argiles à un état analogue à celui des briques ; mais quelquefois la chaleur est assez forte pour que ces roches prennent une texture scoriacée et un aspect vitreux, et pour qu'elles soient transformées en porcellanite. Les vapeurs sulfureuses et ammoniacales qui s'échappent des matières en combustion donnent aussi naissance à des substances salines, notamment à de l'alun et à de la couperose, qui font l'objet d'exploitations plus ou moins avantageuses.

Quelquefois les masses de combustibles incendiées sont assez puissantes pour que les couches supérieures s'affaissent et se brisent en culbutant, de manière que le bouleversement s'étend jusqu'à la surface du sol.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE II.

### DES MOUVEMENTS DE L'ATMOSPHÈRE.

846. **Vents en général.**— Les mouvements de l'atmosphère donnent lieu à des phénomènes que l'on désigne sous le nom de *vents* et qui peuvent être considérés sous le rapport de leur direction, de leur propagation, de leur durée, de leur étendue, de leur intensité, de leur cause et de leur influence sur le climat.

847. **Directions des vents.**— Sous le premier point de vue, les marins sont dans l'habitude de distinguer 32 directions particulières, ou, comme ils disent, 32 *rumbs de vents*, de la manière indiquée à la fig. 3, pl. I^re^, qui est ce que l'on appelle la *rose des vents*. Dans l'usage ordinaire on désigne souvent les vents par des noms particuliers qui varient selon les lieux; tel est celui de *bise* dont on se sert en Europe pour indiquer le vent de nord-est.

848. **Propagation des vents.** —Les vents se propagent par *impulsion* et par *aspiration*. Pour se faire une idée de cette distinction, il faut se rappeler ce qui se passe dans un soufflet, où l'air qui sort par la buse est poussé en avant, tandis que celui qui le remplace est aspiré dans l'intérieur du soufflet. On peut aussi comparer la propagation des vents à ce qui a lieu dans un canal lorsque l'on ouvre l'écluse qui sépare deux biefs de hauteurs inégales. On voit alors l'eau du bief supérieur s'avancer dans le bief inférieur en poussant l'eau de celui-ci en avant, et l'on voit, au contraire, le mouvement se propager successivement dans le bief supérieur en sens contraire à la direction du courant. De même, les vents par impulsion ont une marche progressive dans le sens de leur direction, et les vents par aspiration se propagent dans le sens contraire à leur direction. C'est ce que l'on remarque souvent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tinents actuels. Nous allons successivement passer en revue ces diverses hypothèses pour voir celle qui mérite le plus de confiance.

L'existence de **pluies** assez abondantes pour avoir inondé toutes les terres découvertes, et pour avoir transporté des quartiers de rochers à des hauteurs considérables, peut difficilement, ou plutôt ne peut pas se concevoir d'après les règles de la météorologie; mais, en supposant le fait possible, l'hypothèse serait encore sujette à des difficultés insurmontables; d'abord on ne concevrait pas comment la nature, après avoir été douée d'une force évaporatrice aussi considérable, serait brusquement passée à son état actuel, qui en est si différent sous ce rapport. Ensuite il faudrait admettre que les phénomènes qui ont donné aux sommets des hautes montagnes leur aspect déchiré, et qui ont redressé les couches qui les composent, sont tout à fait indépendants et différents de ceux du déluge, puisque ces sommités hautes et étroites, placées souvent au-dessus des nuages, ne pouvaient recevoir de puissants courants d'eau, tandis que la nature et la position des dépôts diluviens annoncent que ce sont précisément ces sommités qui ont fourni la plus grande partie des matériaux qui composent ces dépôts.

965 **Éjaculations aqueuses.** — L'hypothèse qui ferait sortir de l'intérieur de la terre une quantité d'eau suffisante pour inonder des continents entiers ne paraît pas plus compatible avec l'ordre actuel des choses que celle des pluies; car, de même que nos pluies sont en rapport avec les effets de l'évaporation, la quantité d'eau qui sort maintenant de l'intérieur de la terre est également en rapport avec celle que lui fournit l'imbibition des eaux pluviales, puisque les monuments historiques nous apprennent que, dans certains lieux, le niveau de la mer n'a pas sensiblement changé depuis deux à trois mille ans. D'un autre côté, quand on a étudié l'état actuel de notre globe et les causes qui ont pu concourir à lui donner cet état, on sent que l'idée de faire sortir brusquement de l'intérieur de la terre une immense quantité d'eau et de l'y

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

faire ensuite rentrer est une hypothèse purement gratuite, qui ne peut s'appuyer sur les phénomènes qui ont lieu actuellement, et dont l'explication théorique ne peut s'associer avec les faits qui nous mettent à même de juger des phénomènes plus anciens.

966. L'hypothèse qui attribuerait le déluge au déplacement des mers par l'action des **vents** présente les mêmes difficultés que celle des pluies; car on ne conçoit pas quelle cause aurait pu produire de semblables vents, ni pourquoi cette cause aurait cessé brusquement avec le déluge; sans compter que ces eaux, ainsi déplacées, n'auraient pas été plus à même, ainsi que celles des pluies, d'agir sur les sommets des montagnes.

967. Cette dernière considération nous semble aussi devoir faire rejeter les hypothèses basées sur le déplacement des mers occasionné par des **causes astronomiques**, causes qui n'ont d'ailleurs en leur faveur que la possibilité théorique, mais auxquelles on n'est conduit par l'observation d'aucun des phénomènes qui se passent actuellement.

968. Nous sommes loin, ainsi qu'on le verra ci-après, de contester que les glaces aient concouru à la formation de quelques-uns des dépôts rangés dans le terrain diluvien; mais, outre que l'hypothèse qui attribuerait à la **fonte des glaces** l'origine de tous ces dépôts aurait, comme dans les précédentes, l'inconvénient de rendre la formation de ce terrain étrangère à celle des montagnes, il est à remarquer que l'origine et l'existence de glaces suffisantes pour produire ce résultat ne sont pas encore appuyées sur des observations suffisantes.

969. L'hypothèse du déplacement des eaux par l'**affaissement** et la submersion des anciens continents pourrait être appuyée sur des faits et des considérations qui ne sont pas applicables aux hypothèses précédentes; mais, exprimée de cette manière, elle aurait aussi l'inconvénient de ne pas rattacher les catastrophes diluviennes à celles qui ont produit la structure et le relief des montagnes; car, si l'élévation des montagnes au-dessus des plaines était due au simple affaisse-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ment de ces dernières, les premières seraient celles qui présenteraient le moins de traces de bouleversements, ce qui est précisément le contraire de ce qui existe réellement *.

970. Il nous reste maintenant à examiner l'hypothèse du déplacement des eaux par suite du **soulèvement** de certaines parties de l'écorce du globe, et nous allons la considérer tant sous le rapport de la possibilité que sous celui de la concordance des effets qu'elle aurait dû produire avec ceux qui ont eu lieu.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que les phénomènes volcaniques déterminent quelquefois le soulèvement de certaines parties du sol, et nous avons fait sentir que, si la force qui produit l'ascension et l'éjaculation de matières fluides, dans les éruptions ordinaires, rencontrait sur son passage un obstacle tel qu'il fût plus difficile de traverser l'écorce que de la soulever, il devait s'opérer un soulèvement dans une partie de cette écorce.

Il ne s'agit donc, pour savoir si l'on peut admettre l'existence de soulèvements suffisants pour avoir occasionné un déplacement d'eau capable de submerger une partie des continents, que d'examiner si l'observation des faits relatifs à l'his-

---

* On ne doit cependant pas prendre d'une manière trop absolue cette exclusion des affaissements dans les grands phénomènes géologiques ; car on verra ci-après que la théorie des soulèvements conduit à supposer que ces phénomènes ont pu être déterminés par de vastes affaissements; mais ces derniers se seraient, en général, opérés d'une manière trop lente pour avoir occasionné, directement, de véritables révolutions à la surface du globe. D'un autre côté, j'ai eu l'occasion de faire remarquer (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. V, pag. 350) que les montagnes qui bordent la plaine du Rhin, entre Bâle et Mayence, devaient leur relief actuel à un écartement occasionné par un affaissement opéré sur une grande étendue plutôt qu'à un soulèvement proprement dit ; mais aussi la plupart des cimes de ces montagnes ne présentent-elles pas ces bancs dressants qui caractérisent les montagnes que l'on considère comme produites par des soulèvements proprement dits.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

toire des volcans, et les hypothèses que l'on fait pour expliquer leur origine, nous permettent de supposer l'existence de phénomènes aussi étendus qui ne se seraient plus renouvelés depuis un grand nombre de siècles.

Or l'étude des volcans nous a fait connaître, sous le premier rapport, une circonstance bien remarquable ; c'est le grand nombre de volcans éteints qui prouve que les phénomènes volcaniques ont été bien plus développés qu'ils ne le sont maintenant.

Quant aux considérations théoriques, nous avons vu que l'observation de la température de l'écorce du globe, combinée avec les lois sur l'équilibre de la chaleur, prouvait que le globe jouit d'une chaleur indépendante de celle que l'action des rayons du soleil développe à sa surface, et que cette chaleur diminue journellement par les effets du rayonnement vers les espaces planétaires. Nous avons vu également que c'est à ce refroidissement constant que l'on doit attribuer l'existence des volcans et des autres phénomènes ignés. Il nous faut donc examiner si nos observations et nos théories sur le refroidissement nous permettent de supposer non-seulement l'existence de phénomènes beaucoup plus énergiques que ceux qui se passent actuellement dans le globe, mais encore la cessation brusque ou la suspension de ce développement d'énergie.

Voyons d'abord ce qui se passe dans les corps exposés au refroidissement sous nos yeux, et prenons, pour premier exemple, celui dont la solidification s'opère le plus souvent autour de nous, c'est-à-dire l'eau. Or on sait que, si de l'eau renfermée dans un vase est exposée à la gelée, on la verra passer presque entièrement à l'état solide avant d'avoir fait de mouvement sensible, mais qu'il arrivera ensuite une espèce de révolution subite telle, que le vase se brisera, ou bien, s'il offre assez de résistance pour empêcher cet accident, telle, qu'il se formera sur la surface de la glace des espèces de protubérances qui, comparées à la masse, seront des élévations infiniment plus considérables que les plus hautes montagnes par rapport au volume du globe. Enfin, si le refroidissement continue

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

après cette révolution, le morceau de glace n'éprouvera plus qu'une contraction thermométrique proportionnée au nombre de degrés.

On observe aussi de ces phénomènes instantanés lorsque l'on fait refroidir des matières métalliques ou terreuses passées à l'état de fluidité ignée ; et les personnes qui emploient ces matières sont souvent obligées de recourir à des précautions pour empêcher que, dans certaines périodes de refoidissement, la matière éclate et se fende en plusieurs pièces. Ces circonstances sont toujours plus prononcées à mesure que le volume est plus considérable, et, tandis qu'une petite boule de verre se solidifie sans accident, une grande masse de cette matière, abandonnée à elle-même, ne se refroidira pas sans se fendre en divers sens. On remarque également que plusieurs métaux fondus ne conservent pas, en se figeant, la surface plane qu'ils avaient lorsqu'ils étaient liquides, mais qu'il y a une certaine époque du refroidissement où il se forme à leur surface des aspérités, qui sont aussi bien plus considérables, par rapport à la masse, que les montagnes par rapport à la terre.

Quoique la physique nous apprenne qu'une partie de ces phénomènes est due à des circonstances qui ne peuvent se présenter dans le refroidissement du globe, il n'est pas moins vrai qu'ils nous familiarisent avec l'idée que ce refroidissement peut aussi offrir de ces accidents instantanés, c'est-à-dire des révolutions qui agissent avec une grande énergie, et qui sont immédiatement suivies par des périodes beaucoup plus tranquilles.

Si nous examinons maintenant ce qui a dû se passer dans le refroidissement du globe, nous sentirons, en premier lieu, qu'il y a eu une époque où la chaleur se perdait beaucoup plus rapidement qu'à présent, par la double raison qu'un corps chaud, placé dans une enceinte froide, se refroidit plus promptement dans le commencement que dans toute autre période, et ensuite parce que l'action solaire développe, à la surface de la terre, une chaleur particulière qui fait maintenant une espèce d'équilibre entre la communication de la chaleur inté-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rieure à la surface, et le rayonnement de la surface vers les espaces planétaires (845). Nous pouvons ensuite déduire de cette première considération deux autres conséquences : l'une est que le globe a été doué d'une température beaucoup plus élevée que celle dont il jouit maintenant; la seconde, c'est que l'écorce solide a été beaucoup mois épaisse qu'elle n'est actuellement.

Ces trois données une fois établies, voyons ce qui a dû se passer dans chacune des deux hypothèses que nous avons rappelées à l'occasion des phénomènes volcaniques (945 et 946).

Dans la première, c'est-à-dire dans celle de la simple compression, on conçoit que, quand la croûte du globe était plus mince, plus chaude et plus flexible, la force qui produit maintenant l'ascension des matières volcaniques devait opérer des soulèvements plus fréquemment qu'à présent, et donner à ces soulèvements une étendue bien plus considérable. Car, d'un côté, la contraction devait se faire beaucoup plus rapidement, la production des gaz devait être bien plus abondante et la résistance de la croûte bien moindre ; tandis que, cette croûte s'épaississant continuellement, on conçoit un terme où, devenue trop épaisse, elle ne se sera plus laissé soulever sur une grande étendue, et où les matières qui agissaient en dessous se seront seulement ouvert des canaux étroits pour parvenir à la surface, c'est-à-dire que, au lieu de grands soulèvements, il n'y aura plus eu que des éruptions volcaniques, ou quelquefois de petits soulèvements, lorsque les canaux se seront trouvés obstrués dans certaines parties de l'écorce du globe.

Dans la seconde hypothèse, c'est-à-dire dans celle qui suppose que la masse intérieure du globe se contracte davantage, par le refroidissement, que son écorce extérieure, on sent que celle-ci deviendra trop grande pour celle-là. D'un autre côté, comme cette écorce est douée d'un certain degré de flexibilité (945), elle suivra en grande partie, mais d'une manière tout à fait insensible, le mouvement de retrait de la masse fluide intérieure, sauf que, dans certains points, l'excédant de dimension de l'écorce déterminera la formation de rides qui se for-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

meront d'abord d'une manière lente et presque insensible; mais il devra arriver un moment où le diamètre de l'écorce deviendra tellement différent de celui de la masse fluide, que cette action lente et insensible sera insuffisante, et qu'il se formera une fracture brusque, par la même raison qu'un arc que l'on courbe, après avoir fléchi pendant un certain temps, finit par se rompre d'une manière violente.

On voit, par ce qui précède, que les deux hypothèses que l'on a déduites de la théorie du refroidissement conduisent également à admettre que les élévations du sol ont été produites par des soulèvements dont la majeure partie s'opère par des révolutions brusques. Si maintenant nous examinons l'état actuel de la partie de l'écorce du globe que nous connaissons, nous verrons que les choses sont précisément telles qu'elles doivent être, dans le cas où ces phénomènes auraient eu lieu; mais qu'il y a même des faits absolument impossibles à expliquer dans toute autre hypothèse.

Tel est notamment celui de la présence, à des altitudes de plusieurs milliers de mètres, de roches qui, renfermant des restes d'animaux marins, doivent avoir été formées sous les eaux de la mer. Or, quels que soient les phénomènes extraordinaires que l'on puisse supposer pour expliquer le séjour des eaux à une semblable hauteur, tels que le déplacement de la position astronomique du globe, ou l'existence d'une masse d'eau immensément plus considérable que celle qui existe actuellement, ces hypothèses sont tout à fait insuffisantes pour expliquer le fait qui nous occupe, depuis que l'étude de la géognosie nous a prouvé que les terrains tritoniens qui se trouvent à 2000 mètres de hauteur dans les Alpes se formaient sous la mer à la même époque où les plaines de la Bresse et celles des environs de Paris étaient couvertes par des lacs d'eau douce, dont les rivages étaient ombragés par des forêts de palmiers, habitées par une grande quantité d'animaux terrestres.

D'un autre côté, on conçoit que, si des montagnes étaient soulevées du fond de la mer, le double mouvement des masses

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

solides qui s'élevaient et des masses liquides qui tendaient à reprendre leur niveau a pu produire d'immenses inondations sur les terres découvertes et y transporter une grande quantité de débris. Le phénomène du soulèvement explique aussi de la manière la plus satisfaisante l'aspect déchiré de la plupart des sommets de montagnes, et la ressemblance que la plupart de nos vallées offrent avec des fentes et des crevasses.

971. Cette dernière considération nous conduit à parler de l'**origine des vallées**, l'une des questions les plus importantes et en même temps les plus controversées de la géologie; question que nous eussions été mieux à même d'étudier à la fin de cet ouvrage, mais dans laquelle les phénomènes diluviens jouent un si grand rôle, que nous avons cru préférable de la traiter en ce moment.

L'une des opinions qui ont été les plus répandues à ce sujet, c'est que tous ces enfoncements ont été creusés par les eaux; mais, si nous cherchons à reconnaître comment celles-ci ont pu produire de semblables résultats, nous trouverons que la théorie, aussi bien que l'observation de ce qui s'est passé depuis que l'état du globe est constaté par des monuments historiques, rendent cette opinion bien difficile à admettre.

En effet, l'eau ne peut couler que d'un point élevé vers un point plus bas; de sorte que, si toutes les vallées étaient le résultat du passage des eaux, elles auraient toutes la direction de la pente générale du sol, et l'on ne verrait jamais une rivière traverser une chaîne de montagnes plus élevées que la plaine où elle prend sa source; ce qui a cependant lieu dans un grand nombre d'endroits (52).

D'un autre côté, si nous examinons les effets que les eaux exercent maintenant sur les matières qui forment la croûte solide du globe, nous verrons que cette action ne se fait sentir, d'une manière prononcée, que sur les matières meubles ou friables qui se désagrégent facilement, et que tous les nouveaux lits que se creusent nos rivières sont toujours pratiqués dans des sables ou dans d'autres dépôts meubles, tandis que les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

monuments historiques nous apprennent que les fleuves les plus forts et les flots les plus fougueux se brisent depuis des milliers d'années sur certains rochers, sans leur avoir fait éprouver de changements sensibles; d'où il résulte que, si les vallées avaient été produites par l'érosion des eaux, elles se seraient établies bien plutôt dans les dépôts meubles que dans les masses cohérentes, ce qui est précisément le contraire de ce qui a lieu; car nous voyons non-seulement que les vallées les plus profondes et les mieux prononcées se trouvent toujours bordées de rochers escarpés très-cohérents, mais que ces mêmes vallées, ou plutôt les cours d'eau auxquels elles servent d'écoulement, sont arrêtés par des dépôts meubles qui les forcent, pour ainsi dire, à rebrousser chemin. C'est ainsi, par exemple, que le Rhône qui, de Genève à Saint-Genis, en Savoie, coule du nord au sud, au milieu de roches calcareuses très-cohérentes, change brusquement de direction, lorsqu'il rencontre les premières collines arénacées du Dauphiné, et rentre dans de hautes montagnes calcareuses qu'il traverse, en faisant un angle aigu avec sa première direction.

Ce même Rhône, ou plutôt le cours d'eau qui descend des Vosges dans la Méditerranée, et qui porte le nom de Saône et ensuite celui de Rhône, présente une autre circonstance, qui est tout aussi défavorable à l'hypothèse du creusement des vallées par les eaux; c'est que ce cours d'eau, au lieu de s'être frayé un chemin au milieu des dépôts meubles qui recouvrent la vaste plaine qui sépare le Jura et les Alpes des montagnes du centre de la France, suit, au contraire, le pied de ces montagnes, en s'introduisant, pour ainsi dire, dans leur intérieur, de manière que l'on voit à Tournus, à Lyon et à Tain, sur la rive gauche du cours d'eau, des collines composées des mêmes roches cohérentes qui constituent les montagnes qui bordent la rive droite. Or, si l'on fait attention à la facilité que les eaux auraient eue pour tourner autour de ces espèces de caps, et aux difficultés, pour ne pas dire à l'impossibilité, de leur part, de se creuser un lit au milieu de rochers très-cohérents, on demeurera convaincu que ces eaux, bien loin d'avoir creusé



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

un semblable lit, ont profité d'une ouverture qui se trouvait dans les massifs de rochers.

Le Danube et beaucoup d'autres fleuves offrent aussi la même disposition.

Une autre difficulté que plusieurs vallées, surtout celles des terrains primordiaux, présentent contre l'hypothèse de l'érosion, c'est l'existence des barres ou étranglements (37) qui donnent souvent aux vallées l'aspect d'une série de bassins unis par des défilés ou couloirs étroits, tandis que, la masse d'eau qui coule dans une vallée allant généralement en augmentant, les vallées faites par érosion doivent tendre à s'élargir continuellement, depuis leur origine jusqu'au point où elles se perdent dans une plaine ou dans la mer.

Nous pourrions citer aussi les lacs qui présentent des enfoncements plus profonds que les points où l'action érosive des eaux superficielles a pu s'étendre. A la vérité, on répondra qu'il est inutile de combattre l'opinion que les lacs n'ont pas été formés par cette action, puisque les géologues qui lui attribuent le plus d'importance, sentant qu'elle aurait dû combler les lacs plutôt que de les creuser, ont été obligés de chercher une autre origine à ces enfoncements; mais cette dernière circonstance est elle-même un argument contre le système qui voit l'effet de l'érosion dans toutes les vallées, puisque c'est avouer que ce système est insuffisant pour rendre raison de l'origine de certaines vallées; car les lacs ne sont que des vallées ou des bassins qui n'ont pas, comme les vallées ordinaires, une ouverture plus basse que la partie la moins élevée de leur fond.

Il s'agit donc de rechercher si l'étude des phénomènes qui se passent encore et de ceux qui se sont passés dans l'écorce solide de notre planète ne nous indique pas des causes plus propres à expliquer l'origine des vallées barrées et étranglées. Or ce que nous avons dit dans ce chapitre et dans le précédent, sur l'origine des montagnes et sur le mode de formation des roches, nous donne les moyens de concevoir facilement l'origine de ces vallées; ou plutôt, l'état de la plupart de nos

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

vallées, surtout de celles des contrées formées de couches inclinées, est une des plus grandes preuves que l'on puisse produire en faveur de l'hypothèse que les montagnes sont le résultat de soulèvements déterminés par une force agissant de bas en haut.

972. **Vallées d'écartement.**— On sent, en effet, que, si un massif de roches cohérentes a été fortement soulevé, il a dû non-seulement se fendre sur un grand nombre de points, mais ses parties ont dû souvent s'écarter et laisser, par conséquent, entre elles des fentes ou enfoncements bordés par des escarpements rapides ; tandis que, si la cause soulevante a agi sur des masses meubles, les éboulements n'auront pas permis aux fentes de s'établir ; ce qui explique pourquoi les cours d'eau traversent des montagnes élevées et rebroussent chemin devant de petites arêtes arénacées. On conçoit également que, dans le système de l'écartement, les flancs d'une vallée présentent un angle saillant vis-à-vis d'un angle rentrant, et qu'ils soient formés des mêmes couches, disposées dans le même ordre, puisque souvent ces flancs ne sont que les parois d'une fente pratiquée dans une même masse ; d'un autre côté, si la cause soulevante, au lieu d'agir de manière à former de longues fentes, n'a, pour ainsi dire, poussé que sur un point, il en sera résulté une espèce d'écartement circulaire qui aura produit de ces bassins et de ces cirques, d'une manière analogue à ce que M. de Buch nomme cratère de soulèvement (937).

L'écartement des masses minérales a dû aussi être occasionné par une cause agissant dans un sens différent de la force que nous supposons avoir donné naissance aux soulèvements. On a pu remarquer, en effet, par ce que nous avons déjà dit sur la formation des roches, que ces masses ont été plus chaudes et plus imbibées d'eau qu'elles ne le sont maintenant. Or on sait que le refroidissement et le desséchement produisent, sur les matières qui en subissent les effets, des retraits qui, pour les corps de même nature, sont dans la proportion du volume ; on sait également que, dès que les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

masses qui subissent ces retraits sont telles que la force de cohésion est surpassée par celles qui agissent dans d'autres sens, il se forme, dans ces masses, des fentes plus ou moins considérables, et on sentira aisément que, si le desséchement de la boue d'une petite mare produit quelquefois des fentes de plus d'un centimètre d'ouverture, le desséchement d'un dépôt qui couvre une contrée entière aura pu produire des écartements aussi larges que certaines vallées. Il est à remarquer aussi que ce genre d'écartement était dans le cas d'agir énergiquement sur une assise supérieure, tandis qu'il pouvait être insensible sur une assise inférieure : ce qui explique comment certaines vallées s'arrêtent à certain terrain, sans s'enfoncer dans le terrain inférieur.

973. **Vallées de plissement.** — On conçoit également que, quand la force soulevante agissait sur des masses assez flexibles pour plier plutôt que de se fendre, il devait se former des espèces de plis ou de rides, c'est-à-dire, des montagnes composées de couches qui s'élèvent d'un côté avec la pente de la montagne, qui se courbent au sommet et qui redescendent de l'autre côté avec une inclinaison en sens contraire, ainsi que nous l'avons déjà indiqué en parlant de la stratification arquée (603). Or, lorsque deux ou un plus grand nombre de ces plis se trouvent placés à côté les uns des autres, les dépressions qui les séparent forment aussi des vallées que l'on pourrait désigner par la dénomination de vallées de plissement; tel est le cas de beaucoup de vallées longitudinales, et notamment de plusieurs de celles qui séparent les chaînons du Jura.

974. **Vallées d'affaissements et origine des failles.** — Nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître (606) que l'écorce du globe est traversée par des failles, c'est-à-dire par des joints qui correspondent à un changement de niveau entre les massifs qui se trouvent des deux côtés du joint. Il est probable que cet effet s'est produit de diverses manières : c'est-à-dire que, dans certains cas, il y a eu, en même temps, soulèvement d'un massif et abaissement de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

l'autre; tandis que, d'autres fois, il y a eu soulèvement ou abaissement inégal, et enfin seulement un soulèvement ou un abaissement d'un des massifs. On concevra, en effet, facilement la production de semblables phénomènes, dès que l'on réfléchira à ce qui a été dit ci-dessus sur les effets des tremblements de terre et sur les conséquences des soulèvements dont nous venons de supposer l'existence. On sentira même que cette production est une conséquence nécessaire, lorsque l'on admet l'hypothèse que l'écorce du globe ressemble à une voûte imparfaite qui s'affaisse à mesure que se rétrécit le noyau liquide sur lequel elle repose (944).

Du reste, quels que soient la cause de l'origine et le mode de formation des failles, il est résulté, de ces phénomènes, des dérangements de niveau à la surface du globe, et les massifs qui se sont trouvés plus élevés que les massifs voisins ont formé comme des espèces de murs plus ou moins étendus. Or, ces murs faisant un obstacle pour l'écoulement des eaux, celles-ci ont été obligées de les suivre, et les failles ont, de cette manière, donné naissance à des vallées que l'on peut nommer d'affaissement, tant pour les distinguer de celles qui sont, en quelque manière, un résultat direct des soulèvements, que pour rappeler qu'il est possible et même probable que les affaissements ont joué un rôle dans la production de ces vallées *.

975. Ce qui se passe dans la nature actuelle nous porte à croire qu'il s'est aussi formé des **vallées** d'une manière analogue à cette espèce **de refoulement** qui a lieu dans les eaux courantes. On sait, en effet, que, quand des courants

* On a aussi admis de *véritables vallées d'affaissement*, c'est-à-dire que l'on a supposé que, deux failles s'établissant parallèlement et très-près l'une de l'autre, le massif compris entre ces deux failles s'affaissait tandis que les deux autres massifs opposés restaient en place. Je conçois très-bien la possibilité et même la probabilité de ce phénomène, mais je ne connais encore aucun lieu où son existence soit constatée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

rapides transportent des matières en suspension, ces matières se déposent en dehors du courant, au lieu de s'étendre uniformément en couches planes, comme celles qui se font dans des eaux tranquilles; c'est ainsi, par exemple, qu'il se forme, sur les bords d'une rivière gonflée, des espèces de bourrelets élevés au-dessus du fond du lit de la rivière, et que la présence, au milieu d'un cours d'eau, de quelque obstacle qui divisera le courant en deux branches suffira pour donner naissance à un dépôt qui, recevant des accroissements à chaque gonflement des eaux, deviendra, pour les temps ordinaires, une île élevée au-dessus du niveau des eaux, et, sauf ses dimensions, cette île sera une montagne isolée au milieu de deux vallées qui la séparent de deux chaînes de montagnes, c'est-à-dire des berges de la rivière.

Le phénomène du refoulement a lieu d'une manière encore plus sensible, lorsqu'il tombe de la neige par un grand vent, et les personnes qui voyagent dans de semblables moments ont souvent l'occasion de remarquer que, tandis qu'il ne se fixe pas de neige dans certains endroits frappés par le vent, il s'élève, à côté, d'épais massifs terminés par des plans verticaux et même en surplomb, d'une hauteur considérable. On remarque également que la présence d'un arbre ou d'un autre obstacle, divisant le courant de vent, devient l'origine d'un amas de neige qui s'élève comme une île entourée d'endroits sur lesquels le sol demeure à découvert. Or, si nous faisons aussi abstraction des dimensions, cette disposition de la neige nous donnera absolument l'idée de plateaux sillonnés par des vallées, et sur les bords desquels se trouvent des caps, des presqu'îles et des montagnes isolées.

Si, à ces phénomènes qui se passent dans un fluide élastique aussi rare que l'atmosphère, ou dans des amas de liquides aussi petits que nos fleuves, nous comparons ceux qui ont dû se passer dans de vastes mers, dont les eaux déposaient de puissantes couches minérales, nous sentirons que la force des courants a dû souvent refouler les matières de ces couches dans les endroits où l'eau était plus tranquille et, par consé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

quent, donner naissance à des collines et à des vallées plus ou moins considérables. Il est donc très-probable qu'il y a beaucoup de vallées de ce genre, nous pensons même que c'est la manière la plus plausible d'expliquer ces collines isolées et ces échancrures qui, dans certaines contrées, comme la partie nord-est du massif tertiaire de Paris, forment la bordure d'un plateau qui domine une plaine et dont les couches ont conservé leur position originaire, ou du moins ne paraissent pas avoir subi des dérangements suffisants pour expliquer le relief du pays.

976. **Vallées d'érosion.** — Du reste, nous sommes loin de prétendre que l'action érosive des eaux n'ait pas, de son côté, donné naissance à un grand nombre de vallées, soit pendant le déluge, soit après, soit avant cette catastrophe; on sent, en effet, que, dans les dépôts meubles ou dans ceux composés de couches peu cohérentes dans lesquelles les soulèvements, les affaissements ou les refoulements n'avaient pas tracé de voies pour les eaux, celles-ci ont fini par creuser leurs lits; mais les vallées creusées de cette manière ont des caractères différents des autres, c'est-à-dire qu'elles suivent exclusivement la pente générale du sol, qu'elles sont plus étroites et moins enfoncées dans leurs parties supérieures que dans leurs parties inférieures, et qu'elles ont dévié de leur direction par la rencontre d'un rocher tenace, de même que l'on fait dévier le cours de nos rivières en construisant des ouvrages destinés à préserver certaines parties de leurs bords.

D'un autre côté, nous avons fait voir que les soulèvements ont pu donner naissance à des dépressions en forme de bassins qui, n'ayant pas de débouché, ont dû naturellement se remplir d'eau. Or on sent que, dans certaines circonstances favorables, ces amas d'eau se seront creusé des couloirs à travers les digues qui les séparaient des sols inférieurs *.

* Il n'y a pas longtemps encore que je considérais toutes les vallées des pays plats en couches horizontales comme étant le résultat d'érosions;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

977. **Confusion dans les causes originaires des vallées.** — On voit, par ce qui précède, que les diverses causes auxquelles nous attribuons l'origine des vallées ont été dans le cas d'agir dès les temps les plus reculés, et qu'elles n'ont pas encore cessé entièrement; d'où l'on sent que ces diverses causes, agissant soit successivement, soit simultanément sur une même contrée, ont dû confondre leurs résultats, de ma-

---

mais M. Dumont a fait voir en 1837 (*Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, p. 473) que les vallées de la Hesbaye devaient leur origine à des failles. Depuis lors, ayant fait un travail sur le classement des vallées de ces contrées (*Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, p. 113), j'ai remarqué que les principaux cours d'eau qui traversent la Flandre et le Brabant, notamment la Lys, l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle et la Gette, présentent généralement la même direction. Or, quand on fait attention à la facilité avec laquelle le moindre obstacle fait dévier le cours d'une eau qui se fraye un lit, on sentira qu'il est bien difficile qu'une semblable uniformité soit le résultat de simples érosions, et, si l'on ajoute que la direction de ces cours d'eau est aussi à peu près parallèle à celle de la côte de Flandre, on ne peut, pour ainsi dire, plus douter que ces lignes ne soient le résultat de dislocations du sol.

Il y aurait peut-être lieu d'ajouter, aux cinq espèces de *vallées* indiquées ci-dessus, celles qui doivent leur origine aux *éruptions* ou éjaculations de matières liquides et solides, qui sont poussées de l'intérieur de la terre par des phénomènes analogues à ceux des volcans. On conçoit, en effet, que, quand les laves sortent des volcans, elles ne sont pas ordinairement assez fluides pous s'étendre sur le sol comme une nappe d'eau, mais qu'elles forment des espèces de bourrelets ou d'éminences longitudinales plus ou moins élevées, que l'on appelle coulées Or on sent que ces coulées peuvent donner naissance à des vallées, soit en se ramifiant par la rencontre de quelque obstacle, soit en se plaçant l'une à côté de l'autre, soit en s'étendant au milieu d'une vallée qui se trouverait de cette manière divisée en deux. Les éjaculations de matières sèches, en élevant de nouvelles éminences, sont aussi dans le cas de former de nouvelles vallées; mais les enfoncements qui résultent de ces circonstances sont, en général, tellement circonscrits, qu'il me semble que l'on peut se dispenser de faire figurer les éruptions parmi les modes généraux de formation des vallées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

nière qu'il est souvent très-difficile de reconnaître quel est celui des divers modes de formation qui a donné naissance à certaines vallées. Tel serait, par exemple, le cas d'une contrée où il y aurait eu originairement beaucoup de vallées de refoulement, qui aurait ensuite été fortement plissée, où des soulèvements postérieurs auraient produit de nombreuses fractures avec écartement et occasionné dans les eaux de grands mouvements qui auraient opéré de fortes érosions.

978. **Diverses époques de soulèvement.** — Maintenant que nous avons fait voir qu'il est très-probable que le déluge est le résultat du soulèvement d'une partie de la croûte du globe qui était couverte par les eaux, nous devons nous faire la question de savoir s'il n'y a eu qu'un seul soulèvement de ce genre, ou s'il y en a eu plusieurs, et, dans ce dernier cas, quel est celui qui a donné lieu à l'inondation diluvienne; ou, en d'autres termes, quelles sont les montagnes dont l'exhaussement a produit ce déplacement des eaux. Il y a peu d'années encore que la première de ces questions ne pouvait être traitée que théoriquement, et que l'on n'aurait, pour ainsi dire, pas osé penser à la seconde; mais les progrès que la géologie a faits dans ces derniers temps ont non-seulement démontré que l'observation, d'accord avec la théorie, prouve qu'il y a eu plusieurs soulèvements successifs, mais ont même rendu très-fondé l'espoir que l'on parviendra un jour à déterminer l'époque relative de l'exhaussement de chaque chaîne de montagnes.

Les considérations sur lesquelles ces recherches sont fondées exigent, pour être bien appréciées, la connaissance de plusieurs faits qui feront plus particulièrement le sujet du chapitre suivant; mais, comme la réponse aux deux questions ci-dessus forme une partie importante de l'histoire du déluge, nous ne pouvons nous dispenser de faire connaître ici les bases sur lesquelles est établie cette nouvelle et importante branche de la géologie.

979. Ce que nous avons déjà dit de la structure de la croûte du globe et des phénomènes qui s'y passent suffit pour nous

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

avoir appris qu'une grande partie des roches qui composent cette croûte ont été formées dans un liquide. On sent, en conséquence, que, sauf quelques ondulations résultant de la forme du sol sur lequel ces roches se déposaient, elles ont dû s'étendre par couches horizontales, et qu'il est impossible que ces couches se soient déposées originairement en surplomb, et même dans une position verticale ou fortement inclinée, de sorte que les couches qui ont pris des positions de ce genre les doivent évidemment à des catastrophes postérieures à l'époque de leur formation, et, d'après ce que nous avons dit, ces catastrophes doivent avoir été des soulèvements ; nous avons aussi eu l'occasion de faire voir que la majeure partie de la croûte du globe se compose de diverses associations de roches successivement superposées l'une à l'autre, et que l'on voit quelquefois des assises horizontales reposer en stratification discordante sur des assises inclinées. Or on concevra aisément que, dans ce cas, ces dernières assises étaient déjà redressées lorsque les autres ont éte formées : c'est ainsi, par exemple, que, dans une contrée comme les pays entre l'Escaut et la Roër, où l'on voit du terrain crétacé en couches horizontales reposer sur du terrain houiller en couches inclinées, on peut dire que ce dernier a été remué entre l'époque de sa formation et celle du terrain crétacé, tandis que, dans les Alpes, où l'on voit la molasse tritonienne et le lignite nymphéen en couches fortement inclinées, on peut dire que le soulèvement a eu lieu après la formation de ces roches; d'où l'on voit que, si ce soulèvement n'est pas celui qui a occasionné l'inondation diluvienne, il en est au moins fort peu éloigné.

980. Des considérations d'une autre nature ont encore porté M. Élie de Beaumont à pousser plus loin les rapprochements de ce genre. Nous avons déjà fait connaître (946) que ce savant géologue suppose que, par l'effet du refroidissement, la masse intérieure du globe prenait un diamètre plus petit que son écorce, ce qui forçait celle-ci de se rider, et que ce phénomène se faisait par des révolutions brusques. Or il a paru à M. de Beaumont que la loi de simplicité qui préside à toutes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les opérations de la nature devait donner à toutes les rides qui se formaient par une même révolution une direction parallèle à un même grand cercle de la terre, d'où il résulterait que toutes les montagnes formées à la même époque devraient avoir la même direction. Partant de cette idée, M. de Beaumont a fait des recherches qui lui ont paru confirmer ses prévisions et qui lui ont prouvé, dit-il, que les montagnes dont on reconnaît que le soulèvement s'est opéré à la même époque ont effectivement la même direction, et que les chaînes dans lesquelles on voit des directions différentes ont été formées par des soulèvements différents.

C'est ainsi que la chaîne des Alpes, par exemple, présentant deux directions différentes, savoir : celle de la partie orientale ou principale, de la Hongrie au Mont-Blanc, dirigée de l'est ¼ nord-est à l'ouest ¼ sud-ouest, et celle de la partie occidentale, de Zurich à Marseille, dirigée du nord-nord-est au sud-sud-ouest, M. de Beaumont en conclut que cette chaîne a été formée à deux époques différentes. Il a, en conséquence, cherché à reconnaître des dépôts qui, relevés par l'une de ces révolutions, n'auraient point été atteints par l'autre, et, comme ces deux portions des Alpes offrent également des dépôts tertiaires en couches inclinées, ce ne pouvait être que dans les derniers termes de ce groupe que l'on devait trouver des traces de cette distinction. Aussi M. de Beaumont a effectivement reconnu que les dépôts de transport contenant des débris d'éléphants et de rhinocéros qui sont placés au pied occidental des Alpes peuvent se distinguer en deux systèmes différents : l'un, tout à fait superficiel, qui n'est dérangé dans aucune partie de la contrée, et qui a été transporté par les eaux qui coulaient dans le même sens que les eaux actuelles ; l'autre, inférieur, que M. de Beaumont appelle *limon caillouteux de la Bresse*, et qu'il considère, d'après la disposition de ses masses et la nature des cailloux, comme ayant été déposé dans de grands lacs, dont l'un occupait la vaste plaine de la Bresse, et dont les eaux s'écoulaient dans la direction actuelle du Rhin ou du Danube. Or ce dépôt, qui n'est nullement dérangé dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

le voisinage des montagnes dirigées du nord-nord-est au sud-sud-ouest, présente des couches inclinées dans le voisinage du Vantoux, du Léberon et de la Sainte-Baume; faits qui annoncent qu'il est postérieur au soulèvement des Alpes occidentales, mais qu'il est antérieur à celui du Vantoux, du Léberon et de la Sainte-Baume; et, comme ces montagnes ont, de même que les Alpes orientales, la direction de l'est 1/4 nord-est à l'ouest 1/4 sud-ouest, M. de Beaumont en tire la double conséquence qu'elles doivent leur origine à une même révolution, et que cette révolution a eu lieu lorsque les éléphants habitaient le sol de nos contrées.

Ce genre de recherche a porté M. Élie de Beaumont à distinguer treize époques de soulèvement que nous allons indiquer d'une manière sommaire.

Le treizième de ces soulèvements aurait produit la *chaîne des Andes*, qui traverse une grande partie du continent américain dans la direction du nord au sud, et qui, avec sa grande quantité de soupiraux volcaniques, « forme, dit M. de Beaumont, le trait le plus étendu, le plus tranché et, pour ainsi dire, le moins effacé de la configuration actuelle du globe. »

Les douzième et onzième soulèvements correspondraient respectivement aux *Alpes orientales* et aux *Alpes occidentales* dont nous venons de parler. M. de Beaumont range, avec les premières, plusieurs des chaînes de l'Espagne, les Balkans, la partie centrale du Caucase, l'Himalaya, l'Atlas, etc.; et avec les secondes, le Kiœlfield, en Scandinavie, les côtes occidentales de Barbarie, etc.

Le dixième soulèvement aurait produit les montagnes *sardo-corses*, ainsi que diverses autres élévations également dirigées du nord au sud, telles que celles qui, dans le centre de la France, bordent les vallées de la Limagne d'Auvergne, de la Haute-Loire et de la Bresse, quelques rameaux des montagnes d'Italie, de Slavogrèce et du Liban.

Le neuvième soulèvement, que M. de Beaumont place entre la formation des terrains secondaires et tertiaires, aurait donné naissance à la chaîne des *Pyrénées*, ainsi qu'aux chaînons des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Apennins dirigés parallèlement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, à plusieurs rameaux ou chaînons, qui se remarquent dans l'Allemagne, la Hongrie, la Slavogrèce, dans l'Atlas, dans la chaîne du mont Carmel, en Syrie, dans le Caucase, peut-être la chaîne des Ghattes, dans l'Hindoustan, celle des Alleghanys, dans l'Amérique septentrionale.

Le huitième soulèvement aurait produit les élévations que M. de Beaumont nomme *système du mont Viso*, lesquelles sont dirigées du sud-sud-est au nord-nord-ouest et qui comprennent, outre le mont Viso, une série de crêtes qui courent des environs de Nice à ceux de Lons-le-Saulnier, élévations qui paraissent avoir été soulevées entre la formation de l'étage supérieur et de l'étage moyen du terrain crétacé.

Le septième soulèvement aurait eu lieu entre la formation du terrain crétacé et celle du terrain jurassique, et aurait donné naissance à une série d'accidents dirigés du nord-ouest au sud-ouest, et notamment au mont Pilas, dans le Forez, à la *Côte-d'Or*, en Bourgogne, à plusieurs chaînons du Jura, aux Cévennes, à l'Erzgebirge, etc.

Le sixième soulèvement, qui aurait eu lieu entre la formation du terrain jurassique et celle du terrain triasique, aurait produit le redressement des couches d'un système de montagnes, qui comprend notamment le *Morvan*, le *Thüringerwald* et le *Bœhmerwald*, montagnes qui sont, en général, dirigées du nord-ouest au sud-ouest.

Le cinquième soulèvement, qui se serait opéré entre la formation du grès de Nebra et celle du grès des Vosges, aurait donné naissance aux montagnes qui bordent la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence, d'où M. de Buch les a appelées *système du Rhin*, et qui sont dirigées du nord-nord-est au sud-sud-ouest *.

---

* Je suis loin de prétendre qu'il n'y ait point eu de révolution dans les contrées du Rhin vers la fin de la période où s'est déposé le grès des Vosges; mais je suis porté à croire, ainsi que j'ai essayé de le démon-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Le quatrième soulèvement aurait donné naissance à des accidents que M. de Beaumont appelle *système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles*, parce qu'il a disloqué les couches de terrain houiller qui se dirigent de l'est à l'ouest, depuis les environs d'Aix-la-Chapelle jusqu'aux petites îles de la baie de Saint-Bride, dans le pays de Galles. Cette révolution n'a point agi sur les dépôts de l'étage supérieur du terrain pénéen qui se trouve dans les environs de Bristol ; mais, comme les systèmes qui en ont subi les effets ne sont point en contact avec l'étage inférieur de ce groupe, M. de Beaumont suppose que cette révolution a eu lieu entre la formation du grès des Vosges et celle du *Todtliegende*.

Le troisième soulèvement, qui paraît avoir agi entre la formation du terrain pénéen et celle du terrain houiller, a formé dans le terrain houiller du *nord de l'Angleterre* une série d'accidents dirigés parallèlement du nord au sud, en s'écartant d'environ 5° vers l'ouest et l'est.

La deuxième révolution, qui aurait eu lieu entre la formation du terrain houiller et celle du terrain dévonien, aurait donné naissance à des accidents que M. de Beaumont appelle *système des ballons des Vosges et des collines du Bocage du Calvados*, parce qu'il lui attribue le soulèvement d'une partie des Vosges, notamment de deux cônes accolés l'un à l'autre, que l'on appelle ballon d'Alsace et ballon de Comté, ainsi que celui d'une

---

trer ailleurs (*Bulletin de la Société géologique de France*, tome VI, page 51), que la grande fracture qui a formé la plaine qui s'étend de Bâle à Mayence et qui a séparé les Vosges du Schwarzwald et la Hardt de l'Odenwald est moins ancienne que l'époque dont il s'agit, et je fonde cette opinion sur ce que des lambeaux de terrain jurassique se trouvent en couches très-inclinées sur les flancs de ces montagnes, comme si ces lambeaux s'étaient éboulés sur les bords de l'escarpement. D'un autre côté, la plaine renfermant des dépôts tertiaires en couches horizontales, il est bien probable que la fracture s'est opérée entre la formation du terrain jurassique et celle des terrains tertiaires.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

partie des collines du Bocage de la basse Normandie, également dirigées de l'ouest ¼ nord-ouest à l'est ¼ sud-est.

Enfin la première révolution aurait relevé les couches du *West-Moreland* et du *Hundsrück*, dirigées du nord-est ¼ est au sud-ouest ¼ ouest, et qui auraient subi cette action avant la formation du terrain dévonien.

981. D'un autre côté, M. Leblanc * pense que, quand la contraction du noyau central de la terre a déterminé la formation, dans l'écorce solide, d'un pli selon un grand cercle, la formation de ce pli seul ne peut satisfaire entièrement à la condition, qui veut que l'écorce flexible suive tous les mouvements du noyau central, mais qu'il faut que le pli soit suivi par un autre qui lui soit perpendiculaire; d'où il résulte qu'un premier pli dans une direction sera suivi d'un second pli perpendiculaire au premier; quant au troisième, il pourra se rapprocher plus ou moins de la direction du premier, mais devra être suivi d'un quatrième qui lui soit perpendiculaire et ainsi de suite. En appliquant cette manière de voir aux treize soulèvements de M. Elie de Beaumont, on trouve que le premier est sensiblement perpendiculaire au second, le troisième au quatrième, le cinquième au sixième, le septième au huitième, le neuvième au dixième, le douzième au treizième, quant au onzième, il est loin d'être perpendiculaire au douzième, qui, comme on vient de le dire, est perpendiculaire au treizième, ce qui a fait soupçonner à M. Leblanc qu'il y a eu, entre le soulèvement des montagnes sardo-corses et celui des Alpes occidentales, un autre soulèvement; et il est très-remarquable que des considérations d'autres natures viennent de conduire M. Raulin au même résultat.

982. **Montagnes dont le soulèvement a produit le déluge.** — Ce que nous venons de dire fait connaître que M. Élie de Beaumont est porté à voir dans l'apparition des Andes la cause de la terrible inondation dont nos monuments

* *Bulletin de la Société géologique de France*, XII, 140.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

historiques ont consacré le souvenir sous le nom de déluge ; et on conçoit, en effet, que le soulèvement d'une chaîne de montagnes aussi étendue et aussi élevée ait pu occasionner aux eaux de la mer une agitation suffisante pour qu'elles vinssent inonder les autres continents. Mais, d'un autre côté, aucune observation, jusqu'à présent, n'a porté à croire que cette inondation, qui aurait dû arriver en Europe dans la direction de l'ouest à l'est, y ait formé des dépôts importants, tandis que la nature et la forme de la plupart des dépôts diluviens supérieurs de l'Europe et de l'Asie annoncent, au contraire, que ces dépôts partent des grandes chaînes de montagnes rapportées aux douzième et onzième soulèvements de M. Beaumont.

983. **Matières qui ont occasionné ces soulèvements.** — Une autre question se présente maintenant : c'est de savoir si ces soulèvements ont concouru avec l'éjaculation de dépôts plutoniens. On a cru, en effet, que le soulèvement des Andes était le résultat de l'éjaculation des trachytes, que celui des Alpes orientales était dû au terrain porphyrique noir, et que c'était au terrain porphyrique vert que l'on devait attribuer le soulèvement des Alpes occidentales. Nous sommes loin de contester ces rapprochements ; mais nous ferons remarquer que les observations qui ont eu lieu, depuis qu'ils ont été faits, tendent à les infirmer plutôt qu'à les confirmer. C'est ainsi que, d'après M. Boussingault *, il y a lieu de croire que les trachytes des Andes, au lieu d'avoir été les agents du soulèvement, ont été eux-mêmes fracturés et soulevés lorsque ces montagnes ont pris leur relief actuel. D'un autre côté, MM. Studer ** et Hoffmann *** ont fait, dans les environs de Lugano, des observations qui annoncent que le porphyre noir de cette localité aurait été poussé au jour avant

---

* *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, p. 84.

** *Ibidem*, pag. 54.

*** *Ibidem*, pag. 103.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la formation du calcaire qui l'avoisine et qui constitue une grande partie de cette portion des Alpes. L'idée de faire concorder les grands soulèvements de montagnes avec l'éjaculation de puissants dépôts plutoniens a quelque chose de séduisant au premier abord; mais, lorsque l'on y réfléchit plus attentivement, on sent que, quand les matières qui poussent de bas en haut parviennent à se faire jour au travers des masses qui les recouvrent, leur action soulevante doit devenir à peu près nulle; de sorte qu'il paraît assez probable que le soulèvement des hautes montagnes n'a pas été accompagné de l'éjaculation de dépôts plutoniens, et que les grandes éjaculations de ce genre n'ont pas produit de hautes montagnes.

984. Cette considération nous conduit à faire remarquer la **différence** qui existe **entre les éruptions volcaniques et la formation des dykes et des culots**; nous avons déjà dit (970) que les éruptions n'avaient dû commencer que quand la croûte du globe était devenue assez épaisse pour que l'action des phénomènes qui se passaient en dessous ne pût la fendre ou la soulever, de même que la charge d'une arme à feu ne s'échappe par le canon qu'autant que les parois offrent plus de résistance que la bourre, et cette opinion est appuyée par la circonstance que l'on ne connaît pas de véritables cratères d'éruption dont l'antériorité aux derniers dépôts tertiaires soit bien constatée. On a objecté, à la vérité, que ces cratères avaient été détruits par les inondations diluviennes, mais une destruction aussi complète n'est nullement probable. Toutefois, si les éruptions volcaniques n'ont dû commencer qu'après que les grands soulèvements étaient devenus impossibles, ce n'est pas une raison pour qu'il n'y ait pas quelques rapports entre ces phénomènes; car on sent que les grandes lignes de fractures opérées par les soulèvements avaient, en quelque manière, préparé les canaux par où pouvaient s'échapper les matières des éruptions et que les lignes fraîchement brisées devaient offrir beaucoup plus de facilité pour les éruptions que les fractures plus anciennes où les décombres avaient déjà eu le temps de se tasser; ce qui expli-



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

querait pourquoi les volcans sont si fréquents dans les Andes. D'un autre côté, la théorie, aussi bien que l'observation, nous conduit à admettre qu'avant que l'épaisseur de l'écorce du globe donnât naissance aux éruptions proprement dites, les éjaculations des matières intérieures qui étaient poussées vers le jour ne devaient se faire que par voie d'injection et d'épanchement, ce qui a donné naissance aux dykes et aux nappes superficielles que nous présentent les terrains basaltique, trachytique et porphyrique.

985. Si maintenant nous recherchons quelle a dû être, dans cette série d'hypothèses, l'**époque la plus favorable à la production des hautes montagnes**, nous trouverons que c'est précisément celle des derniers soulèvements ; car, dans les commencements de la consolidation, la croûte du globe, trop mince pour opposer une grande résistance, devait se rompre au moindre effort, et les matières qui poussaient de bas en haut, se trouvant mises de suite au jour, pouvaient se répandre à la surface, tandis que plus la croûte du globe est devenue épaisse, plus son soulèvement aura donné lieu à des élévations considérables. Or il est bien remarquable que cette considération, purement théorique, conduit au même résultat que des observations fondées sur un tout autre ordre de faits, et que les unes et les autres concourent à faire considérer les montagnes les plus élevées comme étant les plus nouvelles, rapprochement d'autant plus favorable à l'hypothèse de la formation des montagnes par voie de soulèvement, que les autres hypothèses que l'on a faites pour expliquer l'origine de ces élévations conduisaient à admettre que les montagnes les plus élevées étaient les plus anciennes.

986. **Émersion des plaines.** — Nous devons, toutefois, faire remarquer, à cette occasion, que l'on ne doit pas prendre ce que nous avons dit ci-dessus, sur les rapports des couches inclinées avec les soulèvements, dans un sens qui porterait à croire que les couches horizontales n'ont pas éprouvé d'exhaussement; nous avons seulement dit que, quand on voit des couches horizontales reposer sur des couches inclinées,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

on doit en conclure que ces dernières avaient déjà été relevées lorsque les autres ont été déposées; mais il ne s'ensuit pas que celles-ci n'aient point aussi éprouvé l'effet des soulèvements; au contraire, ce que nous avons dit de l'état de l'écorce du globe, de la cause des soulèvements et de l'origine des failles fait concevoir que si, dans certains lieux, il y a eu des relèvements brusques et même des renversements, il est d'autres endroits où il n'y a eu que l'exhaussement lent de quelques-unes des pièces séparées, ou voussoirs, qui composent l'écorce du globe (695), sans d'ailleurs que la position, par rapport à l'horizon des couches qui composent ces pièces, soit sensiblement dérangée. Or c'est à ce phénomène que nous semble devoir être attribuée l'émersion des plaines et des autres parties des terres, dont les couches ont conservé une position à peu près horizontale.

987. Si nous cherchons maintenant à connaître quel était l'**état du globe au moment du délugé**, nous sentirons bientôt que sa division en terres et en eaux tient à des circonstances trop variables pour que nous puissions dire positivement si les continents de cette époque avaient les mêmes formes que ceux d'aujourd'hui. Cependant, si, comme on l'a supposé ci-dessus, le déluge historique était dû au soulèvement des Andes, la configuration du sol de l'Europe devait déjà être à peu près telle qu'elle est actuellement, puisque l'on considère toutes ses chaînes de montagnes comme antérieures à celle des Andes.

D'un autre côté, la grande quantité d'animaux et de végétaux terrestres qui se trouvent dans le terrain diluvien, et leurs rapports avec ceux qui existent actuellement, portent également à croire que les terres qui correspondent à nos continents avaient, lors de la formation de ce terrain, des dimensions qui les rapprochaient de l'ordre de choses actuel. On a vu, toutefois, que, dans nos zones tempérées et glaciales, les animaux diluviens ressemblaient beaucoup plus à ceux qui vivent actuellement dans la zone torride qu'à ceux qui habitent maintenant sur les lieux, ce qui porterait à croire que nos contrées jouissaient alors d'une température plus élevée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Cependant il ne faut pas perdre de vue que ce rapprochement n'est pas aussi marqué que les noms génériques des animaux semblent l'indiquer; car ces animaux, appartenant à des espèces différentes, pouvaient bien avoir supporté des températures plus froides que leurs congénères actuels; et c'est ce que prouve l'éléphant de la Léna, sur lequel on a trouvé de longs poils et du duvet. Toutefois la seule présence de ces énormes animaux herbivores dans une contrée maintenant couverte de glaces, comme le nord de la Sibérie, est une présomption bien forte en faveur du refroidissement du globe. Si on objectait qu'un déluge n'a pu faire changer brusquement la température qui régnait dans nos zones septentrionales, nous répondrions que rien, dans notre hypothèse, ne force à admettre ce changement brusque; car on conçoit aisément que les êtres vivants établis dans une contrée aient pu s'y conserver longtemps après que la température de cette contrée leur était devenue moins convenable; tandis que le repeuplement, qui aura eu lieu après la catastrophe, se sera mis complétement en harmonie avec la température qui régnait alors. D'un autre côté, il n'est point impossible qu'une révolution, telle que nous supposons avoir été le déluge, ait changé brusquement le climat d'une contrée; car on a pu voir, par ce que nous avons dit de la température de la terre (835 à 845), que quelques mètres d'altitude de plus, ou qu'une exposition différente, ou la direction de quelques courants exercent souvent sur la température d'un lieu une influence plus considérable que plusieurs degrés de latitude. On sent donc, pour ne pas quitter l'exemple cité ci-dessus, qu'il est très-possible que le soulèvement des immenses chaînes du centre de l'Asie ait non-seulement donné aux eaux une impulsion suffisante pour inonder toutes les plaines de la Sibérie, mais aussi qu'il les ait élevées à un niveau supérieur à celui qu'elles avaient auparavant, en même temps qu'il leur donnait l'exposition vers le nord qu'elles ont maintenant, et qu'il établissait un obstacle à ce que les vents chauds du midi continuassent à souffler sur cette contrée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Il est possible aussi que cette partie de la croûte du globe ait éprouvé, lors de cette révolution, dans sa structure et même dans sa nature, des changements qui l'aient rendue plus propre au rayonnement de la chaleur, et aient, par conséquent, donné lieu à la température excessive qui caractérise maintenant cette région. D'où l'on voit que le soulèvement des chaînes de l'Asie centrale a pu non-seulement occasionner la destruction de tous les animaux terrestres qui vivaient en Sibérie, mais encore changer brusquement la température de cette vaste région.

988. Il nous reste à examiner jusqu'à quel point on peut déterminer géologiquement l'**époque où le déluge a eu lieu**, et si l'homme existait déjà à cette époque. Quant à cette dernière considération, on sent que l'on ne pourrait se prévaloir contre le rapprochement du déluge historique avec le soulèvement des Andes de la circonstance que l'on n'aurait pas encore trouvé de traces de l'existence de l'homme dans le terrain diluvien bien constaté; car, outre que ce n'est là qu'un fait négatif, nous avons déjà eu l'occasion de donner à entendre que l'inondation produite par le soulèvement des Andes ne devait pas avoir formé de dépôts importants dans les régions où l'on a principalement étudié le terrain diluvien, de sorte que les effets de cette inondation ne doivent pas s'y distinguer maintenant des alluvions modernes. D'un autre côté, l'espèce humaine, qui ne paraît pas avoir été jamais douée d'une grande force reproductive, comparativement à la plupart des animaux, n'a probablement pas été très-nombreuse dans les premiers temps de son existence, et, s'il existe encore de vastes solitudes à la surface de la terre, il est permis de supposer qu'il en existait incomparablement davantage dans les premiers temps de l'existence de l'homme.

Quant à l'époque absolue du déluge, nous connaissons encore trop peu les Andes pour pouvoir en tirer une conséquence de ce genre; mais, si nous examinons, dans les Alpes, les résultats des actions qui ont dû commencer lorsque ces montagnes ont eu pris leurs formes actuelles, telles que la forma-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tion des éboulis ou talus des montagnes, et celle des moraines des glaciers ; si nous étudions les atterrissements formés par nos rivières actuelles, et si nous prenons en considération que les talus et les atterrissements devaient se faire bien plus rapidement lorsque les escarpements étaient plus abruptes qu'ils ne sont maintenant, nous serons portés à conclure, avec les Deluc, les Cuvier, les Buckland, que les révolutions qui ont donné à ces montagnes leurs formes actuelles, et à ces fleuves le cours qu'ils ont maintenant, ne remontent pas à des époques excessivement reculées; de sorte que la distance de quatre mille ans du moment actuel, que la Genèse donne à son déluge, pourrait fort bien s'accorder avec les conséquences tirées de l'étude des chronomètres naturels, d'autant plus que le soulèvement des Andes a pu être beaucoup postérieur à celui des Alpes.

989. **Origine des blocs erratiques.** — Ce que nous venons de dire du déluge ou plutôt des révolutions qui, en déterminant de violents mouvements des eaux, paraissent avoir donné naissance aux dépôts caillouteux ou diluvion proprement dit (671), montre qu'il est très-difficile de concevoir que ces phénomènes aient également produit tous les autres dépôts dont nous avons parlé à l'article du terrain diluvien.

On a notamment contesté aux eaux la faculté d'avoir pu transporter les blocs erratiques dans tous les lieux où ils se trouvent actuellement. En effet, on conçoit difficilement, dans cette hypothèse, comment ces blocs ont pu traverser les enfoncements qui les séparent des lieux d'où l'on suppose qu'ils proviennent, et comment, entre autres, la mer Baltique et la vallée de l'Aar n'ont pas arrêté les blocs de la basse Allemagne et ceux du Jura que diverses circonstances rappelées ci-dessus (672) annoncent venir, les premiers, de la Scandinavie, les seconds des Alpes de la Suisse.

On ne peut pas supposer non plus que les blocs du Jura aient été amenés avant le soulèvement de cette chaîne de montagnes ; ce dernier phénomène étant antérieur à l'arrivée des blocs. On a donc dû chercher d'autres explications, du moins

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pour certains cas particuliers, et l'on a notamment recouru à l'action des glaces qui auraient transporté les blocs, soit comme des radeaux à la manière des glaces flottantes que nous voyons dans les mers polaires ou dans les débâcles de nos rivières, soit à la manière des glaciers (920).

On conçoit, en effet, pour ce qui concerne la première de ces hypothèses, que des éboulements et même des inondations ont pu déposer des blocs sur des glaces fixes qui, se détachant ensuite, se seraient élevées avec la surface des eaux et auraient transporté ces blocs sur les points où elles seraient venues échouer. Mais M. Bayfield *, qui a souvent vu des blocs transportés de cette manière sur les lacs du Canada et sur le fleuve Saint-Laurent, fait rentrer l'origine de ce transport dans un phénomène beaucoup plus général ; car il a remarqué que les glaces qui se forment sur le fleuve enferment les blocs reposant sur ces bords ou sur les hauts-fonds, d'autant plus aisément que les eaux sont ordinairement fort basses à cette époque, de sorte que ces blocs sont ensuite soulevés avec les glaces lorsque la fonte des neiges augmente le volume des eaux.

Cette explication rend bien raison du transport et de la dispersion des blocs qui se trouvent dans les plaines; car il suffit, par exemple, pour concevoir la présence des blocs de Scandinavie dans la grande plaine de l'Europe, de supposer une époque où la mer Baltique baignait le pied du Harz et du Valdaï, supposition qui est attestée par la présence de coquilles marines dans ces plaines. Mais elle semble tout à fait insuffisante pour expliquer le transport des blocs qui reposent sur des montagnes élevées; aussi MM. Venetz **, de Charpentier*** et Agassiz ****

---

* Société géologique de Londres, 6 janvier 1836.

** *Annales des mines*, 1835, v. 219.

*** *Essai sur les glaciers et le terrain erratique* 1841 : *Bib. univ. de Genève*, 1842 ; XXXIX, 327.

**** *Études sur les glaciers.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

attribuent ce transport aux glaces, et citent à l'appui de cette hypothèse plusieurs faits très-importants, notamment la disposition des blocs en digues parallèles où les gros blocs sont mélangés avec des cailloux, du gravier et du sable, comme dans les moraines; les surfaces polies que présentent les rochers voisins des points où se trouvent les blocs, et qui ressemblent à celles que l'on voit près des glaciers actuels; les cavités perpendiculaires que l'on voit aussi dans les rochers sur lesquels reposent les blocs, et qui ressemblent à celles que font les eaux qui se précipitent à travers les fentes des glaciers actuels, etc.

On sent, en effet, que, si les glaciers des Alpes ont été beaucoup plus considérables qu'ils ne sont maintenant, ils ont pu traverser la vallée de l'Aar et remonter jusqu'à une certaine hauteur sur le Jura. On conçoit également que, au moyen de ces glaciers, on rendrait raison d'une circonstance que présentent les montagnes de la Scandinavie et les collines de la Finlande, où la surface des roches cohérentes est polie et présente des stries en divers sens non-seulement dans la direction qu'ont dû suivre les blocs, mais aussi sur les pentes des montagnes qui regardent le nord; de sorte que l'on a été obligé, dans l'hypothèse des simples courants, de supposer que le grand courant diluvien venait de points plus septentrionaux; mais, en admettant l'existence de ces courants et en supposant que l'obstacle que leur présentait la chaîne des dofrines ne les ait pas fait dévier vers l'est et vers l'ouest, on conteste à des courants d'eau la faculté de produire les surfaces polies et striées dont il s'agit, lesquelles se conçoivent fort bien par l'existence de glaciers qui ont dû descendre sur le versant septentrional aussi bien que sur le versant méridional des dofrines; mais la difficulté est de se rendre raison de la cause qui pouvait donner cette grande extension aux glaciers, tandis que, ainsi que nous l'avons déjà indiqué et ainsi qu'on le verra encore par la suite, l'étude du globe annonce un refroidissement successif. M. Agassiz, pour expliquer ce fait, suppose que le refroidissement n'a pas été uniforme, mais que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

la terre, par suite de circonstances étrangères à son état intérieur, a eu des périodes de grands froids entre des périodes de températures plus élevées. Nous ne contesterons pas la possibilité d'un semblable état de choses ; mais, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le faire remarquer, nous pensons que l'on ne doit recourir, pour l'explication des phénomènes anciens, qu'à des hypothèses qui s'appuient sur ce que nous observons encore de nos jours, et rien dans l'état actuel des choses ne nous conduit à ce résultat. M. de Charpentier, qui, par la manière dont il conçoit l'origine des glaciers (914), a plutôt besoin d'une température humide que de l'intervention de très-grands froids pour donner à ces amas de glaces une étendue bien plus grande que celle qu'ils ont maintenant, suppose que des circonstances terrestres pouvaient produire des froids locaux suffisants pour atteindre ce résultat. Il est certain, en effet, que, si les causes qui font jouir l'Europe d'un climat plus doux que certaines parties de l'Amérique et de l'Asie, qui se trouvent sous les mêmes latitudes, venaient à cesser, les glaciers des Alpes prendraient une bien plus grande extension qu'ils n'ont maintenant ; mais nous avons de la peine à admettre, avec M. de Charpentier, que les vapeurs qu'a dû produire le soulèvement des Alpes orientales aient pu refroidir la température de ces contrées : car, si ces vapeurs ont effectivement diminué l'action des rayons solaires, elles ont dû, d'un autre côté, produire un grand développement de chaleur et diminuer le rayonnement. D'un autre côté, si le phénomène rapporté ci-dessus (951), d'après M. Boussingault, et qui nous paraît très-probable, de l'abaissement des montagnes est réel, il donnerait un moyen très-simple de concevoir ce développement des glaciers, puisque, si les Alpes ont été plus élevées, la masse des neiges perpétuelles y a été plus considérable. Du reste, quoi qu'il en puisse être de la manière dont les glaces ont intervenu dans le transport des blocs erratiques, la nécessité de recourir à cette intervention expliquerait pourquoi l'on ne voit point de blocs erratiques dans les terrains anciens, attendu que la haute température du globe

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dans ces temps reculés devait y empêcher la formation de la glace.

990. **L'origine des brèches osseuses** ne paraît pas difficile à concevoir, car la position et la nature de ces dépôts se réunissent pour nous porter à croire qu'une eau qui, de même que celle qui forme nos tufs, jouissait d'une certaine propriété dissolvante, a entraîné dans des fentes de rochers des fragments de roches et des ossements d'animaux. La circonstance que ces dépôts se trouvent de préférence dans les roches calcareuses s'explique aisément, par la double raison que ces roches présentent bien plus de fentes que les autres, et que les eaux des contrées calcareuses sont bien plus généralement chargées de principes terreux que celles des autres contrées. L'état fracturé des ossements, le mélange continuel de fragments qui proviennent d'espèces et d'individus différents prouvent que les animaux ne sont pas tombés entiers dans les fentes, mais que leurs ossements, déjà brisés, y ont été entraînés par les eaux. D'un autre côté, ces dépôts se trouvant dans des positions où les cours d'eau actuels ne peuvent plus atteindre, il en résulte que les brèches osseuses, ainsi que les dépôts diluviens superficiels, doivent leur origine à des cours d'eau qui existaient à une époque où le globe n'était pas entièrement dans le même état qu'aujourd'hui, ou, en d'autres termes, que cette époque correspond au déluge ou aux temps antérieurs. Enfin la grande ressemblance des animaux des brèches osseuses avec ceux du terrain diluvien superficiel annonce également que l'époque de leur formation correspond à celle des dernières grandes révolutions que le globe a éprouvées.

991. **Origine des ossements des cavernes.** — Cette dernière circonstance rapproche aussi de la même période le temps où vivaient les animaux des cavernes, mais la manière dont leurs ossements sont arrivés dans les lieux où ils se trouvent n'est point une question aussi facile à résoudre. Une des premières opinions que l'on a eues à ce sujet a été que ces cavernes avaient servi d'habitation aux carnassiers, tandis que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

les herbivores y avaient été entraînés par les carnassiers auxquels ils servaient de nourriture, et il y a lieu de croire qu'il a pu en être ainsi pour certaines cavernes ; mais cette explication paraît sujette à de grandes difficultés pour beaucoup d'autres cavernes, où les ossements sont non-seulement dispersés, brisés et mêlés avec des fragments de pierres, mais où on les voit quelquefois avec ces fragments dans les voûtes des cavernes, comme s'ils obstruaient les couloirs par où ces matières auraient été introduites dans la caverne. Il est donc probable que, dans ces cas, les fragments d'os et de pierres ont été amenés dans les cavernes par les eaux de la même manière que ceux des brèches osseuses ont été amenés dans les fentes. M. Marcel de Serres assure même que, dans le midi de la France, il n'y a d'ossements que dans les cavernes qui ont des ouvertures disposées de manière à recevoir des courants d'eau, et que l'on n'en trouve pas dans celles dont les ouvertures sont disposées de façon à ce que les courants n'aient pu y entrer.

992. **L'origine du fer d'alluvion** a été attribué souvent aux eaux diluviennes ; mais, sans vouloir contester que ces eaux aient remanié ceux de ces dépôts dans lesquels se trouvent enfouis des ossements de grands mammifères, nous ferons remarquer qu'il est difficile que de grandes masses d'eaux qui se meuvent à la surface de la terre puissent déposer des amas, comme ceux de fer en grain, qui sont presque exclusivement composés d'une substance qui, quoique abondante par rapport aux autres métaux utiles, est rare par rapport aux autres matières qui composent l'écorce du globe. Nous sommes plutôt porté à croire que les dépôts de fer en grain doivent leur origine à des sources analogues à celles de nos eaux minérales ferrugineuses (481), et, sans vouloir contester non plus qu'à l'époque des catastrophes diluviennes ces sources devaient être beaucoup plus abondantes et beaucoup plus chargées de fer que nos sources minérales actuelles, nous croyons, ainsi que nous l'avons déjà indiqué et ainsi que nous aurons encore l'occasion de le faire remarquer, que ces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

éjaculations de matières ferrugineuses ont eu principalement lieu aux époques antérieures.

993. Quant à l'**origine des dépôts** que M. Brongniart a désignés par l'épithète de **plusiaques**, ces dépôts sont trop peu connus pour que l'on puisse avoir des idées arrêtées à ce sujet : on les assimile souvent aux dépôts meubles diluviens ; mais, comme on ne cite pas de fossiles, on n'a aucun moyen de prouver cette assertion ; on n'en a pas non plus pour l'attaquer, et nous nous bornerons à dire que la circonstance que la plupart des minéraux rares qui forment le caractère principal de ces dépôts ne se trouvent pas, en général, dans d'autres terrains nous semble contraire à l'opinion qui attribue leur origine à la simple dégradation des roches que nous voyons à la surface du globe. D'un autre côté, cette considération, jointe à celle que ces dépôts sont ordinairement dans les masses plutoniennes, que tout annonce avoir été poussées de bas en haut, nous porte à croire qne les dépôts plusiaques pourraient bien avoir une origine analogue ; car nous avons déjà eu l'occasion (984) de faire remarquer que les dykes et les culots plutoniens avaient dû être formés par l'injection de matières à l'état de fusion poussées de bas en haut. Or le frottement de ces matières contre les masses solides qu'elles traversaient a dû donner naissance à une grande quantité de fragments dont les uns se détachaient des roches traversées, et dont les autres résultaient de la solidification partielle des parties extérieures de la matière fluide, lesquels fragments devaient précéder la masse liquide ou pâteuse d'une manière analogue aux fragments de scories que nous voyons précéder, dans nos fourneaux, les coulées de métal en fusion. Il ne serait même point impossible que, dans cette espèce de conflit, il se soit formé quelques combinaisons particulières qui ne se formaient pas dans d'autres circonstances.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

## CHAPITRE III.

### DES MÉTÉORES AQUEUX.

859. **Division.** — La condensation des vapeurs qui s'élèvent sans cesse dans l'atmosphère y donne lieu à des phénomènes que l'on désigne par le nom de *météores aqueux*, et que l'on peut subdiviser en *météores humides* et en *frimas*, selon que l'eau prend l'état liquide ou l'état solide. Les météores humides portent les noms de *rosée*, de *brouillard*, de *nuages* et de *pluie;* les frimas, ceux de *gelée blanche*, de *givre*, de *verglas*, de *neige*, de *grésil* et de *grêle*.

860. La **rosée** * est une humidité qui se dépose pendant la nuit, et que l'on voit le matin sous la forme de globules sur les objets placés à la surface de la terre, principalement sur les végétaux, car elle ne se dépose pas également sur tous les corps, et on n'en voit pas, ou presque pas, sur des métaux polis qui ont été toute la nuit dans le même lieu que des végétaux qui en sont tout couverts. La rosée commence à se déposer dans les lieux à l'ombre, aussitôt que la température de l'air diminue, c'est-à-dire vers trois ou quatre heures de l'après-midi; car, dès ce moment, l'herbe devient sensiblement humide longtemps avant le coucher du soleil. A parité de circonstances, il se forme moins de rosée durant la première moitié de la nuit que pendant la seconde. La formation de la rosée n'a lieu que quand le temps est calme et le ciel clair. On en aperçoit quelques traces dans les nuits cou-

---

* On donne souvent le nom de *serein* à l'humidité qui se remarque le soir, et alors on réserve le nom de *rosée* à celle que l'on observe le matin; mais, comme l'une et l'autre sont dues au même phénomène, cette distinction n'est d'aucun avantage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

température plus élevée et des émanations gazeuses plus abondantes que celles d'aujourd'hui. Mais, lorsque l'on admet l'hypothèse de la chaleur centrale, et que l'on attribue les propriétés dissolvantes des eaux à des émanations gazeuses résultant du refroidissement de la masse intérieure, on conçoit très-bien pourquoi la formation des dépôts neptuniens a été beaucoup plus importante dans les temps anciens que dans la période moderne ; car les émanations devaient être bien plus abondantes lorsque le refroidissement se faisait avec plus de rapidité (970), et les réactions chimiques devaient être bien plus actives et bien plus importantes lorsque les eaux superficielles étaient douées d'une température plus élevée.

Cette élévation de température a dû également donner beaucoup plus d'énergie aux phénomènes physiologiques qui influent sur l'état de la croûte du globe ; car nous avons vu que ce n'est que sous la zone torride qu'il se forme maintenant du terrain madréporique, tandis que l'étude géognostique des terrains anciens nous a montré, dans nos zones tempérées, une grande quantité de dépôts presque entièrement composés de débris d'êtres vivants.

995. **Formation des terrains nymphéen et tritonien.** — Nous avons vu que les dépôts tertiaires se divisaient, indépendamment du terrain diluvien, en deux groupes intercalés l'un dans l'autre, le terrain nymphéen et le terrain tritonien, qui se distinguent principalement, parce que l'un renferme des débris d'animaux d'eau douce ou de terre, tandis que l'autre renferme des débris d'animaux marins. Cette circonstance a donné lieu de penser que le premier de ces groupes avait été formé dans des lacs et des marais d'eau douce, tandis que le second avait été déposé dans la mer ; supposition qui ne répugne nullement à l'imagination, puisque cet état des choses a beaucoup de rapport avec ce qui se passe actuellement sur la terre. Cependant une grande difficulté se présente dès que l'on veut considérer comme terrains lacustres tous les dépôts renfermant des animaux d'eau douce, et comme terrains marins tous ceux renfermant des animaux de mer; ce sont les alter-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

natives de ces deux terrains qui, dans cette hypothèse, forcent de supposer que le même sol a été successivement, et à diverses reprises, le fond d'une mer et le fond d'un lac. Pour éviter cette difficulté, plusieurs géologues * sont d'avis que l'on doit considérer les couches à animaux d'eau douce, intercalées dans celles à animaux marins, comme ayant été également formées dans la mer, et que les animaux d'eau douce et de terre y auraient été transportés par de grandes inondations. On conçoit que ce système peut être soutenu, et qu'il a pour lui ce qui se passe dans quelques-uns de nos atterrissements, ainsi que le mélange d'animaux de mer et d'eau douce, que l'on observe quelquefois dans une même couche. Aussi sommes-nous loin de vouloir contester que ce mode de formation n'ait pas eu lieu. Mais l'existence de grands dépôts nymphéens où, comme dans la Limagne d'Auvergne, on ne voit aucune trace de la présence de la mer, ne permet pas de douter qu'au moins une partie de ce terrain ait été formée dans des lacs ou dans des marais. D'un autre côté, il y a tant de rapports entre le terrain nymphéen de ces lacs élevés et celui qui est recouvert par du terrain tritonien, qu'il doit être permis de rechercher si l'on peut concevoir comment le même sol a pu être alternativement recouvert par la mer et par des eaux douces.

Or ce que nous avons dit à l'occasion des volcans et des tremblements de terre conduit à supposer des exhaussements et des affaissements suffisants pour que le fond d'une mer devienne un lac, que ce lac soit ensuite transformé en un golfe, puis ce golfe en un lac, et ainsi de suite ; de semblables résultats pouvant se produire de plusieurs manières et s'associer avec les diverses hypothèses indiquées ci-dessus.

En effet, dans l'hypothèse qui compare la partie supérieure de la croûte du globe à une voûte composée d'éléments im-

---

* Personne n'a mieux développé ce système que M. Constant Prévost dans son mémoire sur les submersions des continents actuels, inséré dans le tome IV des *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

parfaits (945) qui pèse sur une enveloppe flexible, on sent que certains voussoirs pouvaient s'affaisser, tandis que d'autres s'élevaient, et que, de même que les tremblements de terre actuels affectent plus particulièrement les contrées qu'ils ont déjà secouées, ceux des temps anciens devaient aussi avoir plus de tendance à agiter un même sol à diverses époques.

Si nous passons ensuite à l'hypothèse de la formation des rides successives (946), nous ne verrons non plus qu'une succession d'affaissements à côté des soulèvements.

L'hypothèse des tassements (950) est encore plus favorable à cette combinaison de soulèvements et d'affaissements; car il est à remarquer, à cet égard, que l'objection que les tassements n'ont plus lieu sensiblement dans les contrées en couches horizontales n'est d'aucune valeur à cet égard, puisque tout annonce que la plupart de ces dépôts horizontaux reposent sur des dépôts inclinés, c'est-à-dire qui ont été soulevés brusquement, et qui, par conséquent, ont dû éprouver les effets du tassement, effets qui d'ailleurs sont annoncés par les failles que l'on remarque dans les dépôts les moins bouleversés.

Enfin l'hypothèse qui attribue l'origine des grandes vallées escarpées à des crevasses résultant du refroidissement et du desséchement de la croûte du globe suffirait seule pour expliquer l'origine de changements de niveau, sans même recourir aux dégagements de gaz et aux éjaculations de matières liquides; car on conçoit que, quand cette croûte se crevasse par suite de la contraction, la partie qui correspond à la fente devient moins pesante que celles qui sont sur ses côtés, de sorte que les masses molles et liquides qui se trouvent sous ces dernières, étant plus comprimées que celles qui correspondent à la fente, doivent se porter sous ces dernières et y déterminer un exhaussement, tandis que le sol plus éloigné de la crevasse doit s'affaisser; ce qui explique pourquoi les lèvres des anciennes crevasses, c'est-à-dire les montagnes escarpées qui bordent une large vallée, sont plus élevées que les plateaux qui s'étendent des deux côtés. Telle est la disposition des bords du Rhin de Bâle à Mayence, où l'on voit les Vosges

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

et le Schwarzwald dominer, d'un côté, les plateaux de la Lorraine, et, de l'autre, ceux de la Souabe.

Du reste, quelles que soient les causes qui ont produit les différences qui existent entre les terrains nymphéens et tritoniens, ainsi que celles qui ont amené les alternatives que l'on voit entre les roches qui composent ces deux groupes, nous avons déjà eu l'occasion de faire remarquer (970) que la position élevée de certains dépôts tritoniens ne pouvait s'expliquer d'une manière raisonnable que par le soulèvement du sol dont ces dépôts font partie.

996. Si nous cherchons maintenant à reconnaître quel a été successivement l'**état du globe pendant la période tertiaire**, nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit sur cette matière (987) que, plus on avance dans cette période, moins il y avait de grandes chaînes de montagnes, d'où il résulte que nos continents devaient être successivement moins étendus. Cependant les dimensions des terres découvertes étaient suffisantes pour que la répartition et la nature des êtres organisés qui les habitaient se rapprochassent déjà beaucoup de ce que nous voyons sur nos continents actuels.

On a pu remarquer également que la faune et la flore de cette période se réunissent pour prouver que nos contrées tempérées ou glaciales avaient alors une chaleur plus forte que celle dont elles jouissent actuellement, et qui, ne pouvant être un effet de l'action solaire, doit être une suite de l'état antérieur du globe. Ce n'est pas encore cette végétation extraordinaire du terrain houiller, ni ce développement des formes animales de la période secondaire; mais c'est un ordre de choses analogue à ce qui a maintenant lieu dans la zone torride. Du reste, nous avons eu l'occasion de faire connaître (987) que diverses circonstances annoncent que, dans les derniers temps de la période qui nous occupe, la température était déjà en rapport avec les effets de la chaleur solaire, et que, si nos contrées nourrissaient encore des êtres à formes tropicales, ces formes avaient déjà quelques altérations, et n'attendaient, pour ainsi dire, qu'une catastrophe violente pour disparaître tout à fait.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

997. Si nous nous occupons ensuite de l'**état du globe pendant la période secondaire**, nous remarquerons que la plus grande différence qui existe entre les terrains formés pendant cette période et ceux de la période tertiaire consiste dans la nature des corps organisés qu'ils renferment. Nous verrons notamment que les débris d'êtres vivant dans l'eau douce et sur la terre, si communs dans les dépôts nymphéens, sont devenus très-rares dans les terrains secondaires, et ne s'y trouvent que rarement seuls, de sorte qu'il y a très-peu de véritables terrains d'eau douce. Cette circonstance, qui annonce que les terres émergées étaient moins étendues que pendant la période tertiaire, est tout à fait en harmonie avec la théorie des soulèvements qui nous a porté à admettre que les principales chaînes de montagnes sont postérieures à la période secondaire. Toutefois on ne doit pas prendre dans un sens trop absolu cette idée du peu d'étendue des terres émergées pendant cette période, car la petite flore secondaire nous révèle, à ce sujet, une circonstance que sa nombreuse faune nous laissait ignorer : c'est que l'ensemble de cette flore, ayant plus de ressemblance avec la végétation des continents qu'avec celle des îles, annonce qu'il existait déjà, à cette époque, des continents étendus. D'un autre côté, la circonstance que nous voyons si peu de restes des êtres qui habitaient ces continents semblerait annoncer qu'une partie de ceux-ci auraient été submergés, ce qui serait une présomption en faveur de la supposition que nous avons faite à l'occasion des alternatives de terrains marins et de terrains d'eau douce (995) ; c'est-à-dire que les soulèvements, en mettant de nouvelles terres à découvert, ont pu quelquefois donner lieu à la submersion d'une partie de celles qui étaient déjà au jour.

998. Si nous passons actuellement à l'**état du globe pendant la période houillère**, nous verrons que la nombreuse flore de cette période est de nature à répandre une grande lumière sur cette question, et nous ferons remarquer en premier lieu, avec M. Adolphe Brongniart, que, si l'on compare la végétation de cette époque avec les flores actuelles des diverses régions du globe, on verra que plus ces flores appartiennent à des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

espaces de terre circonscrits au milieu d'une étendue d'eau plus vaste, c'est-à-dire à des îles plus petites et plus éloignées des continents, plus elles se rapprochent de ce que nous connaissons dans les terrains houillers, tant par la proportion numérique des espèces des différentes classes que par le développement que prennent ces espèces. On remarque donc que non-seulement les fougères et les lycopodiacées sont plus nombreuses et plus développées dans la zone torride que dans la zone tempérée, mais que les îles l'emportent, sous ce rapport, de beaucoup sur les continents.

Ainsi, tandis que, sur le continent d'Europe, ces plantes forment au plus un quarantième de la végétation totale, elles composent souvent le vingtième de la végétation des continents de la zone torride. Dans les Antilles, elles approchent du dixième, dans les îles de l'Océanie, elles atteignent le quart ou même le tiers, et, à l'île de l'Ascension, il paraît y avoir égalité entre les plantes phanérogames et les cryptogames vasculaires; rapprochement qui conduit à supposer que, à l'époque de la formation du terrain houiller, nos contrées, au lieu d'appartenir à de grands continents, formaient des archipels, composés d'îles peu étendues au milieu d'une vaste mer. Cette conséquence reçoit une nouvelle confirmation de l'absence de débris d'animaux terrestres dans les terrains primaires en général; car, quand il n'y avait qu'un immense océan parsemé d'îles basses qui devaient être fréquemment inondées, et que la chaleur du globe ajoutait aux causes actuelles de puissants motifs d'humidité, la nature vivante ne devait pas encore avoir adopté les formes qui sont devenues propres à nos continents. Or cette circonstance est encore une nouvelle preuve à l'appui de l'hypothèse qui attribue l'origine des montagnes à des soulèvements successifs, puisque, dans cette hypothèse, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, les plus hautes montagnes n'ont dû s'élever que dans les derniers temps.

999. L'étude de la flore houillère a conduit aussi à des conclusions très-intéressantes sur l'**origine de la houille**, sur la nature de l'atmosphère dans les temps anciens et sur le développement des êtres vivants.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Les différences qui distinguent la houille des roches ordinaires, ses rapports avec le charbon végétal et avec la tourbe, ainsi que l'abondance des restes de végétaux qui l'accompagnent, ont fait supposer, depuis longtemps, qu'elle doit son origine à la décomposition des végétaux; mais on objectait, contre cette hypothèse, qu'il était difficile de supposer, surtout dans nos contrées tempérées, une force végétative suffisante pour produire des masses aussi importantes que nos couches de houille. Or cette difficulté se trouve en partie levée par le fait que la flore de cette époque est presque exclusivement composée de ces plantes simples, dont le développement a lieu avec rapidité sous des circonstances favorables, circonstances dont l'hypothèse de la chaleur primitive du globe nous donne déjà l'une des plus nécessaires. Mais la considération de cette immense quantité de carbone qui a été fixée dans l'écorce solide du globe a conduit M. Adolphe Brongniart à supposer que, dans ces premiers temps, l'atmosphère contenait une proportion d'acide carbonique beaucoup plus forte que celle qui existe dans notre atmosphère, et l'on va voir comme cette ingénieuse hypothèse est avantageuse pour expliquer plusieurs phénomènes de l'histoire de notre globe.

On sait, notamment par les expériences de M. Théodore de Saussure, que la proportion d'acide carbonique que renferme notre atmosphère est loin d'être la plus favorable à la vie des végétaux; qu'une quantité beaucoup plus considérable, jusqu'à 2, 3, 4, et même 8 pour 100, rend la végétation plus active, lorsque les plantes sont exposées à l'influence du soleil. Une proportion d'acide carbonique plus grande que celle qui existe actuellement dans l'atmosphère devait donc rendre la vie des végétaux plus active et plus indépendante d'un sol encore stérile et chargé de peu de terreau, en permettant à ces végétaux de vivre presque uniquement aux dépens de l'atmosphère. D'un autre côté, la présence de cette plus grande quantité d'acide carbonique dans l'air devait s'opposer, en partie du moins, à la décomposition des végétaux morts et à leur transformation en terreau, qui est due presque entièrement à la soustraction de leur carbone par l'oxygène de l'air. Les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

restes de végétaux morts devaient donc se conserver plus longtemps, ou perdre seulement leur partie aqueuse, et se transformer ainsi en une matière plus riche en carbone que le terreau, et qui aurait été l'origine de la houille.

Nous concevons donc maintenant très-facilement que la végétation puisse avoir donné naissance à la houille; mais il nous reste à examiner de quelle manière cette substance a été formée, et, à cet égard, il se présente trois hypothèses : l'une, que la houille a été formée, comme nos tourbes, sur la place même où croissaient les végétaux; les autres, que les substances végétales ont été transportées par les eaux, soit dans leur état naturel, soit réduites en bouillie. Cette dernière hypothèse, n'étant appuyée sur aucun des phénomènes qui se passent actuellement, ne nous semble pas pouvoir être prise en considération. Celle du transport des végétaux dans leur état naturel pourrait s'appuyer sur ce qui se passe à l'embouchure de certains fleuves et sur certaines côtes où les eaux amènent des troncs d'arbres et d'autres débris de végétaux; mais ces dépôts sont extrêmement restreints en comparaison de ceux de houille, et cependant M. Élie de Beaumont a calculé que, pour produire une couche de houille de 2 mètres, et l'on sait qu'il en existe de bien plus puissantes, il faudrait un amas de bois de 52 mètres d'épaisseur. Il semble donc plus probable, ainsi que le pense M. Adolphe Brongniart, que le terrain houiller a été formé à la manière des tourbes, dans des îles basses sujettes à des inondations qui déposaient, au-dessus des dépôts végétaux, les couches de schistes et de psammites qui séparent ordinairement les couches de houille. La rareté des animaux aquatiques dans la houille et la plupart des roches qui l'avoisinent sont aussi une présomption en faveur de ce mode de formation; de même que l'absence des animaux terrestres dans les terrains primaires, en général, prouve en faveur de l'hypothèse que l'atmosphère contenait, à ces époques reculées, une proportion d'acide carbonique qui ne permettait pas la respiration aérienne telle que la possèdent maintenant les mammifères et les oiseaux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Si on objectait que l'inclinaison et les plis anguleux du terrain houiller ne sont pas compatibles avec l'hypothèse de l'origine terrestre de la houille, nous répondrions que, quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte, il est difficile ou plutôt impossible de supposer que ces plis soient le résultat de la position originaire des couches, mais qu'il est bien probable, ainsi que nous l'avons vu, que ces plis et les fortes inclinaisons des couches sont le résultat de soulèvements et de glissements postérieurs à la formation de la roche, mais dont les premiers effets ont eu lieu à une époque où les couches avaient encore une mollesse qui leur permettait de se plier. Or, dès que l'on admet ce mouvement postérieur, on conçoit que les houilles peuvent être aussi bien le résultat de la croissance tranquille des végétaux que celui d'un dépôt amené par les eaux.

1000. Ce que nous avons dit de la **succession des êtres vivants** nous conduit à examiner la question de savoir si les différences que l'on remarque entre les êtres qui ont vécu sur la terre aux différentes époques sont le résultat de plusieurs créations distinctes ou s'il y a eu simplement destruction partielle avec déplacements géographiques des espèces, ou, enfin, si la reproduction a pu produire cette succession de formes différentes que nous avons observées.

L'idée d'une série de créations nouvelles est une hypothèse qui n'est appuyée sur aucune analogie avec les phénomènes qui ont lieu depuis les temps historiques; or il semble que l'on ne doit recourir à de semblables hypothèses que quand il est absolument impossible d'expliquer autrement les faits, ce qui n'a point lieu dans le cas présent *.

---

* Je reproduis ici cet article tel qu'il a été imprimé dans la première édition des *Eléments de géologie* en 1831, mais je ne dois pas dissimuler que depuis lors la doctrine du renouvellement des créations a beaucoup gagné, et celle du changement successif des espèces beaucoup perdu. J'avoue même que j'abandonnerais entièrement cette dernière hypothèse, si les observations ultérieures continuent à appuyer l'opinion, qu'il existe dans la série chronologique des organismes plusieurs coupes telle-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

La destruction partielle a, sans contredit, eu lieu dans certains cas : ainsi, quand la mer a recouvert une île ou un continent entier, tous les animaux terrestres ont dû être détruits et remplacés par des animaux marins; de même, lorsqu'un fond de mer a été mis à sec, les animaux marins ont dû se retirer ou périr, et les animaux terrestres sont venus ensuite s'emparer du sol émergé. On sent aussi que les changements survenus dans la température, la multiplication des animaux carnassiers et celle de l'homme ont pu faire disparaître certaines espèces ; mais, si les changements de la nature vivante ne s'étaient passés que de cette manière, il faudrait un hasard bien singulier pour que nous n'eussions pas encore rencontré, dans le grand nombre de lieux où l'on a observé les terrains anciens, des restes d'espèces semblables à celles qui vivent actuellement; il faudrait que, par un second hasard, les êtres vivants eussent été cantonnés sur la surface du globe, en groupes qui présentassent des systèmes d'organisation qui, quoique faits sur les mêmes types généraux, auraient tous été plus ou moins différents, et auraient offert une succession de

---

ment tranchées, qu'aucune espèce ne soit commune à plus d'une de ces coupes. Toutefois, pour justifier l'état stationnaire où je demeure à ce sujet, et sans vouloir porter aucune atteinte au savoir profond et à la haute sagacité des savants paléontologistes qui soutiennent l'opinion des renouvellements complets, je me permettrai de faire remarquer que, quand on voit les variations que présente la détermination des espèces chez les divers auteurs, on est porté, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le développer, à ne pas voir dans cette détermination quelque chose d'aussi absolu que le pensent une partie des naturalistes, et, quand on combine cette circonstance avec celle que tous les grands types d'organisation se trouvent déjà parmi les êtres des premiers temps, qu'un grand nombre de genres se perpétuent à travers toutes les époques, et que les paléontologistes ont quelquefois établi des espèces motivées par des considérations plutôt géognostiques qu'organiques, il doit être permis de suspendre son jugement et d'attendre que le temps confirme une loi qui, quoique annoncée depuis longtemps dans quelques-uns de ses détails, est encore contestée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

formes analogues à ce que l'étude géognostique des terrains nous a présenté. Il faudrait, enfin, supposer que, par un troisième hasard, qui tombe encore moins sous les sens, la destruction eût successivement atteint les groupes les plus différents de la nature actuelle, et que les contrées où nous avons fait des observations n'aient été habitées que par ces divers groupes, qui seront venus successivement se remplacer dans l'ordre de leurs affinités organiques avec le groupe actuel, à tel point que, quand la série des terrains n'est point interrompue, ou que rien n'annonce une invasion ou une retraite de la mer, le changement n'a lieu que par des passages presque insensibles, et qu'à côté d'une forme nouvelle il se conserve, au moins pendant quelque temps, des formes anciennes, qui disparaissent ensuite pour ne plus se représenter.

L'hypothèse du changement successif des êtres vivants par la voie de la reproduction peut, de son côté, être attaquée par la considération que, dans l'état actuel des choses, les espèces ont une stabilité de formes qui ne permet pas de supposer des changements semblables à ceux offerts par la succession des corps organisés fossiles ; mais, quelque grande que soit cette stabilité, elle n'est cependant pas absolue, et si nous examinons sous ce rapport l'histoire des êtres vivants actuels, nous verrons que différentes causes amènent encore des changements dans leurs formes. La principale de ces causes est dans les soins de l'homme, qui, en augmentant, en diminuant ou en variant la nourriture des êtres vivants, ainsi qu'en changeant la température du milieu où ils se trouvent, est parvenu à faire doubler les fleurs, à rendre les fruits plus gros et plus succulents, et à donner aux animaux domestiques des qualités et des formes tellement différentes, que les zoologistes sont obligés de laisser dans l'espèce chien une collection d'animaux parmi lesquels il s'en trouve qui diffèrent bien plus entre eux que le renard ne diffère du loup.

Des changements de ce genre se passent aussi sans le concours des soins de l'homme, par suite du changement des circonstances sous lesquelles se trouvent les êtres vivants. C'est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ainsi que les mêmes chevaux espagnols, abandonnés dans les *pampas* brûlantes, ou dans les *paramos* glacées de l'Amérique méridionale, ont donné naissance à deux races qui diffèrent autant que l'âne et le zèbre. Enfin, sans sortir de notre espèce, nous voyons que le régime diététique d'un peuple ou que la profession de certaines familles donne à ce peuple ou à ces familles des formes particulières qui se propagent par la reproduction. Or on concevra aisément que cette diversité de profession ou de régime, ainsi que les changements de température qui peuvent résulter du transport de certains êtres vivants à des hauteurs ou à des latitudes différentes, et les changements que l'homme peut opérer dans la nourriture ou dans la manière d'être des plantes ou des animaux, sont des causes bien faibles, en comparaison des grands phénomènes géologiques. Car la chaleur extérieure du globe, la diminution successive de cette chaleur, la nature de l'atmosphère dans les premiers temps, les nouveaux gaz qui venaient à chaque instant changer sa composition, la nature minérale des eaux, les changements que de nouvelles dissolutions et de nouvelles précipitations y occasionnaient sans cesse; toutes ces causes réunies devaient incontestablement exercer sur le mouvement vital une influence dont nous ne pouvons bien déterminer l'énergie, mais que l'on peut considérer comme suffisante pour avoir donné lieu aux changements de formes que nous avons remarqués dans la succession des êtres vivants *.

* Il n'est pas hors de propos de faire observer ici que l'on ne peut tirer de ce qui vient d'être dit sur les changements de formes, ou, si l'on veut, sur le perfectionnement survenu dans la nature vivante, aucun argument contre l'immatérialité de l'âme de l'homme ; on doit éviter de confondre l'ordre moral et l'ordre physique ; car, de même que nos croyances religieuses ne doivent pas nous empêcher de voir les faits de la nature tels qu'ils sont, nous devons encore moins nous appuyer sur quelques observations faites avec nos sens grossiers, pour attaquer des dogmes qui tiennent à un ordre de choses tout différent.

Du reste, quoique je considère les êtres vivants d'aujourd'hui comme provenant, par la voie de reproduction, de ceux des temps anciens, je

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**1001.** Une autre question qui se présente à ce sujet, c'est de savoir si les végétaux et les animaux ont paru en même temps, ou si l'un des deux règnes a précédé l'autre. La circonstance que l'on ne connaît pas de végétaux dans les dépôts les plus anciens, jointe à l'idée théorique qu'il ne devait pas y avoir de terres émergées dans ces époques reculées, a porté plusieurs naturalistes à penser que les animaux ont précédé les végétaux ; mais nous ferons remarquer, en ce qui concerne la seconde considération, que nous sommes porté à croire, ainsi qu'on le verra ci-après, qu'il y avait déjà des inégalités sur la surface de la terre lorsque cette surface était encore trop

---

n'entends pas dire que l'homme doive reconnaître un polype comme la première souche de sa noble race. Mais, quand il serait vrai que l'espèce humaine aurait subi les mêmes changements de formes que nous présente l'ensemble de la nature vivante, cette circonstance ne ferait rien à l'existence du principe immatériel dont la religion nous apprend que Dieu a doué l'homme, ce principe étant aussi compatible avec d'autres formes qu'avec celles qui distinguent l'homme d'aujourd'hui. Mais il y a plus, c'est qu'aucun des faits constatés par les observations géognostiques ne peut être considéré comme destructif de la relation contenue dans la Genèse ; nous ne pouvons, par exemple, nous prévaloir de nos observations négatives pour dire que l'homme n'a pas été créé le même jour que les animaux terrestres : la seule conclusion forcée qui résulterait de cette circonstance combinée avec les hypothèses admises dans ce volume, c'est que, si l'homme existait au moment de la formation des terrains houillers, ses poumons étaient organisés d'une manière qui lui permettait de vivre dans une atmosphère contenant une quantité d'acide carbonique suffisante pour faire mourir les hommes d'aujourd'hui. Or il y a deux choses à remarquer à cet égard : l'une, c'est que cette hypothèse de l'abondance de l'acide carbonique n'est qu'un accessoire du système général adopté pour l'explication des phénomènes géologiques ; l'autre, c'est que la Genèse nous conduit elle-même à supposer que les premiers hommes étaient doués d'un système respiratoire différent de celui dont jouissent les hommes d'aujourd'hui, car ce qu'elle nous rapporte de leur longévité annonce un ordre de choses plus ressemblant à ce qui se passe maintenant chez les reptiles et chez les poissons, qu'à ce qui a lieu chez les hommes actuels.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

chaude pour conserver des eaux permanentes. D'un autre côté, nous avons déjà fait remarquer que l'étude des fossiles a fait connaître que la période primaire présente tous les grands types d'organisation, mais seulement dans leurs formes les plus simples. Or, le règne végétal présentant les types les plus simples de la nature organique, il ne nous semble pas probable que le règne animal ait précédé le règne végétal, d'autant plus que les types les plus simples de ce dernier règne sont ceux dont la conservation, ou, en d'autres termes, la fossilisation, présente le plus de difficultés; de sorte que nous pensons que l'on ne doit pas se prévaloir, à ce sujet, de ce qu'on n'a pas encore reconnu de végétaux dans le terrain silurien.

1002. **L'époque de la première apparition des êtres vivants** est encore une circonstance importante de l'histoire du globe, mais sur laquelle la géologie nous donne peu de notions. Nous avons vu, à la vérité, que l'on ne connaissait pas de restes de ces êtres dans le groupe de terrain que nous avons désigné par l'épithète de cristallophyllien; mais, outre le peu d'importance d'une observation négative et la difficulté de tirer une ligne de démarcation entre ce terrain et les groupes fossilifères, il serait très-possible qu'il ait existé des êtres vivants lors de la formation d'une partie de ces dépôts, sans que nous pussions en reconnaître aucune trace; car il est très-probable, ainsi qu'on le verra ci-après, que ces dépôts ont éprouvé des altérations suffisantes pour faire disparaître ces traces, si elles s'y trouvaient. Nous nous bornerons donc à faire observer que, quelque importante que puisse être la première apparition des corps vivants à la surface de la terre, on ne voit aucun motif de supposer qu'elle ait coïncidé avec une de ces grandes révolutions qui ont laissé des traces dans la structure de l'écorce du globe; car ces révolutions, bien loin de développer le mouvement vital, devaient, au contraire, arrêter son développement. Du reste, si, comme nous le supposons, ainsi qu'on le verra ci-après, la terre a été à l'état de fluidité ignée, on sent qu'il n'a pu y exister d'animaux, ni de végétaux, qu'autant que la température de sa sur-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

face n'était pas trop élevée pour détruire les tissus organiques, et, quoiqu'il soit très-probable que les premiers êtres vivants aient pu supporter des températures qui feraient périr les animaux et les végétaux actuels, il ne paraît pas possible qu'il ait pu en exister avant que le globe ait été entouré d'une écorce solide, et qu'il y ait eu sur cette écorce des amas d'eaux permanentes; de sorte qu'il est très-probable, d'après ce que nous dirons tout à l'heure, que la plus grande partie des dépôts cristallophylliens étaient formés avant que cette condition ait été remplie. D'un autre côté, il est inutile d'ajouter que l'apparition du mouvement vital n'a pas fait cesser la formation des dépôts, puisqu'il s'en forme encore et qu'une grande partie de l'écorce du globe recèle des débris d'êtres vivants; mais on ne voit même aucun motif pour que la présence des êtres vivants ait apporté, dans la nature et dans la texture des roches, d'autres changements que ceux qui pouvaient résulter du mélange de ces corps ou de leurs débris avec les masses qui se formaient, et on sent que ces changements ne devaient pas être très-importants, surtout dans les premiers moments, la vie n'ayant pas dû prendre, au premier instant, tout le développement qu'elle a eu quelque temps après. Il est à remarquer aussi que la diversité des phénomènes qui se passaient à la surface du globe, et les variations que présentent les diverses masses, par rapport à la transmission de la chaleur, rendent infiniment probable que le mouvement vital ne s'est pas établi sur toute la terre à la fois; car certains lieux devaient avoir déjà acquis une température très-propre au développement des êtres vivants, tandis que d'autres parties devaient être encore douées d'une température qui ne permettait pas à ces êtres d'y subsister.

Il résulte de ces considérations que l'apparition des êtres vivants n'a pas dû occasionner de grands changements dans la nature des roches qui se formaient, et que ces changements ne pouvaient être généraux, puisque certains lieux devaient déjà nourrir des êtres vivants, tandis que d'autres lieux continuaient à se trouver sous les mêmes circonstances que celles

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

qui avaient précédé le développement du mouvement vital, ce qui nous a porté, ainsi qu'on l'a vu précédemment, à ne pas établir de division spéciale pour les terrains qui ne contiennent pas de corps organisés.

1003. Si nous reprenons maintenant l'examen des phénomènes qui ont dû se passer à la surface du globe, nous ferons remarquer, en premier lieu, que nous ne pouvons plus nous borner, ainsi que nous l'avons fait jusqu'à présent, à remonter successivement des phénomènes actuels à ceux des temps anciens ; ce qui nous oblige à prendre une marche différente et à remonter brusquement à l'**état primitif du globe** pour voir quels ont dû être les principaux phénomènes de ces époques reculées.

On a pu remarquer, par ce que nous avons dit des observations faites sur la température intérieure de l'écorce de la terre, ainsi que des recherches faites pour expliquer les causes des volcans, des tremblements de terre, du déluge, de la formation des montagnes et de l'origine des roches, que nous avons été conduit à supposer que non-seulement l'intérieur du globe est à l'état de fluidité ignée, mais que son écorce solide a aussi été fluide, et tend encore à s'épaissir par suite du refroidissement. D'un autre côté, le calcul a prouvé aux astronomes que notre planète a précisément la forme qu'elle aurait dû prendre si elle avait été fluide. De sorte que deux ordres de considérations tout à fait différentes nous conduisent à supposer que notre planète a été à l'état de fluidité.

Or c'est là le terme où nous devons nous arrêter ; car, outre que les recherches sur l'origine des astres nous semblent hors du domaine de la géologie, nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître (17) que l'on ne pouvait former sur cette question que des hypothèses qui ne s'appuient sur aucun fait positif. Nous devons, en conséquence, nous borner à examiner jusqu'à quel point on peut faire concorder ce qui a dû se passer dans une semblable masse fluide avec l'état des choses que l'étude géographique et géognostique du globe nous a montré.

1004. **Premiers effets du refroidissement.** — On

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sent, d'après ce que nous connaissons des lois de la chaleur, que, aussitôt qu'aura cessé la cause qui avait pu donner aux matières qui composent notre globe une température si différente de celle de l'espace où il se trouvait, la partie extérieure de ce globe aura tendu à se refroidir, et qu'un des premiers effets de cette diminution de chaleur a dû être la **coagulation** d'une croûte solide autour de la masse liquide, d'où est résulté un premier mode de formation de roches qui s'opère de haut en bas, et qui doit se continuer jusqu'à ce que l'abaissement de la température intérieure du globe, qui tend à se mettre en équilibre avec les effets que la chaleur solaire occasionne à la surface, ait permis la consolidation de toute la masse; mais ce phénomène a dû aller plus rapidement dans les commencements qu'il ne va maintenant, par la raison que la partie extérieure d'un bain de métal fondu se refroidit plus rapidement que la partie intérieure.

1005. **Précipitation atmosphérique.** — On sent également que, quand la surface du globe était assez chaude pour que sa masse fût à l'état de fluidité ignée, elle devait être entourée d'une atmosphère qui, indépendamment des fluides élastiques de notre atmosphère actuelle, devait contenir l'eau qui est maintenant à la surface de la terre, et une foule d'autres matières sublimées. Or, dès que la température aura commencé à diminuer, ces matières auront commencé à se précipiter à la surface de la terre, et auront ainsi contribué à la formation de sa croûte solide par l'addition de nouvelles parties, qui s'ajoutèrent dans un sens différent de celles résultant de la consolidation intérieure, c'est-à-dire de bas en haut. Ce second mode de formation a dû se prolonger assez longtemps; car, de même que le renouvellement des évaporations a toujours entretenu et entretient encore le renouvellement des pluies, il devait se passer, lorsque l'eau ou des matières humides touchaient les matières plus chaudes de la surface du globe, des phénomènes chimiques qui ont dû lancer dans l'atmosphère de nouveaux gaz, et, quoique ce phénomène ait dû diminuer d'intensité aussitôt que le globe aura été entouré d'une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

écorce solide, on sent qu'il aura encore dû continuer à avoir beaucoup d'énergie pendant tout le temps que cette écorce a conservé une température élevée, puisqu'il a même encore lieu, nos phénomènes météorologiques étant quelquefois accompagnés de la précipitation de matières solides.

1006. **Précipitation aqueuse.**— En troisième lieu, aussitôt que le refroidissement de la surface du globe a été suffisant pour qu'il y demeurât de l'eau, un nouveau mode de formation sera venu se joindre aux autres, c'est celui de précipitations et de cristallisations chimiques par la voie humide, et on conçoit toute l'énergie avec laquelle ces phénomènes devaient s'opérer, quand on fait attention à la haute température dont ce liquide était doué, et à toutes les substances gazeuses avec lesquelles il était en contact.

1007. **Éjaculation.** — Enfin la théorie que nous avons adoptée pour expliquer les phénomènes volcaniques et l'origine des montagnes nous a conduit à admettre un quatrième mode de formation, qui n'a pas dû tarder longtemps après la consolidation de l'écorce : c'est l'éjaculation ou la poussée, en dehors, d'une portion du liquide intérieur.

1008. **Liaison entre ces quatre modes de formation.** — Du reste, ces quatre modes de formation n'ont pas dû produire, dans les premiers temps, des matières aussi différentes les unes des autres que celles qui résultent maintenant des phénomènes analogues qui ont encore lieu, parce que l'état des choses, à cette époque, établissait, entre ces divers modes de formation, des rapports qui n'existent plus. On sent, par exemple, qu'il ne doit pas y avoir beaucoup de différence entre les matières qui, lors du commencement de la consolidation de la croûte du globe, se coagulaient directement à la surface, et celles qui, dégagées par voie de sublimation de la même masse, se précipitaient de l'atmosphère, ou se cristallisaient par la voie aqueuse sous une température à peu près aussi élevée que celle dont jouissaient les liquides ignés. D'un autre côté, les précipitations atmosphériques ayant dû commencer avant que la masse liquide ait été recouverte

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

d'une croûte solide, les matières précipitées se seront mêlées avec celles qui se coagulaient, et auront ainsi augmenté les rapports qui devaient résulter déjà de l'origine commune de ces matières, de sorte qu'il a dû se former, au point de contact, des systèmes qui participaient autant des caractères des roches formées par coagulation que de celles formées par précipitation.

Une autre cause de mélange et, par conséquent, de liaison a dû résulter des fréquentes ruptures qu'ont sans doute éprouvées ces premières croûtes solides. En effet, pour juger de ce qui a dû se passer lorsque l'écorce du globe a commencé à se former, nous ne devons pas nous borner à examiner ce qui a lieu dans un fourneau de fusion dont on a laissé éteindre le feu ou dans un vase rempli d'eau que l'on a exposé à l'action de la gelée ; car, indépendamment de beaucoup d'autres circonstances, une cause à peu près insensible pour nos petits réservoirs a dû occasionner, lors du refroidissement de l'enveloppe extérieure du globe, des effets puissants en ce qui concerne la nature et la structure de cette enveloppe. Cette cause est l'action d'une atmosphère dans laquelle il devait se passer des phénomènes bien plus énergiques que ceux qui se passent dans la nôtre ; et cependant la seule action de nos vents suffit souvent pour rompre les glaces qui se forment sur un amas d'eau, pour faire refouler ces glaces dans diverses directions, les accumuler les unes sur les autres, et élever des espèces de montagnes formées de glaçons disposés dans tous les sens. On conçoit donc que les mouvements extérieurs de l'atmosphère ont dû rompre les premières croûtes qui se formaient à la masse liquide du globe, que ces fragments solides, nageant dans la surface de la masse liquide, se seront mélangés avec cette masse, y seront même quelquefois repassés, en tout ou en partie, à l'état liquide, et d'autres fois se seront amoncelés les uns sur les autres, en se plaçant aussi bien sur leurs tranches que sur leur plat, de manière à former, à la surface du globe, des inégalités et des aspérités plus ou moins sensibles. On sent encore que les premières précipitations atmos-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

phériques, ayant dû être accompagnées de pluies violentes, ne devaient pas différer beaucoup de celles qui se sont faites, quelque temps après, au milieu des eaux.

On conçoit enfin que, quand la croûte aura acquis assez de solidité pour ne plus se laisser rompre par les phénomènes météoriques, les contractions résultant du refroidissement et du desséchement auront produit des fentes qui auront mis au jour des parties liquides ou molles de l'intérieur, qui ne devaient pas différer beaucoup de celles qui avaient formé les premières assises de l'écorce, puisqu'elles provenaient à peu près des mêmes profondeurs, qu'elles n'avaient pas été dans le cas d'être modifiées par un long trajet, et que la consolidation des unes et des autres s'était faite sous des températures peu différentes.

1009. **Application de cette théorie aux terrains observés.** — Cet exposé théorique de la manière dont les premières parties de la croûte solide de notre globe ont dû se former doit, en quelque façon, nous faire désespérer de pouvoir jamais déterminer, d'une manière positive, quels sont les systèmes de roches qui doivent leur origine à chacun de ces modes de formation en particulier, et se trouve, d'ailleurs, parfaitement d'accord avec la confusion que l'étude géognostique des terrains nous y a fait reconnaître. Cependant la structure non stratifiée et la texture cristalline du terrain granitique nous portent à y voir les résultats des premières coagulations; d'un autre côté, la stratification du terrain cristallophyllien, la liaison et la ressemblance de quelques-uns de ses membres avec le terrain granitique, ainsi que l'absence des corps organisés, nous font voir, dans ce groupe, les résultats des premières précipitations, et surtout des précipitations atmosphériques; tandis que la présence de corps organisés marins dans le terrain silurien et sa liaison intime avec le terrain cristallophyllien nous y montrent les résultats des précipitations qui se sont formées dans des eaux habitées par les premiers êtres vivants.

On sentira que, dans cette manière de voir, on explique



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

assez aisément plusieurs circonstances qui pourraient paraître difficiles à concevoir, lorsque l'on ne fait attention qu'à la différence qu'il y a entre les produits qui se font maintenant par la voie aqueuse et par la voie ignée. Telles sont, par exemple, la grande ressemblance et la liaison intime qui existent entre le gneiss et le granite, puisque nous avons vu que les premiers effets de la coagulation et les premiers effets de la précipitation devaient donner des résultats bien peu différents. On concevra de même le mélange et la liaison de ces systèmes de roches par les fractures qui auront fait nager des masses de gneiss, de micaschiste et d'autres roches cristallophylliennes, encore molles, dans des pâtes destinées à devenir du granite en se refroidissant. La diversité et le mélange de ces roches, leur ressemblance avec celles qui composent les terrains agalysiens, et la présence presque générale de la magnésie dans ces dépôts, sont, en quelque manière, des conséquences de leur formation par voie de précipitation, occasionnées, sous des températures excessivement élevées, par de fréquentes sublimations émanant de matières incandescentes.

1010. **Origine des granites.** — Nous ne disconviendrons pas cependant que cette explication théorique est susceptible de quelques objections, surtout en ce qui concerne le granite, qui, dans cette manière de voir, est le premier résultat de la consolidation de la croûte du globe, et a dû être entièrement recouvert par les dépôts primaires; tandis que l'observation a fait voir des granites injectés sous la forme de filons dans des dépôts primaires, et que cette roche se présente souvent à découvert et forme quelquefois le sol de massifs considérables. Mais il nous semble qu'il y a des difficultés beaucoup plus grandes dans toutes les autres hypothèses qui ont été formées pour expliquer l'origine du granite; nous ne nous arrêterons pas à l'hypothèse, admise pendant si longtemps, que le granite était dû à une cristallisation par la voie humide; car c'est là une de ces suppositions qui ne s'appuient sur aucun des phénomènes que nous présente la nature ac-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

tuelle; mais passant à l'hypothèse qui voit dans les granites, comme dans les porphyres et dans les roches pyroïdes, le produit d'éjaculations de matières liquides, nous répondrons que, si la matière des granites avait été poussée au jour à l'état liquide lorsque la croûte du globe était déjà formée, il y a tout lieu de croire, d'après ce que nous connaissons des lois de la cristallisation et du refroidissement, qu'ils n'auraient pu prendre, d'une manière aussi générale, la texture granitoïde qui les caractérise; tandis que cette texture est un résultat naturel d'un refroidissement aussi lent que celui qui a dû se faire lors de la première coagulation de la croûte. On conçoit également que, si les granites avaient encore conservé un certain état de mollesse lorsqu'ils ont été soulevés, ils pouvaient, sans perdre leur texture granitoïde, être mis à découvert par le glissement des dépôts supérieurs, être rejetés sur ces dépôts et même être injectés dans les fentes qui se trouvaient ou se formaient dans ces derniers : explication qui paraît d'autant plus satisfaisante, que les granites ont dû conserver longtemps après leur coagulation l'état de mollesse nécessaire pour se prêter aux phénomènes dont il s'agit; d'où il résulte que, tout en admettant que le terrain granitique est, en général, le résultat de la première coagulation de la croûte du globe, on n'est pas obligé de restreindre leurs soulèvements aux premières révolutions.

Toutefois il est bon de faire deux remarques à ce sujet : la première, c'est que nous n'entendons parler ici que de la grande masse du terrain granitique et que nous sommes bien loin de contester qu'il ait pu se former à des époques postérieures des filons ou autres petites masses de granite ou d'autres roches à texture granitoïde; la seconde, c'est que les liaisons intimes du terrain granitique avec deux groupes peu anciens, c'est-à-dire avec les terrains porphyrique et pénéen, peut très-bien, ainsi que nous allons essayer de le faire voir, se concilier avec l'hypothèse de la priorité du terrain granitique sur tous les autres groupes.

1011. **Origine des roches porphyriques et py-**

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

**roïdes**. — La liaison des granites et des porphyres n'est, en effet, qu'une conséquence de la manière dont nous supposons que les porphyres ont été formés et de leur rapport de composition avec les granites ; car, si les porphyres sont le résultat d'éjaculations qui, quoique postérieures à la coagulation du granite, ont quelquefois eu lieu avant que celui-ci soit passé à l'état de solidité rigide, on sent que, quand la matière de ces porphyres a été poussée de bas en haut contre la masse granitique, elle aura été dans le cas de s'injecter dans cette dernière, plutôt que de la soulever, et que, vu l'état où se trouvait le granite et vu la presque identité de nature entre ces deux roches, il a dû se former une union intime entre la matière injectée et celle injectante.

Il est bon de faire remarquer, à cette occasion, que la grande ressemblance entre la nature chimique des roches des terrains porphyrique et granitique, ainsi que la différence de texture qui les distingue, sont aussi en rapport avec l'origine que nous leur supposons ; car, si le globe a été à l'état fluide, il est bien probable que les matières qui composaient cette masse se sont disposées, jusqu'à un certain point, dans l'ordre de leurs densités, de sorte qu'il y aura eu peu de différences entre celles qui étaient voisines, ce qui explique pourquoi les dépôts porphyriques, qui paraissent les plus anciens, sont précisément ceux qui ressemblent le plus aux granites, et pourquoi les produits de nos volcans actuels sont, de toutes les roches plutoniennes, celles qui diffèrent le plus des granites *. D'un autre côté, on sent que, si la matière des por-

* Si l'on objectait, contre l'opinion de l'arrangement des matières qui composent le globe dans l'ordre de leur densité, que les terrains plutoniens n'annoncent pas un accroissement de densité très-sensible dans l'ordre de leurs éjaculations, on pourrait répondre que les corps, en changeant d'état, éprouvent presque toujours des changements dans leur densité, que ces matières, en traversant la croûte solide pour arriver au jour, ont dû éprouver des actions susceptibles de modifier leurs pro-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

phyres a été injectée dans des dépôts dont la température était déjà devenue assez basse, elle se sera refroidie plus rapidement que les matières qui se coagulaient en grandes masses, et qu'en conséquence la force de cristallisation n'aura pu s'y développer d'une manière aussi complète.

1012. **Origine du Todtliegende.** — Quant à la liaison du granite avec le terrain pénéen, elle annonce seulement que les granites qui présentent cette liaison ont été soulevés à l'époque de la formation du terrain pénéen ; car on conçoit que l'agitation qui s'est établie dans une circonstance semblable a dû désagréger et remanier la partie extérieure d'une masse aussi friable que celle que devaient former les granites avant que leur consolidation fût complète. Il en est de même des relations du terrain porphyrique avec le terrain pénéen ; mais il est bon que nous fassions remarquer, à cette occasion, que les poudingues pénéens, plus connus sous le nom de *Todtliegende**, nous semblent avoir une origine analogue à celle que nous avons indiquée à l'occasion des dépôts plusiaques (993), ce qui annoncerait que l'une des plus importantes éjaculations de porphyre rouge appartiendrait à l'époque où se formait le

---

priétés originaires, et qu'enfin il paraît que l'interposition des matières gazeuses a joué un grand rôle dans le phénomène de l'éjaculation lui-même. Au surplus, on pourrait dire aussi que les roches plutoniennes nouvelles annoncent qu'elles partent d'une masse plus dense que les roches anciennes ; car celles-ci contiennent ordinairement plus de magnésie et moins de fer que celles-là : or on sait que les combinaisons du fer sont généralement plus denses que celles de la magnésie.

* D'après cette manière de voir, ces *Todtliegende* seraient au porphyre dans les mêmes rapports que les roches meubles et conglomérées des terrains basaltique et trachytique aux roches massives et cristallines de ces terrains. J'ai cependant laissé les uns dans la classe des terrains neptuniens et les autres dans celles des terrains plutoniens ; ce qui n'est pas rationnel : mais, comme le rapprochement indiqué ci-dessus n'est qu'hypothétique, je n'ai pas voulu m'écarter à cet égard de l'usage ordinaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

terrain pénéen. Nous sommes loin toutefois de prétendre que toutes les roches fragmentaires que l'on a rapportées au *Todtliegende* appartiennent à la même époque, et nous avons déjà fait remarquer que l'on avait reconnu des arkoses, des pséphites et des poudingues qui se rangent dans presque tous les groupes postérieurs, ce qui doit être ainsi, puisque nous avons vu qu'il y avait eu des révolutions dans toutes les périodes correspondantes à ces groupes ; mais on ne peut disconvenir que la production de ces roches fragmentaires n'a été, à aucune époque, aussi abondante qu'à celle où s'est formé le terrain pénéen.

1013. Il nous reste encore à examiner plusieurs phénomènes dont nous n'avons pas eu l'occasion de parler jusqu'à présent, et qui se rattachent, pour la plupart, aux éjaculations intérieures. L'un des plus mystérieux de ces phénomènes est celui de l'**origine des filons proprement dits** (188). Il n'y a pas longtemps encore que la plupart des géologues pensaient, avec Werner, que ces filons étaient des fentes remplies de haut en bas par l'effet des eaux qui baignaient la surface de la terre; mais, dans ce cas, on doit se demander comment, à ces époques, il ne se faisait pas, hors de ces fentes, des dépôts analogues à ceux qui se formaient dans leur intérieur et comment la terre ne s'est pas couverte d'une cuirasse métallique. On peut aussi se demander comment les eaux pouvaient dissoudre une si grande quantité de métaux, et, en admettant la possibilité de la dissolution, où ces eaux superficielles trouvaient-elles les matières métalliques à dissoudre?

D'un autre côté, on a remarqué qu'un grand nombre de ces filons n'avaient point d'ouverture à l'extérieur, et qu'il en existe dans les roches plutoniennes aussi bien que dans les roches neptuniennes. Or ces diverses circonstances nous portent à croire qu'il est plus probable que les matières qui composent les filons proprement dits ont été amenées, de bas en haut, de la même manière que celles que déposent nos sources minérales (925), c'est-à-dire que les émanations gazeuses qui s'échappaient des matières en fusion situées au-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

dessous de l'écorce solide du globe, après s'être combinées avec les eaux qui devaient probablement remplir une grande partie de ces fentes, dont la plupart étaient sous les mers, se seront successivement cristallisées sur les parois de ces fentes; opération dans laquelle les phénomènes électriques auront, sans doute, joué un rôle important. En concevant, de cette manière, l'origine des filons proprement dits, on fait rentrer ces gisements de minéraux dans le même ordre de phénomènes que ceux auxquels sont dus les principaux événements qui se passent encore à la surface de notre planète, et on évite la plupart des difficultés qui s'opposent à l'adoption des autres hypothèses. On conçoit, en effet, pourquoi les matières métalliques sont concentrées dans des fentes au lieu de former de vastes nappes à la surface de la terre, et la source de ces matières est toute trouvée ; car la circonstance que la pesanteur spécifique de la terre est à peu près le double (9) de celle de la plupart des roches qui composent sa surface annonce qu'il y a dans son intérieur beaucoup de matières plus pesantes que ces roches ; matières qui, d'après ce que nous connaissons de la nature, doivent être des métaux proprement dits.

1014. Quant à l'**origine des filons fragmentaires**, les corps organisés que renferment ces filons, leur largeur plus considérable en haut qu'en bas et la nature des roches dont ils sont composés annoncent qu'ils ont été remplis de haut en bas par l'effet du mouvement des eaux. Cette origine paraît hors de doute pour ceux de ces filons qui, comme les brèches osseuses, dont il a déjà été parlé ci-dessus (991), ne présentent que des débris de roches ou d'animaux dont l'existence préalable à la surface du globe se trouve constatée par d'autres monuments ; mais elle présente certaines difficultés pour ceux qui renferment beaucoup de parties cristallines de pyrite, de galène, de calamine, de quarz, etc. ; car la plupart de ces matières annoncent évidemment qu'elles n'ont pas été transportées, mais qu'elles ont cristallisé dans le filon même ; or on se demande alors, si le liquide qui baignait le filon avait la propriété de donner naissance à ces cristaux,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pourquoi ce liquide n'en a-t-il pas déposé hors des fentes où le filon s'est formé. Probablement que, dans ces filons, le remplissage de haut en bas se combinait avec le phénomène que nous suppposons avoir donné naissance aux filons proprement dits.

1015. **Origine des veines.**—Les veines doivent peut-être quelquefois leur origine à des phénomènes analogues à ceux qui ont produit les filons; mais nous croyons qu'ordinairement elles proviennent de la force de cristallisation qui porte les molécules de même nature à se rapprocher, en se dégageant, pour ainsi dire, des molécules d'autre nature qui les enveloppaient. Indépendamment de ce qui se passe dans un liquide qui tient plusieurs sels en dissolution, on peut prendre une idée plus exacte de ce phénomène lorsque la boue se gèle avec lenteur; car on y remarque que les molécules d'eau, au lieu de demeurer dans l'état d'union où elles étaient avec les molécules de terre, se réunissent, et forment souvent de petites veines au milieu de la masse. Cet effet se remarque surtout au moment où la boue commence à geler; on y voit alors des veines superficielles de glace qui forment, au milieu de la masse non gelée, le même effet que les filets de glace qui commencent souvent la congélation de l'eau. D'un autre côté, les fissures de retraits qui se forment dans les masses minérales par le refroidissement et par la dessiccation doivent aussi faciliter cette tendance des molécules similaires à se réunir.

1016. **Altération des roches par la chaleur.**—On a remarqué depuis longtemps que les roches neptuniennes qui avoisinent les basaltes et les autres roches pyroïdes présentent quelquefois des caractères différents de ceux qu'elles ont habituellement. C'est ainsi, par exemple, que des bancs de calcaire compacte ou de craie prennent la texture lamellaire ou saccharoïde, un aspect plus brillant et un commencement de translucidité lorsqu'ils approchent du basalte; c'est également ainsi que de la houille se trouve transformée en anthracite ou en lignite; que le lignite devient sec et se divise en petits parallélipipèdes; que les grès sont crevassés et prennent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

un aspect vitreux, que des schistes argileux deviennent des porcellanites et même des phtanites.

D'un autre côté, comme les roches calcareuses du terrain cristallophyllien ont communément la texture saccharoïde ou lamellaire, on a aussi été conduit à attribuer cette propriété à la chaleur qu'elles auraient éprouvée.

1017. **Cémentation des roches.** — Mais M. de Buch a été beaucoup plus loin : ayant observé dans les Alpes orientales d'énormes dépôts de roches calcareuses, qu'il croit avoir été soulevées par les mélaphyres, et qui sont criblées de fissures et de fentes, lesquelles semblent avoir été occasionnées par le soulèvement et l'échauffement, et ayant reconnu que ces dépôts sont formés de dolomie, tandis que d'autres dépôts, qui paraissent faire partie des mêmes assises, mais qui n'ont pas été dans le cas d'avoir également éprouvé l'action des agents intérieurs, sont formés de calcaire, il en a conclu que les dépôts de dolomie avaient aussi été originairement du calcaire, mais que, lors de la poussée des mélaphyres, de la magnésie sublimée, aidée par l'action dilatante de la chaleur, s'était introduite dans les pores du calcaire et s'était combinée avec ce dernier par une opération analogue à la cémentation de l'acier. Une opinion aussi hardie, et à laquelle on n'était nullement préparé, a dû trouver beaucoup de contradicteurs et beaucoup d'admirateurs ; peut-être que parmi ces derniers il en est qui, voulant en généraliser l'application à toutes les dolomies quelconques, lui ont fait plus de tort que les contradicteurs.

Du reste, cette hypothèse, qui présente sous un point de vue tout à fait nouveau la formation de plusieurs espèces de roches, n'a pas été restreinte à la seule dolomie, et plusieurs géologues sont maintenant d'avis que beaucoup d'autres roches qui renferment de la magnésie sont dans le même cas. Ils voient, par exemple, dans les quarzites talciques et dans les stéaschistes, des grès et des schistes qui ont été chauffés et imprégnés de magnésie par l'action des gaz qui accom-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

pagnaient les ophiolites qui ont soulevé ou traversé ces roches.

On ne s'est pas borné non plus à appliquer cette hypothèse à l'action de la magnésie, mais on suppose maintenant que beaucoup d'autres substances ont agi d'une manière analogue, et ont changé la nature des roches neptuniennes exposées à leur action. C'est ainsi, par exemple, que l'on voit dans plusieurs dépôts gypseux le résultat de l'altération d'un calcaire attaqué par des émanations sulfuriques.

1018. **Origine des minéraux disséminés.** — On a aussi supposé que le soulèvement des roches plutoniennes a pu échauffer assez fortement des roches de sédiment pour y opérer une dilatation ou un ramollissement suffisant pour permettre au jeu des affinités de donner naissance à de nouveaux corps cristallins, par un phénomène analogue à ce que nous voyons dans les corps fondus qui refroidissent sous des circonstances favorables, et à ce que nous remarquons quelquefois dans les matériaux, de nos fourneaux, qui ont subi les effets d'une forte chaleur. Cette hypothèse expliquerait très-bien pourquoi les minéraux disséminés sont, en général, si abondants dans les roches calcareuses, schisteuses et quarzeuses des montagnes en couches inclinées, tandis qu'ils sont si rares dans les mêmes roches des plaines en couches horizontales; elle expliquerait également pourquoi ces minéraux disséminés présentent, en général, les espèces qui se trouvent de préférence dans les roches plutoniennes, ou même qui en forment la base, comme le feldspath, l'albite, le labradorite, l'amphibole, le pyroxène, etc.; elle expliquerait, enfin, comment les masses porphyriques intercalées dans des roches neptuniennes peuvent avoir une origine plutonienne, quoique la présence du feldspath, de l'amphibole et du pyroxène dans ces roches neptuniennes établisse de véritables rapports de composition entre celles-ci et les porphyres.

1019. **Origine des roches schistoïdes cristallines.** — On va même jusqu'à admettre que ce jeu des affinités, déterminé par la chaleur, ne s'est pas borné à donner naissance

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

à des cristaux disséminés, mais que la transformation s'est étendue à des massifs entiers, et que de puissants dépôts de psammites ou de schistes, par exemple, sont devenus des micaschistes et des gneiss; or, quoique nous pensions, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, que l'on n'a pas besoin de recourir à ces causes métamorphiques pour concevoir l'origine de toutes les roches schistoïdes cristallines, nous croyons que l'on ne peut maintenant se refuser à admettre, du moins dans de certaines limites, une hypothèse qui explique d'une manière satisfaisante une foule de faits qui paraissaient à peu près inexplicables lorsque l'on n'admettait que des formations purement aqueuses ou purement ignées.

1020. On a supposé, aussi dans ces derniers temps, que l'on pouvait également attribuer, à ces altérations postérieures des roches, l'**origine des feuillets schistoïdes contrastants** avec la direction des couches (216). On ne peut, en effet, concevoir que cette direction des feuillets ait été produite par la précipitation aqueuse qui a donné naissance à ces dépôts, et, comme les roches qui sont dans ce cas présentent généralement quelques traces des altérations dont nous venons de parler, on a pensé que ces roches ont éprouvé par l'action de la chaleur un ramollissement ou au moins une dilatation suffisante pour permettre le jeu des molécules qui les composent et donner ainsi naissance à une espèce de cristallisation imparfaite qui se manifeste par le clivage de ces roches.

1021. **L'origine des cavernes** et des autres cavités qui existent dans la croûte du globe présente encore plus de difficultés dans son ensemble que celle des filons, non pas toutefois celle de toutes les cavités, car nous avons déjà eu l'occasion de parler de celles qui se font encore sous nos yeux, par le simple effet de la poussée des matières volcaniques et de celles qui résultent de l'écartement d'une masse minérale. On conçoit aussi, dès que l'on admet que les montagnes ont été formées par soulèvement, que le mouvement imprimé aux masses qui les composent, et surtout les renversements qui en

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

ont été la suite, ont dû donner naissance à un grand nombre de vides dans l'amas de décombres qui en résulte. Mais ces divers genres de phénomènes sont insuffisants pour expliquer l'origine des cavernes qui se prolongent sous la forme de couloirs plus ou moins étranglés dans une même couche. On a souvent cherché à rendre raison de cette origine par l'érosion des eaux, et il est bien probable que ce genre d'action a exercé une certaine influence sur plusieurs cavernes ; mais, outre que, pour supposer le mouvement des eaux dans l'intérieur de l'écorce du globe, il faut aussi supposer l'existence de vides préalables, c'est-à-dire de cavernes, l'existence des étranglements dans les cavernes semble annoncer qu'elles ne peuvent être le résultat de l'action mécanique des eaux.

Pour pouvoir attribuer à l'action des eaux l'origine des cavernes à étranglements, il faut supposer que des eaux éjaculées de l'intérieur de la terre exerçaient une action dissolvante, soit que l'espace, maintenant vide, fût originairement occupé par des amas de matières qui, comme le selmarin, fussent solubles dans les eaux ordinaires, soit que les eaux qui auraient creusé les cavernes fussent imprégnées de principes qui leur donnaient la propriété de dissoudre les masses qu'elles traversaient. Mais cette explication laisse aussi à désirer ; car, dans la plupart des terrains à cavernes on ne voit aucun indice de l'intercalation de matières plus solubles que la masse principale. D'un autre côté, on conçoit difficilement l'existence d'une eau susceptible de dissoudre les roches silicatées, dans lesquelles se trouve la caverne que M. Virlet a observée dans l'île de Thermia, en Grèce, et, tout en admettant la possibilité qu'une eau chargée d'acide carbonique ou d'acide sulfhydrique dissolve les roches calcareuses, on conçoit difficilement que l'action de ce liquide ait creusé des cavités considérables, qui n'ont d'autres issues que des ouvertures excessivement étroites, ainsi qu'on en remarque dans la plupart des cavernes.

On a aussi supposé que les cavernes sont le résultat du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

passage de gaz qui cherchaient à se dégager de l'intérieur vers l'extérieur, soit que ces gaz agissent d'une manière purement mécanique en traversant des masses encore molles, soit qu'ils fussent dans le cas de dissoudre ou de corroder les masses à travers lesquelles ils s'insinuaient au moyen des fentes ou fissures qui existaient dans ces masses. Cette hypothèse a au moins l'avantage de faire rentrer l'origine des cavernes dans le même ordre de choses que les autres grands phénomènes qui ont agi sur la surface du globe; mais, si nous concevons plus aisément l'existence d'un gaz qui aurait, comme le fluoride silicique, la propriété de dissoudre les roches silicatées, cette hypothèse ne rend pas mieux raison de l'existence des étranglements que celle des eaux acidulées sur les roches calcareuses. L'action mécanique des gaz sur une matière molle expliquerait mieux ce dernier phénomène, à cause de la propriété expansive de ces fluides, qui, comprimés sur un point, auraient étendu l'espace qu'ils occupaient, jusqu'à ce qu'ils trouvassent une issue par laquelle ils se seraient échappés, quelque resserrée que fût cette issue; de même que nous voyons une simple crevasse, dans une chaudière, suffire pour laisser échapper une masse de vapeur qui, auparavant, produisait des effets immenses. Mais cette explication est aussi sujette à de grandes difficultés : on peut notamment se demander comment il se fait que les couches qui auraient éprouvé une semblable dilatation dans leur intérieur ne se fussent pas gonflées dans les parties qui la subissaient; et l'on devrait s'étonner de ce que l'on voit, notamment dans le calcaire secondaire de la Franconie, des cavernes qui se prolongent horizontalement sur une grande étendue, tandis qu'il aurait été beaucoup plus facile pour les gaz d'arriver directement au jour.

1022. **Conclusion.** — Si nous résumons maintenant les divers faits que nous avons passés en revue dans ce livre, nous verrons que l'étude de la nature inorganique et celle de la nature vivante nous conduisent à reconnaître que les phénomènes qui ont eu lieu à la surface du globe, dans les temps anciens,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

sont analogues à ceux qui s'y passent maintenant, et qu'ils n'en diffèrent que par une énergie qui se conçoit aisément dès que l'on suppose que notre planète a été à l'état de fluidité ignée ; hypothèse à laquelle nous conduit le concours uniforme des conclusions tirées de la physique, de la chimie et de la physiologie.

1023. Nous avons vu également que dans cette hypothèse l'on peut distinguer *deux séries* de terrains : l'une, que nous désignons par l'épithète de *neptunienne*, parce que les eaux ont joué un rôle important dans sa formation; l'autre, que nous appelons *plutonienne*, parce que nous supposons qu'elle a été formée par la voie sèche. La première de ces séries s'est formée de bas en haut par l'addition de couches successives, dont la position relative est encore susceptible d'être reconnue, sauf quelques incertitudes dont les causes s'expliquent aisément ; mais la seconde, qui a dû se former dans le sens opposé, c'est-à-dire de haut en bas, est entièrement hypothétique, en ce sens que les dépôts que nous considérons comme sa première assise pourraient bien appartenir à la série neptunienne, et que les dépôts que nous croyons provenir des assises inférieures pourraient, à la rigueur, n'être que des terrains neptuniens modifiés par les feux souterrains.

1024. Du reste, c'est une circonstance très-remarquable, et en même temps très-favorable à la théorie que nous avons adoptée, de voir que, malgré la différence qui existe dans le mode de formation que nous attribuons aux terrains neptuniens et plutoniens, chacune de ces deux séries concourt également à confirmer l'âge relatif que, pour des motifs différents, nous avons attribué aux divers groupes qui composent l'écorce solide du globe.

On a vu, en effet, que l'ordre que nous attribuons aux terrains neptuniens est fondé sur les superpositions de ces terrains, et sur ce que les corps organisés qu'ils recèlent se rapprochent toujours plus de ceux de l'époque actuelle, à mesure que l'on s'avance dans la série; tandis que l'ordre attribué aux terrains plutoniens est fondé sur leur rapprochement gra-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

duel avec les substances rejetées par nos volcans. Or, quoique ces deux séries présentent des roches qui deviennent toujours plus différentes, à mesure que l'on s'avance dans chacune, la liaison des membres d'une série avec ceux de l'autre se fait toujours de manière à confirmer l'ordre qui leur est attribué dans leurs séries respectives. C'est ainsi que le terrain granitique présente ses principales liaisons avec le terrain cristallophyllien, que le terrain porphyrique se lie avec les terrains primaires et secondaires, que les terrains trachytique et basaltique étendent leurs relations jusqu'aux terrains tertiaires, et que le terrain volcanique se lie avec les terrains modernes et se forme encore sous nos yeux.

1025. Il résulte, de ce qui précède, que l'ensemble de notre tableau de classification des terrains exprime l'*ordre de structure* de l'écorce du globe, en allant de l'extérieur à l'intérieur ; que cet ordre peut être considéré comme positif jusqu'aux terrains granitiques, mais qu'il est purement hypothétique pour les groupes suivants, à l'égard desquels il exprime seulement la position où nous supposons que se trouvent les masses d'où ont été détachées les parcelles qui sont parvenues à nos yeux.

Pour que ce tableau exprimât l'ordre des consolidations ou des mises en place, il faudrait prendre, pour point de départ, la séparation entre les deux classes, et aller de bas en haut pour la première et de haut en bas pour la seconde.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

—


INTRODUCTION. Page 1
Plan. *id.*
SECTION Ire. *De la classification des connaissances humaines.* *id.*
Division des connaissances en cinq branches. *id.*
Subdivision des sciences naturelles. 2
— de l'inorganomie. *id.*
SECTION II. *Notions astronomiques.* 3
Univers. *id.*
Astres. *id.*
Planètes. 4
Dimensions de la terre. 5
Densité de la terre. *id.*
Mouvements de la terre. 6
Ressemblance du ciel avec une voûte. *id.*
Mouvements de la voûte céleste. 7
Sphère céleste. 8
Hauteur du pôle. 10
Hauteur des astres. 11
Cause du mouvem. des astres. 12
Origine des astres. 13
DE LA GÉOLOGIE EN GÉNÉRAL. 16
LIVRE Ier. DE LA GÉOGRAPHIE. 17
CHAPITRE Ier. *De la géographie astronomique.* *id.*
Projection des cercles de la sphère céleste sur la sphère terrestre. *id.*
Latitudes. 18
Longitudes. *id.*
Cartes géographiques. 20
Division de la terre en cinq zones. Page 21
CHAPITRE II. *De la géographie orographique.* 23
Inégalités de la surface de la terre. *id.*
Altitude. *id.*
Maximum des inégalités. 23
Contrées basses et élevées. 24
Plaines et plateaux. *id.*
Montagnes, collin. et éminenc. 25
Vallées et vallons. 29
Autres cavités à ciel ouvert. 31
Dénominations agricoles. 32
CHAPITRE III. *De la géographie hydrographique.* 33
Division générale des eaux. *id.*
Eaux liquides. *id.*
Mers. *id.*
Eaux des terres. 34
Eaux stagnantes. *id.*
Eaux courantes. *id.*
Eaux solides. 35
Neiges perpétuelles. 36
Glaciers. *id.*
Glaces fixes. 37
Rapports de position entre les terres et les eaux. *id.*
CHAPITRE IV. *Description abrégée de la surface de la terre.* 41
SECTION Ire. *Des mers.* *id.*
Étendue des mers. *id.*
Division des mers. *id.*
Océan Arctique. *id.*
— Atlantique. 42
— Pacifique. 44




Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Océan Indien. Page 44
— Antarctique. 45
Section II. *Des continents et des parties de la terre.* *id.*
Division en trois continents. *id.*
Division en cinq parties. 46
I^re *partie de la terre.* Europe. *id.*
Position astronomique. *id.*
Limites. 47
Étendue et forme. *id.*
Iles et presqu'îles. 48
Lacs et cours d'eau. *id.*
Relief. 50
Plaine du milieu. *id.*
Parties montueuses. *id.*
Açores. 51
Iles Féroë. *id.*
Spitzberg. *id.*
Dofrines. *id.*
Montagnes des îles Britanniq. 52
Plateau central de la France. 53
Montagnes Hispaniques. 54
— Sardo-Corses. 58
— de Sicile. *id.*
Apennins. *id.*
Alpes. 59
Monts Hercyniens. 62
Karpathes. 65
Montagnes de Slavogrèce. 66
— de Crimée. 68
Division en régions. *id.*
II^e *partie de la terre.* Asie. 69
Position astronomique. *id.*
Limites. 70
Etendue et forme. 71
Presqu'îles. *id.*
Iles. *id.*
Lacs. 72
Cours d'eau. 73
Relief. Page 73
Grande plaine du Nord. *id.*
Parties montueuses. 74
Système ouralien. *id.*
— tauro-persique. 75
— de l'Himalaya. 76
— du Kouenlun. 77
— du Thian-Chan. *id.*
— de l'Altaï. 78
— japonais. 79
— siamois. *id.*
— des Ghattes. 80
— arabique. *id.*
Division en régions. 81
III^e *partie de la terre.* Afrique. 82
Position astronomique. *id.*
Limites. *id.*
Étendue et forme. *id.*
Iles et presqu'îles. 83
Lacs et cours d'eau. *id.*
Relief. 84
Division en régions. 85
IV^e *part. de la terre.* Amérique. 86
Position astronomique. *id.*
Limites. *id.*
Etendue et forme. 87
Iles et presqu'îles. *id.*
Lacs. 88
Cours d'eau. 89
Relief. 90
Plaines. *id.*
Montagnes orientales. 91
— occidentales. 92
Division en régions. 93
V^e *partie de la terre.* Océanie. 94
Limites et étendue. *id.*
Division en trois portions. *id.*
Polynésie. 95
Australie. 96
Antarctie. 98

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

LIVRE II. De la minéralogie. Page 99
Chapitre Ier. *Des propriétés générales des minéraux.* 100
Observation préliminaire. 101
Division des propriétés génér. *id.*
Section Ire. *Des propriétés chimiques.* 102
Observation préliminaire. *id.*
Division des corps. *id.*
Combinaisons. *id*
Formules chimiques. 103
Réduction des analyses en formules. 107
— des formules en poids. 109
Substitution des éléments. 111
Mélanges. 117
Mélanges intimes. *id.*
— mécaniques. 118
Recherches des propriétés chimiques. *id.*
Instruments. 119
Réactifs. 120
Adhérence des liquides avec les solides. 122
Action de l'atmosphère. 123
Action des minéraux sur les sens. 124
Section II. *Des propriétés géométriques des minéraux.* 125
Subdivision. *id.*
Formes. *id.*
Formes cristallines. 126
Division des cristaux en systèmes. *id.*
Formes primitives et secondaires. 128
Rapport des formes cristallines avec la nature des minéraux. 130
Vrais cristaux. 131
Cristaux épigènes. Page 132
Cristaux pseudomorphiques. *id.*
— normaux. *id.*
— anomaux. *id.*
— — non symétriques. 133
— — groupés. *id.*
Groupements réguliers. *id.*
— irréguliers. 134
Cristaux déformés. 135
Formes concrétionnées. *id.*
— massives. 136
Couches. 137
Typhons. 138
Filons. *id.*
Filons proprement dits. 139
— fragmentaires. *id.*
Dykes. *id.*
Filons coniques. *id.*
Coulées. 140
Amas. *id.*
Formes fragmentaires. *id.*
Blocs. 141
Plaques. 142
Veines. *id.*
Rognons. *id.*
Nids. 143
Cailloux. *id.*
Noyaux. *id.*
Blocaux. 144
Grains. *id.*
Paillettes. *id.*
Formes organiques. *id.*
Texture. 145
Textures cristallines. 146
Texture cristall. normale. *id.*
— — anomale. 147
Texture lamellaire. 148
— fibreuse. *id.*
— radiée. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Texture granitoïde. Page 148
— porphyroïde. *id.*
— amygdaloïde. *id.*
Textures feuilletées. 149
Texture globuleuse. *id.*
— stratoïde. *id.*
— schistoïde. *id*
Textures massives. 151
Texture compacte. *id.*
— saccharoïde. *id.*
— grenue. 152
— grossière. *id.*
Textures celluleuses. *id.*
Texture tubulée. *id.*
— bulleuse. *id.*
— scoriacée. *id.*
— cariée. *id.*
Textures conglomérées. *id.*
Texture grésiforme. 152
— poudingiforme. *id.*
— bréchiforme. *id.*
— oolitique. *id.*
Textures organiques. *id.*
Texture animale. *id.*
— végétale. *id.*
Texture meuble. *id.*
Cassure. 155
SECTION III. *Des propriétés mécaniques des minéraux.* 156
Considération préliminaire. *id.*
Densité. *id.*
Cohésion. 158
Consistance. 159
Solides. *id.*
Liquides. *id.*
Corps gazeux. 160
Flexibilité. 161
Ductilité. 162
Dureté. 163
Tactilité. 164
Graphicité. Page 164
SECTION IV. *Des propriétés optiques des minéraux.* 165
Division. *id.*
Transparence. *id.*
Réfraction simple. 166
— double. *id.*
Éclat. 169
Couleur. 170
Diversité. 172
Intensité. 173
Distribution. *id.*
Constance. *id.*
Couleurs propres. *id.*
— accidentelles. *id.*
Couleurs fixes. *id.*
— mobiles. 174
Iridiation. *id.*
Polychroïsme. *id.*
Astérisme. 175
Chatoiement. *id.*
Phosphorescence. *id.*
SECTION V. *Des propriétés électriques des minéraux.* 177
Considération préliminaire. *id.*
Conductibilité. *id.*
Développement. *id.*
Nature. 178
Valeur du caractère. 180
SECTION VI. *Des propriétés magnétiques des minéraux.* 181
SECTION VII. *Des propriétés acoustiques des minéraux.* 182
CHAPITRE II. *De la classification des minéraux.* 183
Observation préliminaire. *id.*
Division en classes, ordres et familles. *id.*
Etablissement des genres et sous-genres. 187

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Etablissement des espèces. P. 191
*Dénomination des espèces.* 194
Sous-espèces. *id.*
Variétés principales. 195
— particulières. *id.*
CHAPITRE III. *Tableaux des minéraux et descriptions de quelques espèces.* 197
Plan. *id.*
1re *Classe*. MÉTALLITES. 198
Aurides. 199
Or. *id.*
Platinides. 200
Platine. *id.*
Iridides. 201
Iridium. *id.*
Iridosmine. *id.*
Osmides. *id.*
Palladides. *id.*
Palladium. 202
Rhodides. *id*
Argentides. *id.*
Argent. 203
Electrum. *id.*
Amalgame. *id.*
Argyrose. 204
Kérargyre. *id.*
Mercurides. 205
Mercure. *id.*
Cinabre. *id.*
Cuprides. 206
Cuivre. 207
Chalkopyrite. 208
Panabase. *id.*
Malachite. *id.*
Azurite. 209
Uranides. *id.*
Péchurane. *id.*
Bismuthides. 210
Bismuth. *id.*
Bismuthine. Page 210
Bornine. 211
Stannides. *id.*
Cassitérite. *id.*
Plombides. 212
Plomb. 213
Galène. *id.*
Céruse. 214
Crocoïse. *id.*
Cadmides. *id.*
Zincides. 215
Blende. *id.*
Calamine. 216
Smithsonite. *id.*
Nickélides. 217
Cobaltides. *id.*
Smaltine. 218
Cobaltine. *id.*
Ferrides. *id.*
Fer. 220
Pyrites. 221
Marcassite. *id.*
Sperkise. *id.*
Léberkise. 222
Mispickel. *id.*
Aimant. *id.*
Oligiste. 223
Limonite. 224
Nigrine. *id.*
Wolfram. *id.*
Sidérochrome. 225
Phosphates de fer. *id.*
Silicates de fer. *id.*
Chlorite. *id.*
Chamoisite. 226
Sidérose. *id.*
Couperose. *id.*
Manganides. 227
Oxydes de manganèse. *id.*
Pyrolusite. 228

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Acerdèse. Page 228
Siegénite. 229
Psilomélane. *id.*
Rhodonite. *id.*
Cérides. *id*
Tantalides. *id.*
Titanides. *id.*
Rutile. 231
Tellurides. *id*
Tellure. 232
Antimonides. *id.*
Antimoine. 233
Stibine. *id.*
Schéelides. 234
Acide schéelique. *id.*
Schéelite. *id.*
Vanadides. *id.*
Molybdides. 235
Molybdénite. *id.*
Chromides. *id.*
Arsénides. 236
Arsenic. *id.*
Réalgar. 237
Orpiment. *id.*
Acide arsénieux. *id.*
Sélénides. 238
IIe *Classe*. KOUPHYLITES. *id.*
Potassides. *id.*
Sodides. 239
Lithides. *id.*
Barides. *id.*
Strontides. *id.*
Calcides. *id.*
Magnésides. 240
Brucite. *id.*
Aluminides. *id.*
Corindon. 241
Spinelle. *id.*
Cymophane. 242
Glucides. *id.*
Yttrides. Page 242
Zirconides. 243
Thorides. *id.*
Silicides. *id.*
Silicides oxydés. 244
Quarz. *id.*
Quarz proprement dit. *id.*
Agate. 246
Silex. 247
Jaspe. 248
Silicides hydratés. *id.*
Opale. *id.*
Hyalite. 249
Opale proprement dite. *id.*
Résinite. *id.*
Silicides silicatés. 251
Zircon. 254
Emeraude. *id.*
Disthène. 255
Grenat. *id.*
Pyrope. 256
Amphigène. *id.*
Idocrase. 257
Staurotide. *id.*
Cordiérite. *id.*
Macle. *id.*
Pinite. 258
Néphéline. *id.*
Smaragdite. 259
Epidote. *id.*
Feldspath. *id.*
Albite. 260
Labradorite. *id.*
Adinole. 261
Néphrite. *id.*
Mica. *id.*
Talc. 262
Péridot. 263
Amphibole. *id.*
Diallage. 265

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Pyroxène. Page 265
Wollastonite. 267
Silicides silicato-hydratés. *id.*
Cimolite. 269
Halloysite. *id.*
Allophane. *id.*
Zéolites. *id.*
Stéatite. 270
Magnésite. *id.*
Serpentine. 271
Schillerspath. *id*
Silicides silicato-chlorurés. *id.*
— silicato-fluorurés. 272
Topaze. *id.*
Silicides silicato-sulfatés. *id.*
Outremer. 273
Silicides silicato-borates. *id*
Tourmaline. *id.*
Silicides silicato-borato-hydratés. 274
Borides. *id.*
Sassoline. *id.*
Borax. 275
Fluorides. *id.*
Fluorine. 276
Iodides. *id*
Bromides. 277
Chlorides. *id.*
Acide chlorhydrique. *id.*
Selmarin. 278
Salmiac. *id.*
Phosphorides. *id.*
Calaïte. 279
Apatite. *id*
Sulfurides. 280
Soufre. 281
Acide sulfhydrique. *id.*
— sulfureux. *id.*
— sulfurique. 282
Thénardite. *id.*
Barytine. Page 282
Célestine. *id.*
Karsténite. 283
Glaubérite. *id.*
Gypse. 284
Alunite. 285
Alun. *id.*
Nitrides. 286
Nitrogène. *id.*
Air. 287
Salpêtre. *id.*
Nitrate calcique. 288
Hydrides. 289
Hydrogène. *id.*
Eau. *id.*
Eau douce. 290
— salée. 292
Eaux minérales. 294
Carbonides. 295
Diamant. 296
Graphite. 297
Grizou. *id.*
Acide carbonique. 298
Giobertite. *id.*
Dolomie. 299
Calcaire. *id.*
Arragonite. 301
Natron. *id.*
Urao. *id.*
Succin. 302
Pétrole. 303
Malthe. 304
Asphalte. *id.*
Anthracite. 305
Houille. *id.*
Lignite. 306
Tourbe. 307
Dusodyle. *id.*
Terreau. *id.*
Guano. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Oxydes. Page 307
Principaux minéraux isomorphes 309
Table des poids atomiques, etc. 310
CHAPITRE IV. *Des roches considérées minéralogiquement.* 316
Définition des roches. *id.*
Propriétés physiques. *id.*
Composition. *id.*
Classification de roches. 317
Tableau des roches. 319
Roches quarzeuses. 322
Quarz. *id.*
Quarzite. 323
Grès. 324
Sable. *id.*
Tripoli. 325
Poudingue. *id.*
Psammite. 326
Macigno. *id.*
Gompholite. 327
Arkose. *id.*
Roches schisteuses. 328
Schiste. 329
Schiste proprement dit. *id.*
Ardoise. 330
Schiste happant. 331
Ampélite. 332
Porcellanite. 333
Calschiste. *id.*
Roches argileuses. 334
Argilite. 335
Pséphite. *id.*
Smectite. 336
Argile. *id.*
Limon. 337
Marne. *id.*
Ocre. 339
Sanguine. 340
Kaolin. 341
Roches feldspathiques. *id.*
Orthose. Page 342
Pegmatite. *id.*
Granite. 343
Syénite. *id.*
Protogine. 344
Leptynite. *id.*
Porphyre. 345
Variolite. 346
Pyroméride. 347
Argilophyre. *id.*
Argilolite. *id.*
Perlite. 348
Ponce. 349
Trass. *id.*
Domite. 350
Roches albitiques. *id.*
Phonolite. *id.*
Trachyte. 351
Obsidienne. *id.*
Rétinite. 352
Roches labradoriques. 353
Saussurite. *id.*
Euphotide. *id.*
Granitone. *id.*
Hypersténite. 354
Téphrine. *id.*
Roches pyroxéniques. 355
Lherzolite. *id.*
Dolérite. *id.*
Mélaphyre. 356
Trapp. 357
Basalte. 358
Vake. 359
Pépérine. 360
Spilite. *id.*
Roches amphiboliques. *id.*
Hornblende. *id.*
Hémithrène. 361
Diorite. *id.*
Aphanite. 362

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Roches amphigéniques. Page 363
Amphigénite. *id.*
Roches grenatiques. *id.*
Eclogite. *id.*
Roches micaciques. *id.*
Micaschiste. *id.*
Gneiss. *id.*
Roches talciques. 364
Stéaschiste. 365
Ophiolite. 366
Roches calcareuses. 367
Calcaire. *id.*
Cipolin. 372
Ophicalce. *id.*
LIVRE III. DE LA GÉOGNOSIE. 374
CHAPITRE Ier. *De la structure de la terre.* 375
Idée générale. *id.*
Atmosphère. *id.*
Eaux. 376
Noyau central. *id.*
Écorce solide. *id.*
Masses. *id.*
Allure des masses. *id.*
Joints. 377
Joints de texture. *id.*
Joints de stratification. *id.*
Joints d'injection. 378
Fissures. *id.*
Failles. 379
Cavités souterraines. 380
CHAPITRE II. *Des fossiles.* 382
Distribution en groupes. *id.*
Groupe des espèces vivantes. *id.*
Groupe des grands pachydermes. 383
Système des éléphants. *id.*
Système des mastodontes. *id.*
Système des paléothères. 384
Groupe des grands sauriens. *id.*
Système crétacé. Page 385
Système jurassique. *id.*
Système triasique. 386
Groupe des trilobites. *id.*
Système pénéen. 387
Système houiller. *id.*
Système dévonien. *id.*
Système silurien. *id.*
Nombre des fossiles. 388
CHAPITRE III. *De la classification des terrains.* 389
Définition des terrains. *id.*
Liaison des terrains. 390
Difficulté de la classification. *id.*
Classification suivie dans cet ouvrage. 391
Méthodes accessoires. *id.*
CHAPITRE IV. *Descriptions particulières des terrains.* 396
Ire *Classe.* TERRAINS NEPTUNIENS. *id.*
Ier *Ordre.* TERRAINS MODERNES. 397
Ier *Groupe.* TERRAIN MADRÉPORIQUE. *id.*
IIe *Groupe.* TERRAIN TOURBEUX. *id.*
IIIe *Groupe.* TERRAIN DÉTRITIQUE. 400
Caractères généraux. *id.*
Terres végétales. 401
Terres arides. 402
Moraines. *id.*
Sables salifères. *id.*
Corps organisés. 403
IVe *Groupe.* TERRAIN ALLUVIEN. 404
Caractères généraux. *id.*
Alluvions fluviatiles. *id.*
Dépôts argileux. 405

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Dépôts arénacés. Page 405
Graviers. *id.*
Dépôts caillouteux. *id.*
Gros débris. 406
Roches conglomérées. *id.*
Dépôts métallifères. 407
Corps organisés. 408
Alluvions marines. *id.*
Dépôts des plages. 409
— des dunes. *id.*
Alluvions émergées. *id.*
Ve *Groupe*. TERRAIN TUFFACÉ. 411
Division. *id.*
Terrain tuffacé terrestre. *id.*
— — marin. 412
IIe *Ordre*. TERRAINS TERTIAIRES. 414
Caractères généraux. *id.*
Division. *id.*
Ier *Groupe*. TERRAIN DILUVIEN. 415
Caractères généraux. *id.*
Division. 416
Étage supérieur. 417
Dépôts de limon. *id.*
— caillouteux. 418
Blocs erratiques. 420
Ossements des cavernes. 421
Brèches osseuses. 422
Fer d'alluvion. 424
Dépôts plusiaques. 426
Étage moyen. 427
Nagelfluh de la Suisse. *id.*
Etage inférieur. *id.*
Poudingue de Nemours. *id.*
IIe *Groupe*. TERRAIN NYMPHÉEN. 428
Caractères généraux. *id*
Dépôt d'OEningen. 429
Dépôts du bassin de Paris. P. 430
Étage moyen. *id.*
Calcaire de la Beauce. *id.*
Meulières de Meudon. 431
Étage inférieur. *id.*
Meulières de la Ferté-sous-Jouarre. *id.*
Calcaire de la Brie. *id.*
Gypse de Montmartre. 432
Calcaire de Saint-Ouen. 434
Lignite du Soissonnais. *id.*
Argile plastique de Paris. 435
Lignites de Provence. 436
IIIe *Groupe*. TERRAIN TRITONIEN. 437
Caractères principaux. *id.*
Division en étages. *id.*
Dépôts d'Italie. 438
Étage supérieur. *id.*
Sables subapennins. *id.*
Marnes subapennines. 439
Étage moyen. *id.*
Étage inférieur. 440
Dépôts du bassin de Paris. 441
Étage moyen. *id.*
Falun de Touraine. *id.*
Grès de Fontainebleau. *id.*
Étage inférieur. 442
Grès de Beauchamp. *id.*
Calcaire grossier de Paris. *id.*
Sables du Laonnais. 443
Calcaire pisolitique de Meudon. 444
Dépôts du bassin de Londres. *id.*
Étage supérieur. 445
Crag de Norwich. *id.*
Etage moyen. *id.*
Crag de Suffolk. *id.*
Étage inférieur. *id.*
*Bagshot sand*. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

*London clay.* Page 445
Sables inférieurs. 447
Molasse de la Suisse. *id.*
Terrain salifère de la Gallicie. 448
IIIe *Ordre.* TERRAINS SECONDAIRES. 451
Caractères généraux. *id.*
Division en groupes. *id.*
Ier *Groupe.* TERRAIN CRÉTACÉ. 452
Caractères généraux. *id.*
Division en étages. *id.*
Terrain crétacé du bassin de Paris. *id.*
Étage supérieur. 453
Tuffeau de Ciply. 454
Craie blanche de Champagne. 455
Tuffeau de Touraine. 456
Sables du Perche. *id.*
Étage moyen. 458
Gault du Perthois. *id.*
Étage inférieur. *id.*
Terrain néocomien de la Puysaie. *id.*
Terrain crétacé de l'Angleterre. 462
Étage supérieur. 463
Étage moyen. *id.*
Étage inférieur. *id.*
Shanklin sand. *id.*
Weald clay. 464
Hastings sand. *id.*
Purbeck limestone. *id.*
Terrain crétacé de Saxe. 465
Plænerkalk. *id.*
Grès de Kœnigstein. *id.*
Terrain crétacé des Alpes de la Suisse. 466
Terrain crétacé des Apennins. 468
IIe *Groupe.* TERRAIN JURASSIQUE. Page 469
Caractères généraux. *id.*
Division en étages. 470
Terrain jurassique de l'Angleterre. *id.*
Étage portlandien. 471
Étage oxfordien. *id.*
Étage bathonien. *id.*
Étage liasique. 472
Ceinture jurassique du bassin de Paris. 484
Caractères généraux. *id.*
Étage liasique de l'Auxois. *id.*
Terrain jurassique du Jura. 487
Terrain de la Tarentaise. 491
Marbre de Carrare. 494
IIIe *Groupe.* TERRAIN TRIASIQUE. 495
Caractères généraux. *id.*
Massif triasique de la Souabe. 496
Étage keuprique. *id.*
Marnes. *id.*
Grès de Stuttgart. *id.*
Gypse. 497
Dolomie. *id.*
Lignite de Gaildorf. 498
Étage conchylien. *id.*
Calcaire de Friedrichshall. 499
Système salifère. 501
Wellenkalk. 502
Étage pœcilien. *id.*
Massif triasique de la Lorraine. 503
IVe *Ordre.* TERRAINS PRIMAIRES. 504
Caractères généraux. *id.*
Division en groupes. 506
Ier *Groupe.* TERRAIN PÉNÉEN. *id.*
Caractères généraux. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Terrain pénéen de la Thuringe. Page 506
Étage du zechstein. *id.*
— du kupferschiefer. 507
Étage du Todtliegende. 509
Terrain pénéen de l'Angleterre *id.*
— — de la Russie. *id.*
IIe *Groupe.* TERRAIN HOUILLER. 510
Caractères généraux. *id.*
Terrain houiller de la Grande-Bretagne. *id.*
— — du centre de la France. 511
— — d'entre l'Escaut et la Roer. *id.*
Houille de Liége. *id.*
Ampélite de Chokier. 512
Calcaire de Visé. *id.*
Tableau des fossiles. 513
Terrain houiller de la Russie. 520
IIIe *Groupe.* TERRAIN DÉVONIEN. *id*
Caractères généraux. *id.*
Terrain dévonien d'entre l'Escaut et la Roer. 521
Psammites du Condros. *id.*
Calcaire de Givet. 522
Poudingue de Burnot. 523
Tableau des fossiles. *id.*
IVe *Groupe.* TERRAIN SILURIEN. 525
Caractères généraux. *id.*
Dépôts du Shropshire. 526
Étage supérieur. *id.*
— inférieur. *id.*
Tableau des fossiles. 527
Dépôts du pays de Galles. 531
Ve *Groupe.* TERRAIN CRISTALLOPHYLLIEN. 532
Caractères généraux. *id.*
Division en système. 533
Stéaschistes. Page 535
Hornblende schistoïde. 536
Quarz. *id.*
Calcaire. *id.*
Micaschiste. 537
Gneiss. *id.*
Minéraux disséminés, etc. 538
IIe *Classe.* TERRAINS PLUTONIENS. *id.*
Caractères généraux. *id.*
Division. 539
Ier *Ordre.* TERRAINS AGALYSIENS. *id.*
Caractères généraux. *id.*
Division. 540
Ier *Groupe.* TERRAIN GRANITIQUE. 541
Caractères principaux. *id.*
— géographiques. *id.*
Composition. *id.*
Liaisons avec d'autres dépôts. 542
Altérations. 543
Minéraux disséminés. 544
IIe *Groupe.* TERRAIN PORPHYRIQUE. 545
Caractères généraux. *id.*
Liaisons. 546
Gîtes métallifères. 547
Division. *id.*
Terrain porphyrique rouge. 548
— — vert. 549
— — noir. 550
IIe *Ordre.* TERRAINS PYROIDES. 551
Ier *Groupe.* TERRAIN TRACHYTIQUE. 552
Caractères généraux. *id.*
Roches massives et cristallines *id.*
— meubles et conglomérées. 553
Dépôts métallifères. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

IIe *Groupe.* TERRAIN BASALTIQUE. Page 554
Caractères généraux. *id.*
Roches massives et cristallines 555
Roches meubles et conglomérées. *id.*
Liaisons. *id.*
IIIe *Groupe.* TERRAIN VOLCANIQUE. *id.*
Caractères généraux. *id.*
Laves. 557
Roches conglomérées et meubles *id.*
Minéraux disséminés. 558
Liaisons. *id*
LIVRE IV. DE LA MÉTÉOROLOGIE. 559
CHAPITRE Ier. *De la température de l'atmosphère.* *id.*
Variations de la température. *id.*
— diurnes. *id.*
— annuelles. 560
— de latitude. *id.*
— d'altitude. 563
Maximum et minimum de température. 564
Oscillation de la température. 565
Cause des variations. *id.*
CHAPITRE II. *Des mouvements de l'atmosphère.* 569
Vents en général. *id.*
Direction des vents. *id.*
Propagation des vents. *id.*
Étendue des vents. 570
Durée des vents. *id.*
Vents constants. *id.*
Vents alizés. *id.*
Vents périodiques. 571
Vents variables. *id.*
Influence des vents sur le climat. 572
Causes des vents. Page 573
Mouvements de flux et de reflux. 575
Trombes. *id.*
CHAPITRE III. *Des météores aqueux.* 578
Division. *id.*
Rosée. *id.*
Brouillard. 580
Nuages. 581
Pluie. 584
Gelée blanche. 587
Givre. 588
Verglas. 589
Neige. 590
Grésil. 591
Grêle. *id.*
CHAPITRE IV. *Des météores lumineux.* 594
Division. *id.*
Foudre. *id.*
Feu Saint-Elme. 599
Arc-en-ciel. *id.*
Anthélie. 600
Couronnes. 601
Halos. *id.*
Parhélie. 602
Parasélène. *id.*
Mirage. *id.*
Feux follets. 604
Bolides. *id.*
Aérolites. 605
Pluie rouge. 607
Étoiles filantes. 608
Aurores boréales. 610
CHAPITRE V. *De l'influence des phénomènes météoriques sur le baromètre.* 612
Observation préliminaire. *id.*
Division des variations. *id.*
Variations d'altitude. *id.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Variations de latitude. Page 613
— horaires. *id.*
— de saisons. 614
— accidentelles. 615
LIVRE V. De la géogenie. 618
Chapitre Ier. *Des phénomènes géologiques qui ont lieu actuellement.* *id.*
Division. *id.*
Phénomènes neptuniens. *id.*
Phénomènes physiologiques.
Formation du terrain madréporique. 619
Formation du terrain tourbeux. *id.*
Phénomènes mécaniques. 621
— qui agissent sur les liquides. *id.*
Mouvements des eaux sur les terres. *id.*
Fontaines. *id.*
Fontaines artésiennes. 623
Seiches. 624
Mouvements des mers. *id*
Marées. 625
Barres. *id.*
Courants. *id*
Mouvements accidentels. 628
Phénomènes qui agissent sur les solides. 629
Avalanches. *id*
Origine des glaciers. *id.*
— des glaces flottantes. 632
Formation des terrains détritique et alluvien. *id.*
Atterrissements. 634
Érosion des falaises. 635
Formation des dunes. *id*
Sables mobiles. 636
Formation de moraines. 637
Phénomènes chimiques. Page 638
Formation des cristaux. *id.*
— des roches cohérentes alluviennes. 639
— du terrain tuffacé. 640
Origine des eaux minérales thermales. 643
Phénomènes plutoniens. 645
Température de la terre. *id.*
Température de la surface. *id.*
— des caves. 646
— de l'intérieur. *id.*
Sols perpétuellement congelés. 647
Glacières naturelles. 648
Température des sources. *id.*
— des grandes masses d'eau. 649
Volcans. 651
Éruptions. *id.*
Élévations produites. 654
Affaissements. 656
Classification des volcans. 657
Principaux volcans en activité. 658
Cause des volcans. *id.*
Incendies souterrains. 659
Décomposition de l'eau. *id.*
Refroidissement du globe. 660
Tremblements de terre. 666
Soulèvements lents. 672
Salses. 673
Émanations gazeuses. 676
Fontaines ardentes. *id.*
Solfatares. 677
Mofettes. *id.*
Sources de pétrole. 678
Incendie de roches combustibles. *id.*
Chapitre II. *Du déluge.* 680

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Observation préliminaire. Pag. 680
Cause du déluge. *id.*
Hypothèse des pluies. 681
— des éjaculations. *id.*
— des vents. 682
— des causes astronomiques. *id.*
— de la fonte des glaces. *id.*
— des affaissements. *id.*
— des soulèvements. 683
Origine des vallées. 688
Vallées d'écartement. 691
— de plissement. 692
— d'abaissement et origine des failles. *id.*
— de refoulement. 693
— d'érosion. 695
Confusion dans les causes originaires des vallées. 696
Diverses époques des soulèvements. *id.*
Montagnes dont le soulèvement a produit le déluge. 703
Matières qui ont occasionné les soulèvements. 704
Différences entre les éruptions volcaniques et la formation des dykes et des culots. 705
Époque favorable à la production des hautes montagnes. 706
Emersion des plaines. *id.*
État du globe lors du déluge. 707
Époque du déluge. 709
Origine des blocs erratiques. 710
— des brèches osseuses. 714
— des ossements des cavernes. *id.*
— du fer d'alluvion. 715
— des dépôts plusiaques. 716
CHAPITRE III. *Des phénomènes antédiluviens.* 717
Origine des dépôts neptuniens en général. Page 717
Formation des terrains nymphéen et tritonien. 718
État du globe pendant la période tertiaire. 721
— — — — — secondaire. 722
— — — — — houillère. *id.*
Origine de la houille. 723
Succession des êtres vivants. 726
Époque de l'apparition des êtres vivants. 731
Etat primitif du globe. 733
Premiers effets du refroidissement. *id.*
Coagulation. 734
Précipitation atmosphérique. *id.*
— aqueuse. 735
Éjaculation. *id.*
Liaison entre ces quatre modes de formation. *id.*
Application aux terrains observés. 737
Origine des granites. 738
— des roches porphyriques et pyroïdes. 739
— du Todtliegende. 741
— des filons proprement dits. 742
— des filons fragmentaires. 743
— des veines. 744
Altération des roches par la chaleur. *id.*
Cémentation des roches. 745
Origine des minéraux disséminés. 746
— des roches schistoïdes cristallines. *id.*
— des feuillets schistoïdes contrastants. 747
— des cavernes. *id.*
Conclusion. 749

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# TABLE ALPHABÉTIQUE

( *Les chiffres indiquent les pages.* )


A
Abaissement des montagnes, 671.
Abo (archipel d'), 48.
Abyssinie, 86.
Abyssinie ( montagnes d' ), 84.
Acerdèse, 228.
Achmite, 219.
Acide arsénieux, 237.
Acide carbonique, 298.
Acide chlorhydr., 277.
Acide schéelique, 234.
Acide sulfhydrique, 281
Acide sulfureux, 281.
Acide sulfurique, 282.
Acide tungstique, 234.
Acier (mine d'), 226.
Açores, 48, 51, 68.
Actinote, 264.
Adam (pic d'), 80.
Adélaïde (île), 98.
Adélie (terre d'), 98.
Adhérence des liquides et des solides, 122.
Adinole, 261.
Adulaire, 260.
Aérolites, 605.
Aéromètres, 158.
Æschinite, 231.
Affaissements volcaniques, 656.
Affluent, 35.
Afrique, 82.
Afrique (îles australes d'), 86.
Agalmatolite, 270.
Agate, 245.
Agate noire, 351.
Aimant, 222.
Air, 287.
Ak-dagh, 78.
Alabandine, 227.
Alagoul, 73.
Aland, 48.
Alaska (montagnes d'), 92.
Alata maha, 89.
Alaunerde, 332.
Alaunschiefer, 332.
*Albani*, 90.
Albano (monts d'), 59.
Albâtre gypseux, 284.
Albâtre oriental, 369.
Alberese, 469.
Albion (mer d'), 44.
Albite, 260.
Aldan (rivière de l'), 75.
Aldan ( montagnes de l' ), 79.
Aleutiennes (îles), 88.
Aleutiennes (montagnes des îles), 92.
Alexandre Ier ( terre d' ), 98.
Alizés (vents), 570.
*Allagite*, 227.
Allanite, 229.
Alleghanys, 92.
Allemagne, 68.
Allophane, 269.
Allure des masses minérales, 376.
Alluvions anciennes, 415
— émergées, 409.
— fluviatiles, 404.
— marines, 408.
— modernes, 396.
Almandine, 256.
Alp de Souabe, 63.
Alpes, 59.
Alpes australes, 97.
Alpes suisses ( terrain crétacé des), 466.
Alpuxaras, 58.
Altaï, 78.
Altération des roches, 744.
Altitude, 23.
Altube (monts d'), 55.
Aluminides, 240.
Alun, 285.
*Alunite*, 285.
Alunogène, 280.
Amalgame, 203.
Amas, 140.
Amausite, 344.
Amblygonite, 279.
Amazone, 89.
— (plaine de l'), 91.
*Ambre jaune*, 302.
Amérique, 86.
— (îles australes d'), 93.
— (montagnes d'), 90.
— (plaines d'), 90.
Amérique russe, 87.
Améthyste, 245.
— orientale, 241.
*Amiante*, 264.
Amirantes, 83.
Amirauté (île de l'), 97.
Amis (îles des),
Amou, 73.
Amour, 73.
Ampélite, 332.
Amphibole, 263.
*Amphigène*, 256.
Amphigénite, 363.
Amsterdam (île), 83, 96.
Amygdaloïde, 346.
Anadyr, 73.
Anagénite pétrosiliceuse, 345.
Analcime, 267.
Anatase, 231.
Anatolie, 71, 81.


Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Andalousite, 252.
Andaman, 72.
Andes, 91.
Andésite, 351.
A-Neou-Tha, 77.
Angara, 73.
Anglarite, 219.
Anglesey (île d'), 47.
Anglesite, 213.
Angles des cristaux, 127
Angleterre (terrain crétacé de l'), 462.
Angleterre (terrain jurassique de l'), 470.
Angleterre (terrain pénéen de l'), 509.
Anhydrite, 283.
Anorthite, 253.
Anse, 33.
Anson (archip. d'), 95.
Antarctie, 98.
Anthélie, 600.
Anthracite, 305.
Anticlinale (ligne), 378.
Antilles, 87, 93.
— (mers des), 42.
— (montagnes des), 92
Antimoine, 233.
Antimonglanz, 233.
Antimonickel, 217.
Antimonides, 232.
Antipodes (île), 97.
Antrimolite, 268.
Antuco (mont d'), 91.
Apalache (baie d'), 44.
Apalaches, 92.
Apatite, 279.
Apennins, 58.
Apennins (terrain crétacé des), 468.
Aphanèse, 207.
Aphanite, 362.
Aphérèse, 207.
Aphthalose, 280.
Aplome, 256.
Apophyllite, 268.
Arabie, 71, 81.
Arabie (golfe d'), 45.
Aralar (monts d'), 55.
Aral (mer d'), 72.
Ararat, 76.
Arc-en-ciel, 599.
Archipel, 37
— Dangereux, 96.
— grec, 48, 68.
Ardenne, 63.
Ardoise, 330.
Arête hydrograph., 39.
— des cristaux, 127.
Argent, 203.
— de chat, 262.
— molybdique, 211.
Argentides, 202.
Argile, 336.
— calcarifère, 337.
— endurcie, 335, 347.
— feuilletée, 331.
— smectique, 336.
Argilite, 335.
Argilolite, 347.
Argilophyre, 347.
Argyrithrose, 203.
Argyrose, 204.
Arkansas, 89.
Arkat, 78.
Arkose, 327.
Arno, 49.
Arragonite, 301.
Arran (île d'), 47.
Arsacides (terre des), 97
Arsenic, 236.
Arsenicite, 236.
Arsénides, 236.
Arsénio-sidérite, 219.
Arséniure d'antim., 233
— d'argent, 202.
— de bismuth, 210.
— de fer, 219.
Asbeste, 264.
Ascension droite d'un astre, 11.
Ascension (île de l'), 83.
Asferah-dagh, 78.
Asche, 506.
Asclérine, 349.
Asie, 69.
— Mineure, 81.
— (grande plaine d'), 73
Aspect, 170.
Asphalte, 304.
Assises, définition, 379.
Astérisme, 175.
Astres. Définition, 3.— Causes de leurs mouvements, 12. — Leur origine, 13.
Astronomie, 2.
Atacamite, 207.
Athapescow (lac d'), 88.
Atlas, 84.
Atmosphère. Sa composition et son étendue, 375; sa température, 559; ses mouvem., 569; son flux et son reflux, 575; son influence sur le baromètre, 612.
Atterrissement, 634.
Attirables, 181.
Auckland (île), 97.
Augite, 266.
Augitfels, 355.
Augit-porphyr, 357.
Aurides, 199.
Auréole terrestre, 601.
Aurores boréales, 610.
— polaires, 610.
Australie, 96.
Auvergne (montagnes d'), 53.
Auxois (terrain liasique de l'), 484.
Avalanches, 623.
Aventurine, 245.
Axes cristallographiques, 128, 167.
Axes optiques, 167.
Axinite, 273.
Axius, 50.
Aymestry (calcaire d'), 526.
Azoff (mer d'), 43.
Azurite, 209.

B.

Baffin (mer de), 42.
Bagshot sand, 446.
Baierine, 219.
Bahama (canal de), 44.
— (îles), 87.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Bahr-el-Abiad, 83.
Bahr-el-Asrek, 83.
Baies, 33.
Baïkal (lac), 72
Baïnkhara-Oola, 77.
Bakony (montagnes de), 59
Balaton (lac), 49.
Baldogée, 226.
Bâle à Mayence (plaine de), 62.
Baléares (iles), 48
Balkachi, 73.
Balkan, 67.
Balleny (terre de), 98.
Ballon de Sulz, 62.
Banc, 38, 137.
— de corail, 397.
Baranoff (île), 88.
Barbarie, 86.
Bardiglio (marbre de), 283.
Barides, 239.
Baromètre (influence de l'atmosphère sur le), 612.
Barres, 626.
Barytine, 282.
Barytocalcite,
Basalte, 358.
Basanite, 358.
Basicérine, 229.
Bassin, 378.
Bassa-Doungra-Oola, 77
Bassin hydrographique, 39.
Bassins orographiq., 29.
Batchian, 72.
Bath oolite, 471.
Baudisserite, 298.
Bavière (plaine de), 62.
Beauce (calcaire de la), 430.
Beauchamp (grès de), 442.
Beaujolais (montagnes du), 53.
Beerenberg, 92.
Belour-dagh, 77.
Belt, 43.
Bengale (plaine du), 80.
— (golfe de), 45.
Bénin (golfe de), 43.
Ben-Nevis, 53.
Bergame (marbre de), 283
Bergholz, 264
Beringie, 87, 93.
Bering (mer de), 44.
Berkork, 264.
Bermudes, 87.
Bernstein, 302.
Berthiérine, 220.
Berzeline, 206
Beskides, 65.
Beudantite, 258.
Biafra (golfe de), 43.
Biéloukha, 78.
Bighorn, 92
Bihar (montagnes de), 65
Biscoe (iles), 98
Bimstein, 349.
Bismuth, 210.
Bismuthides, 210.
Bitumes, 303.
Blatterstein, 346.
Blende, 215
Blocaux, 144.
Blocs, 141.
Blocs erratiques. Description, 420; origine, 710.
Bloédite, 280.
Bodensée, 49.
Bœhmerwald, 64.
Bogdo-Oola, 78.
Bohême (plaine de), 65.
Bohnerz, 224, 425
Bokkeveld, 85.
Boulangerite, 212.
Bolides, 604.
Bolivie, 93.
Bolor, 77.
Bols, 340.
Bombite, 253.
Boothia-Felix, 87.
Boracite, 274.
Borate de fer, 220.
Borax, 275.
Borides, 274.
Bornéo, 72.
— (montagnes de), 79.
Bornholm, 48.
Bornine, 211.
Bothnie (golfe de), 43
Botryolite, 274
Bouches, 35.
Boudet (île), 83.
Bougainville (archipel de), 96
Bouin Sina, 95.
Bourbon, 83
Bourbonnais (plaine du), 53.
Bournonite, 212.
Bradford clay, 471.
Brahmapoutre, 73.
Brahouik, 76.
Bras de mer, 34
Bras de rivière, 35.
Brauneisenstein, 223.
Braunite, 227.
Braunkohl, 306
Brèche, 368.
Brèches osseuses. Description, 422. — Origine, 714.
Breconshire (terrain silurien du), 524.
Brenner, 61.
Brésil (montag. du), 93.
Brésil, 93.
Bretagne, 47, 710.
— (montagnes de), 53.
Brévicite, 268
Brewstérite, 268
Brie (calcaire de la), 431.
Bristol (calcaire de), 511
Britanniques (iles), 68.
Brocatelle d'Espagne, 369.
Brochantite, 207.
Brocken, 64.
Bromides, 277.
Bromures, 277.
Brongniartine, 283.
Bronzite, 265.
Brookite, 231.
Broughton (île de), 91.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Brouillard, 580
Brown (îles), 96.
Brucite, 240
Bruine, 584.
Brume, 580.
Bruyères, 31.
Bucklandite, 219.
Buckolzite, 252.
Budosch-hegy, 65.
Bug, 50.
Bunter sandstein, 495.
Burnot (poudingue de), 522.
Bustamite, 227.
C.
Cacholong, 247
Cadmides, 214.
Cafrerie, 86.
Caillouteux (dépôts), 418.
Cailloux, 143.
Calaïte, 279.
Calamine, 216
Calcaire, 299, 367.
— cristallophyllien, 536
Calcareous grit, 471.
Calcédoine, 246.
Calcides, 239.
Calciphyre, 371.
Caledonian, 90.
Calédonite, 213.
Californie, 87.
Californie (golfe de), 44.
Calomel, 205.
Calp, 369.
Calschiste, 333.
Cambrian system, 525, 531.
Campêche (golfe de), 44.
Canal, 34.
Canaries (îles), 83, 86
Cancrinite, 271.
Candie, 48, 68
Canigou, 56.
Cantal, 53.
Canton (rivière de), 73.
Cap, 38.
Cap Breton (île du), 87.
Capland, 86.
Cap Vert (îles du), 83, 86.
Caradoc sandstone, 526.
Carbocérine, 229.
Carbonate de bismuth, 210
Carbonates, 298.
Carbonides, 295.
Carboniferous limestone, 511.
— system, 501.
Carbure de fer, 297.
Cargneule, 368.
Carnatite, 253.
Carolines (îles), 95.
Carpholite, 227.
Carpentarie (golfe de), 44.
Carrare (marbre de), 494.
Cartes, 12, 20.
Cascades, 35.
Cassiquiare, 89.
Cassure, 155.
Cassitérite, 211.
Catalogne (montagnes de), 57.
Cattegat, 43.
Castor et Pollux, 599.
Cataractes, 35.
Caucase, 75.
Caveri, 73.
Cavernes. Description. 380.—Origine, 747.
Caves, leur température, 645
Cavités souterraines, 380.
Cavolinite, 258.
Célestine, 282.
Celèbes (île), 72.
— (mer de), 44.
Cendres noires, 307.
— rouges, 307.
— volcaniques, 652.
Ceram, 72.
— (pic de), 79.
Céraunite, 261.
Cercles de déclinaison, 9
Cercles horaires, 9.
Cérérite, 229.
Cérides, 229.
Cérine, 229.
Céruse, 214.
Cévennes, 53.
Ceylan, 72.
— (montagnes de), 80.
Chabasie, 268.
Chaldarménie, 81.
Chalkolite, 209.
Chalkopyrite, 207.
Chalkosine, 206.
Chamoisite, 226.
Champagne (craie blanche de), 455.
Chandeleur (baie), 44.
Chamo, 78.
Chamoisite, 220.
Chamsin, 572.
Chapala, 88.
Charbons, 305.
Charente, 49
Chary, 84.
Chatam (île de), 97.
Chat-el-Arab, 73.
Chatoiement, 175
Chaussée des Géants, 554
Chaux fluatée, 276.
Cheliff, 83.
Cheviots (monts), 52.
Chiastolite, 257.
Chili, 93.
Chiloé, 88.
Chimboraço, 91.
Chimie, 2.
Chine, 81.
— (mer de la), 44.
Chlorides, 277.
Chlorite, 225.
Chloritin, 361.
Chloritoschiste, 366.
Chloritschiefer, 366.
Chlorophane, 276.
Chokier (ampélite alumineux de), 512.
Chonos (îles), 88
Chrichtonite, 219.
Chromides, 235.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Chrysocolle, 207.
Chrysolite des volcans, 263.
Chrysoprase, 247.
Churchill, 90.
Chypre, 72.
Ciel, 6.
Cimbébasie, 86.
Cimolite, 269.
Cinabre, 205.
Ciply (tuffeau de), 453.
Cipolin, 372.
Circoncision (île de la), 83.
Cirques, 29.
Cirro-cumulus, 582.
Cirro-stratus, 582.
Cirrus, 582.
Clarke, 90.
Clausthalie, 212.
Climats, 562.
Clivage, 129, 147.
Cluttalite, 268.
Coagulation des roches, 734.
Cobaltides, 217.
Cobaltine, 218.
Coccolite, 266.
Cohésion, 158.
Cohérence, 160.
Cokburn (île), 87.
Colline, 25.
Collyrite, 268.
Columbite, 219.
Columbia, 90.
Combes, 487.
Combinaisons, 102.
Come (lac de), 49.
Comètes, 3.
Composition normale des minéraux, 110.
Concrétions, 135.
Condrodite, 272.
Condros (psammites du), 521.
Condurite, 207.
Confluent, 35.
Congo, 86.
Connaissances humaines, 1.
Consistance, 159.
Constance (lac de), 48
Constantinople (détroit de), 43.
Continent, 37, 45.
— américain, 45.
— australien, 46.
Contre-courants, 627.
Contrée élevée, 24.
Cook (archipel de), 96.
Coppermine, 90.
Coquimbite, 220.
Corail (mer de), 44.
Coral rag, 471.
Corbières, 55.
Cordiérite, 257.
Corée, 71, 81.
— (mer de), 44.
Corindon, 241.
Cornaline, 247.
Cornbrash, 471.
Corps simples et composés, 102.
Cornéennes, 357.
Cornstone, 524.
Corse, 48.
Côtes, 29, 38
Coteaux, 29.
Côte-d'Or, 53.
Coticule, 330.
Cotunnite, 213.
Couama, 84.
Couango, 83.
Couanza, 83.
Couchant, 8.
Couches, 137.
Coulées, 140.
Couleur, 170.
Coup de vent, 572.
Couperose, 226.
Courants dans la mer, 626.
Couronnes, 601.
Couzeranite, 252.
Coveline, 206.
Crag, 445.
Craie, 367.
— de Briançon, 270.
Cratères, 556, 654.
— de soulèvement, 656.
Crayon des charpentiers, 333.
— noir, 333.
— rouge, 340.
Crets, 487.
Crevasses, 31.
Crimée, 47.
— (montagnes de), 68.
Cristal de roche, 245.
— (mont de), 79.
Cristaux. Leur classification, 126. — Leur formation, 638.
Crocoïse, 214.
Croisette, 257.
Cronstedite, 219.
Crozet (île), 88.
Cryolite, 275.
Cuba, 87.
Cuir fossile, 264.
Cuivre, 207.
— gris, 208.
— pyriteux, 208.
Culot. Description, 139. —Origine, 700.
Cumberland (île), 87.
Cumbre de Aracena, 57
Cumulus, 582.
Cuprides, 206.
Curaçao, 88.
Cyanite, 255.
Cyanose, 207.
Cygnes (pic près de la rivière des), 97.
Cymophane, 242.

D.

Dach, 507.
Dago, 48.
Dalle nacrée, 489.
Dalmatie (îles de), 48.
Dammersfeld, 64.
Danemark, 68.
— (îles de), 48.
Dantzick (golfe de), 43.
Danube, 49.
Dardanelles (détroit des), 43.
Darien (golfe de), 43.
Datholite, 274.
Davidsonite, 252.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Davis (détroit de), 44.
Davyne, 258.
Davyte, 280.
Dawalagiri, 77.
Déclinaison d'un astre, 11.
Défilés, 29.
Deister, 64.
Déliquescents, 123.
Delta, 39.
Déluge. Causes, 680. — Epoque, 709.
Delvauxine, 219.
Demavend, 76.
Dembea (lac de), 84.
Densité, 156.
Dépôts. Définition, 379.
Desaguadero, 89.
Déserts, 31.
Désolation (île de la), 83.
Despoto-Dagh, 66.
Détroit, 34.
Devon septentrional, 87.
Diabase, 361.
Diallage, 265.
— verte, 259.
Diallogite, 227.
Diamant, 296.
— faux, 246.
Diaspore, 240.
Dichroïte, 257.
Diego d'Alvarez (île), 83.
Diluvion proprement dit, 418.
Diluvium, 415.
Dinara, 66.
Diopside, 266.
Dioptase, 207.
Diorite, 361.
— compacte, 362.
Diorit-porphyr, 361.
Dipyre, 252.
Direction des masses, 376.
Discrase, 202.
Disclasite, 268.
Disomose, 217.
Dissnite, 227.
Disthène, 225.
Djemmah, 73.
Djihoun, 73.
Djoliba. 83.
Dofrines, 51.
Dolérite, 355.
Dolomie, 299.
Domite, 350.
Don, 49.
Donetz, 50.
Donnersberg, 62.
Dovrefield, 52.
Dnieper, 49.
Dniester, 49.
Drave, 50.
Dreelite, 280.
Drin, 50.
Ductilité, 162.
Duero, 49.
Dufrénite, 219.
Duida, 92.
Dukstein, 349.
Duna, 49.
Dunes. Forme, 29. — Composition, 409. — Formation, 635.
Dureté, 163.
Dusodyle, 307.
Dvina, 49.
Dyke, 139.
Dzaizang, 73.
Dzoungarie, 81.
E.
Eahenomaawe (île de), 97.
Eau. Description minéralogique, 289.
— salée, 292.
Eaux. Description géographique, 33.
— minérales et thermales. Description, 294. — Origine, 643.
Ebre, 49.
Eboulis, 402.
Ecueils, 38.
Eckebergite, 252.
Eclair, 594.
Eclairs de chaleur, 598.
Eclat, 169.
Ecliptique, 8.
Eclogite, 363.
Ecorce solide de la terre, 376.
Edelforse, 254.
Edingtonite, 267.
Egypte, 86.
Eifel, 63.
Eisenglimmerschiefer, 323.
Eisenhut, 60.
Eisenkiesel, 245.
Eisenglanz, 223.
Eisenrahm, 223.
Ejaculations boueuses, 675.
Ejaculation des roches, 735.
Elasmose, 212.
Elatérite, 296.
Elbe (île d'), 48.
—(fleuve), 49.
Elbourz, 76.
Elbrouz, 76.
Electroscopes, 179.
Electrum, 203.
Eléolite, 258.
Elévations volcaniques, 654.
Emanations gazeuzes, 676.
Embouchure, 35.
Emeraude, 254.
— fausse, 276.
— orientale, 241.
Emeri, 241.
Emersion des plaines, 706.
Eminence, 25.
Ems, 49.
Enderby (terre d'), 98.
Entonnoirs, 31.
Epidote, 259.
Epigénie, 131.
Epine du monde, 85.
Epistilbite, 267.
Epsomite, 286.
Equateur céleste, 8.
— terrestre, 18.
Erbsenkopft, 63.
Ergik, 78.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Erié (lac), 88.
Erinite, 207.
Eruptions, 651.
Erythrine, 217.
Erzgebirge, 65.
Escaut, 49.
Escaut et la Roer (terrain houiller d'entre l'), 511.
— (terrain dévonien d'entre l'), 521.
Esclave (lac de l'), 88.
— (rivière de l'), 90.
Espagne, 68.
Espèces minérales, 191.
Essonite, 256.
Est, 8.
Esterel (l'), 61.
Etang, 34.
Etna, 58.
Etoiles, 3.
— filantes, 608.
— tombantes, 608.
Êtres vivants. Apparition, 731.
— succession, 726.
Eubée, 68.
Eudialite, 252.
Euchaïrite, 206.
Euchroïte, 207.
Euclase, 252.
Euphotide, 353.
Euphrate, 73.
Eurite, 345.
Europe, 46.
— (grande plaine d'), 50.
Exanthalose, 286.
Exitèle, 233.

F.

Fagaras (montagnes de), 66.
Fagnes (hautes), 63.
Fahlerz, 208.
Failles Description, 379. — Origine, 692.
Falaises. Description, 38. — Erosion, 635.
Falkland (îles), 88.
Falun, 441.
Famenne (schiste de), 522.
Familles de minéraux, 183.
Faucilles (monts), 63.
Feldberg, 63
Feldspath, 259
— argiliforme, 341.
Feldstein-porphyr, 345.
Fentes, 31.
Fer, 220.
— d'alluvion Description, 424 — Origine, 745.
— en grain, 425.
— météorique, 221, 607
— micacé, 223
— oxydulé, 222
— pisiforme, 425
— titané, 224.
Ferrides, 218.
Féroë (îles), 48, 51, 68.
Ferté - sous - Jouarre (meulières de la), 431.
Feu (archipel de la terre de), 88.
Feuer opal, 250.
Feuillets schistoïdes contrastants (origine des), 747.
Feu Saint-Elme, 599
Feux follets, 604.
Fibrolite, 252.
Fichtelgebirge, 64.
Fidji (îles), 96.
Fiésole (macigno de), 48.
Filon. Description, 138. — Origine, 742, 743.
Finlande (golfe de), 43
— (monts de), 50.
Finsteraarhorn, 60.
Fionie, 48.
Fiorite, 250.
Firestone, 463
Fissures, 378.
Flathead, 90.
Fleckenstein, 65.
Fleuve Jaune, 73.
Flexibilité, 161.
Flores, 72.
— (montagnes de), 79.
Floride, 87.
Flucerine, 229.
Fluélite, 275.
Fluorides, 275.
Fluorine, 276.
Flux de la mer, 625. — de l'atmosphère, 575.
Flysch, 467.
Fontainebleau (grès de), 441.
Fontaines. Description, 351. — Origine, 621.
— ardentes, 676.
— artésiennes, 623.
Forêt Noire, 63.
Forêts, 32.
Forez (mont. du), 53.
Formes des minéraux, 125.
Formose (île), 72.
Formules chimiques, 103.
— minéralogiques, 110.
Fossiles (idée générale des), 382.
Foudre, 594.
Fours à cristaux, 381.
Fragments, 141.
France, 68.
— (plateau central de la), 53.
Frankenwald, 64.
Franklinite, 215.
Frazer, 90.
Friedrichshall (calcaire de), 499.
Frimas, 578.
Fuego (montagnes de l'île de), 85.
Fulgurites, 595.
Fullers earth, 336, 471.
Fumée des volcans, 652.
Fury et Hécla (détroit de), 44.

G.

Gabbro, 353.
Gabronite, 252.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Gadchar, 78.
Gadolinite, 252.
Gahnite. 215.
Galène, 213.
Galles (terrain silurien du pays de), 531.
Galet, 143.
Gallicie (terrain salifère de), 448.
Gallinaces, 358.
Gallitzinite, 215.
Galt, 463.
Gambie, 83.
Gange, 73.
Garde (lac de), 49.
Garonne, 50.
Gariep, 83.
Garrigues, 31.
Gascogne (golfe de), 42.
— (plaine de), 53.
Gault, 463.
Gavarnie (port de), 56.
Gaylussite, 295.
Gaz, 160.
Géants (montagnes des) 64.
Gehlenite, 253.
Geiersberg, 63.
Gelberde, 339.
Gelée blanche, 587.
Gemme orientale, 241.
Gênes (golfe de), 43.
Genève (lac de), 48.
Géodes, 381.
Géogénie, 16, 618.
Géognosie, 16, 374.
Géographie, 16, 17.
Géologie, 2, 16.
Géorgie du sud, 88.
— septentrionale, 87.
Gerrits (terre de), 98.
Geyserite. Description, 250.— Origine, 640.
Geysers (phénomènes des), 674.
Ghattes, 80.
Giboulées, 591.
Gibsite, 240.
Gibraltar (détroit de), 43.
Gieseckite, 253.
Gilbert (îles), 96.
Gilolo, 72.
Giobertite, 298.
Gironde, 49.
Gismondine, 267.
Givet (calcaire de), 522.
Givre, 588.
Glace de Marie, 262, 284.
Glace, 37.
Glacières naturelles, 648.
Glaces flottantes. Description, 37. — Origine, 632.
Glaciers. Description. 36. — Origine, 623.
Glaubérite, 283.
Glauconie, 225, 371.
Glaukolite, 253.
Glimmerschiefer, 363, 537.
Globe de feu, 604.
Gloire, 601.
Glottalite, 268.
Glucides, 242.
Gneiss, 363, 537.
Goberlinsk, 75.
Gobi, 78.
Godaveri, 73.
Gœthite, 219.
Gogra, 73.
Golfe, 33.
Golfe Arabique, 45.
Golfe Persique, 45.
Gompholite, 327.
Goniomètre, 127.
Gorges, 29.
Gorrity (col de), 56.
Gothland, 48.
Gough (île de), 83.
Goumong-Kosumbra, 79.
Graham (terre de), 98.
Grains, 144.
Grammatite, 264.
Grampians du sud, 97.
Grampus, 95.
Granatite, 257.
Grande-Bretagne, 47.
— (terrain houiller de la), 510.
Grand-Ours (lac du), 83.
Grandsia, 67.
Granite, 343.
— amphibolique, 343.
— à quatre substances, 344.
Granitel, 361, 343.
Granite recomposé, 328.
Granite rouge égyptien. 344.
— veiné, 363, 535.
Granitone, 353.
Granulite, 344.
Graphicité, 164.
Graphite, 297.
Grauwacke feldspathique, 327.
Great oolite, 471.
Greisen, 322.
Grêle, 591.
Grêlons, 591.
Grenat, 255.
Grès, 324.
— argileux, 326.
— argilo-calcarifère, 326.
— cristallisé, 300.
— des houillères, 326.
— feldspathique, 327
— flexible, 323.
— rouge (groupe du), 505.
Grésil, 591.
Greystone, 354.
Grizou, 297.
Groenland, 87, 93.
— (montagnes du), 92.
Gross-Beerberg, 64.
Gross-Feldberg, 63.
Gross-Glockner, 60.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Grossulaire, 256.
Groroïlite, 227.
Grotte, 381.
Grünstein, 357, 361.
Guadalquivir, 49.
Guadeloupe (la), 87.
Guadiana, 49.
Guano, 308.
Guatimala, 93.
Guinée, 86.
Guinée (golfe de), 42.
Gulfstream, 628.
Gultigerz, 208.
Guyane, 93.
— (montagnes de la), 92.
Guzerate, 71.
Gypse, 284.

H.

Habichtswald, 64.
Haïdingerite, 219.
Hainan, 72.
Haïti, 87.
Hala (monts de), 78.
Halbopal, 250.
Halloysite, 269.
Halos, 601.
Hamoa, 96.
Hardt, 62.
Harkise, 217.
Harmotome, 267.
Harz, 64.
Hastings sand, 464.
Hatchetine, 296.
Hausmannite, 227.
Hauteur d'un astre, 11.
— du pôle, 10.
Haüyne, 272.
Hawaii, 95.
Hébrides, 47.
Hebrus, 50.
Hedenbergite, 266.
Hédiphane, 213.
Heinberg, 63.
Héliotrope, 247.
Hellespont, 42.
Helmend, 73.
Helvine, 227.
Hématite brune, 224.
— rouge, 223.
Hemithrène, 361.
Hemus, 67.
Hervei (îles), 96.
Hétéposite, 227.
Heulandite, 268.
Himalaya, 76
Hindou-Kho, 77.
Hindoustan, 71, 81.
Hippanis, 50.
Hisingerite, 219.
Hoangho, 73.
Hœhe, 63.
Hœlleflinta, 261.
Hohen-acht, 63.
Hohenberg, 63.
Holzopal, 251.
Honduras (golfe de), 44.
Hongrie, 68.
Hooge veenen, 400.
Horizon, 8.
Hornblende, 264, 360.
— schistoïde, 536.
Hornstein, 248.
Hornstein volcanique, 350.
Houille. Description, 305. — Origine, 723.
Huallaga, 89.
Hudson (baie d'), 42.
— (détroit d'), 44.
— rivière, 89
Huiles minérales, 303.
Humber, 49.
Humboldtilite, 252.
Humboldtite, 220.
Hundsruck, 63.
Hureaulite, 227.
Huron (lac), 88.
Hyalite, 250.
Hyalotourmalite, 323.
Hydrogène, 289.
— carbone, 297.
Hydrolite, 268.
Hydrides, 289.
Hydroboracite, 274.
Hydrosilicates alumini-ques simples, 269.
Hyperite, 354.
Hyperstène, 266.
Hyperstenfels, 354.
Hypersténite, 354.

I.

Iablonoï-Khrebet, 79.
Iablunka (monts de), 65.
Iaik, 49.
Iaxarte, 73.
Idocrase, 257.
Ienissei, 73.
Ile, 37.
Iles Baléares, 48.
— Basses, 96.
— Britanniques, 47.
— — (montagnes des), 52.
— Éoliennes, 48.
— Ioniennes, 48
— Philippines, 72, 81.
Illa (île d'), 47.
Ildigis, 78.
Ili, 73.
Illinois, 89.
Ilmen, 75.
Ilménite, 219.
Ilot, 37.
Incendies de roches combustibles, 678.
In-chan, 78.
Inclinaison des masses, 376.
Indes (mer des), 45.
Indianite, 252.
Indighirka, 73.
Indochine, 71, 81.
— (montagnes d'), 79.
Indus, 73.
Inferior oolite, 471.
Inégalités de la surface de la terre, 23.
Inn, 50.
Inorganomie, 2.
Insolation, 176.
Instruments de minéralogie, 119.
Iodides, 276.
Iodure argentique, 203.
— mercurique, 205.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Iodures, 276.
Irawaddy, 73.
Iremen, 75.
Irendik, 75.
Iridiation, 174.
Irídides, 201.
Iridium, 201.
Iridosmine, 201.
Iris, 599.
Irlande, 47.
Irtiche, 73.
Islande, 87, 93.
— (montagnes d'), 92.
Isopyre, 253.
Issigoul, 73
Isthme, 38
Itabirite, 323.
Itacolumi, 93.
Itacolumite, 323
Italie, 68.
— (îles d'), 48
— (terrains tritoniens d'), 438.
Iurma, 75.

J.

Jade, 353.
Jamaïque, 87.
Jamesonite, 212.
Janina (lac de), 49.
Japon, 71, 81.
— (mer du), 44.
Jaspe, 249.
— porcelaine, 333.
Java, 72.
— (mer de), 44.
— (montagnes de), 79.
Jean Mayen (île), 92.
Johannite, 209.
Joints de l'écorce de la terre, 377.
Junckérite, 220
Jutland, 47.
— (canal de), 43.
Jura, 61.
— allemand, 63.
— (terrain jurassique du), 487.

K.

Kabou, 83.
Kakoxène, 219.
Kama, 50.
Kamkies, 221.
Kamtschatka, 71
— (montagnes du), 79.
Kaolin, 341.
Karabé, 302.
Kara-Edir-Tau, 75.
Kara (mer de), 42.
Karassou, 50
Karatou, 78.
Karneol, 247.
Karpathes, 65.
— (petites), 65.
Karrous, 85
Karsténite, 283.
Katzenbuckel, 63.
Keilberg, 64.
Kelloway rock, 471.
Kemp (terre de), 98.
Kendrick (île de), 95.
Kent, 78.
Kentei, 79.
Kérargyre, 204.
Kérasine, 213.
Kerguelen (île de), 83.
Kermandec (île), 97.
Kermès, 233.
Kérolite, 268.
Khin-Gan-Petchan, 78.
Khoper, 50.
Khoukounoor, 73.
Kibber, 84.
Kieselgalmei, 216.
Kieselschiefer, 249.
Kieselsinter, 250.
Kieseltuf, 250.
Kilian-chan, 77.
Killinite, 267.
Kimmeridge clay, 471
Kings mill (îles), 96.
Kiœlfield, 51.
Kiousiou, 71.
Kirghiz (montagnes des), 78.
Kirkti, 75.
Kisil-Irmak, 73.
Klaprothide, 279.
Klebschiefer, 331.
Klingstein, 350.
Klintchevska (pic de), 79.
Knebelite, 227.
Koboldine, 217.
Kodiak (île), 88
Kœlen molen, 52.
Kœnigstein (grès de), 465.
Kolima, 73.
Kom, 66.
Kondjakovskoi-kamen, 75.
Kong (montagnes de), 84.
Kosi, 73.
Kosyourt, 78.
Kouara, 83.
Kouenlun, 77
Kouma, 49.
Kouphylites, 185, 238.
Kouriles (îles), 71, 81.
— (montagnes des), 79.
Kourkoun, 77.
Kousnetsk, 78.
Krapacks (monts), 65.
Krichna. 73
Krokidolite, 219.
Kuban, 49.
Kupferkies, 208.
Kupferschiefer, 334, 507.

L.

Laaland, 48.
Labrador, 87
Labradorite, 260.
Lac, 34.
— Bleu, 73.
— Majeur, 49.
— Supérieur, 88.
Ladoga, 48.
Lagune, 33.
Lakedives, 72.
Lanchidol (mer de), 44
Landes, 31.
Lanarkite, 213

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Langfield, 52.
Langres (plateau de), 63.
Laonnais (sables du), 443.
Larrons (îles des), 95.
Latitude, 18.
Latrobite, 252.
Laumonite, 268.
Lavage, 407.
Laves, 557
— granitoïdes, 553.
Lave tephrinique, 354.
Léadhillite, 213.
Leberkise, 222.
Leberon, 61.
Leelite, 552.
Lehm, 337.
Lehuntite, 268
Leipsick (plaine de), 64.
Leman, 48.
Lena, 73.
Lenzinite, 267.
Leptynite, 344.
Letten, 506.
Leucitgestein, 363.
Leucitophyre, 363.
Leucostine, 350.
Levant, 8.
Lewis, 90.
Leythagebirge, 60.
Lherzolite, 355.
Liakhof, 72.
Lias, 472
Liban, 80.
Liége fossile, 264.
— (houille de), 511
Lieukieu, 71.
Liévrite, 219.
Lignes isochimènes, 563.
— isothères, 563
— isothermes, 561.
Lignite, 306.
Limagne d'Auvergne, 53.
Limon, 337.
Limon (grands dépôts de), 417.
Limonite, 338.
Liquides, 159.
Liriconite, 207.
Lit, 137.
Lit de rivière, 39.
Lithides, 239.
Lithrode, 258.
Littérature, 2.
Llandeilo flags, 526.
Lob-noor, 73.
Loffih, 84.
Lofoden (îles), 48.
Loïblberg, 61.
Loire, 49.
Lomnitz (pic de), 64.
London clay, 446.
Londres (terrain tritonien du bassin de), 444
Long-Island, 87
Longitude, 18.
Long (pic de), 92.
Lorraine (plateaux de la), 63
— (terrain triasique de la), 503.
Louis-Philippe (terre de), 98
Louristan (montagnes du), 76.
Lower greensand, 464.
— lias Shale, 472.
— Ludlow rock, 526.
Lucayes, 87.
Luch saphir, 257.
Luçon, 72.
Lucullite, 369.
Ludlow (schiste de), 526.
Lumachelle, 368.
Lune, 3.
Lune (mont. de la), 48.
Lupata (monts), 85.
Lusace (montagnes de), 64.
Lydischerstein, 249.
Lyonnais (plaines du), 53.
Lyon (golfe de), 43

M.

Maanselka (monts), 50.
Macaraïbo (lac de), 88.
Macassar, 72.
Mackensie, 90.
Macigno, 326.
Macle, 257.
Maçonne-bon-dieu, 413.
Macquari (île), 97.
Madagascar, 81.
— (archipel de).
— (montagnes de), 85.
Madeira, 89.
Madère (îles), 83, 86.
Madjiko-Sima, 72.
Magdalena, 89.
Magellan (archipel de), 88, 95.
Magnésides, 240.
Magnésite, 270.
Magneteisenstein, 222.
Magnétisme, 181.
Mahaie (mont), 79.
Makian, 72.
Malacca, 71.
Malachite, 208.
Malagrida, 95.
Maldives, 72.
Malm, 463.
Malouines (îles), 88.
Malléables. 163.
Malte, 48.
Malthe, 304.
Manaca, 96.
Manche, 42.
Mandchourie, 81.
Mandelstein, 360.
Mangangranat, 256.
Manganides, 227.
Manganite. 328.
Mangea, 96.
Man (île de), 47.
Manille, 72.
Manitsch, 50.
Maracaïbo (golfe), 43.
Marais, 34.
Maranon, 89.
Marées, 625.
Margarite, 253
Margeride, 54.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Mariannes (iles), 95.
Marbre, 367.
Marbre vert antique, 373.
Marcassite, 221.
Marekanite, 352.
*Marguerite* (île), 88.
Maritza, 50.
Marl, 337.
Marlstone, 472.
Marmalite, 215.
Marmara (mer de), 43.
Marne, 337.
Marnes irisées, 495.
— subapennines, 439
Marquises (archipel des), 96.
Martinique (la), 87.
Mascagnine, 280.
Mascareignes (iles), 83.
Masegna, 351.
Masses, 140.
*Massicot*, 212.
Massif, sa définition, 390.
Mat, 170.
Matsmaï, 71.
Mauna-Roa, 95.
Maures (les), 61.
Maurice, 83.
May-kang, 73.
Méditerranée, 42.
Medjerdah, 83.
Mehenedi, 73.
Mein, 50
*Méïonite*, 252.
Mélaconise, 207.
Mélanite, 256.
Melanochroïte, 212.
Mélaphyre, 356.
Melar, 48.
Mélanges, 103,47.
Melinose, 214.
Mellite, 296.
Melville (presqu'île), 87.
Menam, 73.
Mendana (îles de), 96.
Mendipite, 213.
Ménilite, 251.
Mer Adriatique, 13.
Mer Baltique, 42
— Blanche, 42.
— Caspienne, 72
— Glaciale du nord, 41.
— Ionienne, 43.
— Jaune, 44.
— Mauvaise (île de la), 96.
— Noire, 42.
— Polaire, 42.
— Rouge, 45.
— Thyrrenienne, 42.
— Vermeille, 44.
Mercure, 205.
Mercurides, 205.
Mère de Dieu (îles de la), 88.
Mergel, 337.
Mergelschiefer, 334.
Méridien, 9.
Mers, 33, 41.
— *de glace*, 36.
Mésotype, 268.
Métallites, 185,198.
Metelin, 72.
Météores aqueux, 578
— humides, 578.
— lumineux, 594.
Météorites, 605.
Météorologie, 16, 559
Meudon (calcaire pisolitique de), 444.
Meudon (meulières de), 431.
Meuse, 49.
Mexique, 93.
— (golfe du), 42.
— (plateau du), 91.
Mezin, 49,54.
Miascite, 344.
Mica, 261.
— schistoïde, 363.
Micacite, 363.
Micaschiste, 363, 537.
Micaslate, 363.
Michigan, 88.
Middlestonite, 260.
Millstone grit, 510.
Mimetèse, 213.
Mimosite, 355, 357.
Mimophyre quarzeux, 328.
Mindanao, 72.
Mindanao (mer de), 44.
Mine de plomb, 297.
Minéralogie, 16 99.
Minéraux classifi. 183.
— définition, 99.
— *isomorphes*, 130, 309.
— mélanges, 117.
— propriétés acoustiques, 182.
— — chimiques, 102.
— — électriques, 177.
— — générales, 100.
— — géométriques, 125
— — magnétiques, 181.
— — mécaniques, 156.
— — optiques, 165.
— disséminés, origine, 746.
Minium, 212
Mirage, 602.
Miroir d'âne, 284.
Miroir des Incas, 221, 352.
Mispickel, 222
Mississipi, 89.
Missinipi, 90.
Missouri, 89.
Mœrische gebirge, 65.
Mofettes, 677.
Molasse, 447.
Moluques (archipel des), 81.
— (mer des), 44.
— (montagnes des), 79.
Molybdænglanz, 235.
Molybdenite, 235.
Molybdides, 235.
Momie, 304.
Monazite, 229.
Monde, 4.
Mongolie, 81.
Montagne Puante, 65.
— Noire, 54.
— Sainte, 78
Montagnes, définition, 25

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Montagnes, abaissement, 671.
— soulèvement, 683.
— Arabiques, 80.
— Betiques, 58.
— Blanches, 92.
— Bleues, 92, 97.
— Carpétano-Vettoniques, 56.
— Célestes, 78.
— des îles Philipp. 79.
— Dinariennes, 66.
— Hispaniques, 54.
— Ibériques, 54.
— Japonaises, 79.
— Juliennes, 66.
— Rhodopiennes, 66.
— Sardo-corses, 58.
— Sayannes, 78.
— Scordiennes, 66.
— Siamoises, 79.
— Tauro-persiques, 75.
— (lac des), 88.
Mont-Blanc, 60.
— Cenis, 60.
— d'Or, 78.
— Genèvre, 60.
— Grammos, 67.
— Ida, 68.
— Lacha, 68.
— Mezzovo, 67.
— Perdu, 56.
— Rose, 60.
— Serrat, 57.
— Viso, 60.
Monte-Cavallo, 59.
— Corno, 59.
Monti-Berici, 61.
Monts Cantabres, 54
— Cunéiques, 57.
— Dores, 53.
— Grampians, 52.
— Euganéens, 61.
— Hercyniens, 62.
— Marianiques, 57.
— Métalliques, 65.
— Obdores, 74.
— Solimans, 76.
Montbrison (plaine de), 53.
Montmartre (gypse de), 432.
Moraines description, 403.
— formation, 637.
Morasterz, 323.
Morava (plaine de la), 67.
Moravie (plaine de), 65.
Morvan, 53.
Moselle, 50.
Mosquitos (baie de), 44.
Motcherfine, 84.
Motis, 72.
Mougodjar, 75.
Moulaïa, 83.
Mounin-Sima, 95.
Mountain limestone, 511.
Moussons, 571.
Mouvement des eaux sur les terres, 621.
— des mers, 624.
Mozambique (canal de) 45.
Mulahasen, 58.
Mulgrave (archipel de), 96.
Mull (île de), 47.
Mullérine, 203.
Multnomah, 90.
Murchisonite, 252.
Muriacite, 283.
Murray, 98.
Muschelkalk, 495.
Muschelsandstein, 448
Mysorine, 207.
N.
Nacrite, 253.
Nadelerz, 211.
Nadir, 8.
Nagelfluh, 327, 369, 448.
Nahe (montagnes de la), 62.
Nan-chan, 77.
Naphte, 303.
Napo, 89.
Nappe, 137.
Narenta, 50.
Natron, 301.
Navigateurs (îles des), 96.
Nebelbild, 601.
Nébra (grès de), 495.
Nécrolite, 351.
Nedged (montagnes du), 80.
Négrepont, 68.
Neige, 590.
Neiges perpétuelles, 36.
Neiges rouges, 590, 608.
Nelson, 90.
Nemours (poudingues de), 427.
Néoplase, 220.
Néoplaste, 217.
Nephéline, 258.
Nephrite, 253, 261.
Nerbedah, 73.
Néthou (pic de), 56.
Neufchâtel (lac de), 48.
Neusiedler (lac de), 49.
Nevado de Sorata, 91.
Névés, 36.
New red sandstone, 495.
Nicaragua (lac), 88.
Nickélides, 217.
Nickéline, 217.
Nickelocre, 217.
Nicobar, 72.
— (montagnes de), 79.
Nids, 143.
Niemen, 49.
Nifon, 71.
Niger, 83.
Nigrine, 219, 224.
Nil, 83.
Nilgherries, 80.
Nimbus, 582.
Nipon, 71.
Nitrates, 288.
Nitrate calcique, 288.
— sodique, 286.
Nitrides, 286.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Nitrogène, 286.
Nootka (île de), 88.
Nontronite, 219.
Nord-kin, 51.
Nord (mer du), 42.
Nore (pic), 54.
Norvége (îles de), 48.
Norwich (crag de), 435.
Nosine, 272.
Notasie, 46, 97.
Noukahiva, 96.
Nouvelle-Bretagne, 93.
— (îles de la), 87, 97.
Nouvelle-Calédonie, 97.
Nouvelle-Écosse, 87.
Nouvelle-Géorgie, 97
Nouvelle-Grenade, 93.
Nouvelle-Guinée, 97.
Nouvelles-Hébrides 97.
Nouvelle-Hollande, 44, 96.
Nouvelle-Irlande (îles de la), 97.
Nouvelles-Philippines, 95.
Nouvelle-Sibérie, 72.
Nouvelle-Zélande, 97.
Nouvelle-Zemble, 48.
Novaculite, 330.
Noyau, 143.
— central de la terre, 376.
Nuages, 582.
Nubie, 86.
Nunivok, 88.

O.

Obsidienne, 351.
Oby, 73.
Occhrida (lac d'), 49.
Occident, 8.
Océan, 33.
— Arctique, 41.
— Antarctique, 45.
— Atlantique, 42.
— Austral, 45.
— Indien, 45.
— Pacifique, 4.
Océanie, 94.
Ocre, 339.
Ocre rouge, 340.
Odenwald, 63.
Oder, 49.
Odessa (golfe d'), 43.
Odeur, 124.
OEil de chat, 245.
OEland, 48.
OEningen (dépôt d'), 429.
OEsel, 48.
Ohio, 89.
Oka, 50.
Okénite, 268.
Okhotsk (mer d'), 44.
— péninsule, 71.
Oldred sandstone, 524.
Olekma, 73.
Oligiste, 223.
Oligoklase, 252.
Olivénite, 207.
Olivin, 263.
Olonetz (monts d'), 50.
Olympe, 68.
Oman (mer d'), 45.
Omekonsk (montagnes d'), 79.
Ondées, 584.
Onéga (lac), 49.
— (rivière), 48.
Onon (montagnes d'), 79.
Ontario (lac), 88.
Onyx, 247.
Oolite, 368.
Oolitic system, 469.
Oo (port d'), 56.
Opale, 249.
Opal jaspis, 251.
Opérations chimiques, 121.
Ophicalce, 372.
Ophiolite, 366.
Ophite, 345, 357.
Opsimose, 227.
Or, 199.
— de chat, 262.
Orage, 595.
Orange, 83.
Orcades, 47.
Oregon, 90.
Orégonie, 93.
Orénoque, 89.
Organomie, 2.
Orient, 8.
Orkney, 47.
Ormiah (lac d'), 73.
Oroena (mont), 96.
Orpiment, 237.
Orpin jaune, 237.
— rouge, 237.
Ortler, 60.
Orthite, 229.
Orthoklas, 259.
Orthose, 259; 342.
Osmides, 201.
Ossements des cavernes. Description, 421.
— Origine, 700.
Otahiti, 96.
Oudskoi (monts d'), 79.
Ouest, 8.
Oulangom, 78.
Oule de Gavarnie, 55.
Oulou-tau, 78.
Ouotundo, 84.
Ouragan, 572.
Oural (fleuve), 49.
— (montagnes), 74.
Ouralite, 265.
Ourkatch, 75.
Ouroul-gansk, 79.
Oust-Ourt, 75.
Outremer, 273.
Owhyhee, 95.
Oxford oolite, 471.
Oxus, 73.
Oxyde chromique, 236.
— de bismuth, 210.
Oxydes, 308.
— de manganèse, 227.
Ozokérite, 296.

P.

Pagodite, 270.
Paillettes, 144.
Palaos (îles), 95.
Palawan, 72.
Paléontologie, 144.
Palladides, 201.
Palladium, 202.
Palmer (terre de), 98.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Palus Meotis, 43
Pamer, 77.
Pampas, 31.
Panama (golfe de), 44.
— (isthme de), 87.
Panchina, 438.
Panabase, 208.
Papier fossile, 264.
Papouasie, 97.
Papous (terre des), 97
Para, 89.
Parana, 89.
Paragua, 72.
Paraguay, 89.
Parallèles, 8.
Paraselène, 602.
Parhélies, 602.
Paria (golfe de), 43.
Paris (argile plastique de), 435
— (bassin de), 50.
— (calcaire grossier de), 442.
— (terrain crétacé du bassin de), 452.
— (terrain jurassique du bassin de), 484.
— (terrain nymphéen du bassin de), 430.
— (terrain tritonien du bassin de), 441.
Parnahiba, 89.
Parry (îles), 87.
Passage, 34.
Pastel, 263.
Patagonie, 93.
Patos (lac de los), 88.
Paz (port de la), 56.
Paulite, 266.
Pearlstone, 348.
Pechstein, 351, 352.
— porphyr, 252.
Péchurane, 209.
Pectolite, 268.
Peel (île de), 95.
Peganite, 279.
Pegmatite, 342.
Pelew (îles), 95
Pena de Penaranda, 55.
Péninsule, 38.
— hispanique, 47.
— italique, 47.
— scandinave, 47.
— slavogrecque, 47.
Peperine, 360.
— ponceuse, 349.
Perche (sables du), 456.
Perekop (golfe de), 43
Péridot, 263.
— oriental, 241.
Périklin, 260
Perlite, 348.
Perlstein, 348.
Perovskite, 231.
Pérou, 93
Perse, 81.
Perte d'une rivière, 39.
Perthois (gault du), 458.
Pesanteur spécifique, 156.
Pétalite, 252.
Petchora, 49.
Petit granite, 512.
Petits halos, 601.
Pétrification, 145.
Pétrole. Description, 303. — Origine, 678.
Pétrosilex, 345.
Pétrosilex de Salberg, 261.
Petuntzé, 343.
Peypus, 48.
Pharmacolite, 236.
Phenakite, 252.
Phénomènes actuels, 618.
— antédiluviens, 717.
— chimiques, 638.
— ignés, 645.
— mécaniques, 621.
— neptuniens, 618.
— physiologiques, 619.
— plutoniens, 645.
Phillipsite, 206
Pholérite, 267.
Phonolite, 350.
Phosphate blanc de fer, 219.
Phosphates de fer, 225.
Phosphore de Bologne, 282.
Phosphorescence, 165.
Phosphorides, 278.
Phosphorite, 279.
Phrousca-Gora, 66.
Phtanite, 249.
Phyllade, 330
Physique, 2.
— du globe, 16.
Phoyang, 72.
Pichstone, 352.
Picolmayo, 89.
Pierre à feu, 248.
— à fusil, 248.
— à Jésus, 284.
— à lancettes, 330.
— à rasoir, 330.
— de gallinace, 351.
— de hache, 261.
— de Kœnigswinter, 350.
— de lard, 270.
— de lune, 260.
— de Lydie, 249.
— de porc, 370.
— de sable, 324.
— des Amazones, 260.
— de touche, 249.
— de tripes, 283.
— de Volvic, 355.
— d'Italie, 333.
— du soleil, 260.
— meulière du Rhin, 355.
— puante, 370.
Pierre Ier (île de), 98.
Pilas, 54.
Pimélite, 217.
Pinde, 67.
Pinguite, 258.
Pinite, 258.
Piombino (montagnes de), 59
Pitt (île), 98.
Pittizite, 220.
Plænerkalk, 465.
Plage, 38.
Plages (dépôts des), 409.
Plagionite, 212.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Plaine, 24.
Planètes, 3, 4
Plaques, 142
Plasme, 247
Plata (plaine de la), 91
Plataine, 93.
Plateau, 24.
Platine, 200.
Platinides, 200
Plâtre, 284.
Pléonaste, 242
Plomb, 213.
— blanc, 214.
— jaune, 214
— rouge, 214
— spathique, 214
Plombagine, 297.
Plomgomme, 213.
Plombides, 212.
Pluie, 584
— de cendres, 607.
— de manne, 607.
— de sang, 607.
— rouge, 607.
Pô, 49.
Pô (plaine du), 58.
Pœsing (montagnes de), 65
Poids atomiques (tableau des), 312.
Polders, 634.
Pôles célestes, 8.
— de froid, 561.
— terrestres, 18
Pologne, 68.
Polybasite, 203.
Polychroïsme, 174.
Polygminite, 231.
Polyhalite, 284.
Polynesie, 95.
Polzevera, 373.
Pomotou (archipel de), 96.
Ponce, 349
Ponts naturels, 381.
Popocatepelt, 91.
Porcellanite, 333.
Porphyre, 345.
— argileux, 347
Porphyre noir, 356
— pyroxenique, 356.
— vert, 357.
Port, 33.
Portages, 90.
Porta Westphalica, (chaîne de la), 64.
Portland sand, 471.
Portandstone, 471.
Porto-Rico, 87.
Potassides, 238
Potomac, 89.
Potrillo (mont), 92.
Poudingue, 325
— pénéen. Description, 508. — Origine, 741.
Poudre d'argent, 262
— d'or, 262.
Poyas (monts), 74.
Prase, 245.
Prairies, 32.
Precipitation aqueuse des roches, 735.
Prehnite, 267.
Precipitation atmosphérique des roches, 734
Presqu'île, 38.
Prince Edouard (île du), 87
Prince de Galles (île du), 88.
Promontoire, 38.
Propontide, 43.
Protogyne, 344.
Proustite, 203.
Provence (lignite de), 436
Pruth, 50
Psammite, 326.
Psaturose, 203.
Psephite, 335.
Psilomelane, 227.
Psiloniti, 68.
Puig de Torcella, 57.
Puits naturels, 31.
Pumite, 349.
Purbeck limestone, 464.
Puy-de-Dôme.
Puy-de-Sancy, 53.
Puysaie (terrain neocomien de), 460.
Pycnite, 272.
Pyrenées, 55.
— australes, 97.
Pyrite blanche, 221.
— cuivreuse, 208.
— jaune, 221.
— lanceolée, 221.
— magnetique, 222.
Pyrites, 221.
Pyrochlore, 230
Pyromaque, 248.
Pyrodmalite, 220
Pyrolusite, 228.
Pyromeride, 347.
Pyrope, 256
Pyromorphite, 213.
Pyrophyllite, 268.
Pyrorthite, 229.
Pyroxène, 265.
Pyroxénite, 355.
Quadersandstein, 465
Quadra et Vancouver (île), 88.
Quartz, 244, 322.
— agate grossier, 248.
— calcarifère, 300.
— cristallophyllien, 536
Quartzite, 323
Quartzfels, 323.
Quatre cantons (lac des) 48
Quiros (archip de), 97
Quito, 93.

R.

Raab (plaine de), 60.
Rachel, 64.
Radak (îles), 96.
Rade, 33.
Ralik (îles), 96.
Rapides, 35.
Rapilli, 349, 652.
Rauchwacke, 501.
Rauhe alb, 63.
Raustein, 507.
Realgar, 237.
Récifs, 38.
Reculet, 61.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Red marl, 495.
Reflux de la mer, 625.
— de l'atmosphère, 579.
Réfraction, 166.
Refroidissement de la terre (effets du), 733.
Région basse, 24.
Reiff, 587.
Reine Charlotte (île de la), 88, 97.
Relée, 587.
Remous, 627.
Résinite, 250.
Rétinasphalte, 296.
Rétinite, 352
— perlée, 348.
Rhin, 49.
Rhodalose, 217.
Rhode-Island, 87.
Rhodes, 72.
Rhodides, 202.
Rhodoïse, 217.
Rhodonite, 229.
Rhône, 49.
Résines minérales, 302.
Riesengebirge, 64.
Riga (golfe de), 43.
Rilo-Dagh, 66.
Rio-Bravo, 89.
Rio de la Plata, 89.
Rio del Norte, 89.
Rio-Grande, 83, 90.
Rio-Negro, 89.
Rio-Colorado, 90.
Rives, 38.
Rivière, 34.
— Blanche, 83.
— Bleue, 88.
— Rouge, 89.
Roanne (plaine de), 53.
Rocheuses (montagnes), 92.
Rocky-Mountains, 92.
Roche cornéenne, 362.
Rochers troués, 381.
Roches. Altération, 774.
— Classification, 317.
— Définition, 816.
— Tableau, 89.1
Roches albitiques, 341.
— argileuses, 334.
— cohérentes alluviennes. Formation, 639.
— feldspathiques, 341.
— labradoriques. 341.
— métalliques, 322.
— métamorphiques. Origine, 744. Synonymie, 432.
— pierreuses, 322.
— quarzeuses, 323.
— pyroxéniques, 355.
— schisteuses, 328.
— schistoïdes. Origine, 746.
— talciques, 364.
Rœhngebirge, 64.
Roggeveld, 85.
Roggewin (îles), 96.
Rognons, 142.
Rose des vents, 569.
Rosée, 578.
Rubellane, 253.
Rugen, 48.
Ruisseau, 34.
Ruivo (pic de), 85.
Rubis, 242.
Rubis faux, 276.
Rumbs de vents, 569.
Russie, 68.
— (terrain dévonien de la), 525.
— terrain houiller de la), 520.
— (terrain pénéen de la), 509.
— (terrain silurien), 532.
Rutile, 231.
Ryacolite, 260.
S.
Sable, 324.
— de rivière, 405.
Sables mobiles, 636.
— salifères, 403.
— subapennins, 438.
— volcaniques, 652.
Sabrina (terre de), 98.
Saghalien, 72; 73.
Sahara, 85; 86.
Saint-Bernard (grand), 60.
Saint-Élie (mont), 92.
Saint-Esprit (archipel du), 97.
Saint-Gothard, 61.
Saint-Jean (île), 87.
Saint-Jean (rivière), 89.
Saint-Laurent (golfe), 42.
Saint-Laurent (fleuve), 89.
Saint-Ouen (calcaire de), 434.
Saint-Paul (île), 83.
Sainte-Hélène (île de), 83.
Salmiac, 278.
Salomon (îles), 97.
Salouen, 73.
Salpêtre, 288.
Salses, 673.
Samoïedes (péninsule des), 71.
San Francisco, 89.
Sandstein, 324.
Sandstone, 324.
Sandwich du sud (îles), 88.
Sandwich (îles), 95.
Sanguine, 340.
Santa-Cruz (île de), 97.
Santee, 89.
Saphir, 241.
— d'eau, 257.
Saphirine, 240.
Sappare, 255.
Saptine, 90.
Sardaigne, 48.
Saskatchawan, 90.
Sassoline, 274.
Sassuolo (salse de), 674.
Satellites des planètes, 3.
Sauerland, 63
Saussurite, 353.
Sauts, 35.
Savane, 34.
Savannah, 89.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Save, 50.
Saveur des minéraux, 124.
Saxe (terrain crétacé de), 465.
Schaalstein, 267.
Scandinavie, 68.
— (montagnes de), 51.
Schéelides, 234.
Schéelite, 234.
Schéelitine, 212.
Schéerite, 296.
Schillerspath, 271.
Schiste, 329.
— calcarifère, 323.
— graphique, 333.
— happant, 331.
— marno-bitumineux, 334.
— micacé, 363.
— talqueux, 365, 535.
Schistes cristallins, 532.
Schistus aluminaris, 332.
— fragilis, 329.
Schneekoppe, 64.
Schorl bleu, 255.
Schorlfels, 323.
Schorl rouge, 231
Schwarzerz, 208.
Schwarzwald, 63.
Schorlrock, 323.
Schwefelkies, 221.
Schrifft granit, 343.
Sciences mathématiques, 1.
— naturelles, 1.
— sociales, 2.
Scio, 72.
Scolésite, 268.
Scoleroxerose, 252.
Scories, 358.
— volcaniques, 652.
Scorodite, 219.
Scutari (lac de), 49.
Sea-wiew-hill, 97.
Sebanga, 73
Séchelles, 83.
Seeland, 48.
Segura, 49.
Seiches, 624.
Seine, 49.
Selagite, 354.
Sel ammoniac, 278.
— de cuisine, 278.
— de Tartarie, 278.
— gemme, 278.
Selmarin, 278.
Sélénides, 238.
Séléniure d'argent, 202.
— de cobalt, 217.
— de zinc, 215.
— mercurique, 205.
Selle, 378.
Semmering, 61.
Sénégal, 83.
Sénégambie, 86.
Septaria, 446.
Sept-Frères (îles des), 83.
Sérancolin, 373.
Serein, 578.
Serpentine, 271, 366.
Serpentino verde antico, 357.
Servie (montagnes de), 66.
Setledje, 73.
Sévérite, 267.
Severn, 49, 90.
Sevons (monts), 52.
Sewen (calcaire de), 467.
Seybertite, 268.
Shanklin sand, 463
Shannon, 49.
Shetland, 47.
— australes, 98.
Shropshire (terrain silurien du), 526.
Sibérie, 81.
— orientale, 71.
Sicile, 48.
— (montagnes de), 58.
Sidérochrome, 225.
Sidérochrysolite, 219.
Sidérose, 226.
Siegénite, 229.
Sierra Angana, 55.
— Cabadonga, 55.
— Constantina, 55, 57.
— de Albaracin, 57.
— de Alcaraz, 57.
— de Antequera, 58.
— de Aranzazu, 55.
— de Aroche, 57.
— de Ayllon, 56.
— de Avila, 56.
— de Bejar, 56.
— de Calderao, 57.
— de Estrella, 56.
— de Filabres, 58.
— de Gata, 56.
— de Gredos, 56.
— de Guadalupe, 57.
— de Guadarama, 56.
— de Meera, 55.
— de Merida, 91.
— de Miledos, 56.
— de Monchique, 57.
— de Montanchès, 57.
— de Nevada, 58.
— de Onil, 57.
— de Pela, 56.
— de Ronda, 58.
— de Quadramon, 55.
— de Salvada, 55.
— de San Leon, 57.
— de San Mames, 57.
— de San Pedro, 57.
— de Teeyra, 55.
— de Troncedo, 55.
— Morena, 57.
— Penaramela, 55.
— Sejos, 55.
Sikoko, 71.
Sikopf, 71.
Sihoun, 73.
Silex, 247.
Silicates de fer, 225.
Silicides, 243.
Silicicalce, 248.
Silicides hydratés, 249.
— silicatés, 251.
— silicato-boratés, 273.
— — chlorurés, 271.
— — fluorurés, 272.



Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Silicides silicato-hydratés, 267.
— — sulfatés, 272.
Silicides oxydés, 244.
Sillimanite, 252.
Simoun, 572.
Simplon, 60.
Simourou, 80.
Sinaï (mont), 80.
Sind, 73.
Sinople, 245.
Sir-Deria, 73.
Sitka (île), 88.
Skager-Rak, 43.
Skarboroug (îles), 96.
Skorza, 259.
Skye (île de), 47.
Slavogrèce, 68.
— (îles de), 48.
— (montagnes de), 66.
Smaltine, 218.
Smaragdite, 259.
Smectite, 336.
Smithsonite, 216.
Sneeuberg, 85.
Snœfials Jokull, 92.
Snisnik, 66.
Société (îles de la), 96.
Socotra, 83.
Sodalite, 253, 271.
Sodides, 239.
Sœndre-Skagestædting, 52.
Sogoul-Dagh, 76.
Soissonnais (lignite du), 434.
Soleil, 3.
Soleils (faux), 602.
Solfatares, 677.
Solitudes, 32.
Sols congelés, 647.
Sommite, 258.
Sonde (îles de la), 72, 81.
Sone, 73.
Soongari, 73.
Souabe(plaine de la),62.
— (terrain triasique de la), 496.
Soudan, 85, 86.
Soufre, 281.
Soulèvement des montagnes. Idée du phénomène, 683.—Époques, 697.
Soulèvements lents, 672.
Soulou (îles), 72.
— (mer de), 41.
Southampton (île), 87.
Sources. Description, 35. — Température, 645.
Spath cubique, 283.
— en table, 267.
— fluor, 276.
Sphène, 231.
Sperkise, 220.
Spessart, 63.
Spessartine, 256.
Sphère céleste, 8.
— terrestre, 17.
Sphérolite, 349.
Sphérosidérite, 226.
Spilite, 360.
Spinelle, 241.
Spitzberg, 48, 51, 68.
Splügen, 61.
Stalactite. Description, 136. — Formation, 641.
Stannides, 211.
Stannine, 211.
Stannovoi-Khrebet, 79.
Staurolite, 257.
Staurotide, 257.
Stéatite, 270.
Stéaschiste, 365, 535.
Steppes, 31.
Stercus diaboli, 307.
Sternbergiste, 202.
Stibiconise, 233.
Stibine, 233.
Stigmite, 348.
Stilbite, 297.
Stinkstein, 506.
Stiperstone, 526.
Stockholm (archipel de), 48.
Stonesfield slate, 472.
Strahlstein, 264.
Strate, 137.
Stratification, 377.
Stratus, 582.
Strimon, 50.
Stromeyerine, 206.
Strontianite, 295.
Strontides, 239.
Structure, 145.
Stuttgart (grès de), 396.
Substitution des éléments, 111.
Succins, 302.
Succinite, 303.
Sudètes, 64.
Suffolk (crag de), 445.
Suisse (nagelfluh de la), 427.
Suisse (plaine de la), 62.
Suisse (terrain tritonien de la), 447.
Sulfantimonié (argent), 204.
Sulfarsemés (argent), 204.
Sulfurides, 280.
Sumatra, 72.
Sumatra(montagnes de), 79.
Sumbava (mont. de),79.
Superga (dépôt tertiaire de), 439.
Suroxyde de cobalt,217.
Susquehanna, 89.
Sund, 43
Syénite, 343.
Syhadrée, 80.
Sylvane, 202.
Sylvine, 377.
Système permien, 505.
Système solaire, 4.

T.

Tabago, 88.
Tacouche-Tesse, 90.
Taganaï, 75.
Tage, 49.
Ta-Kian, 73.
Tactilité, 164.
Talc, 292.
— glaphique, 270.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Talcite, 365.
Talkschiefer, 365.
Tamise, 49.
Tangnou, 78.
Tangut, 81.
Tantalides, 230.
Tapty, 73.
Tarentaise (terrain de la), 891.
Tarim, 73.
Tarrakaï, 72.
*Tatra*, 65.
Taunus, 63, 76.
Tavaï-poenammou (île de), 97.
Tchad (lac de), 84.
Tchatir-Dagh, 68.
Tchefkinite, 229.
Tchélé-Keschich, 68.
Tchengis-Tau, 78.
Tchernozen, 417.
Tchoukotsk (monts de), 79.
Teguayo (lac de), 88.
Télésie, 241.
Terglou, 60.
Tellure, 232.
Tellurides, 231.
Tellurure argentique, 202.
*Tellurure argento-bismuthique*, 211.
Température de l'atmosphère, 559.
— de la terre, 645.
— des caves, 646.
— des sources, 648.
— des masses d'eau, 649.
Tempête, 572.
Tende (col de), 60.
Tengri-Dagh, 78.
Tennantite, 206.
Tennessee, 89.
Tephrine, 354.
Terkiri, 73.
*Ternate*, 72.
Terrain à chailles, 489.
— alluvien. Descript., 404.— Formation, 632.
Terrain anthraxifère, 520.
— ardoisier, 520, 525.
— basaltique, 554.
— carbonifère, 510
— calcaréo-trappéen, 440.
— cambrien, 531.
— conchylien, 495
— crétacé, 452.
— cristallophyllien, 532.
— de transport ancien, 415.
— détritique. Description, 400. — Formation, 632.
— dévonien, 520.
— diluvien, 415.
— éocène, 414.
— granitique, 541.
— houiller, 510.
— jurassique, 469.
— keuprique, 495.
— lavique, 556.
— liasique, 472.
— madréporique. Description, 397. Formation, 619.
— myocène, 414.
— néocomien, 452.
— nymphéen. Description, 428. Formation, 900.
— pénéen, 505.
— pliocène, 414.
— plusiaque. Description, 426. Origine, 716.
— pœcilien, 495.
— porphyrique. Description, 545. Origine, 739.
— porphyrique noir, 550.
— porphyrique rouge, 548.
Terrain *porphyrique* vert, 549.
— protéique, 437.
— psammerithrique, 505.
— salifère, 495.
— silurien, 525.
— talqueux, 532.
— tertiaire ophiolitique, 440.
— trachytique, 552.
— triasique, 495.
— tritonien. Description, 437. Formation, 718.
— tuffacé. Description, 411. Formation, 649.
— tourbeux. Description, 398. Formation, 619.
— volcanique, 556.
— veldien, 452.
Terrains. Définition, 789.
— Liaisons, 390.
— Classification, 391.
— Division en deux séries, 750.
— agalysiens, 539.
— ammonéens, 451.
— ardents, 676.
— cohérents, 394.
— classiques, 428
— clysmiens, 415.
— d'eau douce, 393, 396.
— de cristallisation, 393, 538.
— de sédiments, 393.
— de transition, 504.
— de transport, 393.
— en place, 393.
— hémilysiens, 504.
— ignés, 393, 538.
— intermédiaires, 501.
— joviens, 396.
— marins, 396.
— massifs, 538.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Terrains mastozootiques, 414.
— meubles, 394.
— modernes, 396.
— neptuniens, 396.
— paléozoïques, 504.
— plutoniens, 538.
— postdiluviens, 396.
— primaires, 504.
— primitifs, 392, 504, 532.
— primordiaux, 392.
— pyroïdes. Description, 551. — Formation, 739.
— secondaires, 392, 451.
— secondiaux, 392.
— tériaires, 414.
— tertiaires, 414.
— thalassiques, 437.
Terre. Densité, 5.
— Dimensions, 5.
— Etat pendant la période houillère, 722.
— — secondaire, 722.
— — tertiaire, 721.
— — primitif, 723.
— Mouvements, 6.
— Structure, 375.
— Température, 645
Terre à foulon, 336.
— à porcelaine, 341.
— bleue, 225.
— de Bucaros, 341.
— d'Arménie, 341.
— de Lemnos, 341.
— de pipe, 336.
— de Sienne, 340.
— de Vérone, 226.
— glaise, 336.
— sigillée, 341.
Terreau, 308.
Terek, 49.
Terres à blé, 417.
— à pot, 336.
— arides, 402.
— franches, 417.
— végétales, 401.
— vertes, 225.
Tescuco (lac de), 88.
Têtes des couches, 378.
Tétartine, 260.
Tétradymite, 211.
Tettin, 73.
Teutoburgerwald, 64.
Texture, 145.
Teyde (pic de), 85.
Thaï-Han-Chan, 78.
Thaï-Wan, 72.
Thallite, 259.
Theiss, 50.
— (plaine de la), 65.
Thénardite, 282.
Thermantide, 333.
Thessalie (plaine de), 68.
Thian-Chan, 77.
Thomsonite, 267.
Thon porphyr, 347.
Thonschiefer, 330.
Thonstein, 335.
Thorides, 243.
Thorite, 267.
Thounthing, 72.
Thrace (bosphore de), 43.
— (plaine de), 67.
Thsoung-Ling, 77.
Thulite, 253.
Thun (lac de), 48.
Thuringe (plateau de la), 64.
Thuringerwald, 64.
Tibet, 81.
Tibre, 49.
Tidor, 72.
Tigre, 73.
Timpanogos (lac de), 88.
Timor, 72.
Tingry-Noor, 73.
Tislach, 73.
Titanides, 230.
Titicaca (lac de), 88.
Toadstone, 360.
Tocantin, 89.
Todtliegende. Description, 508.— Origine, 741.
Tolède (monts de), 57.
Tonga (archipel de), 96.
Tonga-Taboo, 96.
Tonnerre, 594.
Topayos, 89.
Topaze, 272.
Topazfels, 323.
Topaze fausse, 245, 276.
— orientale, 241.
Torrélite, 219.
Torrents, 35.
Toubouaï, 96.
Toungouska, 73.
Touraine (falun de), 441.
— (tuffeau de), 456.
Tourbe, 307.
Tourmaline, 273.
Tournants d'eau, 628.
Trachyte, 351.
Tranches des couches, 378.
Transparence, 165.
Transylvanie (plaine de), 65.
Trapp, 357.
Trappite, 357.
Trapp porphyre, 357.
Trass, 349.
Trassoïte, 349.
Travertin, 369, 412.
Tremblements de terre, 666.
Trémolite, 264.
Trona, 301.
Trias, 495.
Triklasite, 268
Trinidad, 88.
Trinité (terre de), 98.
Triphane, 252.
Triphylline, 227.
Tripoli, 325.
Trippel, 325.
Tripplite, 227.
Tristan d'Acunha (îles), 83
Triste (golfe), 43.
Trombe, 576.
Tropiques, 8.
Tubes fulminaires, 595.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Tuf, 369
— basaltique, 360.
— ponceux, 349.
— volcanique, 360.
Tuffeau, 367.
Tungstate de chaux, 234.
Tunguragua, 89.
Turbaco ( salses de ), 673.
Turkestan, 81.
Turnérite, 236.
Turquoise, 279
Typhon, 138.
Tzana (lac de), 84.
U.
Ubergangsgebirge, 504.
Ucayale, 89.
Univers, 3.
Upper greensand, 468.
Upper lias shale, 472.
— Ludlow rock, 525.
Uranides, 209.
Uranite, 209.
Uranotantale, 209.
Urao, 301.
Urenga, 75.
Urgebirge, 504.
Uruguay, 89.
V.
Vake, 359
Vakite, 359.
Valachie, 50.
Valdaï, 50.
Vallées. Description, 29.—Origine, 688.
Vallée d'une rivière, 39.
Vallons, 29.
Van (lac de), 73.
Vanadides, 234.
Vanadinite, 212.
Van Diemen, 98.
Vapeur, 160.
— vésiculaires, 580.
Vardar, 50.
Variétés de minér., 195.
Variolite, 346.
— du Drac, 360.
Vassy ( sables ferrugineux de), 461.
Vauquelinite, 212.
Veines. Description, 142.—Origine, 744.
Venise (golfe de), 43.
Ventoux (mont), 61.
Vents, 569.
Verde di Corsica, 353.
Verglas, 589.
Verhærteterthon, 335, 347.
Vermejo, 89.
Véronais ( terrain tertiaire du), 440.
Verre de Moscovie, 262
Verre des volcans, 351.
Vésuve, 59.
Vésuvienne, 257.
Victoria (terre de), 98.
Vicentin ( terrain tertiaire du), 440.
Vienne (plaine de), 60
Vieux grès rouge, 524.
Villette ( marbre de ), 491.
Vilouiski-Khrebet, 79.
Viloui (rivière), 73.
Vistule, 49.
Viti (îles), 96.
Vivianite, 219.
Vogelsgebirge, 64.
Volborthite, 207.
Volcans. Description, 651. — Classification, 667.—Nombre, 668. —Causes, 668.
Volcans d'air, 673.
— de boue, 673.
— (îles des), 95.
Volga, 49.
Vosges, 62.
— (grès des), 504.
Vulpinite, 283.
W.
Wacke, 359.
Wagnerite, 279.
Walkererde, 336.
Walmstedite, 296.
Warasdin ( montagnes de), 66.
Wartha, 50.
Washingtonie, 93.
Wasser Silber, 211.
Wavélite, 279.
Weald clay, 464.
Webstérite, 280.
Weisbleierz, 211.
Weissite, 252.
Weisstein, 344.
Wellenkalk, 502.
Wellington (mont), 98.
Wener, 48.
Wenlock ( calcaire de ), 526.
Wenlock Shale, 526.
Wernerite, 252.
Weser, 49.
— (montagnes du), 64.
Weissliegende, 507.
Westerwald, 63.
Wetter, 48.
Wetzschiefer, 330.
Weymouth beds, 471.
Wiesenerz, 224.
Wight (île de), 47.
Wilkes (terre de), 98.
Willémite, 215.
William (mont), 97.
Windhiah (monts), 80.
Winnipig, 88.
Wismuth Silber, 211.
Withérite, 295.
Wœrthite, 267.
Wolfram, 224.
Wollastonite, 267.
Wurtemberg ( marbre bleu de), 283.
X.
Xarayes (lac de), 88.
Xénotime, 279.
Xingu, 89.
Xucar, 49.
Y.
Yang-tse-Kiang, 73.
Yapura, 89.
Yarkand, 73.
Yeou, 84.
Yeso, 71.
Young-Ling, 77.
Ypoleyme, 207.
Yttrides, 242.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

Yttrotantale, 230.
Yuca'an, 87.
— (canal d'), 44.

Z.

Zambèze, 84.
Zanguebar, 86.
Zagros, 76.
Zaïre 83.
Zébée, 84.
Zechstein, 507.
Zeichenschiefer, 333.
Zénith, 8.
Zéolites, 269.
Zéreh, 73.
Zeuxite, 268.
Ziguéline, 207.
Zincides, 215.
Zincite, 215.
Zinconise, 215.
Zinc oxydé siliceux, 216.
Zinkénite, 212.
Zinkspath, 216.
Zircon, 254.
Zirconides, 243.
Zoïsite, 259.
Zones astronomiq., 21.
— isothermes, 562.
Zürich (lac de), 48.
Zwarteberg, 85.

FIN.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# A. TABLEAU

## DES PRINCIPALES DIVISIONS GÉOGRAPHIQUES DE LA TERRE.

- **EUROPE**
  - occidentale
    - Spitzberg.
    - Iles Féroë.
    - Iles Britanniques.
    - Iles Açores.
    - Espagne.
    - France.
    - Italie.
    - Allemagne.
    - Danemark.
    - Scandinavie.
  - orientale
    - Russie.
    - Pologne.
    - Hongrie.
    - Slavogrèce.
  - du nord
    - Sibérie.
- **ASIE**
  - du milieu
    - Iles Kuriles.
    - Japon.
    - Corée.
    - Mandchourie.
    - Mongolie
    - Chine.
    - Tibet.
    - Tangut.
    - Dzoungarie.
    - Turkestan.
    - Perse.
    - Chaldarménie.
    - Anatolie.
  - du midi
    - Arabie.
    - Hindoustan.
    - Indochine.
    - Iles Philippines.
    - Iles de la Sonde.
    - Archipel des Moluques.
- **AFRIQUE**
  - septentrionale
    - Iles Madères.
    - Iles Canaries.
    - Iles du cap Vert.
    - Barbarie.
    - Égypte.
    - Nubie.
    - Sahara.
    - Sénégambie.
    - Guinée.
    - Soudan.
    - Abyssinie.
  - méridionale
    - Congo.
    - Cimbébasie.
    - Capland.
    - Cafrerie.
    - Zanguebar.
    - Ajan.
    - Archipel de Madagascar.
    - Iles australes.
- **AMÉRIQUE**
  - septentrionale
    - Islande.
    - Groenland.
    - Nouvelle-Bretagne.
    - Béringie.
    - Orégonie.
    - Washingtonie.
    - Mexique.
    - Guatimala.
    - Antilles.
  - méridionale
    - Nouvelle-Grenade.
    - Guyane.
    - Quito.
    - Pérou.
    - Bolivie.
    - Brésil.
    - Platarie.
    - Chili.
    - Patagonie.
    - Iles australes.
- **OCÉANIE**
  - Polynésie
    - Archipel de Magellan.
    - Archipel d'Anson.
    - Iles Mariannes.
    - Iles Carolines.
    - Archipel de Mulgrave.
    - Iles Sandwich.
    - Archipel des Marquises.
    - Archipel de Pomotou.
    - Iles de la Société.
    - Archipel de Cook.
    - Archipel de Bougainville.
    - Iles des Amis.
    - Iles Fidji.
  - Australie
    - Nouvelle-Hollande.
    - Nouvelle-Guinée.
    - Archipel de Salomon.
    - Nouvelles-Hébrides.
    - Nouvelle-Calédonie.
    - Nouvelle-Zélande.
  - Antarctie
    - Terre de Wilkes.
    - Terre d'Enderby.
    - Terre de Gerrits.

# B. TABLEAU SYNOPTIQUE DES TERRAINS.

| CLASSES. | ORDRES. | GROUPES SPÉCIAUX. | ÉTAGES, SYSTÈMES, MEMBRES, ou MODIFICATIONS PRINCIPALES. |
|---|---|---|---|
| TERRAINS NEPTUNIENS. | Terrains modernes. | Terrain madréporique. | Banc de madrépores. |
| | | Terrain tourbeux. | Tourbe. |
| | | Terrain détritique. | Terre végétale. |
| | | | Terres arides. |
| | | | Éboulis. |
| | | | Moraines. |
| | | | ? Sables salifères. |
| | | Terrain alluvien. — fluviatile. | Dépôts limoneux. |
| | | | *Dépôts arénacés.* |
| | | | *Graviers.* |
| | | | Dépôts caillouteux. |
| | | | Gros débris. |
| | | | Dépôts conglomérés. |
| | | Terrain alluvien. — marin. | Dépôts du fond de la mer. |
| | | | Dépôts des plages. |
| | | | Dépôts des dunes. |
| | | | Alluvions émergées. |
| | | Terrain tuffacé. — terrestre. | Tuf. |
| | | | Travertin. |
| | | Terrain tuffacé. — marin. | Pierre à meules de Messine. |
| | Terrains tertiaires. | Terrain diluvien. — supérieur. | ? Limon de Picardie. |
| | | | Diluvion proprement dit. |
| | | | ? Blocs erratiques. |
| | | | ? Ossements des cavernes. |
| | | | ? Brèches osseuses. |
| | | | ? Fer d'alluvion. |
| | | | ? ? Dépôts plusiaques. |
| | | Terrain diluvien. — moyen. | ? Nagelfluh de la Suisse. |
| | | Terrain diluvien. — inférieur. | Poudingues de Nemours. |
| | | Terrain nymphéen. — supérieur. | Dépôt d'OEningen. |
| | | Terrain nymphéen. — moyen. | Calcaire de la Beauce. |
| | | | Meulières de Meudon. |
| | | Terrain nymphéen. — inférieur. | Meulières de la Ferté. |
| | | | Calcaire de la Brie. |
| | | | Gypse de Montmartre. |
| | | | Calcaire de Saint-Ouen. |
| | | | Argile plastique de Paris. |
| | | Terrain tritonien. — supérieur. | Dépôts subapennins. |
| | | | Crag de Norwich. |
| | | Terrain tritonien. — moyen. | Falun de Touraine. |
| | | | Grès de Fontainebleau. |
| | | Terrain tritonien. — inférieur. | Grès de Beauchamp. |
| | | | Calcaire grossier de Paris. |
| | | | Sables du Laonnais. |
| | | | Pisolite de Meudon. |
| | Terrains secondaires. | Terrain crétacé. — supérieur. | Tuffeau de Maestricht. |
| | | | Craie blanche. |
| | | | Tuffeau de Touraine. |
| | | | Sables du Perche. |
| | | Terrain crétacé. — moyen. | Gault du Perthois. |
| | | Terrain crétacé. — inférieur. néocomien. | Ocre, etc., de la Puysaie. |
| | | | Calcaire, etc., de la Puysaie. |
| | | Terrain crétacé. — inférieur. veldien. | *Weald clay.* |
| | | | *Hastings sand.* |
| | | | *Purbeck limestone.* |
| | | Terrain jurassique. — portlandien. | *Portland stone.* |
| | | | *Portland sand.* |
| | | | *Kimmeridge clay.* |
| | | | *Weymouth beds.* |
| | | Terrain jurassique. — oxfordien. | *Oxford oolite.* |
| | | | *Coral rag.* |
| | | | *Calcareous grit.* |
| | | | *Oxford clay.* |
| | | | *Kelloway rock.* |
| | | Terrain jurassique. — bathonien. | *Corn brash.* |
| | | | *Forest marble.* |
| | | | *Bradford clay.* |
| | | | *Bath oolite.* |
| | | | *Fullers earth.* |
| | | | *Inferior oolite.* |
| | | Terrain jurassique. — liasique. | *Upper lias shale.* |
| | | | *Marlstone.* |
| | | | *Lower lias shale.* |
| | | Terrain triasique. — keuprique. | Grès de Stuttgart. |
| | | | Marnes irisées. |
| | | | Lignite de Gaildorf. |
| | | Terrain triasique. — conchylien. | Calcaire de Friedrichshall. |
| | | | Dépôt salifère de Souabe. |
| | | | *Wellenkalk.* |
| | | Terrain triasique. — pœcilien. | Grès de Nébra. |
| | | | Grès des Vosges. |
| | Terrains primaires. | Terrain pénéen. — supérieur. | *Zechstein.* |
| | | Terrain pénéen. — moyen. | *Kupferschiefer.* |
| | | Terrain pénéen. — inférieur. | *Todtliegende.* |
| | | Terrain houiller. — supérieur. | Houille de Liége. |
| | | Terrain houiller. — moyen. | Ampélite de Chokier. |
| | | Terrain houiller. — inférieur. | Calcaire de Visé. |
| | | Terrain dévonien. — supérieur. | Psammites du Condros. |
| | | Terrain dévonien. — moyen. | Calcaire de Givet. |
| | | Terrain dévonien. — inférieur. | Poudingue de Burnot. |
| | | Terrain silurien. — supérieur. | Psammite de Ludlow. |
| | | | Calcaire d'Aymestry. |
| | | | Schiste de Ludlow. |
| | | | Calcaire de Wenlock. |
| | | Terrain silurien. — inférieur. | Psammite de Caradoc. |
| | | | Schiste de Llandeilo. |
| | | Terrain cristallophyllien. | Stéaschiste. |
| | | | Hornblende schistoïde. |
| | | | Quarzite. |
| | | | Calcaire. |
| | | | Micaschiste. |
| | | | Gneiss. |
| TERRAINS PLUTONIENS. | Terrains agalysiens. | Terrain granitique. | Granite. |
| | | Terrain porphyrique. | rouge ou quarzifère. |
| | | | vert ou ophiolitique. |
| | | | noir ou pyroxénique. |
| | Terrains pyroïdes. | Terrain trachytique. | massif et cristallin. |
| | | | conglomeré et meuble. |
| | | Terrain basaltique. | massif et cristallin. |
| | | | conglomeré et meuble. |
| | | Terrain volcanique. | Laves. |
| | | | conglomeré et meuble. |

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC

# Figures de quelques coquilles caractéristiques des terrains.

## Terrains tertiaires

### Terrain tritonien

Terrain nummulitique

*Helix nummulites*

*Lymneus longiscatus*

*Cyclostoma elegans*

*Planorbis retundatus*

étage supérieur

*Bulla integerrima*

*Turbo crassus*

*Venus reversa*

*Area deluca*

étage moyen

*Fusus contrarius*

*Trochus patulus*

*Voluta lamberti*

*Cytherea lentiformis*

étage inférieur

*Nerita conoidea*

*Fusus rugosus*

*Cerithium giganteum*

*Venericardia planicosta*

## Terrains secondaires

Terrain crétacé

*Belemnitella mucronata*

*Baculites anceps*

*Ammonites rothomagensis*

*Catillus cuvieri*

*Exogyra conica*

Terrain jurassique

*Belemnites hastatus*

*Ammonites bifrons*

*Nerinea moser*

*Exogyra virgula*

*Gryphæa arcuata*

Terrain triasique

*Ammonites nodosus*

*Myophoria vulgaris*

*Avicula socialis*

*Enerinus monliformis*

## Terrains primaires

Terrain penien

*Productus aculeatus*

*spirifer undulatus*

*Terebratula elongata*

*Avicula gryphoides*

Terrain houiller

*Asaphus gemmuliferus*

*Goniatites listeri*

*Productus martini*

Terrain devonien

*Calymene macrophthalma*

*Orthoceras undulosa*

*Spirifer verneuli*

Terrain silurien

*Homalonotus delphinocephalus*

*Lituites giganteus*

*Pentamerus knightii*

*Orthis sedgwickii*

Imp. de Lemercier

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu – UPMC