

ESSAI

SUR LA VALEUR

DES CARACTÈRES PHYSIQUES
EMPLOYÉS EN MINÉRALOGIE.

THÈSE

SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ IMPÉRIALE,

LE SEPTEMBRE 1812,

PAR J. PELLETIER, PHARMACIEN,

DOCTEUR ÈS SCIENCES,

Membre des Sociétés de Médecine et de Pharmacie de Paris, etc., etc.

PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE D. COLAS,

Rue du Vieux-Colombier, N° 26, F. S.-G.

1812.

A MONSIEUR HAÛY,

CHANOINE HONORAIRE DE L'ÉGLISE MÉTROPOLITAINE DE PARIS;

MEMBRE DE LA LÉGION D'HONNEUR,

DE L'INSTITUT DE FRANCE,

**PROFESSEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE ET A LA FACULTÉ DES
SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ IMPÉRIALE,**

**DES ACADÉMIES DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG,
DE BERLIN, etc., etc.**

HOMMAGE D'ATTACHEMENT ET DE RESPECT,

J. PELLETIER.

ACADÉMIE DE PARIS.

FACULTÉ DES SCIENCES.

MM. LACROIX, *Doyen*. }
THÉNARD. }
BIOT. }
HAÛY. }
DESFONTAINES. } PROFESSEURS.
POISSON. }
GAY-LUSSAC. }
FRANCOEUR. }
GEOFFROY SAINT-HILAIRE. . . }

DINET. }
BRONGNIART. }
MIRBEL. } PROFESSEURS ADJOINTS.
HACHETTE. }
DE BLAINVILLE. }

ESSAI

SUR LA VALEUR

DES CARACTÈRES PHYSIQUES

EMPLOYÉS EN MINÉRALOGIE.

On avait déjà fait des efforts plus ou moins heureux, pour réunir en corps de science, et en système de connaissances, les autres branches de l'histoire naturelle, lorsque la minéralogie seule ne présentait encore que des notions vagues et isolées. Nous ne sommes pas bien loin des tems où cette belle partie de l'histoire naturelle ne consistait, en quelque sorte, qu'en un amas de connaissances empiriques et d'idées confuses. Les hommes qui ont créé cette science, sont presque nos contemporains, et ceux qui l'ont perfectionnée sont encore nos maîtres.

Avant eux, la plupart des substances minérales se trouvaient confondues dans l'esprit des minéralogistes, bien plus qu'elles ne le sont dans le sein de la terre.

Elles étaient perdues pour nous, ces étonnantes productions de la nature qui sont les véritables archives du globe, et avec elles, les grandes leçons que l'homme en a pu retirer. Si l'éclat, la beauté, l'utilité de quelques-unes de ces substances, les avaient fait distinguer; on ne les reconnaissait que par une sorte d'habitude, une espèce d'instinct dont on ne pouvait se rendre raison. Ce n'est que depuis l'époque heureuse où la minéralogie

s'est associé les sciences physiques, que cette belle partie de l'histoire naturelle a pris un rang distingué parmi les sciences positives. Depuis ce tems, la chimie et la physique ont exercé sur la minéralogie la plus heureuse influence, et, dès-lors, ces trois branches des sciences naturelles ont presque toujours marché de niveau.

La chimie peut seule nous faire connaître la nature des substances minérales, en fournissant, pour celles qui sont composées, des procédés analytiques, au moyen desquels on peut isoler et distinguer les principes constituans. La physique, en nous apprenant à étudier dans les corps toutes les propriétés qu'ils présentent et qu'on peut y découvrir sans que leur nature soit altérée, nous indique les points de vue sous lesquels nous devons considérer les minéraux pour saisir les rapports qui les unissent, et établir les différences qui les séparent. Ces deux sciences, enfin, nous permettent de réunir, diviser et classer les substances minérales, d'après des méthodes établies, non plus sur des analogies presque toujours trompeuses, des apparences souvent illusoires, mais fondées sur la nature même des corps, et d'après des caractères tirés de leurs propriétés invariables et essentielles.

Parmi les caractères qu'offrent les propriétés physiques des minéraux, ceux que présente la considération des formes polyédriques qu'affectent la plupart des substances minérales, doivent être distingués et placés au premier rang, en raison de leur constance et de la régularité des lois auxquelles la cristallisation est soumise. Ce n'est cependant que depuis quelques années qu'on en reconnaît l'importance, et qu'on sait en faire un usage raisonné ; autrefois cette multitude de formes régulières qu'on remarque avec étonnement dans les minéraux, n'étaient regardées que comme des jeux de la nature, et comme un effet du hasard. Plusieurs minéralogistes cependant furent frappés de leur constance et de leur régularité, et les comparèrent aux formes de quelques objets d'un usage habituel dans la société : c'est ainsi que la chaux carbonatée métastatique était nommée *spath à dents de cochons*, et qu'on avait donné le nom de *spath en têtes de clous*, en *fer de lances*, etc., à plusieurs variétés de chaux carbonatées, de chaux sulfatées, etc. Mais bientôt le grand Linné

commença à décrire les formes cristallines des minéraux avec plus de soin et d'après leur analogie avec les figures de la géométrie. Le savant et laborieux Romé de l'Isle publia son grand traité de cristallographie, ouvrage dans lequel il donnait la description d'une multitude de formes cristallines avec la mesure de leurs angles, recherchait dans chaque espèce la forme la plus simple qu'il nommait primitive, et y rapportait toutes les autres, non, comme il le dit lui-même, en cherchant comment la nature passe de la forme primitive aux formes secondaires, mais en faisant apercevoir les rapports de configuration plus ou moins sensibles qui lient cette forme à ses dérivés. A cette époque l'illustre Bergman remarquait que le spath dit à dents de cochons donnait toujours, lorsqu'on le brisait, des fragmens rhomboïdaux : il pensa alors que ces rhomboïdes pouvaient être regardés comme la véritable forme primitive de ces cristaux qui s'étaient formés par la superposition de plans toujours croissant autour du même noyau. La force de son génie l'amena à conclure qu'il devait en être de même de toutes les autres substances cristallines, mais il ne put déterminer les lois qui présidaient à la formation des cristaux secondaires et ne pensa pas même à y appliquer le calcul. Il était réservé à M. Haüy, qui déjà, et avant que le travail de Bergman fût connu en France, avait lu à l'Académie des sciences plusieurs mémoires sur la structure des cristaux, de créer une science nouvelle. Ce professeur non-seulement démontra que toutes les substances cristallines avaient une forme primitive constante dans chaque espèce, mais il détermina même, avec cette sagacité qui le distingue, la manière dont se formaient les formes secondaires par l'addition de nouvelles molécules qui venaient se grouper à l'entour du noyau primitif, d'après des lois constantes qu'il parvint à découvrir et à calculer. On ne doit donc pas s'étonner que les caractères tirés de la forme des cristaux soient d'une si grande importance, et puissent concourir avec les caractères chimiques à l'établissement des espèces minérales (1).

(1) La chimie et la cristallographie doivent marcher de pair dans les domaines de la minéralogie ; il faut autant que possible les réunir pour l'établissement des espèces minérales ; isolées elles sont souvent insuffisantes. Si chaque espèce miné-

Je laisserai à une main plus habile le soin de vous développer, Messieurs, les grandes conceptions du savant professeur de minéralogie de cette faculté : la géométrie les réclame. Pour ne point sortir de mon sujet, je me bornerai à vous exposer les simples caractères physiques des minéraux ; caractères, qui, s'ils ne sont pas d'une valeur aussi grande pour l'établissement des espèces, deviennent cependant d'une utilité majeure, non-seulement par la facilité qu'on a de les observer, mais encore par leur exactitude et par leur constance dans plusieurs espèces minérales.

En effet, quoiqu'il ne soit pas toujours possible d'expliquer la relation qui existe entre certains caractères physiques que présente une substance et la nature de cette même substance, il n'en est pas moins vrai que ces propriétés se trouvent dans plusieurs minéraux par cela seule qu'ils sont de même espèce. C'est ainsi que les tourmalines sont toutes électriques par la chaleur, tandis que les amphibales, qui s'en

rale avait une forme primitive différente, on pourrait se passer de la chimie, mais il n'en est pas ainsi : une même forme est commune à plusieurs espèces ; le cube appartient à la soude muriatée, à la magnésie boratée, au plomb sulfuré et à plusieurs autres substances ; le diamant, le spinelle, la chaux fluatée, etc., etc., ont pour forme primitive l'octaèdre régulier : dans ces cas la minéralogie est obligée d'emprunter à la physique et sur-tout à la chimie quelques caractères additionnels. D'un autre côté, la chimie, qu'on doit toujours employer pour l'établissement des ordres et des genres, et qui dans les classes des sels et des métaux fournit des moyens si exacts pour l'établissement des espèces, devient insuffisante dans la classe des pierres. Pour le chimiste le corindon blanc et le spinelle incolore ne seront que de l'alumine presque pure.

L'espèce minéralogique ne dépend donc pas toujours de la nature seule et des proportions des substances élémentaires qui constituent un minéral, mais encore de la manière dont ces substances sont combinées : manière qui peut être différente, soit par les circonstances dans lesquelles ces substances se sont trouvées lors de leur union primitive, soit par la nature des liquides qui les tenaient en solution ou en suspension dans un état de division extrême, soit par l'influence de certains agens, tels que l'électricité, le calorique, etc., etc.

L'arragonite doit peut-être à quelques-unes de ces causes les différences qui existent entr'elle et les autres chaux carbonatées.

rapprochent beaucoup par leur composition et plusieurs autres propriétés, ne le sont jamais.

Mais le même genre de caractère n'a pas un égal degré d'importance dans toutes les espèces. Ici, il est général et constant; là, il dépend de certaines circonstances et ne se rapporte qu'à quelques variétés. Il sera donc utile de traiter à part de chaque espèce de caractère, et de la considérer dans les cas différens qui peuvent se présenter.

C'est ce que nous allons essayer de faire dans les paragraphes suivans : nous adopterons l'ordre indiqué par M. Haüy, ne pouvant rien faire de mieux que de nous conformer, autant que possible, à la méthode de ce savant minéralogiste.

DE LA PESANTEUR SPÉCIFIQUE.

LES divers corps de la nature ont, sous des volumes égaux, des poids différens. Cette différence dans les poids, est due à celle qui existe entre les quantités de matière que chacun de ces corps renferme sous un même volume. Si l'on pouvait avoir des volumes égaux de tous les corps, en comparant entr'eux leurs différens poids, et les rapportant à celui de l'un d'entr'eux qu'on prendrait pour unité, on aurait les rapports entre les poids dont il s'agit, ou, ce qui revient au même, on aurait la pesanteur spécifique des corps soumis à l'expérience.

Mais comme on ne peut rigoureusement avoir des volumes parfaitement égaux par aucun procédé mécanique, on a recours à un moyen très-ingénieux, qui consiste à peser dans l'air et aussi dans l'eau le corps dont on veut avoir la pesanteur spécifique. La partie de son poids que le corps a perdue dans l'eau est égale, comme on le sait, au poids du volume d'eau déplacé. On aura donc le rapport entre le poids du corps et celui de l'eau à égalité de volume, et si on fait la même opération sur différens corps, il est évident que l'on aura les rapports entre les poids des corps rapportés à un terme commun de comparaison qui sera formé par l'eau,

c'est-à-dire, que l'on aura les pesanteurs spécifiques de ces différents corps (1).

Mais pour avoir des résultats exacts et comparatifs, il faut employer une eau qui ait toujours la même densité, ce qui dépend de deux conditions; l'une est que l'eau soit pure, l'autre, que la température soit toujours la même. L'on remplit la première de ces conditions en employant de l'eau distillée. Quant à la seconde, on a adopté la température de 10 degrés Réaumur, 12,5 du thermomètre centigrade, comme étant la température moyenne de nos climats.

Il serait trop long d'entrer ici dans le détail des moyens dont on se sert pour peser un corps dans l'air et dans l'eau; on peut les voir dans la plupart des ouvrages de physique et de minéralogie: mais ce qui nous importe, est de rechercher quelle est la valeur et la constance des caractères tirés de la pesanteur spécifique dans les espèces minérales. D'abord, il est certain que dans un minéral composé de plusieurs principes, la pesanteur spécifique dépend de trois causes: de la pesanteur spécifique particulière à chaque principe composant, de la quantité proportionnelle de chacun de ces principes, et, enfin, de la force d'agrégation qui les réunit. Ces données étant toujours constantes dans les substances cristallisées, la pesanteur spécifique est, dans ce cas, un caractère très-utile pour distinguer certaines substances qu'on pourrait confondre en les considérant sous d'autres rapports. C'est ainsi qu'on pourrait employer ce caractère pour distinguer un corindon hyalin d'un fragment de spinelle incolore, la première de ces deux substances ayant une pesanteur spécifique sensiblement plus grande que la seconde (1). Il est de même

(1) Soit le poids de la substance dans l'air = 300, son poids dans l'eau = 280
la perte ou le poids du même volume d'eau = 20; on aura la proportion:

$$20 : 300 :: 1 : x.$$

D'où $x = \frac{300}{20} = 15$, pesanteur spécifique de la substance employée.

(2) Pesanteur spécifique du corindon = 3,99 à 4,288; pesanteur spécifique de la spinelle = 3,71.

valetur pour la plupart des substances renfermées dans la seconde classe du Traité de Minéralogie, par M. Haüy, parce qu'elles sont presque toujours à l'état cristallin. Il est moins général dans la classe des substances salines, dont un grand nombre est le plus souvent dans un état amorphe, ou est même formé par dépôt. Ainsi, dans la chaux carbonatée, on ne peut assigner de pesanteur spécifique constante, que pour le spath calcaire. Ce caractère est équivoque dans les autres variétés, telles que les marbres, les albâtres, les pierres calcaires et les craies.

La pesanteur spécifique est aussi un caractère constant dans la plupart des substances qui ont subi la fusion ignée. Cette fusion a produit en elles cette homogénéité que la plupart des substances cristallines doivent à leur état primitif de dissolution. La pesanteur spécifique constante des métaux qui ont été fondus et ont refroidi lentement, est une preuve de cette assertion.

DE LA DURETÉ.

La dureté, dans les substances minérales, paraît dépendre de l'arrangement des molécules et de leur état d'agrégation. Comme la pesanteur spécifique, cette propriété n'est vraiment caractéristique que dans les substances produites par cristallisation. Elle diffère beaucoup dans les diverses variétés terreuses d'une même espèce, et sans sortir de la série des chaux carbonatées, quels degrés de dureté différente depuis le marbre statuaire jusqu'à la craie! Si, au contraire, on emploie la dureté pour la distinction des substances cristallines, elle peut être d'une grande utilité. Ainsi, on peut s'en servir pour distinguer la cymophane de la chrysolithe des lapidaires (chaux phosphatée pyramidée). Il faut cependant remarquer qu'on pourrait tomber dans quelques erreurs au sujet de la dureté de certaines substances, si l'on ne prenait quelques précautions dans la manière dont on l'évalue. Il est des substances très-fragiles quoique très-dures dans leurs fragmens; elles cèdent au moindre choc (2). La percussion ne pourrait donc servir à déterminer leur degré

(1) On peut citer l'Éclase pour exemple.

de dureté, et le briquet serait un instrument infidèle. Il convient mieux de passer avec frottement, les unes sur les autres, les substances dont on veut éprouver la dureté, et en juger par les érosions que les corps les plus durs font à la surface de ceux qui le sont moins.

DE L'ÉLASTICITÉ, DE LA DUCTILITÉ, ET DE LA TÉNACITÉ,

Considérées comme caractères.

L'ÉLASTICITÉ est la propriété qu'ont certains corps de reprendre leur première forme, lorsqu'une cause qui les comprimait ou les faisait fléchir, a cessé d'agir.

En général, ce caractère n'est point spécifique dans les minéraux, il n'appartient qu'à quelques variétés; cependant on doit excepter l'espèce des micas, dont tous les individus sont formés de lamcs flexibles et élastiques.

On entend par ductilité, la faculté qu'ont certains corps de s'étendre par la pression ou la percussion, de manière à conserver la forme qu'ils ont prise en vertu de l'une ou de l'autre des deux forces dont il s'agit. Ce caractère n'est bien sensible que dans quelques substances métalliques, soit pures, soit alliées entre elles; mais comme plusieurs autres substances de la même classe sont dépourvues de cette propriété, ou la possèdent à des degrés différens, on peut s'en servir utilement pour distinguer quelques-unes de ces substances qui ont d'ailleurs de l'analogie par leur aspect, comme l'argent natif et l'argent antimonial.

La ténacité est la résistance que les corps opposent aux forces qui tendent à les rompre. Ce caractère ne peut s'observer facilement que dans quelques métaux; on estime la ténacité de ces corps d'après la faculté qu'a un fil de métal d'un diamètre donné, de résister sans se rompre à l'action d'une force connue qui le tire par une extrémité, tandis qu'il est fixé par l'autre extrémité opposée. Les métaux qui jouissent de cette propriété la possèdent à un degré différent. On trouve dans les dictionnaires de physique la table de la ténacité des métaux.

DE LA COULEUR

Et de quelques autres effets de la lumière dans les minéraux.

LES caractères tirés de la couleur des substances minérales, singulièrement exaltés par les uns, trop dépréciés par les autres, méritent d'être discutés avec attention. En effet, s'ils ne sont d'aucune valeur dans quelques espèces, ils sont constans et invariables dans quelques autres. On peut même assurer que si toutes les substances minérales étaient pures, la couleur devrait être placée parmi les propriétés caractéristiques, puisqu'elle dépendrait toujours dans ce cas de l'action immédiate des molécules propres d'un corps sur les rayons de la lumière. C'est ce qui a lieu en particulier dans les métaux qui jouissent de l'éclat métallique, et dans quelques substances combustibles, telles que le soufre, le succin. Mais dans la plupart des substances pierreuses, la couleur dépend des molécules d'une matière étrangère et particulièrement de quelqu'oxide métallique, disséminé entre les molécules propres de la substance. Si la couleur dans ce cas ne peut plus servir de caractère spécifique, elle est cependant très-utile pour distinguer certaines variétés auxquelles il convient de conserver les noms sous lesquels on les connaît dans les arts et la société. Ainsi la couleur rouge sera toujours le caractère distinctif de la cornaline des lapidaires, que l'on confondrait, sans elle, avec les autres variétés de quartz agathe, et qu'alors on placera dans la méthode sous le nom de quartz agathe *cornaline*. Le bleu reste toujours le type du saphir, qui n'étant par ses autres caractères qu'une variété de corindon, mérite cependant d'être considéré à part, en raison de sa valeur et de l'emploi qu'on en a fait dans la joaillerie.

La transparence, l'opacité, les reflets, le chatoyement et tous les autres effets de la lumière considérés dans les espèces minérales, rentrent dans ce que nous venons de dire des couleurs, et ces propriétés doivent être appréciées d'après les mêmes règles. Il est cependant une propriété qui, par son importance et ses résultats, mérite d'être considérée à part. C'est celle que l'on a désignée par le nom de double réfraction; nous allons nous y arrêter quelques instans.

DE LA DOUBLE RÉFRACTION.

ON a donné le nom de double réfraction à la propriété qu'ont quelques substances transparentes de solliciter le rayon lumineux, qui les traverse en un certain sens, à se diviser en deux parties qui suivent ensuite chacune une route différente.

La loi de ce phénomène, découverte par Huyghens, a été vérifiée par le savant Malus, dont les sciences regrettent long-tems la perte. Le grand ouvrage qu'il a publié sur cet objet, renferme les résultats d'une suite de recherches qui lui sont particulières, et à l'aide desquelles il a découvert une multitude de propriétés de la lumière, jusque là inconnues.

Au reste, je ne considère le phénomène de la double réfraction qu'en lui-même, et indépendamment de toute théorie, et je me bornerai à signaler, d'après M. Haüy, les avantages qu'on en peut retirer pour la connaissance des minéraux.

L'usage et les circonstances indiquent les différens moyens qu'on peut employer pour observer la double réfraction des minéraux; le plus souvent, c'est en regardant à travers certaines faces une ligne tracée sur un papier. Quoi qu'il en soit, ce qu'il est intéressant de faire remarquer, c'est que la double réfraction n'a jamais lieu dans les substances dont la forme primitive est un solide régulier; ainsi, elle n'existe pas dans la soude muriatée, dont la forme primitive est le cube; dans la chaux fluatée, qui a pour noyau un octaèdre régulier. Mais dans les substances dont la forme primitive ne présente pas cette régularité, elle peut exister, quoique souvent d'une manière insensible. Dans certaines substances, cette propriété ne se manifeste qu'à travers des faces parallèles, comme dans la chaux carbonatée, tandis que, dans d'autres, elle n'a lieu qu'en employant des faces inclinées et placées dans certaines positions. Ainsi, dans le quartz, on ne l'aperçoit qu'en regardant un objet à travers une des faces de la pyramide et le pan du prisme, qui se trouve opposé au pan contigu à cette même face. Dans quelques autres substances, et la cymophane en est un exemple, on ne peut observer la double réfraction, qu'en pratiquant dans certains sens des faces artificielles.

L'intensité de la double réfraction doit aussi être prise en considération : dans l'émeraude, par exemple, elle est très-faible, tandis que dans l'eulase, substance qui se rapproche beaucoup de l'émeraude par sa composition et son aspect, elle est très-intense.

Je ne parlerai point des caractères tirés de la cassure et de la structure des minéraux, parce que les différens aspects sous lesquels ces propriétés présentent les espèces minérales, dépendent entièrement de l'arrangement des molécules, tiennent par conséquent à la cristallisation, et rentrent dans les caractères géométriques.

Je vais passer maintenant à la seconde classe des propriétés physiques; celles qui ne se manifestent dans les minéraux, que lorsqu'elles sont excitées par quelques forces ou quelques agens extérieurs.

DE LA PHOSPHORESCENCE.

Plusieurs substances projetées sur des charbons ardents, répandent, dans l'obscurité, une lueur semblable à celle que fait briller le phosphore pendant sa combustion lente. Cette lueur ou lumière a été nommée phosphorique par analogie de ressemblance; mais elle ne tient nullement à la même cause, puis qu'on ne trouve point de phosphore dans la plupart des substances qui présentent ce phénomène.

Il faut bien se garder de confondre la phosphorescence avec l'incandescence, qui provient, soit de l'accumulation du calorique dans une substance, soit de la combustion de cette substance ou de quelques-uns de ses principes, par l'oxigène atmosphérique.

Les savans mémoires de M. Desseigne, quoiqu'ayant enrichi la physique d'une foule de faits et d'observations curieuses sur la phosphorescence des corps, n'ont pas encore produit une explication satisfaisante de ce phénomène, surtout dans les minéraux; mais il ne faut pas désespérer qu'un jour la physique ou la chimie ne déchire le voile qui recouvre la théorie de ce brillant phénomène.

Ce physicien distingué a rejeté le caractère tiré de la phosphorescence comme trop général, et par conséquent de nulle valeur. Il avait

en effet remarqué que presque toutes les substances minérales projetées sur une lame métallique convenablement chauffée étaient phosphoriques. Ce n'est donc pas de cette manière que M. Haüy a proposé de rechercher la propriété phosphorique dans les minéraux ; il insiste sur l'emploi du charbon pour support, et dans ce cas ce phénomène n'est pas aussi général ; il appartient exclusivement à quelques substances.

Dans certaines espèces la propriété phosphorique est générale ; dans d'autres, au contraire, elle n'appartient qu'aux individus de certaines variétés. On en voit des exemples dans les chaux carbonatées, fluatées, phosphatées, etc. Ici on a fait une remarque qui indique une relation entre la phosphorescence et la cristallisation : les variétés de chaux phosphatée pourvues de pyramides ne présentent point le phénomène de la phosphorescence, tandis qu'elle se manifeste dans toutes les variétés privées de pyramides. C'est la connaissance de ce fait qui a porté M. Haüy à prévoir que si la variété terreuse de l'estramadure se trouvait un jour cristallisée, ses cristaux n'auraient pas de pyramides : l'observation est venue confirmer la théorie.

On doit, non-seulement tenir compte de la propriété phosphorique dans les minéraux, mais encore, autant que possible, de son intensité et surtout de la couleur de la lumière. Toutes ces observations peuvent donner des moyens de reconnaître les différentes substances minérales.

Il en est dans lesquelles la phosphorescence se manifeste par le frottement. La chaux carbonatée Dolomie en est un exemple frappant ; il suffit de la frotter dans l'obscurité avec une plume, pour apercevoir une traînée de lumière : quelques variétés de zinc sulfuré présentent le même phénomène, qui n'est générique dans aucune espèce.

DE LA FUSIBILITÉ.

LA fusion dans les minéraux n'ayant le plus souvent lieu qu'avec changement dans la nature et les propriétés des corps, doit être placée parmi les caractères chimiques. Il est cependant quelques substances, à la tête desquelles on doit mettre les métaux, qui peuvent éprouver la

fusion sans s'altérer, mais ce cas est le plus rare. Je m'arrêterai donc peu à ce caractère, je me permettrai cependant une seule observation sur l'usage du chalumeau. L'illustre Saussure avait proposé d'employer pour support de la substance qu'on soumet à l'action du chalumeau, un petit cylindre de dysthène. Il est parvenu par ce moyen à fondre beaucoup de substances regardées jusque là comme infusibles. Il regardait le dysthène comme faisant l'office d'un corps très-imparfait conducteur du calorique, et c'est à cette propriété qu'il attribuait la réussite qu'il éprouvait toujours dans ces essais : mais il est très-probable que le dysthène fait ici l'office de fondant en raison de la chaux et de l'oxide de fer qu'il contient. Du reste, je pense avec M. Brongniart que cette perfection donnée au chalumeau par M. Saussure, en parvenant à fondre indistinctement toutes les substances minérales, enlèverait à la minéralogie un caractère précieux : c'est pour la même raison qu'on n'emploie pas la fusion au moyen du gaz oxigène. On pourrait substituer au support de dysthène une très-petite lame de platine montée sur un corps non conducteur du calorique : cette appareil ne pourrait, il est vrai, être employé pour les substances métalliques, mais il aurait de grands avantages pour l'essai des pierres proprement dites.

Il n'entre nullement dans mon plan, de parler des divers fondans qui ont tous une action chimique sur les minéraux.

DU MAGNÉTISME.

LA propriété qu'ont certaines substances minérales, de faire mouvoir le barreau ou l'aiguille aimantée, est un caractère certain qu'elles contiennent du fer à l'état métallique, ou au *minimum* d'oxigénation. Le nickel et le cobalt jouissent, il est vrai, de la propriété d'être attirables à l'aimant, mais ce n'est que lorsqu'ils sont à l'état métallique, et on ne les y trouve jamais dans la nature. Les oxides de fer au *minimum* d'oxigénation, sont non-seulement attirables à l'aimant, mais sont eux-mêmes des aimants; et si quelquefois on ne peut découvrir leurs pôles magnétiques, cela provient de l'emploi qu'on fait souvent pour cette recherche

d'une aiguille possédant une vertu magnétique trop forte, et qui alors détruit ou change la nature du fluide magnétique naturel, au pôle du morceau qui lui était présenté.

DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES SUBSTANCES MINÉRALES.

L'ACTION de l'électricité excitée dans les substances minérales, ou communiquée à ces matières, présente une foule de phénomènes doublement intéressans, soit en eux-mêmes, soit pour les avantages que la minéralogie peut en tirer pour la distinction des espèces.

L'expérience a fait voir que tous les corps solides, et par conséquent tous les minéraux, pouvaient être divisés en deux classes. Les uns sont susceptibles de s'électriser par le frottement, et ne peuvent recevoir l'électricité par communication; les autres au contraire peuvent s'électriser par communication, donner passage à l'électricité, sans pouvoir jamais s'électriser par le frottement.

Les premiers ont été nommés corps idioélectriques, et les autres anélectriques, c'est-à-dire non-électriques par eux-mêmes.

Nous remarquerons cependant que les substances anélectriques, lorsqu'elles sont isolées, peuvent par le frottement d'un corps idioélectrique être mises dans un état électrique; mais ici l'électricité n'a été produite ou développée que par le frottoir et nullement par la substance conductrice, puisque deux corps conducteurs isolés ne peuvent s'électriser par leur mutuel frottement: la substance conductrice dans ce cas ne fait donc que se charger d'une quantité d'électricité produite par le frottoir. Nous reviendrons plus bas sur la manière dont cette production d'électricité peut avoir lieu.

Voilà donc toutes les substances minérales séparées en deux grandes classes, la première renfermant toutes celles qui sont idioélectriques ou non-conductrices de l'électricité, la seconde comprenant toutes les substances anélectriques ou conductrices. Ces deux propriétés si différentes donnent des caractères pour la distinction des espèces minérales, il n'y a pas cependant de démarcations bien tranchées entre ces deux classes.

Il existe une grande quantité de corps imparfaitement conducteurs ou difficilement idioélectriques, mais les divers degrés d'intensité de ces propriétés peuvent encore servir de caractères dans les substances minérales.

DE L'ÉLECTRICITÉ DÉVELOPPÉE DANS LES CORPS.

Le frottement n'est pas toujours le seul moyen qu'on ait de développer l'électricité dans les corps, la chaleur produit le même effet sur plusieurs espèces minérales; cette propriété a conduit naturellement à diviser les substances minérales idioélectriques en deux classes; la première renferme celles qui sont électriques par le frottement et qui ne le sont point par la chaleur, et la seconde celles qui toujours électriques par le frottement sont aussi susceptibles de le devenir par le moyen du calorique. Nous allons successivement les examiner l'une et l'autre.

DES SUBSTANCES ÉLECTRIQUES

Par le frottement et non par le calorique.

Les phénomènes de l'électricité ne peuvent s'expliquer qu'en admettant une hypothèse. La plus probable et celle qu'on a généralement suivie, est l'hypothèse de l'existence de deux fluides électriques différens, qui, dans l'état naturel des corps, sont réunis, s'équilibrent ou se saturent mutuellement. L'état d'électricité, d'après la même hypothèse, a lieu dans les corps par la séparation des deux fluides et la rupture de l'équilibre. L'un de ces deux fluides a été nommé résineux, parce que c'est celui qui se manifeste le plus souvent à la surface des substances résineuses qui ont subi un frottement. Le second fluide a été nommé vitré, parce que le verre et la plupart des substances de nature analogue le produisent.

Ici, on doit remarquer que pour obtenir des résultats constans, il faut employer les substances dans un même état et des frotoirs de même nature. Ainsi, par exemple, le verre doit toujours être poli pour donner l'électricité vitrée; quand il est rugueux, il fournit l'électricité résineuse. On se sert aussi pour ces expériences des frotoirs de laine.

Quoi qu'il en soit, lorsque deux corps idioélectriques s'électrisent par leur frottement mutuel, l'un prend toujours l'électricité résineuse, et l'autre l'électricité vitrée; et dans le cas de frottement d'un corps idioélectrique et d'un conducteur isolé, l'action du corps idioélectrique produit un dégagement des deux fluides, dont l'un reste appliqué à la surface du même corps, et l'autre autour de celle du conducteur isolé; voilà pourquoi ce corps a toujours l'électricité contraire de celle que manifeste la matière idioélectrique.

Toutes les substances pierreuses cristallisées et les substances salines, dans les mêmes circonstances que le verre, s'électrisent de l'électricité vitrée : plusieurs corps combustibles non métalliques, le soufre, le succin, prennent l'électricité résineuse. Le diamant prend toujours l'électricité vitrée, même lorsque ses faces sont dépolies, en quoi il diffère du quartz et des autres substances terreuses, qui, dans ce cas, manifestent l'électricité résineuse.

Les substances métalliques isolées et électrisées par frottement, présentent de grandes différences. Les unes, comme l'antimoine, l'étain, se trouvent électrisées résineusement, tandis que le zinc et le bismuth acquièrent, dans les mêmes circonstances, l'électricité vitrée. Mais généralement, les substances métalliques électrisées par le frottement, présentent des anomalies bien extraordinaires et offrent, dans des circonstances qui semblent les mêmes, tantôt l'électricité vitrée, tantôt l'électricité résineuse, ce qui leur enlève un grand avantage dans l'application de cette propriété, comme caractère distinctif.

Il est une substance pierreuse qui présente également cette anomalie, sans qu'on ait pu en découvrir la cause; c'est la cyanithe que M. Haüy a nommée pour cette raison *dysthène*, c'est-à-dire, qui a deux forces (1).

On doit, dans les expériences faites sur les minéraux, tenir compte non-seulement de la nature de l'électricité, mais encore de la tension électrique. En effet, quelques substances s'électrisent très-fortement par un

(1) Δύο, *duo*, ἰσθέν, *valet*.

léger frottement, tel est le quartz; d'autres, au contraire, comme l'analcime, le font très-faiblement. Enfin, il en est qui ne le deviennent que lorsqu'elles sont isolées, parce qu'elles sont légèrement conductrices de l'électricité; tel est le talc glaphique (agalmatolithe).

La permanence de l'état électrique dans les substances minérales offre aussi des caractères précieux et constans. M. Haüy a remarqué que la topase, le peridot, gardaient plusieurs heures la vertu électrique, tandis que le diamant et le quartz ne la gardent que quelques minutes. On trouve également de ces différences de permanence d'électricité, plus ou moins grandes, dans les autres substances minérales (1).

Enfin les différences dans la nature de l'électricité, causées par les divers frotoirs, peuvent encore fournir des caractères utiles. Ainsi, par exemple, le sulfure de molybdène communique à la cire d'Espagne l'électricité vitrée : le talc glaphique jouit de la même propriété, tandis que le talc stéatite lui donne l'électricité résineuse.

L'on voit quels avantages on peut tirer de toutes ces observations pour distinguer les substances minérales.

DE L'ÉLECTRICITÉ EXCITÉE PAR LA CHALEUR.

Il n'y a qu'un petit nombre de substances susceptibles de s'électriser par la chaleur, aussi ce caractère est-il précieux dans les corps qui en sont doués. Une remarque très-intéressante, est que, dans les substances électriques par la chaleur, l'une et l'autre électricités se développent, mais à des points opposés. Une autre observation qui n'est pas moins digne d'attention, consiste en ce que les cristaux électriques par la chaleur, dérogent à la symétrie qui a lieu en général dans les résultats de la cristallisation, en sorte que les parties dans lesquelles résident les deux espèces d'élec-

(1) Il faut pour ces expériences avoir égard à l'état de l'atmosphère : dans les tems humides les substances électrisées perdent beaucoup plus promptement leur électricité que dans les tems secs.

tricité, diffèrent par leur configuration. Ainsi dans la tourmaline isogone, qui est cristallisée en prisme à neuf pans, terminé d'un côté par une pyramide à trois faces et de l'autre par une seconde à six faces, le fluide résineux se manifeste à la première et le fluide vitré à l'autre.

Il est aussi à remarquer qu'il faut différens degrés de chaleur pour exciter dans ces substances la propriété électrique, et que généralement une chaleur trop forte la fait disparaître.

DE LA PROPRIÉTÉ CONDUCTRICE DANS LES MINÉRAUX.

S'IL n'y a dans la classe des substances terreuses et des sels, que des corps non-conducteurs ou du moins que fort peu conducteurs de l'électricité, il n'en est pas de même dans la classe des substances métalliques : non-seulement tous les métaux à l'état métallique sont conducteurs de l'électricité, mais encore beaucoup d'oxides et de sulfures. Ici on s'est cependant trop empressé de généraliser les observations, et l'on a privé la minéralogie de plusieurs ressources précieuses : ainsi l'on a cru que non-seulement les métaux à l'état métallique, mais encore leurs oxides au *minimum*, imprimaient à toutes les substances qui les contenaient en quantité notable, la faculté conductrice, tandis que les oxides parfaitement saturés d'oxigène étaient dépourvus de cette propriété. Un grand nombre d'observations m'ont donné des résultats intéressans et contraires à l'opinion généralement reçue. J'ai trouvé que des substances que je présuiais être d'excellens conducteurs, parce qu'elles contenaient un métal non-oxidé, ne jouissaient pas de la propriété conductrice, ou ne la possédaient qu'à un très-faible degré. Ainsi le sulfure d'arsenic n'est nullement conducteur du fluide électrique. Le sulfure de mercure l'est très-peu, tandis que le sulfure de plomb et celui de zinc, même les blendes transparentes et cristallisées, sont des conducteurs excellens.

Des anomalies non moins singulières se font remarquer dans les oxides métalliques. L'oxide noir de manganèse qui se trouve au *maximum* d'oxigénéation est un très-bon conducteur, l'oxide rouge de plomb ou minium natif l'est à peine. Le plomb terreux, qui est aussi un oxide,

l'est beaucoup, et ce caractère peut suffire pour le distinguer des carbonates de plomb terreux qui ne le sont pas. L'oxide noir de cobalt est encore moins conducteur que les précédens. Dans la classe des substances combustibles non-métalliques, la propriété éminemment conductrice de l'antracite suffit pour la faire distinguer de la houille.

On remarque aussi des effets curieux dans les substances volcaniques; il m'a paru que celles qui n'ont pas été remaniées par les eaux, ne sont nullement conductrices de l'électricité, tandis qu'elles acquièrent cette propriété par les altérations que ce corps peut leur faire subir: mais le nombre des échantillons que j'ai été à même d'examiner n'étant pas très-considérable, je n'oserais généraliser les résultats. J'ai aussi vu que le fer des volcans était moins bon conducteur que le fer oligiste qui est moins oxidé; serait-ce à cause de son origine volcanique (1)?

Ce n'est également qu'avec une extrême réserve que je donnerai le tableau des résultats que j'ai obtenus avec la plupart des substances minérales. En effet, l'état atmosphérique, la figure des morceaux, les pointes qu'offrent les parties cristallines, influent sur les résultats; je ne le crois cependant pas dépourvu de quelqu'intérêt. Pour l'intelligence de ce tableau, j'avertirai que je nomme faibles conducteurs, ceux au moyen desquels on ne peut instantanément décharger la bouteille de Leyde, et qui demandent quelques instans pour produire cet effet. Ces mêmes corps ont aussi la propriété de ne transmettre la commotion que lorsque les bouteilles sont fortement chargées. Je crois qu'on pourra tirer de ce tableau quelques caractères distinctifs entre plusieurs espèces.

(1) Mon père avait avant moi remarqué la non-conductibilité des matières volcaniques et a proposé ce moyen pour distinguer le basalt des traps: c'est aussi dans une note de lui que j'ai trouvé indiqué le degré inférieur de conductibilité du fer pyrocète, comparé aux autres oxidules du même métal.

TABLEAU DES SUBSTANCES MINÉRALES,

Considérées d'après leur propriété conductrice.

~~~~~

**SUBSTANCES SALINES.**

Toutes les substances salines non-  
colorées. . . . . inconductrices.  
Quelques marbres très-colorés. . . légèrement conducteurs.

**SUBSTANCES TERREUSES. ( Pierres. )**

Toutes sont inconductrices, excepté les suivantes :

Lazulithe. . . . . légèrement conductrice.  
Gadolinite. . . . . faiblement conductrice.  
Amphibole noir. . . . . conducteur.  
Amphibole blanc. . . . . non-conducteur.  
Doallage métalloïde. . . . . très-fortement conductrice.  
Lépidolithe. . . . . légèrement conductrice.

**COMBUSTIBLES NON-METALLIQUES.**

DIAMANT. . . . . non-conducteur.  
Soufre et succin. . . . . non-conducteur.  
Antracite. . . . . excellent conducteur, donne la com-  
motion.  
Houille. . . . . faiblement conducteur, ne transmet pas  
la commoton.

## SUBSTANCES MÉTALLIQUES.

|                                                                  |                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Tous les métaux à l'état métallique et leurs alliages. . . . .   | très-bons conducteurs:      |
| Tous les sels à l'état de pureté. . . . .                        | idioélectriques.            |
| Argent sulfuré antimonié rouge (même transparent). . . . .       | bon conducteur.             |
| Argent sulfuré noir. . . . .                                     | très-bon conducteur.        |
| Muriate d'argent, dans le cas où il est bruni par l'air. . . . . | légèrement conducteur.      |
| Mercure sulfuré. . . . .                                         | très-médiocre conducteur.   |
| Plomb oxidé rouge ( minium natif ). . . . .                      | très-faiblement conducteur. |
| Plomb oxidé blanc ( céruse native ). . . . .                     | bon conducteur.             |
| Plomb sulfuré. . . . .                                           | excellent conducteur.       |
| Cuivre oxidulé. . . . .                                          | très-faiblement conducteur. |
| Cuivre pyriteux. . . . .                                         | très-fortement conducteur.  |
| Cuivre sulfuré. . . . .                                          | très-fortement conducteur.  |
| Fer oligiste et oxidulé. . . . .                                 | très-bon conducteur.        |
| Fer des volcans. . . . .                                         | médiocre conducteur.        |
| Fer sulfuré. . . . .                                             | très-bon conducteur.        |
| Fer arsenical. . . . .                                           | très-bon conducteur.        |
| Etain oxidé ( même les cristaux transparents ). . . . .          | très-fortement conducteur.  |
| Nikel ferrifère. . . . .                                         | très-bon conducteur.        |
| Cobalt arsenical. . . . .                                        | très-bon conducteur.        |
| Cobalt gris. . . . .                                             | très-bon conducteur.        |
| Cobalt noir. . . . .                                             | très-peu conducteur.        |
| Manganèse oxidé. . . . .                                         | très-bon conducteur.        |
| Manganèse phosphaté (ce sel est impur). . . . .                  | bon conducteur.             |
| Antimoine sulfuré. . . . .                                       | peu conducteur.             |
| Antimoine hydrosulfuré. . . . .                                  | peu conducteur.             |
| Urane sulfuré. . . . .                                           | fortement conducteur.       |
| Urane oxidé. . . . .                                             | très-peu conducteur.        |
| Molybdène sulfuré. . . . .                                       | peu conducteur.             |

|                          |           |               |              |             |
|--------------------------|-----------|---------------|--------------|-------------|
| Arsenic sulfuré.         | . . . . . | parfaitement  | inconducteur | idioélec-   |
|                          |           |               |              | trique.     |
| Arsenic oxidé.           | . . . . . | inconducteur. |              |             |
| Titane oxidé ferrifère.  | . . . . . | légèrement    | conducteur.  |             |
| Titane siliceo-calcaire. | . . . . . | extrêmement   | peu          | conducteur. |
| Scheelin ferruginé.      | . . . . . | faible        | conducteur.  |             |
| Scheelin calcaire.       | . . . . . | non-          | conducteur.  |             |
| Tellure.                 | . . . . . | très-         | conducteur.  |             |
| Cerium oxidé silicifère. | . . . . . | très-peu      | conducteur.  |             |

*Vu par le Doyen de la Faculté des Sciences,*

S.-F. LACROIX.

---

## ERRATA DE LA PREMIÈRE THÈSE.

- Page 6, ligne 21, M. Braude , lisez : M. Brande.  
8, 14, alcohol, lisez partout : alcool.  
15, 12, M. Braude , lisez : M. Brande.  
22, 4, Hachette , lisez : Hatchet.  
26, 7, ( aloe perfoliata, LIN. ), ajoutez : et plusieurs autres espèces.  
28, 10, capensis , lisez : canariensis ?  
29, 1, buban , lisez : bubon.  
29, 6, camboyca , lisez : cambogia.  
30, 6, Hachette , lisez : Hatchet.  
30, 22, ( Amyris kafal, LAMARK ), lisez : ( Amyris kafal, LAMARK )?  
31, 5, ( Ferula persica ) , lisez : ( Ferula persica ) ?

## ERRATA DE LA DEUXIÈME THÈSE.

- Page 10 , ligne 24, inolore , lisez : incolore.  
19, 19, des , lisez : de.  
24, 12, doallage , lisez : diallage.