

II.

MÉMOIRE GÉOLOGIQUE SUR LA MASSE DE MONTAGNES

QUI SÉPARENT

LE COURS DE LA LOIRE DE CEUX DU RHONE ET DE LA SAONE.

PAR M. ROZET.

LU A L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

§ I^{er}.

Plusieurs observateurs ont déjà décrit, dans des mémoires particuliers, quelques portions de cette grande masse montueuse qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône : depuis longtemps M. de Bonnard, inspecteur général au corps royal des Mines, a publié deux mémoires sur cette contrée dans les *Annales des Mines*; l'un, en 1825, intitulé : *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne*, et l'autre, en 1828 : *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose à l'est du plateau central de la France*.

M. Brongniart, dans son mémoire *sur les caractères minéralogiques et l'histoire géognostique de l'arkose*, inséré dans les *Annales des Sciences naturelles* de 1826, en confirmant les belles découvertes de M. de Bonnard, a fait connaître plusieurs points que ce géologue n'avait point observés.

La localité remarquable de Saint-Léger-sur-Dheune a été décrite par M. Levallois, ingénieur des mines; MM. Valuy et Leymerie ont publié plusieurs mémoires et notices sur les environs de Lyon.

M. Payen, ingénieur des mines à Dijon, a commencé de publier dans la *Revue des deux Bourgognes*, la description géologique du département de la Côte-d'Or.

M. Moreau, régent de mathématiques au collège d'Avallon, a fait connaître plusieurs points importants des environs de cette ville, par des notices insérées dans l'*Annuaire de l'Yonne*, et dans le *Bulletin de la Société géologique*.

Enfin les procès-verbaux de la réunion extraordinaire de cette Société en 1836, à Autun, renferment une foule de faits curieux qui se trouvent réunis dans les environs de cette ville.

De tous ces écrits, aucun ne donne la description complète de la région géologique dont nous nous occupons; dans aucun, on n'a entrepris de combiner entre eux tous les faits importants qu'elle présente pour en tirer des consé-

quences géogéniques sur l'âge relatif des différents groupes de roches qui en forment le sol, et sur les bouleversements qu'ils ont éprouvés depuis leur formation.

Les travaux dont j'ai été chargé pour l'exécution de la nouvelle carte de France m'ayant conduit, pendant cinq ans, entre la Loire, la Saône et le Rhône, j'ai pu étudier avec assez de soin la constitution géognostique de cette région. Mes observations ne sont certainement pas aussi complètes qu'on pourrait le désirer, il y a tant à voir dans chaque terrain! mais elles sont nombreuses; et telles qu'elles sont, elles m'ont conduit à la découverte de faits nouveaux que je crois dignes d'être publiés.

Toutes mes courses sur le terrain ont été faites avec les feuilles de la carte de Cassini que j'ai coloriées géologiquement, en sorte que l'inspection de l'ensemble de ces feuilles donne de suite une idée exacte de l'étendue des différents groupes géognostiques, et de la manière dont ils sont distribués à la surface du sol. La planche 5 offre une réduction de l'ensemble de ces feuilles; les planches 6 et 7, jointes à ce mémoire présentent toutes les coupes naturelles que j'ai observées, et trois grandes coupes théoriques: l'une prise dans le sens longitudinal de la chaîne, depuis la vallée du Gier jusqu'à la route de Châlons à Autun, et deux autres prises dans le sens transversal, dont l'une s'étend de la Saône à la Loire, à la hauteur du village de Romanèche, célèbre par ses exploitations de manganèse, et l'autre passe par Cluny, le Mont-Suin et Paray-le-Monial. Ces trois grandes coupes donnent une idée complète de la disposition générale des divers terrains.

La contrée dont j'entreprends la description est surtout remarquable par les groupes d'origine plutonique qui s'y trouvent développés sur une grande échelle, et présentent des faits qui donnent les moyens d'établir leurs rapports réciproques, encore si mal connus. Dans ce travail, je m'occuperai spécialement des roches plutoniques, à l'égard desquelles nos connaissances géologiques sont encore si peu avancées, et je passerai rapidement sur les terrains neptuniens, qui ont été très bien décrits par M. de Bonnard, et dont les rapports réciproques ne sont plus maintenant l'objet d'aucune contestation. Mais j'aurai soin d'établir, avec toute la rigueur possible, les relations qui existent entre les masses d'origine ignée et celles d'origine aqueuse, car ces relations conduisent à déterminer l'époque de formation de celles-là et des divers bouleversements que le sol a éprouvés.

Les terrains plutoniques sont beaucoup plus étendus que les terrains neptuniens: ce sont eux qui forment presque entièrement la partie centrale des chaînes; les autres ne se montrent que sur les flancs, dans le fond de quelques grandes vallées de l'intérieur et sur quelques sommets de montagnes.

Le sol constitué par les roches d'origine ignée peut être partagé en deux grandes régions: l'une occupée par les roches granitiques et granitoïdes, et

l'autre par les porphyres, les eurites, les diorites et les trapps (1). Chacune de ces régions se subdivise en plusieurs autres, séparées entre elles par les porphyres, pour les granites, et par les granites, pour les porphyres. De nombreux filons et masses de quartz hyalin, qui se sont quelquefois élevés en cônes à la manière des roches porphyriques, percent toutes les roches, depuis les porphyres et les eurites qui gisent au-dessous de toutes les autres, jusqu'au lias; et dans leur trajet, ont produit des phénomènes extrêmement curieux. Enfin, plusieurs petites masses basaltiques se montrent isolées sur des plateaux, où elles paraissent avoir percé les marnes irisées, le lias, et même le calcaire oolitique.

Le plus ancien des terrains neptuniens, celui du gneiss, occupe à lui seul une grande région dans la partie méridionale de la contrée que nous décrivons; mais, dans la partie septentrionale, il ne se montre guère que par lambeaux plus ou moins étendus sur les flancs des montagnes granitiques. Le gneiss passe ordinairement au micaschiste et celui-ci au talcschiste, mais ces deux dernières roches ne prennent un certain développement que dans la partie méridionale, sur les rives du Gier. Là les talcschistes passent aux phyllades, qui sont peu développés; cependant ils ont dû être déposés sur une grande étendue, car on en trouve de nombreux lambeaux dans toute la région porphyrique, où ils sont traversés par les eurites, les diorites, les trapps et les porphyres, qui ont certainement détruit en grande partie le terrain de phyllades lors de leurs éruptions. Sur les rives de la Loire, aux environs de Diou et de Gilly, un calcaire gris très semblable au calcaire carbonifère, traversé par des veines de porphyre, d'eurite, etc., succède aux schistes; mais nous ne l'avons reconnu dans aucun des bassins houillers de la contrée. Ces bassins sont au nombre de sept : ceux du Gier, de la Brévenne, de Sainte-Paule, du Sornin, de la Bourbince et de la Dheune, de l'Arroux (Autun et Epinac), du Blandennin ou de Beauchamp, et une bande étroite, fort irrégulière, qui s'étend depuis les environs d'Avallon jusqu'à Semur en Auxois, en se dirigeant sensiblement de l'ouest à l'est.

Dans les bassins de la Brévenne, de la Bourbince et de l'Arroux, le terrain houiller est recouvert çà et là par un grès rouge auquel succèdent des arkoses qui représentent pour moi le grès bigarré; puis viennent les marnes irisées recouvertes par le lias, base du terrain jurassique, qui est plus ou moins complètement développé sur les deux flancs de la chaîne.

La craie marneuse succède au dernier groupe jurassique sur les rives de la Loire, près de Cosne, et dans la vallée de la Saône, aux environs de Dijon. Des calcaires, des marnes argileuses, des sables et même des grès lacustres, avec ou sans fer pisiforme, se montrent au jour çà et là dans les vallées de la Saône,

(1) Je nomme ainsi des roches noires presque compactes, à base de pétrosilex, coloré tantôt par l'amphibole, tantôt par du mica brun.

de la Loire et de l'Arroux, à travers le grand dépôt de transport ancien qui occupe le fond de ces vallées. Tels sont les terrains qui entrent dans la composition de la masse de montagnes sur laquelle nous voulons attirer l'attention des observateurs. Nous allons décrire chacun de ces terrains séparément, en les groupant en deux grandes classes : les terrains plutoniques et les terrains neptuniens ; et après avoir exposé les faits, nous chercherons à les combiner pour en déduire des conséquences géogéniques. Nous commencerons par les terrains plutoniques, parce qu'ils forment la partie centrale et la plus élevée de la chaîne sur les flancs de laquelle les autres gisent.

§ II.

TERRAINS PLUTONIQUES.

Terrain granitique.

Les roches granitiques sont les plus anciennes de toutes les roches non stratifiées dans la contrée que nous décrivons ; quand elles se trouvent dans le voisinage des gneiss, elles s'y lient bien intimement par des granites à petits grains, qui sont souvent de véritables leptinites plus anciens qu'elles ; mais ils sont trop peu développés pour mériter d'être décrits séparément, et nous les grouperons avec les gneiss ou les granites, suivant qu'ils se trouveront associés avec les uns ou avec les autres.

Le granite paraît sur les bords du Rhône, en trois endroits, à Condrieux, Millery et Lyon, où il n'occupe que de petits espaces, disparaissant bientôt sous le gneiss et les alluvions ; mais depuis le versant nord de la vallée de la Brévenne (Rhône) jusqu'à la hauteur de Rouvray et d'Avallon (Yonne), les roches granitiques occupent trois grandes régions, dont celle du sud et celle du centre sont séparées par la grande masse trappéenne et porphyrique du Beaujolais, tandis que la masse porphyrique du Morvan sépare la région du centre de celle du nord. Sur les flancs et dans l'intérieur des régions porphyriques, surtout au pied des montagnes, on trouve néanmoins encore des lambeaux de la formation granitique, annonçant que les trois régions devaient être réunies avant l'éruption des porphyres.

La région méridionale, qui offre sur ses bords de nombreux angles saillants et rentrants occasionnés par la rencontre des masses trappéennes et porphyriques, s'étend d'une manière fort irrégulière entre la Brévenne, l'Azergues et le pied du versant occidental de la chaîne, sur une surface de 300 kilomètres carrés.

La région du centre est plus considérable ; elle occupe une surface de 1,750 kilomètres. Sa jonction avec les porphyres du Beaujolais se fait par une ligne brisée fort irrégulière, qui, après avoir suivi la rive gauche de l'Ardière, depuis Saint-Jean-d'Ardière jusqu'à Beaujeux, passe par Vaurenard, Saint-Antoine-

d'Ouroux, Saint-Christophe, Saint-Léger, Matour, Montmelard et la Claytte, puis retourne vers le sud en passant par Chauffaille, Coublanc et Chaudon, pour aller se terminer dans les alluvions de la Loire. A partir de cette ligne, les granites s'avancent vers le nord en s'étendant d'une manière assez régulière du versant oriental au versant occidental de la chaîne, c'est-à-dire sur une largeur de 33 à 35 kilomètres, jusqu'à la hauteur de Charolles et de Cluny. Là, elle se divise en deux branches : l'une, se dirigeant vers le nord-est, de 5 à 3 kilomètres de largeur, s'avance jusqu'à Brancion, en formant une pointe au milieu du terrain jurassique compris entre la Grosne et la Saône ; l'autre, dont la largeur va jusqu'à 12 kilomètres, se dirige directement vers le nord, entre la Reconce et la Guye, jusqu'à la route de Châlons à Autun, où elle s'enfonce sous les marnes irisées et le lias. Les roches de cette branche se montrent çà et là dans le bassin houiller de la Bourbince et de la Dheune, qui la sépare du reste de la région du centre, qui se développe sur la rive droite de l'Arroux depuis un peu au sud de la route de Gueugnon à Bourbon-Lancy, jusqu'à la hauteur du Mont Beuvray dans le Morvan, en se joignant aux porphyres de cette contrée suivant une ligne fort irrégulière qui passe par le Mont-Chiseuil, Cressy, Fletty, Millay et Saint-Prix ; et sur la rive gauche de la même rivière, depuis le ruisseau de Pantin jusqu'au bassin houiller d'Autun et d'Épinac, dont elle forme les flancs oriental et méridional, en s'étendant, du côté de l'est, jusqu'à une ligne qui passerait par Charmoy, Mont-Cénis, Le Breuil, Assertine, Saint-Emiland, Aubigny et Santosse.

Le grand terrain porphyrique du Morvan sépare notre région granitique du centre de celle du nord, dont la jonction avec lui se fait encore par une ligne fort irrégulière passant par Arnay-le-Duc, Blanot, Alligny, Montfauche et Brassy, le long de laquelle on voit les granites succéder aux porphyres et se lier avec eux d'une manière insensible, puis s'avancer vers le nord jusqu'à la hauteur d'Avalon, en s'étendant à l'orient, jusque sur les rives du Serain, et à l'occident, jusque sur celles de la Cure. Sur toute cette limite, qui affecte la forme d'un demi-cercle, le granite, recouvert çà et là par les arkoses, s'enfonce sous le lias qui va se perdre lui-même sous les magnifiques escarpements du calcaire à entroques. Nous allons maintenant décrire séparément chacune de ces trois régions granitiques.

Région granitique du sud. La roche dominante dans cette région est un granite à gros grains de quartz et grands cristaux de feldspath rose, qui se décompose très facilement et produit de puissantes couches de sable que les habitants du pays nomment *arène*. Sur toute la rive gauche de la Brévenne, depuis sa source jusqu'auprès de Saint-Bel, les grains de la roche sont plus petits; elle passe même à un leptinite brun, qui est bientôt recouvert par des schistes talqueux (fig. 1, pl. VI). Sur le chemin de Sainte-Foy à Saint-Laurent-de-Chamousset, dont la berge orientale est taillée dans le roc, on voit des filons de granite dans le

leptinite (*fig. 2*). Sur les bords du Trenchin, de la Trezonelle et de l'Azergues, où se fait la jonction des granites avec les porphyres, on remarque des passages insensibles entre les deux genres de roches. Toute la masse granitique est coupée par de nombreux filons et veines de quartz blanc, vitreux, quelquefois enfumé, dans lesquels j'ai remarqué des traces de carbonate vert de cuivre, des tourmalines et des grenats. Les filons d'eurite et de porphyre y sont aussi assez communs; on y voit quelques filons de diorite, qui présentent des parties compactes passant au trapp. Sur les flancs du Mont-Pattu, au sud-est de Montrotier, se montrent un beau filon et de nombreuses pointes d'un porphyre rouge quartzifère, qui devient granitoïde, et un puissant filon ou masse transversale de diorite compacte.

A l'est et au sud de cette région, il existe trois masses isolées de granite, sur lesquelles nous aurons encore occasion de revenir en parlant du gneiss. Elles sont toutes les trois le long du Rhône; la première forme les escarpements qui dominent Saint-Michel, Condrieux et Ampuis; la seconde git entre le Rhône et le Garon; enfin, la troisième se montre sur les deux rives de la Saône, dans l'intérieur même de Lyon. Dans ces trois masses, le granite est gris, à grains moyens, très serrés, et fort cristallin; il se décompose difficilement, et donne une excellente pierre de construction. Aux environs de Condrieux, son passage au gneiss est très évident. Les deux roches sont traversées par de nombreux filons et quelques masses de quartz sur lesquels nous reviendrons plus bas.

Le sol granitique offre des sommets arrondis s'élevant sur des plateaux légèrement bombés, sur les rameaux étroits qui descendent dans les vallées de la Brévenne et de la Loire, etc. Toutes les montagnes de cette région sont groupées par grands massifs, disposés sans aucun ordre, offrant chacun une partie centrale à laquelle toutes les autres se rattachent plus ou moins directement; les points culminants de ces massifs s'élèvent depuis 700 jusqu'à 830 mètres au-dessus du niveau de la mer, et le granite descend au-dessous de 230 mètres dans le fond des vallées, en sorte que le relief des montagnes va jusqu'à 600 mètres. Les principaux massifs de la région méridionale sont: le mont Pattu, la montagne au nord du Montrotier, la montagne de Villechenève, celle de Saint-Julien, et celle à l'est d'Ancy. Depuis Saint-Laurent de Chamousset jusqu'à Villechenève, la crête de la région granitique, élevée de 500 à 830 mètres au-dessus de la mer, forme la ligne de partage entre le Rhône et la Loire.

Le granite est généralement exploité pour les constructions et la réparation des routes; mais dans toute cette région on n'exploite pas une seule veine métallique.

Région granitique du centre. Sur toute la limite méridionale de cette région, où les granites se trouvent en contact avec les porphyres, on voit ces deux espèces

de roches intimement liées et passer insensiblement l'une à l'autre. En suivant la *dégranulation* par les porphyres, on arrive insensiblement aux roches trappéennes les plus compactes, eurites, diorites et trapps; sur quelques points on voit même le granite recouvrir immédiatement les dernières. A deux lieues au nord de Beaujeu, près du télégraphe de Saint-Roch (*fig. 3, pl. VI*), le granite recouvre la masse porphyrique; et, dans une cavité, il existe sous le granite un eurite micacé (*minette*, Voltz), qui, à droite et à gauche de la cavité, sort par pointes au milieu du granite décomposé.

En suivant le chemin de Saint-Roch à Vaurenard, on marche presque constamment sur la ligne de contact entre les granites et les porphyres; on voit alors ceux-ci pousser de nombreuses ramifications dans les granites, et les percer d'une manière fort irrégulière (*fig. 4, pl. VI*). En entrant à Matour, du côté de l'orient, dans la berge nord de la route, le granite décomposé recouvre un eurite rose (*fig. 5, pl. VI*), formant la colline sur laquelle ce bourg est bâti et plusieurs des montagnes qui le dominent à l'est. Sur tout le périmètre de la portion occidentale de la limite, depuis Matour jusqu'à Château-Neuf en Brionnais, je n'ai pu observer de contact immédiat entre les roches granitiques et les porphyres ou les eurites qui constituent les montagnes de la région porphyrique, quoique, entre la Claytte et Chauffaille, on voit fort bien que les granites doivent recouvrir les masses porphyriques sur les flancs desquelles ils s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur. Mais, à 200 mètres au nord de Château-Neuf, dans la berge du Sornin, près le moulin de Papillon, on voit la masse de granite relevée par un porphyre quartzifère, ou une pegmatite à très petits grains, roche du terrain porphyrique, qui forme toute la berge orientale de la rivière. Le long du chemin qui conduit à la route de Château-Neuf, la superposition du granite est des plus évidentes (*fig. 6, pl. VI*), et deux filons que pousse le porphyre dans le granite prouvent en outre qu'il était à l'état liquide quand il est venu soulever celui-ci. La superposition des granites aux roches de la région porphyrique est donc parfaitement démontrée.

La roche dominante dans toute la région granitique du centre, est un granite à gros grains et à mica brun, qui se décompose très facilement. Les cristaux de feldspath sont tantôt roses et tantôt blancs; ce qui fait varier la couleur de la roche, qui est elle-même rose ou blanche suivant la couleur du feldspath. La décomposition de ce granite se fait toujours par la surface et suivant des couches concentriques se rapprochant plus ou moins de la forme sphérique. Quelques unes des masses en décomposition présentent parfaitement cette forme (*fig. 7, pl. VI*); et l'on trouve souvent des sphéroïdes d'un granite dur au milieu de l'arène. Sur le versant oriental de la chaîne, entre la vallée de l'Ardière et celle de la Mauvaise, le granite est ordinairement à petits grains et se décompose facilement. Il en est de même dans plusieurs des masses qui gisent sur les montagnes porphyriques, entre Cercié sur l'Ardière et la Mure sur l'Azergues,

sur la ligne de partage des eaux entre l'Azergues et le Rahin, et sur celle entre le Rahin et la Trambouze.

Le granite commun, à petits grains, est la roche dominante dans les environs d'Autun, où il se lie au gneiss par des leptinites sur la rive droite de l'Arroux : à Saint-Léger, la Comelle, Saint-Poil, etc., le passage au gneiss est très évident. Autour de ces trois villages, il existe, à la surface du sol, une grande quantité de blocs de granite à petits grains et de leptinite, qui ont pris la forme sphéroïdale en se décomposant. Le passage du granite au gneiss s'observe encore très bien sur les flancs ouest du mont Saint-Vincent, et tout le long de cette chaîne qui s'étend de ce point au nord en longeant le canal du centre. Le granite à petits grains constitue aussi les montagnes qui bordent, à l'est, le chemin de fer d'Épinac au canal de Bourgogne; là, entre Molinot et Ivry, dans l'escarpement du chemin de fer, cette variété de granite offre, sur une longueur de cent mètres, une stratification bien marquée, les strates inclinant de 15° au nord; mais je n'ai observé ce phénomène nulle part ailleurs : dans toutes les autres contrées, les masses granitiques sont coupées par des fissures qui, se croisant dans tous les sens, les divisent en fragments polyédriques irréguliers.

Beaucoup de sommets de montagnes, surtout entre la Grosne et la Reconce, sont formés de gros blocs entassés les uns sur les autres : tels sont le Mont-Suin et les sommets qui l'entourent. Ceci prouve que les masses granitiques ont éprouvé des commotions très violentes depuis leur consolidation.

Sur plusieurs points de la limite nord de la région du centre, on voit aussi les granites reposer sur des eurites et des porphyres, qui s'y montrent en veines et en filons. Sur le versant oriental de la vallée de la Somme, près Mezeray (Nièvre), dans la berge du chemin, le granite recouvre un eurite micacé passant au porphyre, qui constitue toutes les montagnes situées à l'ouest, et qui fait partie de la région porphyrique du Morvan (*fig. 8, pl. VI*) : c'est un granite rouge à gros grains. A quinze kilomètres plus au nord-est, près de Magny, entre Millay et Saint-Poil, un porphyre forme la berge occidentale du chemin, et le granite à gros grains, la berge orientale. Ça et là, on remarque quelques lambeaux de granite sur le porphyre, et, dans un endroit, le porphyre soulevé le granite sur un grand espace (*fig. 9, pl. VI*).

Les montagnes qui avoisinent Château-Chinon sont formées par un porphyre grisâtre, passant insensiblement au granite que l'on voit s'appuyer sur le porphyre le long des pentes des montagnes et dans le fond des vallées. Sur la route de Nevers, à dix minutes de Château-Chinon, des travaux nouvellement exécutés dans la berge de la route ont mis à découvert une belle superposition du granite au porphyre (*fig. 10*). De chaque côté de la coupe, on remarque deux filons de quartz, dont l'un pénètre du porphyre dans le granite.

A la Selle, sur la route de Château-Chinon, à trois lieues au nord-ouest d'Autun, le granite, qui gît sur les pentes des montagnes porphyriques formant

les flancs ouest du bassin houiller de l'Arroux, se montre immédiatement superposé aux porphyres dans plusieurs ravins profonds situés à l'ouest du village (fig. 11, pl. VI); et dans ce même granite on remarque des filons des porphyres inférieurs; enfin, sur le chemin de fer d'Épinac au village de Molinot, on exploite le granite dans un escarpement de la rive gauche du ruisseau, et, à la base de cet escarpement, paraît un porphyre granitoïde qui supporte le granite, et que l'exploitation met à découvert. Au nord et au sud, la masse granitique recouvre donc celle des porphyres et des roches trappéennes.

Toutes les variétés d'eurite et de porphyre, de trapp et de diorite, se montrent en filons et en grosses masses transversales dans les différentes parties de la région granitique du centre; les filons de quartz blanc semi-vitreux, quelquefois enfumé, y sont aussi très communs; ils contiennent presque toujours des métaux accompagnés de barytine et de spath fluor, souvent de beaux cristaux de tourmaline, et des émeraudes (environs d'Autun). Près le village de Baron, à une lieue au nord de Charolles, le quartz s'est élevé en cône au milieu du granite, en jetant des ramifications dans différentes directions.

Depuis Chauffaille jusqu'à la Claytte, et surtout dans la vallée du ruisseau de Mussye, le granite à gros grains est percé par de nombreux filons de porphyre, généralement quartzifères, identiques avec ceux qui constituent les montagnes depuis Chauffaille jusqu'à Mont-Melard. Sur le flanc oriental de la chaîne, entre les vallées de l'Ardière et de la Mauvaise, les mêmes filons sont aussi très nombreux dans le granite à gros et à petits grains. Sur les flancs de la vallée de la petite Grosne (Saône-et-Loire), les filons d'eurite et de porphyre sont communs dans le granite. Depuis Romanèche jusqu'à la vallée de la Mauvaise, le granite, en partie décomposé, qui forme le versant oriental de la chaîne, est percé de nombreux filons et veines d'eurite et de porphyres devenant souvent granitoïdes, c'est même dans un de ces filons porphyriques qu'est enclavé le superbe amas d'oxyde de manganèse exploité à Romanèche, et non pas dans l'arkose, comme l'a écrit M. de Bonnard. Une masse de syénite, isolée dans le granite entre Jullié et Cenves, est coupée par des filons de porphyres plus ou moins granitoïdes.

Sur les flancs du Mont-Suin et du Mont-Saint-Vincent, jusqu'à une assez grande distance, le granite à grands cristaux de feldspath rose est traversé par des filons de quartz, d'eurites plus ou moins compactes et de porphyres granitoïdes. Dans certains filons d'eurite compacte, le feldspath a pris une structure prismatique bien marquée. Entre Chaumont et Champven, près la Guyche, au pied des montagnes, un beau filon de porphyre rouge, et plusieurs d'un eurite brun micacé (minette) traversent le granite. Cet eurite micacé se montre de la même manière dans plusieurs autres parties de la région. Au nord-est de Cluny, à Blanot, près la source du Grison, une belle masse de porphyre, s'allongeant du sud au nord, sort de dessous le granite.

La partie où la manière dont les filons pénètrent la masse granitique se trouve le mieux mise à jour, est la portion de la route de Mâcon à Toulon-sur-Arroux, comprise entre celle de Châlons à Charolles et le village de Pouilloux (*fig. 12, pl. VI*). Plusieurs masses, dont la roche est identique avec celles des filons, gisent sur les flancs et dans le fond des vallées au-dessous de la route; il est presque évident que les filons ne sont que des ramifications de ces masses. Sur tous les flancs du Mont-Saint-Vincent, les filons de porphyres, d'eurite et de quartz sont très nombreux. Beaucoup de filons, et surtout ceux d'une grande puissance, se trouvent principalement au sommet des angles saillants dans les vallées et sur les flancs des montagnes. Généralement, les masses transversales et les filons sont beaucoup plus nombreux au pied des montagnes que vers les sommets, où ils disparaissent entièrement quand les montagnes atteignent une certaine hauteur, ainsi qu'on peut s'en assurer en gravissant le Mont-Saint-Vincent, le Montabon, etc.

Les filons sont toujours les mêmes dans toute la masse granitique comprise entre la Bourbince, la Grosne et la Guye, jusqu'à la hauteur du Bourgneuf et de Charecey : dans le fond de la vallée de Moroges, près Saint-Desert, où le granite paraît au-dessous des marnes irisées, il est coupé par de nombreux filons d'un porphyre quartzifère, qui est quelquefois une pegmatite à très petits grains. Sur le chemin de la Vertoline, le porphyre a rejeté le granite du côté de l'orient, et, dans une carrière qui se trouve à l'entrée de ce chemin (*fig. 13, pl. VI*), on voit parfaitement la manière dont le porphyre s'est introduit sous le granite et dans les fentes qu'il formait en le soulevant.

Au Mont-Cénis, une masse euritique passant au porphyre et associée avec des trapps, se trouve intercalée au milieu du granite, dans lequel elle pousse des filons et des veines.

Dans les environs d'Autun, entre les porphyres et les eurites, le granite contient beaucoup de filons de pegmatite qui passent du granite dans le gneiss. Ces pegmatites se décomposent souvent et donnent du kaolin. Dans la vallée du Mesvri, aux environs de Marmagne et de Saint-Symphorien, il y a une très belle variété de pegmatite graphique; et les filons de quartz, qui coupent le granite et le gneiss, contiennent de grosses émeraudes, mais qui ne sont pas assez belles pour mériter d'être recueillies.

Sur la route de Marmagne au Mont-Cénis, les filons d'eurite, de porphyre et de quartz sont très communs. Un peu avant d'arriver au Mont-Cénis, la berge nord du chemin présente deux beaux filons d'un trapp verdâtre. Vers le milieu du chemin, et au sud, un beau filon de quartz blanc de 150 mètres de longueur, s'élève à six mètres au-dessus de la surface du granite qu'il traverse.

A la montagne des Couchets, près Saint-Pierre-de-Varenne, le granite à gros grains qui forme la masse de cette montagne, est lardé de veines de quartz

coloré en vert par l'oxyde de chrome. Parmi les filons d'eurite et de porphyre qui se trouvent dans cette montagne, il en existe un de porphyre granitoïde beaucoup plus chargé de chrome que les autres; c'est sur ce filon qu'est ouverte la carrière d'où sortent tous les fragments colorés en vert par le chrome qui sont employés à réparer la route. Entre l'Arroux et la route d'Autun, à Bourbon-Lancy, et principalement aux environs de Saint-Didier, Thil, Charbonna, Montmort, Issy-l'Évêque et Marly, le granite à gros grains se décomposant facilement, est coupé par des filons d'eurite, de porphyre souvent granitoïde, de granite à petits grains, de granite avec tourmaline et de quartz. Dans beaucoup d'endroits, on voit ces diverses espèces de filons se croiser de différentes manières. Dans le Morvan, des filons d'eurites et de porphyres de diverses couleurs, quelques filons de trapp et de porphyre noir, se montrent dans le granite et sur la limite des régions granitiques et porphyriques, aux environs de Cressy, Fletty, Avrée, Millay, flancs du mont Beuvray, Saint-Léger, la Selle, sur la limite orientale; Château-Chinon, Saint-Léger, et Onlay, sur la limite occidentale. Tous ces filons n'ont apporté dans le granite que peu de substances métalliques, et presque toujours en trop petite quantité pour mériter d'être exploitées; ce n'est qu'à Romanèche, près Mâcon, que j'ai vu un gîte métallifère exploité dans le terrain granitique.

Dans la région du centre, comme dans celle du sud, le sol occupé par les roches granitiques offre des formes arrondies. Quelle que soit la hauteur des montagnes, celles-ci sont toujours groupées autour de points centraux et constituent des massifs. Dans les contrées peu élevées, cette disposition est moins frappante que dans les hautes montagnes, où l'on distingue parfaitement bien le centre de chaque massif et ses différentes ramifications. Les centres des principaux massifs de la région que nous décrivons sont, en allant du sud au nord :

		HAUTEUR
		AU-DESSUS DE LA MER.
NOMS DES SOMMETS.		
DANS LE MACONNAIS.	1 Montagne à l'est de Chasselas.	568 mètres.
	2 Montagne à l'est de Tramaye.	761
	3 Montagne au nord-ouest de Saint-Point.	587
	4 Montagne entre Dampierre et Montagny.	545
	5 Montagne à l'ouest de Dampierre.	606
	6 Montagne entre Veravre et Trivy.	529
	7 Le mont Bautet.	»
	8 Le Mont-Suin.	608
	9 La montagne de Sainte-Colombe.	501
	10 La montagne de Marry.	481
	11 Le mont Saint-Vincent.	603
	12 Le Montabon.	482
	13 Un sommet à l'est de Cluny.	536
	14 Le mont Saint-Romain.	532

		HAUTEUR AU-DESSUS DE LA MER.
NOMS DES SOMMETS.		
AUTUNNAIS.	15 La montagne au sud de Neuvy.	»
	16 Le Mont-Dardon.	»
	17 La montagne de Cuzy.	»
	18 La montagne de Dattez.	»
	19 La montagne d'Uchon.	»
	20 La montagne au nord du Creuzot.	»
	21 La montagne au-dessus de Saint-Symphorien-de-Marmagne.	»
	22 La montagne au sud de Mesvres.	»
	23 Le Montjeu, près Autun.	»
	24 La montagne du bois de Grosne.	»
25 La montagne au sud de Saizy.	470	

Tous ces centres de massifs sont placés comme des individus isolés, et absolument comme si chacun existait indépendamment de tous les autres. Cependant les numéros 8, 9, 10, 11 et 12 sont alignés dans la direction du S.-S.-O. au N.-N.-E. ; de chacun de ces centres partent des ramifications divergentes qui vont en s'abaissant à mesure qu'elles s'étendent, et quand les ramifications de deux centres viennent à se rencontrer, c'est toujours à une dépression, à un col, qui est un véritable point de rebroussement dans la courbe qui, suivant les crêtes de chaque ramification, joindrait les deux sommets.

Chaque massif principal a autour de lui un certain nombre de massifs secondaires qui présentent les mêmes caractères que lui, et ceux-ci ont également des massifs qui leur sont subordonnés, et cela se continue ordinairement jusqu'à la fin des ramifications. Le tableau précédent montre que, dans la région du centre, le granite atteint jusqu'à 760 mètres au-dessus de la mer ; on le trouve dans le fond de plusieurs vallées au-dessous de 230 mètres. Cette différence de 530, qui exprime le maximum de relief des montagnes, annonce que la masse granitique a éprouvé de violentes commotions depuis son dépôt, ce qui, du reste, sera complètement démontré par une série de faits que nous exposerons plus bas.

Dans toute cette région, les sources sont abondantes, et les eaux d'une excellente qualité. Près de Mâcon, il en sort quelques sources minérales.

Région granitique du nord. La roche dominante dans cette région est un granite rose. Dans quelques localités, il est blanchâtre et gris. Son grain est plus ordinairement moyen, mais il devient quelquefois très gros, surtout dans les hautes montagnes, et très fin sur les flancs des grandes vallées dans le voisinage du gneiss, qui ne se montre que par lambeaux sur quelques points. Toutes les variétés de granite sont d'une très facile décomposition, et la surface des roches se trouve souvent recouverte de puissantes couches de sable, composées de grains de quartz, de feldspath et de paillettes de mica, qui résultent évidemment de la décomposition de la roche inférieure.

On remarque au milieu de la masse granitique de nombreux filons de porphyre et d'eurite, qui sont d'autant plus abondants que l'on approche davantage de la région porphyrique; des filons de quartz hyalin blanc, rosâtre, noirâtre, devenant souvent calcédonieux, et même grenu à petits grains, traversent aussi cette masse dans toutes les directions. La puissance de ces derniers varie depuis quelques mètres jusqu'à quelques centimètres seulement. Le quartz contient partout de la barytine, du spath fluor, de la galène, et bien souvent du fer oligiste. Les filons de quartz sont très nombreux dans les environs d'Avallon, où l'on peut parfaitement étudier les curieux phénomènes qu'ils présentent, et sur lesquels nous reviendrons en parlant des arkoses. Les filons de porphyre et d'eurite sont également nombreux dans cette même localité, mais moins cependant que ceux de quartz. Les plus importants de ceux-là sont formés par un porphyre brun contenant une grande quantité de cristaux de pinite; quelques-uns ont jusqu'à 14 mètres de puissance; leur direction la plus habituelle se trouve être : N. 20° E. à S. 20° O. Il existe, près d'Avallon, trois filons de porphyre qui traversent le granite sur une grande étendue : j'en ai suivi un pendant plus d'une lieue. Le plus occidental paraît au jour dans la vallée du Cousin, près du moulin des Ruas. Un autre s'étend depuis Magny, à l'orient d'Avallon, jusqu'au delà du hameau de Moreau. Enfin, le troisième coupe la vallée du Cousin au village de Presle, au S.-E. de Cussy-les-Forges. Celui-ci est surtout remarquable par un filon de quartz, avec galène et spath fluor, qui le coupe à angle droit, ce qui prouve que les filons de quartz sont plus nouveaux que ceux de porphyre, ce qui, du reste, est annoncé par les filons de quartz du terrain porphyrique.

Sur les flancs de la vallée du Serain, près le hameau de La Charmée, sur ceux de la vallée du Cousin, depuis Presle jusqu'à son origine, et sur les rives du Trenquelin, le quartz du granite à petits grains devient sableux, les cristaux de feldspath diminuent de grosseur, et la roche passe à un véritable leptinite, qui passe lui-même çà et là au gneiss; mais nulle part, dans la région, cette dernière roche n'acquiert une certaine importance. Le leptinite se décompose aussi facilement que le granite, et il en résulte des masses d'un sable très fin que l'on exploite en plusieurs endroits, et notamment à Saint-Léger-de-Fourche, pour faire de la poudre d'or.

Le sol granitique offre encore ici des montagnes arrondies, disposées par massifs ayant chacun une partie centrale; ces montagnes atteignent jusqu'à 500 mètres au-dessus de la mer; mais aux environs d'Avallon, ou sur la limite septentrionale de la région, le granite n'occupe plus que des plateaux ou plutôt un grand plateau découpé par de profondes crevasses, qui ne s'élève plus qu'à 270 mètres au-dessus de la mer, et s'incline légèrement vers le nord en s'enfonçant sous le lias, ou plutôt sous les arkoses.

On a plusieurs fois tenté d'exploiter la galène et le fer qui se trouvent amenés dans le granite par les filons de quartz; mais on a reconnu que ces métaux s'y

trouvaient en trop petite quantité pour couvrir seulement les frais d'exploitation. Près Alligny, à trois lieues au sud de Saulieu, on a exploité, dans le granite, un filon de deux mètres de puissance formé d'un mélange de barytine et de quartz hyalin au milieu duquel se trouvent disséminés du spath fluor et de la galène en assez grande quantité; on a cependant été obligé d'abandonner les travaux. Dans la même contrée, on a aussi tenté d'exploiter plusieurs filons de fer hydraté. Dans les trois régions granitiques, les roches, se décomposant facilement, ont couvert presque toute la surface du sol qu'elles occupent d'une couche sableuse, quelquefois très épaisse, nommée *cran* dans le Morvan et *arène* dans la Bourgogne, qui constitue la terre végétale, toujours peu fertile: l'aridité du sol, ou la pauvreté de la végétation, sont des caractères qui annoncent de loin les régions granitiques.

Cette propriété des granites de se décomposer facilement, fait qu'ils ne fournissent que de très médiocres matériaux pour les constructions et pour réparer les routes; cependant on est obligé de s'en servir dans plusieurs parties des trois régions, parce qu'on n'a pas d'autres pierres. Dans toute la portion du Morvan que j'ai visitée, et surtout aux environs de Château-Chinon, on est parvenu à tailler les granites d'une manière fort remarquable, et on les emploie à toutes sortes d'usages: pour les portes, les croisées, les escaliers, les angles des édifices, etc. Sur les routes, le choc des roues réduit bientôt les granites en sable.

§ III.

Terrain porphyrique.

Les trois régions granitiques que nous venons de décrire, sont séparées les unes des autres par deux grandes régions occupées presque uniquement par des roches porphyriques et trappéennes, trop mélangées les unes avec les autres pour que l'on puisse, du moins quant à présent, établir entre elles des limites tranchées; c'est pourquoi nous comprenons tout ce grand ensemble dans une seule division, que nous nommons *terrain porphyrique*, parce que les porphyres y sont réellement les roches dominantes; les autres, eurites, diorites et trapps, peuvent être considérées comme leur étant subordonnées.

Le terrain porphyrique constitue deux grandes régions, que nous nommerons *méridionale* et *septentrionale*, d'après leur position. La première comprend toute la masse de montagnes séparant la Saône de la Loire, depuis un peu au sud de la route de Lyon à Paris par le Bourbonnais, jusqu'à la limite sud de la région granitique du centre, c'est-à-dire jusqu'à la hauteur de Mâcon, ce qui donne une longueur de 50 kilomètres sur une largeur de 20 à 30, et une surface de 1,250 kilomètres carrés. Ceci montre clairement que les porphyres ne sont pas de simples accidents, mais qu'ils forment des masses indépendantes jouant un rôle important et spécial dans la constitution de notre planète. La région septentrionale

occupe tout l'espace compris entre les deux régions granitiques du centre et du nord; elle est à peu près aussi étendue que la région méridionale, quoique sa longueur soit moindre dans sa partie orientale. Nous avons donné moins de temps à l'étude de celle-ci qu'à celle de la première; cependant nous avons parfaitement reconnu les grands rapports qui existent entre les roches de l'une et de l'autre, et l'identité de leur mode de formation.

On ne peut réellement pas dire qu'il y ait une roche dominante dans le terrain porphyrique de la Bourgogne; car il présente une grande variété de roches qui paraissent tantôt assez complètement séparées, tantôt mélangées les unes avec les autres d'une manière très confuse; c'est pourquoi nous décrirons chaque région en suivant l'ordre topographique dans le sens du sud au nord.

Région méridionale. Le long de la limite nord de la région granitique méridionale, sur les flancs de la vallée du Frenchin, du Chillon et de l'Azergues, on voit les granites, appuyés sur les flancs des montagnes porphyriques, percés par des filons d'eurite et de porphyre. Là, les porphyres s'élèvent brusquement jusqu'à 935 mètres au-dessus du niveau de la mer, et 200 mètres au-dessus des sommets granitiques les plus élevés. La roche dominante dans les environs de Tarare, est un eurite gris qui prend de petits cristaux de feldspath rose, et passe ainsi au porphyre, lequel se granule dans le voisinage des granites, prend des paillettes de mica, des cristaux de quartz, et devient insensiblement un véritable granite. Près le Gauget, au pied du mont Crépy, il existe un lambeau de terrain schisteux, silurien, percé par les porphyres, dans lequel se trouvent subordonnés des bancs d'un calcaire sublamellaire bleuâtre, exploité comme pierre à chaux. On remarque aussi, sur les flancs de la même montagne, des lambeaux de gneiss et de schistes micacés percés de mille manières par les eurites et les porphyres. Dans les berges de la route de Tarare à Feurs, nouvellement taillées, on voit les eurites et les porphyres percer les schistes un grand nombre de fois. Au contact des roches plutoniques, les schistes sont triturés, noircis, durcis et devenus friables; mais jamais il n'ont perdu assez complètement leurs caractères pour qu'on ne puisse les reconnaître: ils ont toujours la structure schistoïde, et jamais ils n'ont été transformés en une roche homogène (eurite, trapp), comme cela a été avancé par plusieurs géologues. Ces phénomènes de contact sont les mêmes dans tous les environs de Tarare. Près de Saint-Marcel-Éclairé on exploite, pour réparer la route, de gros filons d'un porphyre granitoïde rose, qui traversent les schistes, et plusieurs autres semblables paraissent dans la berge de la route entre Saint-Marcel et Tarare. Dans quelques uns de ces filons, le porphyre devient un véritable granite. Les mêmes faits se représentent dans les environs de Tarare, et surtout dans les berges de la route de Lyon et de celle de Valsonne. Dans toute cette contrée, les schistes avec bancs de calcaire subordonnés partent du fond des vallées, et s'élèvent au plus à la moitié de la hauteur des montagnes, dont les porphyres et les eurites forment toute la masse, les schistes n'étant qu'adossés contre les flancs. Ce n'est

guère que dans les berges des routes et des chemins que l'on peut observer les rapports des roches, les flancs des montagnes étant ordinairement couverts de culture. On y voit partout les schistes percés par des filons d'eurite et de porphyre, et quelquefois les filons d'eurite traverser ceux de porphyre.

Au nord de la route de Lyon, entre les Olmes et Bully, se trouve l'extrémité nord de la région granitique du sud : c'est une pointe de granite qui s'avance au milieu des porphyres. Près de l'Arbresle, les porphyres, eurites et diorites sont recouverts par le lias qui en est séparé par une couche arénacée, rougeâtre, appartenant au terrain de grès rouge. Les eurites gris et rougeâtres, mélangés de quelques diorites passant au porphyre, forment les deux flancs de la vallée de la Brévenne depuis Lozanne, où elle tombe dans celle de l'Azergues, jusqu'au delà de Saint-Bel. Les mines de cuivre de Saint-Bel, situées entre les villages de Sourcieux et de Saint-Pierre, gisent dans le voisinage du contact des schistes siluriens avec les porphyres qui ont pénétré dans les schistes en filons et en veines. Le minéral, cuivre jaune, cuivre gris, et une petite quantité de carbonate vert, a pour gangue le quartz, les diorites et les porphyres. Près de Sourcieux, il existe des talcschistes blanc satiné, en couches presque verticales, percés de nombreux filons de quartz et d'eurite. Comme ces talcschistes se lient assez directement avec d'autres d'une couleur bleuâtre, il est probable que leur aspect satiné et leur couleur blanche résultent de l'influence exercée sur ces derniers par les roches plutoniques. En gravissant les montagnes du côté de l'est et du sud, on voit les schistes talqueux passer insensiblement au gneiss.

Depuis l'embouchure de la Brévenne dans l'Azergues à Lozanne, en remontant cette dernière rivière, les eurites passant aux porphyres accompagnés de diorites ne reparaittent qu'après Chessy, où ils se montrent de nouveau en filons dans les schistes plus ou moins talqueux et devenus quelquefois blanc-satiné. C'est encore au contact entre les schistes et les roches ignées que doivent se trouver placés les minerais de cuivre de cette célèbre localité; on y trouve, comme à Saint-Bel, du cuivre gris et jaune, du carbonate vert et un peu de carbonate bleu. Cette dernière variété, très abondante à une certaine époque, et qui a fourni tous ces beaux échantillons que l'on voit dans les collections, est à peu près épuisée maintenant, on n'en trouve çà et là que quelques petites veines. La gangue est encore le quartz, les eurites, diorites, et porphyres, que les ouvriers nomment *corne*. Ici, les roches euritiques et porphyriques sont accompagnées d'un eurite micacé (minette, Voltz), se comportant absolument comme elles, mais qui les coupe cependant quelquefois, ce qui prouve qu'il est plus nouveau. Les porphyres passent insensiblement au granite, que l'on voit dans le fond de la vallée entre Chessy et Leygny. Ce granite, qui est souvent talqueux, se trouve percé par les roches précédentes. C'est ici la limite nord de la région granitique méridionale. En continuant de remonter la vallée jusqu'à l'Étra, les eurites, diorites et quelques trapps mélangés avec eux, passant souvent aux por-

phyres, forment les deux berges fort escarpées de la rivière. Sur celle de la rive gauche, ainsi que dans toutes les petites vallées latérales, une masse arénacée, rougeâtre, dans laquelle se trouvent engagés des fragments de toutes les espèces de roches plutoniques inférieures, repose sur la tranche de ces roches, qui ne pénètrent dedans d'aucune manière; cette masse est immédiatement recouverte par le calcaire à Gryphées arquées, dans lequel les roches plutoniques ne pénètrent pas non plus.

Dans la grande vallée et dans presque toutes celles qui viennent y aboutir, gisent çà et là des lambeaux du terrain schisteux, traversés par les roches ignées qui ont souvent trituré les schistes sans leur avoir fait subir d'autres altérations que celles dont nous avons parlé plus haut. Sur la route d'Yointg, près de Leygny, on voit le porphyre rose soulever les schistes de la manière indiquée dans la *fig. 14, pl. VI*. Toute la masse euritico-porphyrrique, les schistes et les granites de la vallée de l'Azergues, sont traversés par de nombreux filons de quartz hyalin, qui renferment du spath fluor, de la barytine, de la galène, du fer et même du cuivre. Aux environs de Sainte-Paule, les porphyres granitoïdes, rougeâtres, gris et verdâtres dominant, et ils sont traversés par des veines et des filons de diorites compactes et d'eurites qui s'y ramifient même en veines très déliées. Sur le versant N.-O. de la montagne de Sainte-Paule, on a anciennement exploité des filons cuivreux qui gisaient encore là près du contact des porphyres et des schistes. La montagne qui sépare Sainte-Paule de Saint-Cyr, élevée de 872 mètres au-dessus de la mer, est formée de porphyres et de diorites granitoïdes mélangés. Son sommet est le centre d'un fort beau massif de soulèvement.

Si de Saint-Cyr on descend à Villefranche, en suivant la vallée du Nizeron, on rencontre bientôt sur les flancs des montagnes porphyriques des lambeaux du terrain schisteux, percés par les porphyres, les eurites, les diorites et les trapps. Les schistes sont devenus très friables, bruns et durs; mais ils peuvent être toujours très facilement reconnus. En continuant à descendre, on voit les roches plutoniques disparaître sous le grès rouge, qui est bientôt recouvert lui-même par le lias. Les roches plutoniques ne pénètrent aucunement dans les deux formations.

Si, au lieu de descendre à Villefranche, on continue de suivre la crête des montagnes qui forment le partage des eaux entre l'Azergues et la Saône, on voit les porphyres granitoïdes de toutes les couleurs passer insensiblement à un granite à petits grains, parfaitement caractérisé, qui constitue tous les sommets et une partie des flancs des montagnes qui bordent à l'ouest et au nord le beau cirque porphyrique de Veaux, où se trouvent les sources de la Vauzonne, en s'étendant au nord jusque sur le versant de la vallée de l'Ardière. Si du fond de ce cirque on monte le long des flancs les ravins dont ils sont sillonnés, on pourra facilement observer la manière dont les porphyres passent aux granites.

Près du télégraphe des Rosiers, plusieurs masses transversales d'eurite et de porphyre pénètrent dans le granite.

Les porphyres, eurites, diorites et trapps que nous avons déjà cités sur les deux versants de la vallée de l'Azergues, continuent à former ces deux flancs, du moins dans le plus grand nombre d'endroits, depuis l'Etra jusqu'aux sources de la rivière. Dans le fond de beaucoup de vallées, le granite gît au pied des montagnes porphyriques, percé par les roches qui constituent ces montagnes.

Les plateaux et les sommets formant les lignes de partage entre l'Azergues et le Rahin, le Rahin et la Dérioule, la Dérioule et la Trambouze, lignes dirigées à peu près du sud au nord, sont constitués par un granite commun grisâtre, au dessous duquel toutes les variétés de porphyres, d'eurites, de diorites et de trapps sortent à droite et à gauche. Sur un grand nombre de points, les porphyres deviennent granitoïdes, et passent insensiblement aux granites; là, on commence à voir clairement que le trapp est la base des porphyres noirs: c'est la pâte homogène dans laquelle les cristaux se sont développés.

Dans le fond et sur les flancs de la vallée de la Trambouze, paraissent les schistes, avec couches subordonnées de calcaire noir, renfermant des *Encrinites*, *Productus*, *Spirifers* et *Evomphales*, qui s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs des montagnes, et dans lesquels les roches porphyriques pénètrent en filons plus ou moins puissants, comme le montrent les coupes 15, 16, 17 et 18, prises le long de la route de Thizy à Roanne. Au contact de ces filons, on observe les mêmes altérations dont nous avons déjà parlé.

Continuons à suivre le développement des roches porphyriques: sur le flanc occidental de la chaîne, ou le versant oriental de la vallée de la Loire, où elles finissent par disparaître sous le terrain de transport et les schistes siluriens, ces roches sont à peu près les mêmes que dans les autres localités précédemment décrites; seulement, entre Coutouvre et Cours, où se trouvent plusieurs lambeaux du terrain schisteux triturés et percés, les porphyres noirs deviennent notablement plus abondants. Là, on peut parfaitement observer leur liaison intime avec le trapp le plus compacte.

Le bourg de Cours est placé au commencement d'un vaste cirque porphyrique, d'où partent les sources de la Trambouze. On remarque dans toute l'étendue du terrain porphyrique plusieurs cirques semblables, dans lesquels des rivières plus ou moins considérables prennent leur source; savoir: à Mars, sources du Chaudonnet; Belmont, sources de l'Aaron; Ranchal, sources du Rahin; Belleroche, sources du Boteret; Poule, sources de l'Azergues; Ardillats, sources de l'Ardière; Avenas, sources de la Grosne; Monsol et Matour, sources de deux autres branches de la Grosne; Aigueperse, Saint-Igny et Propières, sources des trois branches du Sornin, et plusieurs autres moins considérables. Ces cirques, dont les parois sont découpées par de profondes vallées et de nombreux ravins, affectent tous la forme d'un grand cône ellip-

lique dont le sommet est en bas. Les montagnes qui en forment les parois s'élèvent de 250 à 365 mètres au dessus du fond, et il existe dans l'intérieur plusieurs points dont on peut embrasser tout l'ensemble d'un seul coup d'œil, et saisir les principaux caractères.

Sur le versant oriental de la vallée du Sornin, à Coutouvre, la Gresle, Jarnosse, Cuinzié, Chandon, Cours, Ecoche, Bellemont et Chauffaille, les porphyres sont généralement granitoïdes et passent même souvent au granite; aussi les sommets des montagnes sont-ils généralement plus arrondis que dans la partie méridionale de la région et sur le versant oriental de la chaîne, où dominent les roches trappéennes et porphyriques à pâte plus ou moins compacte, mais toujours homogène. Ce qui me paraît tenir à ce que les roches granitoïdes se décomposent plus facilement que les porphyres et les roches trappéennes.

Il est à remarquer que les montagnes sont aussi moins hautes qu'ailleurs.

Près de Cours, dans la berge de la route de Thizy, on voit les porphyres rouges, gris et jaunâtres associés ensemble. Les filons de quartz sont assez rares sur le versant occidental de la chaîne; cependant, on en trouve quelques uns. J'en ai vu un très puissant entre Coutouvre et Sevelinges. Entre Cours et Ranchal, surtout aux environs de Thel, reparaissent des lambeaux du terrain schisteux, reposant sur les porphyres qui y pénètrent en filons et en veines. Si du fond du cirque de Ranchal, on se dirige vers le sommet des montagnes, en suivant les ravins, on verra très bien les eurites et les diorites passer aux porphyres, puis ceux-ci devenir granitoïdes et passer au granite.

Les montagnes qui environnent Chauffaille sont formées par un porphyre quartzifère rougeâtre, légèrement micacé, qui devient granitoïde et passe à un granite à petits grains, que l'on trouve sur le sommet de plusieurs montagnes. Dans toute cette contrée, un granite à gros grains, se décomposant facilement, gît dans le fond des vallées des montagnes porphyriques, et forme une bande de collines légèrement arrondies, beaucoup moins élevées que les montagnes porphyriques, qui s'étend depuis Montmelard jusqu'auprès de Charlieu. Dans les vallées et dans cette bande de collines, le granite est percé par des filons de toutes les roches qui entrent dans la composition des montagnes porphyriques. Avec les abbés Landriot et Raquin, nous avons observé plusieurs de ces filons sur les rives du Mussye, près le village de Charnay, et notamment une masse assez puissante de porphyre brun, qui recouvre le granite et paraît être répandue dessus. Au sud-ouest de Chauffaille, on exploite une belle masse de porphyre granitoïde blanchâtre, qui entre en veines et en filons dans le granite à gros grains gisant à son pied. A Château-Neuf, près le moulin de Papillon, une masse de porphyre quartzifère, dont nous avons déjà parlé, se trouve recouverte par le granite à gros grains, dans lequel elle pousse des filons (*fig. 6, pl. VI*).

Les porphyres noirs passant souvent au trapp, roche noire homogène, dominent entre le Rahin et l'Azergues, dans les montagnes à l'est de Ranchal, aux

environs de Poule, Propières, et jusque dans les montagnes du bois d'Ajoux. Ce porphyre contient beaucoup de paillettes de mica, se granule, prend du quartz et passe au granite; alors il perd sa couleur et devient grisâtre, ce qui doit être attribué au mica qui colorait la roche, et qui s'est séparé du feldspath pour former des cristaux isolés; car on le voit très distinctement partout où l'on peut suivre le passage des porphyres noirs au granite. A l'est de Propières, un filon de galène, ayant pour gangue un eurite verdâtre très compacte, du quartz et de la barytine, gît au milieu des porphyres noirs passant au granite. A une demi-heure au sud de Chenelette, un pareil filon se trouve aussi dans la même position géologique; ici, il a pour gangue, avec le quartz, un eurite gris devenant noir, qui pousse des veines et des filons assez puissants au milieu des porphyres. Dans ces deux localités, la galène est exploitée pour vernir les poteries.

Dans les vallées qui sont au pied de la montagne de Couroux, au sud de Chenelette, les porphyres granitoïdes sont entièrement décomposés jusqu'à une grande profondeur; ce qui a donné naissance à des masses de sables très puissantes, au-dessus desquelles on remarque plusieurs filons de quartz en saillie.

Aux environs de Chenelette et de Propières, il existe de fort beaux massifs de soulèvement, parmi lesquels nous citerons particulièrement la montagne du bois d'Ajoux, et celle de la Tour-Vayon. Cette dernière (*fig. 19*) est un cône presque parfait, élevé de 957 mètres au-dessus de la mer, d'où partent quatre ramifications fort étendues; différentes variétés de porphyres entrent dans la composition de ce massif; une belle masse de porphyre brun et une de porphyre blanchâtre en forment le sommet, sur lequel se trouvent les ruines d'une ancienne forteresse.

Les berges de la route, entre Chenelette et Beaujeu, sont formées par un granite décomposé, gisant au pied des montagnes porphyriques qui bordent cette route au sud. Autour de Beaujeu, bâti à l'extrémité sud-est du cirque des sources de l'Ardière, les montagnes, qui atteignent jusqu'à 894 mètres au-dessus du niveau de la mer, affectent des formes coniques très prononcées et présentent sur leurs flancs de belles dépressions coniques, dont le sommet est en bas. Les ramifications des centres des massifs, souvent fort étendues, comprennent entre elles de beaux cirques toujours plus ou moins coniques: tels sont ceux de la Combe, du Molard au nord, et de Longefay au sud. Ici se rencontrent quelques trapps, quelques diorites, et toutes les variétés d'eurites, gris, rouge, rose, verdâtre, noirâtre, etc., passant à des porphyres de couleurs correspondantes, qui forment la masse des montagnes. Toutes ces roches sont coupées par de nombreux filons de quartz blanc, avec spath fluor, barytine et quelques traces de galène, qui se ramifient en veines très déliées dans les roches feldspathiques; ils ne m'ont pas paru affecter de directions constantes.

La limite entre les terrains porphyrique et granitique se trouve sur le versant oriental de la chaîne, au nord-est de la vallée de l'Ardière, entre Beaujeu et Chenas. Dans le voisinage de cette limite, on observe, dans le granite, des filons

d'eurite, de diorite et de trapp, identiques avec les roches qui constituent les montagnes porphyriques. Les filons de quartz sont aussi très nombreux ; mais nulle part on n'aperçoit le granite en filons ou en masses transversales dans le terrain porphyrique.

Au nord de Chenas, un beau cône, nommé la montagne de Rimont, s'élève à 524 mètres au-dessus de la mer. Cette montagne est formée d'un porphyre brun et rouge, qui renferme de nombreuses veines d'un oxyde de manganèse tout à fait semblable à celui que l'on exploite à Romanèche. A une lieue au sud-est, sur le flanc de ce cône, et jusqu'à la moitié de la hauteur, il existe des lambeaux de granite, dans lesquels les porphyres poussent des ramifications. Au pied occidental du Rimont et sur les deux flancs de la vallée de la Mauvaise, gisent, mélangés ensemble, des eurites gris et rouges, des diorites et des trapps, intimement liés et passant insensiblement les uns aux autres. Ici, il est facile de se convaincre que le trapp n'est qu'un diorite dans lequel les éléments sont à l'état compacte. D'après cela, il existerait deux espèces de trapp, l'une avec mica et l'autre avec amphibole ; ce qui correspondrait exactement aux deux espèces granite et syénite.

En suivant le chemin de Jullié, on marche sur les diorites et les eurites passant à des porphyres, au milieu desquels les roches homogènes pénètrent en filons. Les sommets des environs de Jullié sont formés de porphyres granitoïdes, amphiboliques ou micacés. Dans le fond de la vallée, en allant de Jullié à Cenves, on observe de nombreux passages des eurites et des diorites aux porphyres ; les porphyres noirs y sont surtout très abondants. Quand on arrive près des sommets des montagnes, on ne trouve plus que des roches granitiques, granite et syénite.

On peut voir toutes les roches du terrain porphyrique pénétrer dans le granite, sur la limite nord de la région porphyrique, entre Chenas et Matour, Matour et Montmelard.

Si du cône de Rimont, au lieu d'aller à Jullié, on se dirige vers le nord-est, on traversera une bande granitique de plus de 6000 mètres de large (*voyez* la carte *pl. V*), et on retombera ensuite sur les porphyres, qui sont très bien développés aux environs de Saint-Amour, où ils se trouvent associés avec des eurites et des diorites. Le terrain de transport diluvien, qui constitue de petites collines entre ce village et la Saône, contient beaucoup de débris de toutes les roches pluto-niques voisines.

A l'est de la branche la plus orientale de la région granitique du centre, entre Péronne et Lugny (*fig. 3, pl. VII*), il existe un cône porphyrique, couvert de bois, qui s'élève à 400 mètres de hauteur absolue au milieu du terrain jurassique ; mais partout où les calcaires viennent en contact avec le porphyre, il existe, entre les deux, une couche arénacée, plus ou moins épaisse, qui forme séparation ; cette couche contient des fragments de porphyre, et je n'ai vu, dans les calcaires, aucune veine ou filon de ce dernier. Dans la même contrée, mais 6000 mètres

plus à l'ouest, près Blanost, célèbre par ses grottes ornées de stalactites, une belle masse de porphyre sort de dessous le granite du mont St.-Romain. Beaucoup plus au nord-ouest, entre le Mont-Cénis et le Creusot, se montrent, sur une assez grande étendue, au milieu du granite, des eurites et des trapps tellement enchevêtrés entre eux, qu'on ne peut dire lesquels pénètrent les autres. Ces roches sont accompagnées de conglomérats formés de leurs fragments réunis par un ciment pétersiliceux. A l'extrémité occidentale de la vallée du Creusot, la masse euritique s'avance en pointe dans le terrain houiller, et là les strates de ce terrain sont fortement relevés et contournés d'une manière très bizarre. Dans les débris retirés des puits d'exploitation de la houille, j'ai vu des fragments d'eurite et de trapp : ce qui annoncerait que ces roches ont pénétré en filons dans le terrain houiller. Ici, les eurites passent aux porphyres et les porphyres aux granites. Le long de la route du Mont-Cénis à Marmagne, on remarque des masses de porphyre granitoïde traversées par des filons d'eurite, de porphyre rouge quartzifère, et d'un trapp verdâtre.

Région septentrionale. Les montagnes de cette région, principalement celles qui bordent le bassin houiller de l'Arroux, sont formées d'eurites de différentes couleurs, passant aux porphyres, et presque partout coupées par de nombreux filons de quartz avec barytine, spath fluor, des traces de fer, de cuivre et de galène. Ces filons, dont quelques uns sont très puissants, se trouvent être généralement dirigés S.-O. N.-E., sans être cependant exactement parallèles entre eux. Au pied de la montagne du Calvaire, près le pont de la Vesvres, un peu à l'est de la Selle, dans deux trous ouverts pour exploiter une couche de houille sèche, on a mis à découvert une pénétration très remarquable de l'eurite dans le terrain houiller, et dont nous parlerons en décrivant ce terrain. La roche dominante aux environs de la Selle est un porphyre jaune-verdâtre, passant à des eurites de même couleur. Ici les filons de quartz avec spath fluor, blanc et vert, en cristaux cubiques, et barytine, sont très communs.

Les montagnes qui bordent la vallée de la Canche sont formées de porphyres quartzifères, gris, roses et bruns, qui offrent de fort jolies variétés aux environs de Roussillon. Au pied de ces montagnes, gisent des lambeaux de granite percés par les porphyres. De la Selle à Château-Chinon, les montagnes qui bordent la route offrent les mêmes espèces de porphyres que la vallée de la Canche, associées avec des porphyres noirs et quelques masses de granite dispersées çà et là ; mais les cultures et les alluvions qui couvrent ces montagnes empêchent de saisir les rapports des différentes espèces de roches.

Les environs de Château-Chinon présentent, sur les flancs des montagnes, le granite relevé et percé par les porphyres. Dans la berge de la route de Nevers, le contact des deux espèces de roche se voit parfaitement (*fig. 10, pl. VI*). Ici deux filons de quartz traversent en même temps le granite et le porphyre.

Si de la Selle, au lieu d'aller à Château-Chinon, on traverse le bois des Issards

planté sur les porphyres, pour se rendre dans la vallée de la grande Verrière, on trouvera près du Pouriot, un gros amas de fer oligiste, avec fer silicié, jadis exploité, et qui paraît épuisé maintenant, gisant dans un eurite blanchâtre et rouge qui passe au porphyre. Cet amas est accompagné de quartz et de barytine. A 200 mètres plus à l'ouest, un petit filon de quartz de 0^m, 2 de puissance seulement, courant S.-O. N.-E., coupe presque toute la montagne. Toutes les masses coniques qui bordent la vallée de la Grande-Verrière sont constituées par des porphyres et des eurites mélangés entre eux. On y remarque beaucoup de porphyre noir passant au trapp d'un côté et au granite de l'autre. Sur un sommet qui domine à l'ouest le village, on aperçoit un beau filon de quartz blanc, qui, dans quelques endroits, a plus de 20 mètres de puissance et presque autant de hauteur au-dessus des roches qu'il traverse, il se dirige S.-O. N.-E. On le nomme roche de Glène, du nom d'un ancien château construit sur lui. Ce filon traverse bien évidemment le porphyre; mais les cultures et les alluvions empêchent d'observer le contact.

Entre Saint-Prix-sous-Beuvray et Chanson, il existe un pareil filon de quartz également dirigé S.-O. N.-E., mais qui ne se trouve pas sur le prolongement de celui de Glène. Il traverse une grande vallée dans le fond de laquelle il est coupé, ce qui porterait à penser que la formation de certaines vallées du terrain porphyrique est postérieure aux éruptions quartzzeuses. Dans tout le voisinage de ce filon, et principalement autour de Saint-Prix, c'est le porphyre noir qui domine; il s'y trouve associé avec d'autres, bruns, jaunâtres et gris. A l'est du hameau de Chanson on a entrepris des recherches sur un filon de galène avec plomb arséniaté qui m'a paru assez riche. La gangue du minerai est le quartz avec barytine et spath fluor violet.

Depuis ce point, en marchant vers l'ouest, jusqu'à Onlay où le granite commence à paraître, on trouve toujours à peu près les mêmes variétés de porphyres mélangées entre elles, et dont les bois et les cultures empêchent d'observer les rapports. Le porphyre noir est très abondant aux environs d'Onlay, principalement au nord du village, où on le voit fréquemment passer au trapp.

Le mont Beuvray, la plus haute montagne du Morvan, sur le sommet de laquelle était l'antique Bibracte, comme j'essaierai de le prouver dans un travail spécial, est le centre d'un superbe massif porphyrique, où presque toutes les roches du terrain porphyrique se trouvent réunies; les porphyres noirs et les trapps y sont très abondants; mais malheureusement les cultures et les alluvions qui couvrent la surface des montagnes empêchent de reconnaître les relations des roches. Le granite s'élève du côté oriental sur les flancs du mont Beuvray jusqu'au tiers de la hauteur, et il est traversé par des filons d'eurite, de porphyre et de trapp. A la Roche-Millay, à une lieue au sud du mont Beuvray, on a cherché à exploiter un filon de fer hématite peu riche, gisant dans un eurite brun, associé avec des eurites gris et des trapps qui passent aux porphyres.

En allant de la Roche-Millay à Champ-Robert, célèbre par ses carrières de calcaire qui sont les seules de la contrée, on marche constamment sur les eurites, les trapps et les porphyres, parmi lesquels les porphyres noirs sont très abondants. On remarque beaucoup de têtes et de fragments de filons de quartz avec fer oligiste et sulfuré, et traces de galène. Sur tout le flanc sud du Mont-Serein, aux environs de Champ-Robert, les filons de quartz, qui sont très nombreux, offrent de belles géodes tapissées de cristaux plus ou moins limpides, de la galène, du fer sulfuré et du fer oligiste métalloïde. Au nord de Champ-Robert, on exploite un beau filon de fer oligiste, dans une gangue de quartz, au milieu d'un eurite passant au porphyre. Les carrières de pierres à chaux se trouvent dans le fond de la vallée, au sud du village et au pied nord du mont de la Vergère, formé par des eurites et des trapps. La roche exploitée est un calcaire lamellaire, blanc, enfoncé sous des marnes d'alluvion qui empêchent de saisir ses rapports avec les roches qui forment la montagne. On est obligé d'enlever la marne pour découvrir le calcaire, qui ne présente aucune apparence de stratification. Il se trouve traversé par un filon de fer oligiste dont nous avons vu enlever de fort beaux morceaux, et par des filons de trapp qui s'y sont ramifiés en veines extrêmement minces. Il contient encore des cristaux de galène et de fer sulfuré. C'est à la venue de ces filons dans le calcaire que l'on peut attribuer sa nature cristalline. Il me semble n'être qu'une masse appartenant au terrain schisteux, dont on ne voit cependant aucune trace dans le voisinage, dont l'état d'aggrégation aura été changé par l'éruption des roches plutoniques. Ce calcaire est exploité pour alimenter les fours à chaux de la Roche-Millay.

Dans toute la partie de cette région porphyrique qui borde à l'ouest la région granitique du centre, depuis Champ-Robert jusqu'au près de Cressy, sur la route d'Autun à Bourbon-Lancy, on retrouve toutes les roches du terrain porphyrique, dont quelques unes se montrent sous le granite, à Mezeray, à Magny (*fig. 8 et 9, pl. VI*), comme nous l'avons déjà dit plus haut.

Entre Cressy et Maltat, le long de la route de Bourbon, les trapps sont très bien développés. A la montagne Noire, ils ont une apparence de stratification bien marquée; un peu plus loin, ils passent au porphyre noir d'une manière évidente. Certains morceaux de cette roche ressemblent tellement au basalte, qu'on ne les en distingue, à la vue, que parce qu'ils ne présentent jamais de cristaux de pyroxène ni d'olivine. Les trapps sont ici associés avec des eurites gris passant également au porphyre. Au sud de cette masse trappéenne se développe le terrain schisteux, qui s'étend jusque sur les rives de la Loire, et dans lequel les eurites, les trapps et les porphyres forment de nombreux filons, comme nous le dirons en décrivant ce terrain. Les eurites et les trapps constituent, entre Maltat et Cressy, un grand nombre de petites buttes coniques.

Les eaux thermales de Bourbon-Lancy sortent d'un eurite gris et verdâtre qui forme, dans la cour de l'établissement, ce bel escarpement à pic au pied

duquel sourdent les sources. Ici, la masse euritique paraît avoir traversé le terrain schisteux qui forme le sol de Bourbon et des environs. De pareilles masses euritiques se montrent sur les flancs de la vallée, et çà et là dans les rues de la ville. Le bouillonnement que l'on remarque dans les puits est dû au dégagement d'une grande quantité de gaz que j'ai trouvé être composé d'azote avec une très petite quantité d'acide carbonique. Ce phénomène, qui a déjà été signalé dans plusieurs sources thermales, se produit à Bourbon sur une grande échelle, et mérite d'attirer l'attention des observateurs. Le peu de temps que je suis resté dans cette ville, ne m'a pas permis de faire des expériences précises pour déterminer exactement le rapport entre la quantité d'azote et celle d'acide carbonique.

En suivant la route de Bourbon à Geugnon, on marche sur les schistes jusqu'au village de Chalmoux, où se montrent les porphyres, au nord et au sud, gisant entre les terrains schisteux et granitiques. Au sud-est du hameau de Chiseuil, s'élève une montagne présentant deux sommets arrondis (*pl. VI, fig. 23*), qui a 2000 mètres de long sur 1000 à 1100 de large, allongée dans le sens du sud-est au nord-ouest, et dont la surface est percée d'un grand nombre de cavités plus ou moins considérables, et fort irrégulières, tapissées d'un grand nombre d'aspérités, et en tout semblables à celles que présentent les scories des hauts fourneaux et les courants de lave refroidis. A l'extrémité nord-est, où la roche est disposée en coulée, il existe une cavité de 20 mètres de long sur 5 à 6 de haut, qui paraît avoir été un peu agrandie par l'exploitation du fer hydraté que contient la roche, et que les paysans regardent comme la bouche du volcan. Toutes ces cavités sont tapissées d'oxyde de fer mamelonné, souvent irisé, qui forme aussi de belles stalactites. Toute la masse de cette montagne est formée par du quartz imprégné d'une grande quantité de fer oxydé; le plus ordinairement ce quartz est très scoriacé, et offre tout à fait l'aspect de certains trachytes. Dans cet état, il est toujours pénétré d'une grande quantité de fer, et la combinaison est assez solide pour donner d'excellentes pierres de taille dont on fait un grand usage dans le pays. Le quartz est plus rarement semi-vitreux, et alors il contient de grandes paillettes de mica argentin, et devient ainsi un hyalomictite tout à fait semblable à celui qui forme des filons dans le gneiss et dans le granite. Autant que l'on puisse en juger par l'inspection des cavités naturelles, des carrières ouvertes sur les flancs de la montagne, et d'une galerie que l'on a récemment poussée jusqu'au centre, le fer hydraté doit être en aussi grande quantité que le quartz. La variété la plus commune, et qui a été exploitée pour les forges de Beauchamp, est un fer hydraté cellulaire, ressemblant à une lave scoriacée. Cette variété forme de grandes masses sans mélange apparent de quartz; mais elle en contient toujours, et ne donne qu'un fer aigre. Le fer hématite mamelonné et en stalactites tapisse les fentes et les cavités. Il y a des morceaux irisés de toute beauté, dont on ne fait point de cas dans le pays.

Certains échantillons de la roche contiennent des cristaux d'hépatite blanc et jaunâtre.

Cette masse singulière est pour moi le résultat du même ordre de phénomènes que tous ces filons de quartz dont nous avons déjà si souvent parlé. Ici, l'éruption ferrugino-quartzreuse aurait eu lieu avec des circonstances assez analogues à celles qui ont accompagné les éruptions trachytiques. Cette éruption s'est produite entre le terrain granitique et le terrain schisteux, qui arrivent là en contact. M. Cockerill a récemment fait pousser jusqu'au centre de la montagne, dans le but de découvrir quelque richesse métallique, une galerie qui a démontré que la substance quartzo-ferrugineuse a passé à travers le granite, qu'elle a sensiblement altéré et rempli d'une infinité de petits cristaux de fer sulfuré. En décrivant le terrain schisteux, nous dirons qu'il existe dans le calcaire à Encrines de Diou des filons de fer manganésifère offrant une grande analogie avec la roche de Chiseuil. J'ai été conduit à la montagne de Chiseuil par l'abbé Landriot, à qui la géologie est redevable de la découverte de ce point remarquable. Après Chiseuil, on entre dans la région granitique du centre, où on ne trouve plus les porphyres et les roches trappéennes qu'en filons et en petites masses transversales.

On a pu voir, par ce qui précède, que les substances métalliques sont très communes dans le terrain porphyrique; c'est le gisement de tous les filons métallifères exploités entre le Rhône, la Saône et la Loire, depuis le pied du Mont-Pilat jusqu'à Semur en Auxois. Les mines de cuivre de Saint-Bel et de Chessy gisent dans les eurites et les porphyres, au contact du terrain schisteux. C'est dans les porphyres que le plomb est exploité à Chenelette et à Propières; il a le même gisement dans le Beaujolais. C'est aussi là que se trouve le fer oligiste à Champ-Robert et au Pourict, dans le Morvan. Le bel amas de manganèse de Romanèche, dans le Beaujolais, est accompagné de porphyre qui paraît l'avoir introduit dans le granite où on l'exploite, et tout le cône porphyrique de Rimont est pénétré de veines de manganèse. Les veines de galène qui se trouvent dans le gneiss, au Mont-d'Or de Lyon, et sur les flancs du Mont-Jeu, près Autun, y ont aussi été amenées par les porphyres. Enfin, les trapps sont souvent pénétrés de petites veines et de cristaux de fer sulfuré.

Le sol occupé par les deux régions porphyriques que nous venons de décrire est particulièrement caractérisé par la forme conique des montagnes et les dépressions coniques dont le sommet est en bas, qu'elles présentent sur leurs flancs. Ces caractères sont toujours fortement prononcés, surtout dans les hautes montagnes, et donnent la facilité de reconnaître les masses porphyriques d'une grande distance.

Les montagnes du terrain porphyrique se groupent encore par massifs, dont chacun présente une partie centrale à laquelle toutes les autres viennent se rattacher. Les divers caractères que nous avons reconnus dans les massifs granitiques

se retrouvent dans les massifs porphyriques. Les centres des principaux massifs du terrain porphyrique sont, pour la région du sud :

NOMS DES SOMMETS.	HAUTEUR	
	AU-DESSUS DE LA MER.	
Le mont., élevé de.	935	mètres.
La montagne au nord-ouest de Tarare.	817	
La montagne au nord-est de Tarare.	719	
La montagne au nord-est de Chamelet.	872	
La montagne au sud de Beaujeu.	697	
La montagne au-dessus d'Avenas.	894	
La montagne au nord-ouest de Vaurenard.	845	
La montagne entre Avenas et Monsol.	759	
La montagne de la Tour-Vayon, sur Chenelette.	957	
La montagne du bois de Courou.	973	
La montagne du bois d'Ajoux.	1012	
La montagne au nord-est de Ranchal.	881	
La montagne à l'ouest de Ranchal.	907	
Le Grand-Jean, près Cours.	691	
La montagne d'Azolette.	727	
La montagne au nord d'Azolette.	694	
La montagne de Dun-le-Roi.	»	
Saint-Cyr sur Montmelard.	776	

Et pour la région du nord :

Le Mont-Beuvray.	608	
La montagne de Chatillon	»	
La montagne de Gravelle.	»	
La montagne au sud d'Arleuf.	»	
La montagne au nord de Roussillon.	»	
La montagne au sud de Roussillon, etc., etc.	»	

Tous ces massifs, comme ceux du terrain granitique, semblent exister indépendamment les uns des autres, et quand deux ramifications de massifs différents viennent à se rencontrer, il y a encore un col, un abaissement prononcé dans la crête.

Le tableau précédent montre que les porphyres s'élèvent jusqu'à 1012 mètres au-dessus de la mer, 251 mètres de plus que le plus haut sommet granitique. D'un autre côté, ils descendent jusqu'à 200 mètres dans le fond des vallées de la Brevenne et de l'Azergues; il en résulte que l'épaisseur de la masse porphyrique doit être extrêmement considérable; mais comme cette masse n'est point stratifiée, et qu'on ne voit rien au-dessous, il est impossible de calculer son épaisseur, même approximativement. Cette grande différence de niveau entre les diverses parties du terrain porphyrique, annonce qu'il a éprouvé de grandes perturbations, soit pendant, soit après sa formation.

Dans tout le sol occupé par le terrain porphyrique, les sources sont abondantes et les eaux d'une excellente qualité; on y remarque quelques sources minérales : nous avons dit que les eaux thermales de Bourbon-Lancy sortent des eurites.

La décomposition des roches porphyriques et trappéennes donne naissance à un terreau argileux, très favorable à la végétation, qui couvre presque toutes les pentes des montagnes, et nuit beaucoup aux observations géognostiques.

Cette vigoureuse végétation des régions porphyriques contraste fort agréablement avec l'aridité des régions granitiques.

La galène est exploitée dans le Beaujolais pour vernir les poteries. Les filons de fer oligiste et hydraté sont exploités dans plusieurs parties du Morvan. Enfin, l'oxyde de manganèse de Romanèche fournit, depuis bien longtemps, une grande partie de celui que l'on emploie en France. Dans toutes les contrées où les roches trappéennes et porphyriques forment la surface du sol, elles sont exploitées pour réparer les routes et pour les constructions. Dans le Beaujolais et le Morvan, on les taille assez bien à grands coups de marteau, et les différentes variétés, dispersées dans les murs des maisons et de clôture, offrent un fort joli aspect. Sur les routes, les porphyres et les eurites sont d'un assez bon usage.

Le quartz ferrugineux de Chiseuil est exploité dans plusieurs carrières ouvertes sur les flancs de la montagne : on en tire du moellon et de la pierre de taille, avec lesquels sont bâtis tous les édifices et les maisons des environs. On a cherché à tirer parti de la mine de fer, mais elle n'a jamais donné qu'un métal de mauvaise qualité.

§ IV.

Terrain basaltique.

Dans le pays que nous décrivons, non plus qu'ailleurs, les basaltes n'ont certainement pas succédé immédiatement aux roches trappéennes (trapps, eurites et diorites compactes), que nous savons être plus récentes que toutes celles qui entrent dans la composition du terrain porphyrique; mais, comme nous n'avons point reconnu d'autres roches paraissant lier celles-ci avec les basaltes, qui sont beaucoup plus récents, nous sommes obligé de les décrire immédiatement après.

Le basalte, bien que peu développé entre la Saône et la Loire, s'y montre cependant sur plusieurs points. M. Cordier a vu, il y a plus de dix ans, près de Château-Neuf en Brionnais, deux lambeaux basaltiques prismés, qui gisaient à la surface d'un plateau granitique; mais les cultures empêchaient de pouvoir reconnaître les rapports avec les autres roches. J'ai inutilement cherché ces basaltes, qui auront probablement été détruits par les travaux des hommes

depuis le passage de M. Cordier. Plus à l'ouest, entre Mailly et Fleurie, et au nord-ouest, à Launay, près Sainte-Foix, l'abbé Raquin a découvert deux pointes basaltiques, qui semblent sortir du terrain oolitique au milieu duquel elles gisent. Ces deux masses qui ne sont point prismées, présentent une spilite très semblable à celle du Kaiser-Stul.

Le basalte ne se montre plus ensuite que sur un seul point, à quinze lieues plus au nord, près de Couches, au hameau de Drevin; ici, le basalte forme au milieu d'un plateau occupé par le lias, deux petits cônes que l'on aperçoit de fort loin, élevés de 30 mètres au-dessus du sol du plateau, et de 497 mètres au-dessus de la mer. Ces deux cônes sont composés d'un basalte noir, compacte, avec cristaux d'olivine, d'arragonite, de mésotype et d'augite. Il n'offre point la structure prismatique; mais il est coupé de fissures qui le divisent en polyèdres irréguliers. On n'aperçoit sur les cônes, ni aux environs, aucune partie scoriacée ni conglomérats; mais on y trouve quelques fragments de quartz calcédonieux noircis, et de calcaire à entroques qui est un peu altéré. Les couches du lias se relèvent, en général, vers les cônes basaltiques; bien que l'on trouve quelques exceptions à cette règle, principalement dans le village, où l'on voit des couches qui plongent vers les basaltes. La roche basaltique s'étend dans un rayon de 200 à 300 mètres à partir du sommet de chaque cône. Dans plusieurs directions, on rencontre sur le plateau, à une assez grande distance, de nombreux fragments de basalte, qui m'ont fait présumer qu'il entre en filon dans le lias; et effectivement, M. Canat fils, médecin à Chalon, qui est allé au Drevin depuis moi, m'a dit avoir vu, dans la berge d'un chemin, un filon de basalte dans le calcaire à Gryphées arquées.

Le basalte de Drevin n'est employé à aucun usage par les habitants du pays.

Dans le Beaujolais et le Morvan, les trapps, les diorites, et même les porphyres noirs, ont souvent été pris pour des basaltes, par des personnes, il est vrai, peu versées dans les études géologiques. Il faut cependant convenir que certaines variétés de trapp ressemblent tellement au basalte que l'on pourrait s'y méprendre; mais quand on observe ces roches sur une certaine étendue, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles diffèrent essentiellement des basaltes: elles passent au porphyre noir et aux eurites; elles ne sont jamais régulièrement prismatiques, elles ne contiennent ni augite, ni olivine, comme les véritables basaltes, et, enfin, elles ne se montrent jamais en filons ni en masses transversales dans des terrains plus récents que le terrain houiller; tandis que les basaltes pénètrent jusque dans le terrain diluvien.

Telles sont les roches d'origine véritablement ignée que j'ai reconnues dans la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône. Il nous reste encore à parler d'une roche fort singulière, du quartz, qui paraît être venu de l'intérieur de la terre, quelquefois à la manière des roches plutoniques. Mais comme nous avons encore à décrire plusieurs terrains dans lesquels le

quartz forme des cônes et des filons, nous renvoyons son histoire après la description de ces terrains.

Dans ce qui précède, je n'ai point établi de distinction d'époque, de terrain, entre les roches porphyriques proprement dites et les roches trappéennes ou homogènes (eurites, diorites et trapps); ces roches sont tellement mélangées les unes avec les autres, qu'il est réellement fort difficile d'en établir. Une étude minutieuse et prolongée amènerait probablement à fixer des limites entre elles; mais une tâche si difficile ne peut être entreprise que par les personnes qui résident sur les lieux.

TERRAINS NEPTUNIENS OU STRATIFIÉS.

§ V.

Terrain primitif.

Le terrain primitif est composé de gneiss, de micaschistes et de talcschistes, plus ou moins régulièrement stratifiés, se trouvant presque toujours associés dans la même contrée, intimement liés entre eux, et qui se succèdent en se superposant dans l'ordre où ils viennent d'être énumérés. Nous donnons le nom de terrain primitif à la réunion de ces trois groupes, parce qu'ils se trouvent constamment inférieurs à tous les autres terrains stratifiés; que toutes les roches plutoniques, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus nouvelles, les pénètrent en filons ou en masses transversales; qu'aucune des roches qui entrent dans leur composition ne se montre de cette manière dans les autres terrains, soit inférieurs, soit supérieurs; enfin, qu'on n'y a encore cité aucun conglomérat d'autres roches ni aucune trace de restes organiques. Les schistes talqueux, dans lesquels on a découvert des débris organiques, végétaux ou animaux, n'appartiennent point au terrain primitif; ce sont des roches modifiées de terrains plus récents.

La structure schistoïde des roches du terrain primitif annonce que l'eau a dû avoir une certaine influence dans leur formation; mais, d'un autre côté, la cristallinité de ces mêmes roches, l'analogie de composition du gneiss avec les granites, qui sont évidemment d'origine ignée, montrent qu'elles ne sont pas purement d'origine neptunienne; elles portent tout à fait le caractère de croûtes qui se seraient formées à la surface d'un corps en fusion, sur lequel des masses d'eau se précipitaient par intervalles, ce qui est parfaitement en rapport avec l'hypothèse généralement admise sur l'état primitif du globe.

Les régions granitiques du sud et du centre sont accompagnées chacune d'une région de terrain primitif, où le gneiss domine. Dans celle du nord, le gneiss ne se montre que par petits lambeaux isolés. Le terrain primitif est beaucoup mieux développé et plus étendu au sud qu'au nord. Depuis le pied du mont Pilat jusqu'à la vallée de la Brévenne, il occupe une grande région que nous nommerons

région méridionale, coupée en deux par le bassin houiller du Gier; mais les micaschistes, et même les gneiss qui paraissent sur les flancs de ce bassin, et ceux que l'on a rencontrés dans certaines exploitations de houille, prouvent que toute la formation houillère repose sur le terrain primitif qui, bien que caché, n'est réellement pas interrompu dans ce point. Cette région occupe un espace de plus 1500 kilomètres carrés, tandis que celle du nord, qui se compose de lambeaux dispersés sur les flancs des montagnes granitiques, n'occupe qu'un espace de 100 kilomètres carrés au plus. Nous allons décrire chacune de ces régions.

Région méridionale. En gravissant les ravins qui découpent l'escarpement de la rive droite du Rhône, depuis Saint-Michel jusqu'à Ampuis, et principalement en suivant les routes de Condrieux à Rive-de-Gier et de Condrieux à Givors, on voit très distinctement le granite passer insensiblement, par une diminution de grains, au leptinite, et celui-ci au gneiss, qui occupe sur le plateau la plus grande partie de la surface des communes de Condrieux, Longes, les Hayes et Tupins-Semons; il s'étend au sud jusqu'au delà du mont Pilat, et au nord et à l'ouest jusque sur les flancs de la vallée du Gier, où il passe insensiblement à un micaschiste parfaitement caractérisé, qui passe lui-même au phyllade. Sur quelques points, les veines et les filons de quartz, si nombreux dans le granite, pénètrent dans le gneiss, et vont se perdre dans le micaschiste. Il m'a souvent paru évident que ce sont eux qui ont fourni le quartz au micaschiste, par les veines déliées que quelques uns poussent dans cette roche, et qui s'y perdent insensiblement; leur quartz étant de même nature que celui mélangé avec le mica. Le quartz est ordinairement blanc; les gens du pays le nomment *chien blanc* à cause de sa dureté. Il est généralement très peu métallifère; je n'y ai remarqué que quelques traces d'oxyde de fer. Le leptinite et le granite poussent des filons dans le gneiss, près le hameau de Champagnes. Sur la limite entre les communes des Hayes et de Condrieux, j'ai vu un filon de leptinite pénétrer dans le gneiss, comme le montre la *figure 4, pl. VII*. On voit par cette figure que le leptinite s'est épanché sur le gneiss après l'avoir traversé.

Sur la rive gauche du Gier, le gneiss occupe tout l'espace compris entre la vallée du Gier, celle de la Brévenne et le pied du versant de la vallée de la Loire. Sur la rive gauche du Rhône, il forme aussi des collines qui bordent ce fleuve depuis Serefin-sur-Ozon jusqu'à Vienne. La roche dominante dans cette contrée est un gneiss très feldspathique, dont les Romains ont fait un grand usage dans la construction de ce fameux aqueduc dont il subsiste encore de si beaux restes entre le mont Pilat et Lyon, et principalement à Chaponost. Cette roche présente peu de variations; seulement sur plusieurs points, aux environs de Brignais, de Montagny, de Marnant, etc., il perd son mica et sa structure feuilletée, et passe au leptinite. Presque partout, la stratification du gneiss est évidente, quoiqu'elle offre beaucoup de plis et de contournements, et ses strates suivent assez généralement les pentes des montagnes qu'il constitue. Dans

les localités précédentes, le gneiss renferme des filons d'eurite, de porphyre et de granite.

En allant de Rive-de-Gier à Saint-Symphorien, à travers les montagnes de gneiss qui atteignent jusqu'à 950 mètres au-dessus du niveau de la mer, on voit souvent cette roche passer au leptinite. Beaucoup de sommets de montagnes, dont le gneiss constitue les flancs, sont même composés d'un granite à petits grains qui se lie au gneiss par un leptinite. Sur les crêtes qui forment la séparation des eaux entre le Rhône et la Loire, le sommet de plusieurs montagnes offre un granite rose à grands cristaux de feldspath qui passe au leptinite sur quelques points. Ce granite est surtout commun entre Laubepin, Chatellux et Saint-Christol. Il est souvent évident qu'il a percé le gneiss en s'élevant. Entre Chatellux et Saint-Symphorien, plusieurs grosses masses d'un granite à petits grains traversent le gneiss; quelques unes de ces masses sont exploitées pour réparer la route. Entre la vallée de la Coize et celle de la Brévenne, le gneiss passe toujours çà et là au leptinite; mais au pied des montagnes, dans le lit des ruisseaux, on voit souvent cette dernière roche et un granite à petits grains percer le gneiss, comme s'ils étaient sortis par dessous. Les filons de quartz sont toujours très nombreux; ils contiennent fréquemment des cristaux de tourmaline et du mica en grandes lames, ce qui forme un hyalomicté qui ne se présente jamais qu'en filons dans toute la contrée.

Sur tout le pourtour du bassin houiller de Sainte-Foy-l'Argentière, on peut voir le gneiss passer insensiblement au micaschiste; celui-ci au schiste talqueux et même au phyllade sur lequel repose le terrain houiller. A l'Argentière, le gneiss contient des filons de galène argentifère jadis exploités, mais qui sont abandonnés depuis fort longtemps.

Toute la rive droite de la Brévenne est dominée par de hautes montagnes de gneiss, dont les sommets atteignent jusqu'à 920 mètres d'élévation absolue. Ces montagnes s'abaissent à mesure que l'on avance vers le nord; et sur les bords de l'Azergues, qui forme une partie de la limite septentrionale du terrain primitif, le gneiss ne constitue plus que des collines aplaties, élevées de 300 mètres au-dessus de la mer, et dont les dernières pentes sont occupées par des micaschistes et des talcschistes, qui disparaissent bientôt sous le terrain diluvien. Si des mines de cuivre de Saint-Bel on marche vers l'est, en gravissant la pente des montagnes couvertes de forêts, on verra les talcschistes passer insensiblement au gneiss qui forme toute la masse de ces montagnes. Sur les pentes, on remarquera de nombreux filons de quartz et d'eurite qui traversent en même temps le gneiss et les schistes: les filons de leptinite et de granite se montrent dans le gneiss seulement.

En se dirigeant vers le Mont-d'Or, qui s'élève majestueusement sur les rives de la Saône, au nord de Lyon, à 588 mètres au-dessus du niveau de la mer, on marche sur le gneiss jusqu'au pied de cette belle montagne, dont il forme la base;

on y remarque toujours les mêmes roches en filons et en masses transversales. A Dardilly, près de Limonet, on exploite une belle masse de lias qui recouvre le gneiss, mais dont elle est néanmoins séparée par une assise de conglomérats rougeâtres, contenant des fragments du gneiss inférieur; aucun des filons qui traversent le gneiss ne pénètre dans ces conglomérats.

Le Mont-d'Or. Cette masse imposante qui borne au sud la belle plaine que traverse la Saône, en s'élevant à 424 mètres au-dessus de ses eaux, présente, du côté de l'ouest, un escarpement de 170 mètres de hauteur, dont le gneiss constitue la moitié inférieure. En suivant cet escarpement dans toute sa longueur, on remarque de gros filons de granite, presque verticaux, qui s'élèvent au milieu du gneiss (*fig. 24, pl. VI*) (1); des filons d'eurite et de porphyre pénètrent également dans le granite et dans le gneiss; sur ce dernier, repose immédiatement une assise de 20 mètres de puissance au moins de conglomérats rouges, semblables à ceux dont nous avons parlé plus haut, dont les couches plongent de 12° à 15° vers le sud-est. Ces conglomérats contiennent encore des fragments du gneiss et du granite inférieurs, et les filons d'eurite et de porphyre n'y pénètrent jamais, preuve que leur éruption est antérieure à la formation des conglomérats. Sur cette assise arénacée, et en stratification concordante, repose immédiatement le lias, caractérisé par tous ses fossiles dans un très bel état de conservation, et dans lequel sont ouvertes de magnifiques carrières, qui fournissent à Lyon une grande quantité de pierre à bâtir. Le lias supporte à son tour le terrain oolitique, formant le plus haut sommet de la montagne, qui atteint 588 mètres de hauteur absolue, d'où, en s'inclinant ensuite vers le sud-est, il redescend jusque sur les rives de la Saône à 170 mètres seulement. Au nord de la montagne, près de Chasselay, le gneiss renferme des filons de galène argentifère, jadis exploités, dont la gangue est formée de quartz, de baryte sulfatée et de spath fluor.

Des pentes du Mont-d'Or, le gneiss s'étend vers le sud, jusqu'à l'entrée de la ville de Lyon, et dans cet espace on le voit encore traversé par des filons et de grosses masses de granite, qui semblent quelquefois former des strates alternant régulièrement avec ceux du gneiss.

Dans la région méridionale, les montagnes de gneiss, dont quelques unes atteignent 950 mètres de hauteur absolue, présentent des formes beaucoup moins régulières que celles de granite; on y remarque des bosselures qui leur sont particulières; elles affectent fréquemment des formes coniques surbaissées qui diffèrent très sensiblement de celles des porphyres; les dépressions des flancs sont rarement coniques et jamais aussi régulières que dans le terrain porphyrique. Ces montagnes se groupent encore par massifs, ayant chacun une

(1) Cette coupe est extraite d'un petit ouvrage de M. Leymerie, intitulé : *Notice familière sur le Mont-d'Or.*

partie centrale à laquelle toutes les autres se rattachent. Les principaux centres de ces massifs sont :

NOMS DES SOMMETS.	HAUTEUR AU-DESSUS DE LA MER.
Montagne de Saint-Christol.	867 mètres.
Montagne au nord-est de Saint-Romain.	950
Montagne au nord de Duerne.	924
Montagne de Duerne.	824
Montagne au nord d'Izeron.	920
Le Pinay, au sud d'Izeron.	748
Saint-Vincent d'Agny, au nord de Marnant.	581
La masse boisée à l'est de Saint-Bel.	»

Ce tableau montre que dans la région méridionale, le gneiss s'élève jusqu'à 950 mètres de hauteur absolue; d'un autre côté, il descend au-dessous de 200 mètres dans les vallées de l'Izeron et du Garon; ainsi la puissance de sa masse doit être très considérable, et il a dû éprouver de grands bouleversements pendant et depuis sa consolidation. Dans toute cette région, les sources sont abondantes et les eaux d'une excellente qualité.

Région septentrionale. Dans toute cette partie de la chaîne, le terrain primitif n'a pas pris un aussi grand développement que dans l'autre; il ne se montre guère que sur les flancs, et au pied de quelques montagnes granitiques; il forme rarement de petites montagnes et des collines très déprimées et arrondies.

En marchant du sud au nord, les premiers points où l'on rencontre le terrain primitif sont situés sur le côté oriental du canal du centre, entre Ciry-le-Noble et Baron; là le gneiss constitue de petites collines qui sont quelquefois recouvertes d'arkoses. Il reparaît ensuite à Saint-Romain, Gourdon, Marigny, sur le flanc occidental du mont Saint-Vincent, d'où il se prolonge sur le versant oriental de la vallée du canal du centre, jusqu'au delà de Saint-Berain-sur-Dheune. Dans cette contrée, le gneiss est généralement très micacé; le mica brun donne sa couleur à la roche; aux environs de Saint-Romain et de Gourdon, il passe au micaschiste, qui disparaît bientôt sous les arkoses. On y remarque des masses transversales de granite à petits grains, de leptinite, et de nombreux filons de quartz blanc semi-vitreux, qui prennent du mica dans quelques unes de leurs parties, et passent à l'hyalomictite; près du hameau de Montbretenge, ces filons de quartz renferment de beaux cristaux de titane rutile.

En suivant la route de Montchanain à Saint-Dezert, on peut parfaitement étudier la liaison du gneiss avec le granite, formant le flanc oriental de la chaîne; on voit qu'elle se fait par des leptinites et des granites à petits grains, qui se montrent souvent en filons, et en grosses masses transversales dans le gneiss. Dans toute cette contrée, le gneiss est tantôt plus micacé, tantôt plus feldspathique; sa stratification, quoique très tourmentée, n'en est pas moins évidente.

Sur quelques points, on le voit passer au micaschiste, qui ne prend jamais une certaine importance. Autour de Villeneuve-en-Montagne, il est coupé par un grand nombre de filons d'eurite, de porphyre, de leptinite, de granite et de quartz. Après une pluie, on voit dans les rues du village un grand nombre de tous ces filons qui se croisent souvent d'une manière très bizarre. A la hauteur de Saint-Berain, sur le flanc occidental du Montabon, qui est le centre d'un massif granitique, le gneiss très micacé passe au micaschiste parfaitement caractérisé, mais qui disparaît bientôt sous les arkoses. Plus à l'ouest, au nord du Mont-Cénis, sur les deux flancs de la vallée du Mesvrin, d'où il s'étend ensuite au nord, sur le versant oriental de celle de l'Arroux jusqu'au delà d'Autun, le gneiss gît au pied des montagnes granitiques et s'élève jusqu'à une certaine hauteur sur les flancs; il est toujours assez bien stratifié, tantôt micacé, tantôt feldspathique; il se lie au granite par des leptinites et des granites à petits grains. A Marmagne, Saint-Symphorien, Braie, Charmasse, Brian et sur tous les flancs du Montjeu, le gneiss est percé par de nombreux filons de quartz passant souvent à l'hyalomicté. Des masses transversales et de nombreux filons de pegmatite y ont apporté des tourmalines et des émeraudes; ces dernières sont surtout très nombreuses aux environs de Marmagne et de Saint-Symphorien, où on les trouve souvent dans les morceaux de roche employés à charger les routes. C'est dans le gneiss de cette même localité que gît le célèbre filon d'uranite, qui se trouve maintenant presque épuisé. Suivant M. Desplaces de Charmasse, il existe dans le gneiss, à Martigny, une masse de serpentine accompagnée d'asbeste, de talc et de fer oxydulé. Les eurites, les porphyres et les diorites, se montrent aussi en filons dans le gneiss. A Riveaux, près Autun, des filons d'eurite contiennent de la galène argentifère qui a été anciennement exploitée. Les porphyres granitoïdes et le granite lui-même poussent de nombreuses ramifications dans le gneiss, entre Autun et la vallée du Mesvrin.

Sur la route de Marmagne à Autun, à l'endroit même où le sentier rejoint la route, dans la berge du chemin et dans le fossé, on voit une masse de granite traverser le gneiss, en y poussant des ramifications très déliées, comme le montre la *fig. 25, pl. VI*. En montant la route pour se rendre au lieu dit le Haut de Marmagne, les berges présentent beaucoup de filons de granite, de porphyre et de diorite, qui traversent le gneiss. Si, au lieu de suivre la route, on monte par le sentier, on traversera de nombreux ravins très profonds qui mettent parfaitement à découvert un grand nombre de filons d'eurite, de diorite, de porphyre, de pegmatite et de granite, traversant le gneiss. Dans les salbandes et sur le mur, cette roche est souvent plissée (*fig. 26*) et altérée; le mica est remplacé par une matière verte stéatiteuse; le feldspath prend aussi une couleur verdâtre. A l'endroit nommé le Haut de Marmagne, le gneiss recouvre le pied d'une colline de granite, et ce granite pousse une grosse ramification dans le gneiss (*fig. 27, pl. VI*). A Montromble, où le gneiss flanque encore les monta-

gnes granitiques, on voit plusieurs filons de granite le traverser (*fig. 28, pl. VI*); les alluvions qui couvrent le sol empêchent que l'on puisse suivre ces filons jusqu'à la masse d'où ils procèdent, mais le granite qui les forme est bien identique avec celui de la montagne au pied de laquelle gît le gneiss; nous avons même vu là un fragment de gneiss de 0^m,50 de long, et de 0^m,4 de large, empâté dans un filon de granite. Plusieurs autres faits du même genre ont été observés par la Société Géologique aux environs d'Autun. Près de Couard, célèbre par les restes d'une pyramide romaine, sur la route de Mont-Cénis, une exploitation a mis à découvert la stratification du gneiss dans l'endroit où les couches paraissent le mieux réglées (*fig. 29, pl. VI*); mais elles présentent encore beaucoup d'irrégularités. Le gneiss se montre encore, au pied des montagnes granitiques, sur tout le bord méridional et une partie du bord oriental du bassin houiller de l'Arroux, sous les conglomérats duquel il disparaît bientôt. En suivant la route de Beaune, après avoir traversé le bassin houiller, le gneiss paraît dans les pentes roides qui sont avant Nolay, et bientôt après, on tombe sur le terrain jurassique.

Dans toute cette région, le gneiss ne constitue point de montagnes, mais seulement de petites collines déprimées, qui gisent au pied des masses granitiques. Ces collines s'élèvent jusqu'à 470 mètres au-dessus du niveau de la mer; elles font partie des massifs granitiques sur les flancs desquels elles se trouvent.

Dans la région granitique du nord, le gneiss paraît à peine sur quelques points le long des flancs de la vallée du Serain, près le hameau de la Charmée; sur ceux de la vallée du Cousin, depuis Presle jusqu'à son origine, et sur les rives du ruisseau de Trenquelin. Ici le granite passe au leptinite, qui passe lui-même çà et là au gneiss; mais nulle part cette dernière roche n'acquiert une certaine importance. Dans tout le terrain primitif, les sources sont abondantes, et les eaux d'une excellente qualité.

Par sa décomposition, le gneiss donne naissance à une couche argilo-sableuse, contenant beaucoup de paillettes de mica, qui est peu favorable à la végétation. Sur les talcschistes, la terre végétale est plus grasse : c'est une masse argileuse assez puissante sur laquelle les bois, la vigne, et les céréales croissent parfaitement. Les substances métalliques que nous avons citées dans le gneiss ne sont exploitées nulle part, et je doute que dans les endroits où elles l'ont été, cette exploitation ait jamais donné de grands produits; l'urane de Saint-Symphorien a été abandonné aux paysans, qui en ont plus perdu qu'ils n'en ont extrait. Il paraît que les émeraudes des environs d'Autun ne sont pas assez belles pour mériter d'être recherchées.

Le gneiss étant une pierre très facile à exploiter, est employé pour les constructions et pour charger les routes dans tous les pays où il forme la surface du sol. Les Romains en ont fait un grand usage dans tous leurs édifices, toutes les

fois qu'il s'est trouvé à leur portée. C'est, comme nous l'avons déjà dit, avec le gneiss qu'a été en grande partie construit ce magnifique aqueduc qui amenait à Lyon les eaux du Mont-Pilat; à Autun, l'antique enceinte de la ville, les restes des temples, des théâtres, et des maisons particulières, sont presque tous construits avec le gneiss, qui a mieux résisté à l'action destructive des agents extérieurs qu'on n'aurait dû l'espérer d'après sa nature minéralogique.

§ VI.

Terrain schisteux.

Je désigne ainsi tout le terrain de transition des anciens géologues, toute cette masse schisteuse mélangée de quartz et de roches arénacées (grauwacke), avec calcaires subordonnés, et coupée par des filons de toutes les roches plutoniques, comprise entre les talcschistes du terrain primitif et le vieux grès rouge du terrain carbonifère, masse dans laquelle les Anglais distinguent deux grands systèmes, *cambrien* et *silurien* . A moins que nos talcschistes ne représentent le système cambrien, nous n'avons que le système silurien dans le pays que nous décrivons.

Entre le Rhône, la Saône et la Loire, le terrain schisteux occupe deux grandes régions, l'une méridionale, qui est assez bien développée sur le versant occidental de la chaîne entre la route de Roanne à Thizy, et celle de Tarare à Roanne; et l'autre, septentrionale, qui occupe tout le sommet de l'angle formé par l'Arroux et la Loire, jusqu'à la hauteur du bois de Vèvres, d'un côté, et de Bourbon-Lancy, de l'autre. Nous allons décrire chacune de ces régions.

Région méridionale. En parlant du terrain porphyrique, nous avons déjà dit que le terrain schisteux gisait sur les flancs des montagnes de porphyres, aux environs de Tarare, dans les vallées de l'Azergues, du Nizeron, et dans plusieurs autres du versant oriental de la chaîne; et sur le versant occidental, dans celles du Rahin et de la Trambouze. Dans toutes ces localités, la roche dominante est un phyllade gris, plus ou moins foncé et verdâtre, généralement si friable que l'on ne peut point en tirer d'ardoises, résultat dû aux éruptions porphyriques qui ont détruit en grande partie le terrain, et notablement altéré la plupart des roches.

Sur les bords du Rahin, des couches de calcaire noir à Encrines se trouvent subordonnées dans les schistes, et paraissent aussi avoir subi l'influence de la venue des roches plutoniques. Comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, quelles que soient les altérations que ces deux espèces de roches aient éprouvées, elles sont toujours reconnaissables.

Dans la vallée de la Trambouze, aux environs de Regny, Saint-Victor et Thizy, les schistes, avec calcaires à Encrines subordonnés, ont pris un développement assez considérable, et forment ensuite toute la surface du sol jusque sur les bords de la Loire, où ils disparaissent sous le terrain de transport.

Sur les flancs de la montagne de Thizy, le long du sentier qui conduit de l'église au bourg de Thizy, le calcaire noir est exploité dans une belle carrière qui met parfaitement en évidence sa stratification et l'inclinaison des strates qui suit la pente de la montagne. Ce même calcaire est encore exploité sur une colline au sud de Thizy. Dans tous les environs de ce bourg, le fond et les flancs des vallées sont formés par le terrain schisteux avec ses calcaires à Encrines, traversé par des filons de porphyre et d'eurite.

En suivant la route de Roanne, à l'endroit nommé la Roche, on voit dans la berge les schistes avec calcaire traversés par un beau filon de porphyre, provenant d'une masse qui domine la route au nord (*fig. 15, pl. VI*). Ici le schiste est trituré, durci, rendu friable, jauni au contact du porphyre, mais nullement changé en une autre roche; le porphyre ne pénètre pas dans le calcaire; les schistes avec calcaire continuent ensuite à former les deux berges de la route tout nouvellement taillées. De temps à autre, on les voit percés par des veines et filons de porphyre et d'eurite. Au-dessus de la ferme des Rivières, deux filons de porphyre offrent la singulière disposition représentée par les *figures 16 et 17, pl. VI*. On ne remarque encore là que les altérations précédemment signalées. A 100 mètres plus à l'ouest, le calcaire à Encrines, formant la berge de la route, est traversé par un filon de porphyre granitoïde jaunâtre (*fig. 18*). Exploité pour charger la route, le porphyre paraît n'avoir fait éprouver ici aucune altération au calcaire. Après avoir dépassé ce point, on ne tarde pas à trouver dans le terrain schisteux des poudingues, contenant une grande quantité de cailloux roulés qui proviennent presque tous des quartz et des quartzites. Près la ferme de Pras, au circuit de la route, ces poudingues, qui ont pris là un grand développement, sont percés par des filons d'un porphyre rouge identique avec celui des environs de Thizy, et d'un eurite terreux blanchâtre. Jusqu'à Montagny, les poudingues, toujours percés par des filons d'eurite et de porphyre, sont très bien développés; leur ciment présente une grande quantité de vacuoles qui me paraissent être le résultat de l'action des roches plutoniques, et qui donnent souvent à la roche une apparence scoriacée tout à fait semblable à celle des masses d'épanchement. Entre Montagny et Perreux, les schistes et les poudingues sont associés. Une demi-heure avant d'arriver à ce dernier bourg, le terrain schisteux s'enfonce sous un puissant dépôt d'alluvion presque entièrement formé de cailloux provenant des poudingues de ce même terrain. Ce dépôt de cailloux s'étend entre la Trambouze et le Trambouzan, jusque sur les rives de la Loire.

Le terrain schisteux constitue de petites montagnes et des collines aplaties qui s'élèvent jusqu'à 580 mètres au-dessus du niveau de la mer, et dans le fond des vallées, il descend au-dessous de 340 mètres. Quelques unes des vallées sont très étroites, et présentent beaucoup de sinuosités.

Je n'ai trouvé d'autres restes organiques dans les diverses roches du terrain schisteux que les Encrinites des calcaires, dont l'espèce est indéterminable.

M. Jourdan m'a fait voir au musée de Lyon des *Productus*, des *Spirifers*, des *Evomphales* et des *Encrinites*, qu'il m'a dit avoir recueillis dans les calcaires noirs de Regny et des environs de Thizy. M. de Verneuil, qui a vu aussi les mêmes fossiles, dit que ce sont des espèces du calcaire carbonifère. Existerait-il là quelques lambeaux de ce calcaire, superposés aux schistes ou même liés avec eux ? C'est ce que j'ignore ; mais bien certainement, la masse schisteuse que je viens de décrire n'appartient point au terrain carbonifère : elle fait partie du système silurien des Anglais.

Les sources sont assez nombreuses dans la région méridionale du terrain schisteux ; la terre végétale est formée par une épaisse couche argileuse très favorable à la végétation. Sur les bords de la Loire, cette couche est couverte de fort belles vignes, et le fond des vallées offre d'excellentes prairies.

Région septentrionale. Le sommet de l'angle formé par la rencontre de l'Arroux avec la Loire, est occupé par des schistes rouges psammitiques, passant quelquefois à un psammite dur et solide exploité, dont je n'ai pas bien pu saisir les rapports avec les schistes grisâtres de la même localité. Mais ayant retrouvé dans le département de l'Allier, entre la Loire et la Bèbre, les mêmes schistes rouges qui succèdent aux schistes et s'enfoncent sous le terrain houiller, je crois devoir les ranger dans le terrain carbonifère (vieux grès rouge).

En allant de la Motte-Saint-Jean à Bourbon-Lancy, de la Motte-Saint-Jean à Gilly-sur-Loire, etc., on voit aux schistes rouges succéder des schistes gris-bleuâtres, sans pouvoir bien saisir les rapports qui existent entre les deux espèces de roches. Sur toute la rive droite de la Loire, les strates schisteuses sont très inclinées ; ils renferment des bancs subordonnés d'un calcaire gris-noirâtre, dans lequel je n'ai point remarqué de restes organiques non plus que dans les schistes. Ici, les filons de porphyre, de trapp, d'eurite et même de granite à petits grains, sont fort nombreux dans les schistes. Dans un chemin au nord-est de Gilly, on remarque une pointe de porphyre, ayant soulevé les schistes, comme le montre la *figure 12, pl. VII*. Après Creux, vient une bande de calcaire gris-bleuâtre, sans mélange de schistes, qui paraît superposée au terrain schisteux, et que nous rangeons dans le terrain carbonifère.

En allant de Gilly à Bourbon-Lancy, on marche sur le terrain schisteux jusqu'à Saint-Aubin. Ce terrain est percé par de nombreux filons et veines d'eurites, de trapps et de porphyres ; on y remarque surtout des filons d'un porphyre rougeâtre souvent terreux, que nous verrons percer le calcaire carbonifère aux environs de Diou. Au moulin de Chambon, des masses arénacées rougeâtres, plus ou moins argileuses, et semblables à celles de la Motte-Saint-Jean, paraissent recouvrir les schistes. Après Saint-Aubin, les schistes disparaissent sous le terrain d'alluvion, qui s'étend jusqu'auprès de Bourbon ; mais ils se montrent de nouveau autour de cette ville, coupés par des masses et des filons d'eurite et de porphyre, nombreux sur les flancs et dans le fond des vallées.

Le terrain schisteux, avec couches de conglomérats et même de poudingues analogues à ceux de la région méridionale, s'étend au nord de Bourbon jusqu'à la hauteur de Maltat, où il va s'appuyer sur le terrain porphyrique qui pousse de nombreuses ramifications au milieu des schistes. En allant de Maltat à Chalmoux, le terrain schisteux paraît par lambeaux sur les flancs des montagnes porphyriques, percé par des filons d'eurites et de porphyres. Il s'étend de cette manière jusque sur les flancs de la singulière montagne de Chiseuil, qui n'est qu'une masse quartzeuse ayant fait éruption entre les schistes et les granites.

Ici, comme dans la région méridionale, le terrain schisteux offre de petites montagnes et des collines aplaties, toujours moins élevées que les masses porphyriques et granitiques dans le voisinage desquelles elles se trouvent. Le sol schisteux est généralement peu favorable à la végétation; cependant, sur les bords de la Loire, entre Saint-Agnan et la Motte-Saint-Jean, il est couvert de belles vignes. Les sources y sont assez abondantes, et les eaux d'une bonne qualité.

Dans aucune des deux régions, les schistes ne sont assez solides pour donner des ardoises; ils ne sont employés pour les constructions rustiques que dans les endroits où l'on ne peut pas avoir d'autres pierres. Les calcaires fournissent du moellon, de la pierre de taille, des matériaux pour charger les routes, et des pierres à chaux. Dans plusieurs endroits, aux environs de Tarare, par exemple, certaines couches, qui sont très mélangées de schistes, ne donnent qu'une chaux de mauvaise qualité.

§ VII.

Terrain carbonifère.

Les schistes psammitiques rougeâtres de la Motte-Saint-Jean, qui occupent le sommet de l'angle formé par la rencontre de l'Arroux avec la Loire, doivent être rangés dans le terrain carbonifère, comme l'abbé Landriot l'avait d'abord pensé, et voici pourquoi (1) :

A deux lieues à l'ouest du Donjon, sur la rive gauche de la Loire, dans le département de l'Allier, s'élève, au milieu de petites collines, un superbe cône porphyrique, nommé la montagne du Puy. Ce cône a percé le terrain schisteux qui l'entoure jusqu'à une assez grande distance, en se relevant vers lui. Si l'on s'avance de ce cône vers le sud, on marchera pendant plus d'une lieue sur le terrain schisteux, auquel on verra ensuite succéder une masse de psammites rougeâtres, tantôt solides au point de donner d'excellente pierre de taille, tantôt schistoïdes et friables. Ces psammites sont tout à fait les mêmes que ceux de la

(1) Après avoir entendu la lecture du beau mémoire de M. Murchison sur le terrain Devonien, équivalent du vieux grès rouge, je serais tenté de ranger dans ce terrain tous les schistes rouges, gris et bleuâtres, compris entre la Loire et l'Arroux, et même ceux des environs du Donjon, dans le département de l'Allier.

Motte-Saint-Jean. D'après le sens de l'inclinaison des strates, je puis assurer qu'ils recouvrent les schistes; et en continuant à les suivre, on les voit s'enfoncer sous le terrain houiller de Bert, dans les puits d'exploitation duquel on n'a jamais rencontré les psammites rouges, ce qui prouve bien qu'ils sont inférieurs au terrain houiller. Nous avons déjà dit que sur la rive droite de la Loire, au moulin de Chambon, les psammites rouges paraissaient reposer sur le terrain schisteux: il est donc très probable que cette masse psammitique rougeâtre est l'équivalent géognostique du vieux grès rouge des Anglais. La stratification de cette masse est régulière; les strates, qui sont toujours assez inclinés, suivent généralement les pentes des montagnes; elle est traversée par de nombreux filons de quartz, dont les débris ont formé une puissante alluvion, qui couvre actuellement le sommet et les flancs des collines. Plusieurs de ces filons se montrent sur les bords de l'Arroux: le château de la Motte-Saint-Jean, que l'on démolit actuellement, était bâti sur une puissante masse de quartz, formant le centre d'une montagne de psammitite rouge. Trois fortes ramifications, qui se dirigent au sud, au sud-ouest et à l'ouest, partent de cette masse, et s'avancent fort loin dans le grès rouge, en se divisant elles-mêmes en filons plus petits: c'est un cône, comme ceux dont nous avons déjà parlé. Un peu plus au nord, à la Rochette, un beau filon de quartz, dirigé sud-est nord-ouest, forme une pointe au sommet de la colline. Ce quartz agglutine des débris, et forme une arkose.

Les psammites rouges se continuent sur la rive droite de la Loire, jusque près de Gilly. Là, on trouve le terrain schisteux sans que l'on puisse reconnaître comment il succède au terrain carbonifère. Au-delà de Creux, et après avoir traversé les schistes gris, se montre une masse de calcaires gris-bleuâtres qui ne sont nullement associés avec les schistes, et diffèrent complètement de ceux qui s'y trouvent subordonnés. Ces calcaires contiennent une grande quantité d'Encrinites et le *Cyathophyllum heliantoides*. Ils forment une étroite bande, dont le flanc paraît dans la berge de la Loire, depuis Creux jusqu'au delà de Diou. La stratification de cette bande est très confuse; le peu d'indices que l'on en aperçoit semble indiquer que le calcaire recouvre les schistes. La partie supérieure est ordinairement occupée par quelques couches d'un calcaire gris schistoïde, souvent pétri d'Encrinites et de coraux, reposant sur une puissante assise d'un calcaire noirâtre picoté de blanc, qui exhale une forte odeur hydrosulfureuse sous le choc du marteau. Les belles carrières ouvertes dans cette masse calcaire en rendent l'étude très facile; elle offre plusieurs cavernes, dans l'une desquelles ont été récemment découverts des os d'Éléphant. Dans les carrières qui sont vis-à-vis de Diou, on remarque plusieurs filons d'un porphyre rougeâtre terreux qui ont traversé le calcaire, et s'y sont ramifiés en très petites veines, sans l'altérer sensiblement. L'un de ces filons est accompagné de fer hydraté caverneux avec oxyde de manganèse, assez semblable à celui de Chiseuil.

Le calcaire traverse la Loire ; il est fort bien développé sur la rive gauche, autour du village de Diou. C'est là que les fossiles sont le plus abondants ; mais je n'y ai toujours vu que des Encrinites, des coraux et le *Cyathophyllum heliantoides*, ni *Spirifers*, ni *Productus*. La structure intérieure de la masse est encore mise à jour par de nombreuses carrières ; la stratification est très tourmentée, et les strates apparents sont généralement fort inclinés. On voit de nombreux filons de porphyre rouge et blanc traverser le calcaire, et s'y ramifier en une infinité de petites veines qui s'introduisent dans toutes les fentes ; preuve manifeste que ces porphyres y sont venus à l'état fluide. A la carrière d'un nommé Champouret, tout près des maisons de Diou (*fig. 30, pl. VI*), il existe un beau filon de fer hydraté scoriforme, très semblable à celui de Chiseuil, contenant une certaine quantité d'oxyde de manganèse mamelonné, comme celui de Romanèche, qui, après avoir traversé le calcaire de bas en haut, s'est épanché sur la tête brisée des couches : au point de contact, le calcaire est souvent devenu blanchâtre et cristallin. Un peu plus au sud-est, dans un escarpement qui forme le mur d'un jardin bas, un filon de fer, mélangé de manganèse, tout à fait semblable au précédent, traverse le calcaire en se contournant (*fig. 31*). A deux mètres de chaque côté de ce filon, la roche a pris une couleur brune et a cristallisé en rhomboïdes qui se séparent très facilement les uns des autres. Ces filons ferro-manganésiens sont probablement venus dans le calcaire avec les porphyres, ou certainement peu après, et la cristallisation du calcaire doit être le résultat de la forte chaleur qu'il a éprouvée à cette époque. Les calcaires de Diou et de Creux diffèrent complètement de ceux subordonnés dans les schistes ; ils ressemblent beaucoup à ceux du terrain carbonifère du Boulonnais et de la Belgique ; je pense donc qu'ils doivent être rangés dans ce terrain.

Certaines couches de ces calcaires donnent d'assez jolis marbres, dont on voit beaucoup de tables et de cheminées dans les environs. Ils sont exploités comme pierre à chaux, pour charger les routes et pour les constructions ; ce sont eux qui ont fourni cette magnifique pierre de taille avec laquelle sont faits tous les ponts, aqueducs et écluses du canal latéral de la Loire. Je pense qu'avec un peu de travail, on pourrait en tirer des marbres aussi beaux que certaines variétés qui nous viennent de Belgique.

Terrain houiller.

Dans toute l'étendue de pays dont nous avons entrepris la description, le terrain houiller, parfaitement caractérisé par les fossiles et les roches qui lui sont propres, se présente sur sept points différents, où il occupe des bassins plus ou moins étendus, et une bande étroite fort singulière, enclavée dans le granite à la manière des filons. Les bassins sont ceux du Gier, de la Brévenne ou de Sainte-Foy-l'Argentière, du Sornin, de la Bourbince et de la Dheune, de Morillon, sur la rive droite de l'Arroux, au nord-ouest de Digoin-sur-Loire, de

l'Arroux, qui s'étend depuis les environs de Gueugnon jusqu'à Épinac; et enfin, une bande fort étroite sensiblement dirigée de l'est à l'ouest, qui s'étend sur une longueur de 20 à 25,000 mètres, depuis les environs de Semur en Auxois jusqu'à Avallon. Notre intention n'étant pas de décrire avec détail le terrain houiller, qui, du reste, est parfaitement connu, nous allons exposer brièvement ce que chaque bassin présente de plus remarquable, surtout les modifications que l'arrivée des filons de quartz et des roches plutoniques au milieu de celles du terrain houiller leur ont fait éprouver. Dans ce qui va suivre, nous procéderons en allant du sud au nord, ce qui nous oblige à commencer par le bassin houiller du Gier.

Bassin du Gier. Tout le monde connaît les belles mines de houille de ce bassin qui ont eu une si grande influence sur le développement de l'industrie manufacturière de Lyon et de Saint-Étienne. Le bassin du Gier est coupé par le Rhône à son extrémité orientale : le terrain houiller qui s'étend le long de la rivière jusqu'à Givors, se retrouve dans le prolongement de la vallée de cette rivière, sur la rive gauche du fleuve, aux environs de Ternay, où des couches de houille ont jadis été exploitées.

Les conglomérats houillers, surtout ceux de la partie inférieure du terrain, contiennent une grande quantité de fragments plus ou moins arrondis des roches anciennes les plus voisines. Ce sont des micaschistes, des talcschistes et des quartz immédiatement inférieurs au terrain houiller, et des gneiss, constituant les montagnes qui environnent le bassin. Il est très important de remarquer ici que les quartz proviennent presque tous, et probablement tous, des veines et des filons qui traversent les micaschistes, les gneiss et les granites. A une lieue au nord de Saint-Étienne, à Saint-Priest et à Latour, le quartz s'est élevé en cônes au milieu du grès houiller qu'il a très sensiblement modifié dans les points de contact. A ces points on observe une intime liaison entre les deux roches : le quartz s'est infiltré dans le grès jusqu'à plusieurs mètres de distance, et l'a fort endurci ; c'est un véritable grès siliceux. Dans quelques endroits où le quartz est très ferrugineux, le grès est lui-même fortement imprégné d'oxyde de fer. M. Dufrenoy a trouvé dans le quartz des empreintes de fougères et de Calamites entièrement semblables à celles du terrain houiller. Cette circonstance, jointe à la liaison intime entre le grès et le quartz, lui font considérer le cône de Saint-Priest comme une dépendance de la grande formation houillère. Nous reviendrons plus loin sur ce singulier phénomène. Dans tout le bassin du Gier, le terrain houiller repose, en stratification généralement discordante, sur les gneiss, les micaschistes et les talcschistes passant souvent au phyllade.

Bassin de la Brévenne. Dans ce bassin, le terrain houiller repose encore sur des gneiss, des micaschistes et des talcschistes passant au phyllade. Les conglomérats sont formés aux dépens de toutes ces roches ; mais ce sont principalement les micaschistes qui dominent. Ce bassin est divisé en deux parties, dont

la plus considérable s'étend depuis les sources de la rivière jusqu'un peu au-dessous de Sainte-Foy-l'Argentière, où la vallée se trouve extrêmement resserrée ; l'autre occupe le fond d'un petit cirque qui se trouve juste à l'endroit où la vallée est coupée par la route de Lyon à Feurs. Dans ces deux parties on exploite plusieurs couches de houille qui donnent un assez bon combustible. Vers l'extrémité occidentale du bassin, aux environs de Meys, on a foré plusieurs puits sans rencontrer de couches exploitables. Çà et là on remarque sur le terrain houiller des masses de grès rouge plus ou moins étendues, et dont les strates sont non seulement parallèles à ceux du terrain houiller, mais encore alternent souvent avec ceux des grès et des argiles schisteuses. Il y a donc ici une liaison intime entre le grès rouge (*totd liegende*) et le terrain houiller. Dans les haldes des puits de recherche et d'exploitation, j'ai à peine découvert quelques empreintes de *fougères* et d'*Equisetum* ; cependant le directeur des travaux m'a dit en avoir trouvé plusieurs fois en grande quantité. Donnons quelques détails sur les mines de houille de Sainte-Foy-l'Argentière, qui sont peu connues.

Dans le grand bassin, on a reconnu quatre couches de combustible dont la plus puissante n'a que deux mètres d'épaisseur. Celle-ci est exploitée par deux puits de 100 mètres de profondeur ; on vient tout récemment d'en creuser un troisième dans lequel elle n'a été rencontrée qu'à 200 mètres. Cette couche est la seule qui soit l'objet de travaux suivis. Dans le petit bassin, ou celui de la Giraudière, on exploite à 60 mètres de profondeur seulement une couche de houille dont la puissance ne dépasse jamais un mètre, et l'on est occupé à forer des puits pour en rechercher d'autres. Le charbon fourni par ces deux couches est presque tout consumé dans le pays ; il brûle assez bien, mais on ne peut pas s'en servir pour forger le fer.

M. Jourdan m'a dit qu'il existait un petit bassin houiller à Sainte-Paule, vil lage situé à deux lieues au nord-ouest de Chessy, mais je ne l'ai pas visité.

Bassin du Sornin. Ici le terrain houiller est peu développé ; il occupe le fond d'une vallée très étroite dont les flancs sont formés par des montagnes granitiques. On a fait et on fait encore beaucoup de recherches dans ce bassin ; mais une seule couche est l'objet d'une exploitation suivie, et donne annuellement 50,000 quintaux métriques de charbon d'une médiocre qualité, qui est tout consumé dans les environs.

Bassin de la Bourbince et de la Dheune. Ce bassin, un des plus riches de France, rendu à jamais célèbre par les fameuses houillères de Saint-Berain, qui ont porté un coup si terrible aux sociétés en commandite, s'étend sur une longueur de 50,000 mètres et une largeur de 7,000 dans quelques endroits. Il est limité à l'orient et à l'occident par des montagnes et des collines granitiques, au pied desquelles paraissent çà et là quelques masses de gneiss, de porphyres, d'eurites et de trapps, qui supportent le terrain houiller, dont les roches fragmentaires

sont formées des débris des précédentes. Je dois faire remarquer que les poudingues présentent des fragments d'eurites et de trapps qui se montrent en filons et en masses transversales dans le terrain, comme en peut l'observer assez bien au Creusot. Dans un grand nombre de points, le terrain houiller est recouvert en stratification concordante par le grès rouge (*fig. 33, pl. VII*); mais nulle part ici, je n'ai vu les strates des deux groupes alterner entre eux.

Les empreintes végétales sont nombreuses dans les psammites et les argiles schisteuses, ce sont des fougères, des *Equisetum*, et une quantité de grandes feuilles spatuliformes que M. Adolphe Brongniart rapporte au genre *Næggerathia* de la famille des palmiers. Quelques traces de conifères silicifiés se trouvent dans le grès supérieur, et paraissent même monter jusque dans le grès rouge.

Il existe onze exploitations de houille en activité dans le bassin que nous décrivons, ce sont celles de Saint-Bérain et de Saint-Léger sur Dheune, du Creusot, de Blanzv, du Ragnv, de Longpendu, de Fauches, des Porrots, de la Theurée-Maillot, des Badeaux, des Crépins et des Perrins; les diverses concessions de toutes ces mines comprennent une surface de plus de 30,000 hectares, les puits sont généralement peu profonds; on retire de tous ensemble plus d'un million de quintaux métriques de charbon chaque année; une partie de ce charbon est consommée dans les usines du Creusot, les verreries de Blanzv, de la Motte-Piquet, les tuileries et les poteries établies le long du canal; le reste est livré au commerce. La houille, quoique propre à forger le fer, est loin d'être d'une aussi bonne qualité que celle de Saint-Étienne et Rive-de-Gier.

Des recherches faites aux environs de Gueugnon, sur les bords de l'Arroux, ont amené la découverte de plusieurs couches puissantes d'un excellent charbon, dont une compagnie va entreprendre l'exploitation; on a aussi fait des recherches près de Charcey, à une lieue au nord-est de Saint-Bérain, à l'origine d'une vallée du terrain oolitique, qui se trouve sur le revers des montagnes qui forment le bord occidental du bassin, où des indices du terrain houiller paraissent au-dessous de l'oolite inférieure: un puits creusé jusqu'à une assez grande profondeur a traversé plusieurs petites couches de houille, mais point encore qui méritent d'être exploitées.

Bassin de Morillon. Je n'ai point visité ce bassin, qui est peu considérable, et dans lequel la houille est d'une si médiocre qualité, que les travaux étaient abandonnés depuis fort longtemps; une compagnie vient de les reprendre, et s'occupe maintenant d'épuiser les galeries et les puits qui s'étaient remplis d'eau.

Bassin d'Autun et d'Épinac. Ici, le terrain houiller, souvent recouvert par une puissante assise arénacée (poudingues, psammites et arkoses), renfermant des couches subordonnées d'un schiste bitumineux, qui prend quelquefois un développement considérable à la partie supérieure, s'étend de l'est à l'ouest, sur

une longueur de 87,000 mètres, depuis le pied des montagnes qui forment, près de Nolay, le partage des eaux entre la Saône et la Loire, jusqu'au pied des montagnes porphyriques du Morvan. Sa plus grande largeur du nord au sud, suivant le cours de l'Arroux, est de 16 à 18,000 mètres; à l'est et au sud, le bassin est limité par des montagnes granitiques au pied desquelles le gneiss se montre çà et là. Dans cette partie, les poudingues supérieurs, qui sont très développés, ne contiennent que des fragments de gneiss et de granite, et quelques cailloux de quartz blanc; tandis que des côtés du nord et de l'ouest, où la bordure montueuse est composée d'eurites et de porphyres, les fragments des poudingues appartiennent presque uniquement à ces roches. Les eurites sont rares; mais les porphyres sont très abondants. Ce fait tend à prouver que les débris des roches qui ont concouru à former celles du terrain houiller ont été amenés des montagnes dans l'intérieur du bassin par des courants d'eau qui lavaient la surface des pentes.

Le véritable terrain houiller, c'est-à-dire l'ensemble de psammites et d'argiles schisteuses, avec empreintes végétales, au milieu duquel gisent les couches de houille, se trouve partout au-dessous de l'assise arénacée, dont la puissance dépasse souvent 100 mètres. A Chambois, où l'on exécute maintenant des recherches, on en a traversé 120 mètres avant d'arriver au terrain houiller. Dans le principal puits d'Épinac (le Curieu), on a traversé 100 mètres de grès et poudingues sans rencontrer les argiles et psammites houillers. Sur les bords du bassin, on voit affleurer des couches de houille; mais dans l'intérieur, tout est recouvert par la masse arénacée. La couche de houille sèche, que la Société géologique a vue à Chambois, est intercalée dans la masse arénacée, puisque l'on a percé ensuite cette masse pendant 120 mètres sans rencontrer le terrain houiller. Ces faits, et quelques autres que je rapporterai dans le paragraphe suivant, parfaitement constatés, me font séparer du terrain houiller et ranger dans celui du grès rouge (mon terrain vosgien), la masse arénacée avec schistes bitumineux.

Les eurites pénètrent sur plusieurs points en filons, dans le terrain houiller de l'Arroux; nous avons déjà cité l'exemple du pont de Vesvre, où cette pénétration a été rendue évidente par des travaux entrepris par M. Desplaces, pour exploiter une couche de houille sèche (*fig.* 20, 21 et 22, *pl.* VI). Ici l'eurite a pénétré dans la houille elle-même, et la sécheresse de celle-ci, qui est presque un anthracite, doit être le résultat de l'influence de la chaleur de la roche plutonique sur la houille bitumineuse; les argiles schisteuses et le grès houiller lui-même ont été fortement altérés. Je suis porté à croire que toutes les couches de houille sèche, exploitées dans le bassin de l'Arroux, ne doivent cette propriété qu'à l'arrivée des roches plutoniques dans leur voisinage.

Les psammites et les argiles schisteuses de ce bassin présentent, comme ceux des autres contrées, des empreintes de *fougères*, de *Calamites* et de *Lycopodes*. Les

débris si remarquables de végétaux silicifiés appartiennent uniquement à l'assise arénacée. Les recherches entreprises depuis trois ans à Chambois et sur quelques autres points des environs d'Autun, n'ont encore conduit à aucun résultat avantageux ; mais on exploite maintenant à Épinac trois couches de houille, dont la plus puissante a 40^m,50 d'épaisseur, qui donnent du charbon de très bonne qualité.

Dans les quatre grands bassins dont nous venons de donner la description, le terrain houiller constitue des collines surbaissées dont la hauteur absolue excède rarement 350 mètres. L'aspect de ces collines, qui contraste toujours d'une manière frappante avec celui des montagnes qui limitent chaque bassin, fait reconnaître de loin le sol houiller, dont les caractères extérieurs ne peuvent échapper à un œil exercé.

Bande houillère du Morvan. Je dois à l'obligeance de M. Desplaces de Char-masse et de M. Moreau fils, régent de mathématiques au collège d'Avallon, la connaissance d'une bande de terrain houiller fort singulière et fort remarquable, placée dans le granite à la manière des filons entre Avallon et Courcelle-les-Semur. Nous avons suivi cette bande, dont la largeur dépasse rarement 500 mètres, depuis Villers-les-Nonnains, à deux lieues au sud-est d'Avallon, jusqu'au-delà du pont de Courcelle-Framoy, c'est-à-dire pendant plus de quatre lieues. Dans toute cette étendue, le terrain houiller se montre aussi bien sur le sommet des montagnes et des plateaux que dans le fond des vallées, preuve évidente que son dépôt est antérieur au relief actuel du sol. On voit parfaitement que ce dépôt est encaissé dans le granite, mais on ne voit pas du tout comment cet encaissement a lieu. De chaque côté de la bande et dans toute son étendue, on remarque dans le granite des filons et des masses transversales d'eurite rose, brun et gris, qui pénètrent dans le terrain houiller, au pont de Courcelle-Framoy, à la Charmée et à Villers-les-Nonnains. Dans cette dernière localité, une galerie horizontale de 45 mètres de long, creusée dans les conglomérats houillers, a mis au jour un beau filon d'eurite gris qui les traverse ; et à quelques mètres de là, on est tombé sur la masse d'eurite formant la colline contre laquelle les couches de conglomérats se relèvent fortement (*pl. VII, fig. 10*). Un fait digne de remarque, c'est que cet eurite est pénétré de nombreuses veines de carbonate de chaux qui se perdent dans sa masse, et que certaines parties, qui en paraissent dépourvues, ne laissent pas néanmoins de faire effervescence dans les acides.

Plusieurs recherches ont été faites dans ce singulier terrain houiller par M. de Nansouty et madame de Candras. A Villers-les-Nonnains, on n'a pas rencontré une seule veine de charbon ; dans le puits de Sainte-Magnance, on n'en a trouvé que de faibles couches ; mais à la Charmée, à une lieue au nord-est de Rouvray, plusieurs couches sont actuellement en exploitation, quoiqu'elles ne donnent pas de grands bénéfices. Les divers travaux exécutés pour cette exploitation ont mis

à jour la constitution géognostique du terrain. Ces travaux ont montré que la formation houillère est composée ici de couches de conglomérats avec cailloux roulés de granite, de gneiss et de leptinite, de psammites et d'argiles schisteuses, offrant beaucoup d'empreintes végétales. On remarque çà et là des veines d'un quartz enfumé quelquefois tout à fait noir, qui pénètrent jusque dans les couches de charbon. Toutes ces roches, du moins à Sainte-Magnance et à la Charmée, sont d'une dureté extraordinaire : certains psammites pourraient être pris pour des roches cristallines ; comme ils contiennent beaucoup de cristaux de feldspath, ils ressemblent souvent à des porphyres. Les argiles schisteuses sont devenues phylladiformes. Les couches de charbon intercalées au milieu de ces roches ont une allure fort irrégulière : elles offrent une infinité de plis extrêmement bizarres, des renflements et des étranglements correspondant aux contournements du toit et du mur. Dans le redressement des couches, qui sont partout fortement inclinées, le charbon a éprouvé une friction si violente, qu'il offre beaucoup de surfaces polies extrêmement brillantes. La plus puissante des couches exploitées n'a pas deux mètres d'épaisseur, elles sont toutes fortement inclinées, ainsi que les strates des roches qui les accompagnent ; elles plongent généralement vers le sud-ouest sous un angle de 60 à 66°. Le combustible qu'on en retire est de l'anhracite, ou plutôt une houille très sèche qui brûle assez bien, mais sans flamme ni fumée, en laissant un résidu de cendres qui n'est pas très considérable. A la Charmée, les psammites et les schistes contiennent une assez grande quantité d'empreintes végétales qui sont des *fougères*, des *lycopes* et des *Næggerathia*. Ces impressions sont toujours à l'état charbonneux, et jamais à l'état talqueux, comme il arrive ordinairement dans le terrain de grauwacké. Quelques observateurs, et surtout M. Payen, ingénieur des mines à Dijon, ont pensé que le terrain que nous venons de décrire n'était pas le véritable terrain houiller, mais qu'il se rapprochait davantage de celui de la grauwacke du terrain silurien.

Nous répondrons d'abord à ces observateurs, que les roches qu'ils ont prises pour des grauwackes sont des eurites et des porphyres altérés qui forment des filons et des masses transversales dans le terrain houiller. Ensuite l'aspect général du terrain, la nature minéralogique de ses roches, les empreintes végétales qu'elles renferment, établissent une identité assez parfaite avec ce terrain et celui du bassin houiller de l'Arroux, qui n'en est pas fort éloigné.

Quant à moi, je le considère comme un véritable dépôt houiller formé dans une vallée assez tortueuse du terrain granitique, dirigée à peu près de l'est à l'ouest, comme la bande l'est encore actuellement. Cette vallée a été détruite à la suite des éruptions porphyriques et euritiques qui ont donné à la contrée son relief actuel, et placé les couches du terrain houiller dans la position très inclinée qu'elles offrent maintenant ; c'est par la haute température que les roches plutoniques ont apportée avec elles, que la houille aura perdu son bitume

et passé à l'état anthraciteux : on trouve effectivement beaucoup de matières charbonneuses infiltrées dans les schistes et les psammites houillers.

§ VIII.

Terrain du grès rouge ou vosgien.

Je range dans ce terrain la grande masse arénacée, avec schistes bitumineux, du bassin houiller d'Autun, le grès rouge, qui repose sur le granite et les porphyres dans plusieurs localités, et recouvre le terrain houiller du bassin de la Bourbince et de la Brévenne, la grande masse d'arkoses inférieure aux marnes irisées, enfin, les marnes irisées elles-mêmes. Nous allons décrire successivement les diverses formations qui composent ce terrain.

Grès, schistes bitumineux et grès rouge. L'ensemble de ces trois roches constitue, en Bourgogne, cette grande formation que les géologues français désignent, depuis longtemps, sous le nom de grès rouge secondaire ; les Allemands, sous celui de *totd liegende*, et *zechstein* ; les Anglais, *red conglomerate and magnesian limestone*.

Nous avons déjà dit, dans le paragraphe précédent, que presque toute la surface du bassin houiller de l'Arroux était occupée par une puissante assise arénacée, composée d'arkoses et de poudingues, entre les strates desquels se trouvent des couches de schistes bitumineux plus ou moins puissantes. Cette masse a souvent plus de 100 mètres de puissance ; à Chambois, où elle renferme une mince couche de houille dans sa partie supérieure, on a creusé un puits dans l'espoir de trouver des couches puissantes de combustible, et, pendant 120 mètres, on n'a traversé que les arkoses et les poudingues avec de minces couches de schistes plus ou moins bitumineux, et ce n'est qu'au delà que le terrain houiller a été rencontré. La stratification de cette masse est peu régulière ; souvent même elle n'est point du tout apparente. Ce qu'elle offre de plus remarquable, c'est une grande quantité de végétaux silicifiés appartenant presque tous à la famille des conifères, qui gisent dans la partie supérieure. Sur plusieurs points, les bois pétrifiés sont tellement abondants, que la surface du sol est en grande partie couverte de débris arrachés par la charrue, ou désagrégés par l'influence des agents atmosphériques. A Muse, à Igornay, à Surmoulin, à Saint-Léger-du-Bois, la masse arénacée est recouverte par une puissante assise de schistes bitumineux, tout à fait les mêmes que ceux qui s'y trouvent intercalés sur plusieurs points, et principalement à Chambois. A Surmoulin, les schistes recouvrent le grès à stratification concordante, mais sans se lier avec lui, tandis qu'à Muse on observe des alternances entre les deux roches. A la Selle, au pont de Vesvre, où M. de Charmasse a fait creuser un puits pour exploiter la couche de houille, il a trouvé les schistes bitumineux en stratification discordante sur le terrain houiller ; et sur plusieurs points du bassin, à la manière dont ces schistes

plongent, on voit effectivement qu'ils doivent être en stratification discordante avec les strates de ce terrain. M. Virlet, qui les a retrouvés à Saint-Bérain, les a vus reposer sur le terrain houiller d'une manière discordante. Tout semble donc établir une solution de continuité entre ces schistes et le véritable terrain houiller, tandis qu'ils sont intimement liés avec la masse arénacée qui le recouvre, et que l'on a prise, à tort jusqu'à présent, pour du grès houiller.

Le schiste a une couleur noire ou noirâtre; il est plus ou moins bitumineux, et s'altère très facilement sous l'influence des agents atmosphériques. Dans quelques parties, le bitume est si abondant, que le schiste brûle à la flamme d'une bougie. Par la distillation, il donne une huile bitumineuse que M. Selligie emploie maintenant avec avantage pour l'éclairage au gaz. Les masses de schistes se clivent très facilement; entre les feuillettes, on trouve des amas lenticulaires de fer sulfuré, des corps plus ou moins aplatis, assez grands, dont quelques uns paraissent être des coprolites, et d'autres des fruits; ceux-ci sont très charbonneux; des écailles et une immense quantité de poissons, qui, suivant M. Agassiz, constituent cinq espèces bien déterminées, dont quatre appartiennent au genre *Palæoniscus*, et l'autre au genre *Pygopterus*. L'abbé Landriot, qui a beaucoup étudié ces schistes (1), dit que dans ceux de Muse, les poissons sont aussi nombreux que les Gryphées dans le lias. A Muse, ils paraissent confinés dans les parties inférieures; mais dans les autres localités, ils sont également disséminés dans toute la masse schisteuse; les écailles, parfaitement conservées, ont souvent le bel éclat de la nacre et de l'azur, ou le brillant de l'or, par leur transformation en sulfure de fer. M. Agassiz a reconnu les espèces suivantes :

Palæoniscus Blainvillei, *Palæoniscus Voltzii*, *Palæoniscus angustus*, et *Palæoniscus magnus*; enfin, *Pygopterus Bonnardii*.

Le *Palæoniscus magnus*, dont il existe une grande quantité d'écailles dans tous les schistes, et que l'on retrouve très bien conservé à Igornay et à Saint-Léger-du-Bois, est regardé par M. Agassiz comme appartenant exclusivement aux schistes cuivreux du zechstein du pays de Mansfeld; sa présence dans les schistes bitumineux du bassin de l'Arroux est donc un caractère de plus pour les ranger dans le groupe du zechstein. Un fait important et que M. Landriot signale particulièrement dans sa notice, c'est que M. Agassiz avait établi que dans le genre *Palæoniscus*, les espèces du terrain houiller ont les écailles parfaitement lisses, tandis que celles du zechstein les ont striées; mais dans les schistes d'Autun, et c'est une des plus fortes raisons que l'on donnait pour les rapporter au terrain houiller avant la découverte du *Palæoniscus magnus*, on ne connaissait point de poissons à écailles striées: la distinction établie par M. Agassiz, entre les poissons

(1) Notice géologique sur la formation des schistes de Muse, extraite des Mémoires de la Société Éduenne.

du zechstein et ceux du terrain houiller, est donc détruite par cette découverte.

Les restes du règne végétal ne méritent pas moins d'attirer l'attention des géologues que ceux du règne animal; nous allons les énumérer d'après l'abbé Landriot, qui en a fait une étude particulière avec M. Adolphe Brongniart.

Les fragments de tiges et de branches de grands végétaux silicifiés, si communs dans la partie supérieure de la masse arénacée, peuvent être rapportés à quatre grandes familles : les fougères, les lycopodiées, les conifères, et les phanérogames monocotylédones. On n'a encore trouvé qu'une seule tige de fougère, qui paraît appartenir au genre *Sigillaria* : tous ces singuliers échantillons, qui offrent une infinité de petites taches plus ou moins blanches dont quelques unes sont radiées, et que l'on a nommés pour cela psarolites, paraissent devoir être rapportés à la famille des lycopodes; mais la plus grande quantité des débris appartient évidemment à celle des conifères. Près de Saint-Symphorien on a récemment découvert, dans une masse argileuse, des racines de conifères couchées horizontalement, comme si elles étaient encore dans leur position naturelle. Avec les psarolites on a trouvé quelques tiges (*Medullosa* de M. Cotta), qui ressemblent beaucoup à des monocotylédones par la disposition de leurs faisceaux vasculaires.

Les impressions végétales des schistes se rapportent à quatre grandes familles naturelles; les fougères, les marsiléacées, les lycopodiées, les conifères, et des monocotylédones, dont les familles ne sont pas encore bien établies.

Les fougères sont : *Cyclopteris obliqua*? *Nevropteris flexuosa*? *N. Dufrenoyi*, *Pecopteris Serlii*, *P. sinuata*, *P. arguta*, *P. arborescens*, *P. aspidioides*? *P. hemitelioides*? *P. oreopteridius*? *P. obliqua*? *P. abbreviata*, et quelques autres espèces du même genre qui paraissent nouvelles; *Odontopteris Schlotheimii*? *Tœniopteris antiqua*? Les marsiléacées, *Sphenophyllum quadrifidum*. Une seule lycopodiée, *Cardiocarpon majus*; les rameaux de conifères se rapprochent du genre *Araucaria*. Les monocotylédones sont des *Poacites* et des *Noeggerathia*, enfin des végétaux dont la classe est incertaine, *Annularia*, *Asterophyllites*, et beaucoup de carpolithes ou fruits fossiles.

MM. Adolphe Brongniart et Landriot disent que toutes ces empreintes appartiennent au terrain houiller; mais nous ferons remarquer qu'ils laissent au moins autant d'espèces douteuses qu'ils en ont déterminé; et les géologues qui veulent classer les formations presque uniquement d'après les restes organisés fossiles, et dont nous ne partageons aucunement les opinions, n'admettent pour cette classification qu'un grand ensemble d'espèces bien déterminées; or, en jetant les yeux sur la liste que nous venons de donner, on remarquera que le nom de plusieurs espèces est accompagné d'un point de doute; ajoutez à cela que plusieurs n'ont pu être déterminées, et vous comprendrez qu'il peut bien se rencontrer dans les schistes autant de végétaux du zechstein que du terrain houiller. Dans la seconde partie, nous donnerons toutes les raisons qui

nous portent à ranger cette grande masse de schistes bitumineux dans le groupe du zechstein.

A la Comaille, tout près d'Autun, des couches d'un calcaire gris de fumée, offrant tout à fait l'aspect du zechstein d'Allemagne, et rempli d'une immense quantité de débris d'ossements de poissons et de tiges de végétaux, reposent immédiatement sur les grès avec poudingues. Là les schistes manquent absolument; il est à présumer que s'ils existaient ils se trouveraient au-dessous du calcaire; ce qui tend à le confirmer, c'est que M. Manès, ingénieur en chef des mines du département de Saône-et-Loire, et M. Landriot, ont vu aux environs d'Igornay et de Chambois une couche de calcaire dolomitique gris de cendre et quelquefois brun, qui offre tous les caractères minéralogiques du zechstein, et renferme souvent des fragments de matière schisteuse, reposer sur les schistes en stratification concordante: « Cette observation, jointe à ce que nous avons déjà « exposé, dit l'abbé Landriot, nous porterait à voir dans les schistes de Muse, « un passage et une transition du zechstein aux formations carbonifères. »

Dans la partie orientale du bassin, à Curgy, il existe un lambeau de grès rouge (*roth todt liegende*), qui repose en stratification concordante sur les grès blancs associés avec les schistes dans d'autres localités. Ici les schistes manquent; s'ils y étaient développés, il n'y a pas de doute qu'ils ne se trouvassent entre le grès blanc et le grès rouge: c'est leur véritable place; en Allemagne, le zechstein se trouve intercalé dans la formation du *todt liegende*: voilà donc bien des raisons pour ranger les schistes bitumineux d'Autun dans cette formation. Nous n'avons jamais vu aucun filon d'eurite et de porphyre, ni dans les schistes, ni dans les grès et poudingues inférieurs, ce qui peut encore servir à les séparer du terrain houiller, où ses filons sont assez communs.

La masse schisteuse atteint jusqu'à 60 mètres de puissance dans les environs d'Igornay; elle constitue de petites collines aplaties, assez semblables à celles du terrain houiller; elles offrent cependant quelques escarpements à pic qu'on ne voit pas dans celui-ci.

Grès rouge (roth todt liegende). C'est une masse arénacée, où la couleur rouge domine, composée de fragments de roches feldspathiques (eurites, trapps, porphyres, granites et gneiss), réunis par un ciment tantôt siliceux, tantôt argileux. Quand le ciment est siliceux, c'est une véritable arkose. Comme nous venons de le dire, le grès rouge est peu développé dans le bassin de l'Arroux, où nous ne l'avons reconnu, sur une petite étendue, qu'aux environs de Curgy; mais il a pris un développement considérable dans celui de la Bourbince et de la Dheune, où il recouvre une grande partie de la surface du terrain houiller. Là, il acquiert une grande puissance: dans les puits d'exploitation, on en a souvent traversé plus de trente mètres avant d'arriver au terrain houiller. Quand le ciment est argileux, la stratification est très confuse, et la masse ressemble assez bien à un dépôt formé dans un liquide agité; elle est plus régulière quand le ciment

est siliceux ; les strates, dont l'épaisseur varie de 0^m,3 à 1^m, s'inclinent en suivant les pentes des collines, sous un angle de 15 à 20° ; dans ses parties supérieures, le grès rouge perd sa couleur et passe à l'arkose sans fossiles qui représente le grès bigarré. Sur la route de Blanzly à Mont-Cénis, à une demi-lieue avant d'arriver à ce dernier village, on voit le grès rouge reposer immédiatement, en stratification concordante, sur les schistes houillers, et recouvert lui-même par l'arkose à laquelle il passe insensiblement (*pl. VI, fig. 33*). De semblables superpositions peuvent être observées dans les environs de Mont-Cénis, et même dans tout le bassin houiller de la Dheune. Entre Gueugnon et Perrecy-les-Forges, dans toutes les berges des routes et des chemins, la structure du grès rouge est parfaitement mise à découvert. Là, il repose le plus souvent immédiatement sur le granite, qui se trouve toujours très décomposé dans les points de contact, ce qui établit une liaison entre les deux roches. Le long de la route de Mont-Cénis à Couches, le grès rouge se montre aussi sur le granite, il se trouve appliqué sur tout le flanc sud de la montagne des Couchets dont nous avons déjà parlé (page 62). Là on peut parfaitement s'assurer que les filons d'eurite et de porphyre qui traversent le granite ne pénètrent nullement dans le grès rouge : les pointes de roches plutoniques, qui perçent çà et là, ne sont que des parties saillantes déjà solidifiées lors du dépôt du grès, et qu'il a recouvertes en se formant ; car toute la surface de ces pointes est décomposée, et des fragments de la roche qui les constitue se trouvent dans le grès rouge, dans lequel on ne la voit jamais pénétrer en veines ou en filons. Le même fait se présente dans plusieurs endroits, aux environs d'Assertenne et du Breuil, etc., où les filons de roches feldspathiques qui courent dans le granite ne pénètrent jamais dans le grès rouge qui en recouvre la surface. Mais il n'en est pas de même des filons de quartz, que nous avons vus dans plusieurs localités pénétrer dans la masse arénacée, s'y ramifier en très petites veines et fournir le ciment siliceux qui en agglutine souvent les éléments. Nous avons déjà dit, § 7, que le grès rouge avait pris un certain développement dans le bassin houiller de la Brévenne, où ses strates alternent avec ceux des schistes et grès houillers. Ce grès rouge est souvent recouvert par les arkoses et les marnes irisées dont nous allons bientôt parler (Curgy, environs de Couches, de Saint-Léger-sur-Dheune, de Blanzly, etc.). Quand il se trouve dans le voisinage de ces roches sans que l'on puisse observer le contact immédiat, on voit ses strates plonger dessous. Je n'ai vu de gîtes métallifères dans aucune partie de ce groupe ; quant aux restes organiques, ils se réduisent à des fragments de tiges silicifiées très semblables à celles d'Autun, et qui sont assez fréquentes à la surface du bassin houiller de la Dheune et de la Bourbince.

Le grès rouge forme, dans la Bourgogne, de petites montagnes et des collines aplaties dont l'élévation, au-dessus du niveau de la mer, va jusqu'à 470 mètres. Les vallées sont très évasées.

Les sources ne sont communes que dans les endroits où le grès rouge repose immédiatement sur le granite, où l'eau est très-abondante.

Le plus ordinairement, les roches se brisent si facilement, que l'on ne peut les employer à aucun usage; mais quand le ciment est siliceux, comme aux environs de Mont-Cénis, elles fournissent du moellon, de la pierre de taille, et d'excellents matériaux pour charger les routes.

Groupe du grès bigarré, arkoses. Dans toute la contrée que nous décrivons, le représentant géognostique du grès bigarré, c'est-à-dire le groupe placé entre le grès rouge et les marnes irisées (*keuper*) est une véritable arkose, c'est-à-dire une roche arénacée, composée de grains de quartz, de feldspath plus ou moins altéré, et de quelques paillettes de mica, réunis par un ciment généralement siliceux. Quand ce ciment devient calcaire, ce qui arrive quelquefois, l'arkose appartient à une autre formation; elle est alors intimement liée avec le lias ou les parties inférieures du terrain oolitique. Mais, dans ce cas, elle contient des restes organiques, tandis que je n'en ai jamais rencontré dans les arkoses inférieures aux marnes irisées.

L'arkose siliceuse sans fossiles forme, en Bourgogne, dans les environs d'Autun, de Couches, de Saint-Léger, et surtout dans les montagnes comprises entre le canal du Centre et la vallée de la Saône, des masses très-puissantes, généralement assez bien stratifiées, horizontales, ou légèrement inclinées dans le sens des pentes granitiques qu'elles recouvrent. A l'exception des points que nous avons cités dans l'article précédent, où les arkoses reposent sur les grès rouges, partout ailleurs, nous les avons vues recouvrir immédiatement le granite, ou les roches granitoides, et lorsqu'il est facile d'observer le contact, on remarque un passage insensible, mais toujours mécanique, entre l'arkose et le granite; de sorte que l'on peut facilement se convaincre qu'elle résulte des éléments du granite décomposé, repris et réagglutinés par un ciment siliceux. Tout le Brionnais, et principalement le territoire de Château-Neuf, est une localité classique pour l'étude de la formation des arkoses. Sur la route de Château-Neuf à la Claytte, près de Verson, où l'arkose repose immédiatement sur le granite en couches presque horizontales, on voit des parties de ces couches n'être autre chose qu'un quartz calcédonieux pur, devenant souvent un quartz hyalin semi-vitreux semblable à celui des filons qui traversent toutes les roches feldspathiques, les micaschistes, les phyllades et le grès rouge. Ce quartz renferme toujours beaucoup de cavités irrégulières tapissées de cristaux d'une limpidité remarquable. Dans la roche arénacée, où les parties composantes se distinguent parfaitement, on observe quelques filons et une infinité de veines de quartz qui s'y perdent en s'y ramifiant dans tous les sens. Le quartz est presque toujours accompagné de spath fluor, de barytine, et souvent de galène, substances qui se trouvent aussi disséminées dans l'arkose. A l'est et au sud de Château-Neuf, tout le sommet du plateau granitique compris entre le Sornin et le Batoret, est couvert d'une

couche de quartz calcédonieux devenant semi-vitreux, avec spath fluor et barytine, qui passe souvent à l'arkose à petits grains. Ici il est parfaitement évident que la masse quartzreuse s'est étendue sur le granite, en englobant ses débris.

Entre la vallée de la Reconce et la route de Châlons-sur-Saône à Charolles, aux environs de Vandenesse, Chaumont, Mornay, la Guiche, le Roussay, etc., l'arkose siliceuse, à grains plus ou moins fins, renfermant du spath fluor, de la barytine, quelques strates de galène, pénétrée de filons et de nombreuses veines de quartz, occupe des espaces très étendus à la surface du granite. Le centre du massif granitique du Mont-Saint-Vincent, une des plus hautes montagnes de la contrée, qui atteint 600 mètres au-dessus du niveau de la mer, est couvert d'une masse d'arkose assez bien stratifiée, offrant tous les phénomènes dont nous venons de parler. On les observe également dans les arkoses qui se trouvent entre le Mont-Saint-Vincent et Saint-Micaud, à deux lieues au nord-est. Les arkoses qui se trouvent entre la Reconce et le canal du Centre font effervescence dans les acides, et contiennent des Gryphées; elles appartiennent à un autre groupe, comme quelques unes de celles des environs d'Autun.

Sur les plateaux d'Antully, de Fragny et d'Auxy, à l'est d'Autun, l'arkose recouvrant immédiatement le granite, se présente à la surface du sol en gros blocs, qui offrent de nombreuses veines de quartz, de spath fluor, de la barytine et de la galène. Dans plusieurs carrières, et notamment à la Selle, sur la route d'Autun à Châlons, on peut voir que la masse est assez régulièrement stratifiée (*pl. VI, fig. 34*). Ici la superposition des marnes irisées à l'arkose se voit parfaitement: les derniers strates d'arkose alternent avec les premières couches des marnes irisées. Le même fait, qui a été parfaitement constaté par l'abbé Landriot, se trouve développé sur une grande échelle dans toutes les vallées latérales à celles de la Dheune, depuis Couches jusqu'à Decize. Dans plusieurs escarpements, on voit très distinctement l'arkose reposer sur le granite, avec lequel elle se lie intimement, et supporter les marnes irisées, avec lesquelles ses strates alternent dans le voisinage du contact.

Près de Gueunant, au pied sud-ouest du Montjeu, sur la pente d'une petite colline, tout près des carrières de pierres à chaux (*lias*), *fig. 35, pl. VI*, une arkose tantôt à petits, tantôt à gros grains, recouvre immédiatement le granite, ce qui se voit parfaitement bien dans l'escarpement d'une colline; sur la pente occidentale, se montre un filon de quartz qui traverse le granite de bas en haut, s'épanche à sa surface en englobant les fragments qui proviennent de la décomposition de cette roche, et forme ainsi l'arkose; fait remarquable qui jette un grand jour sur le mode de formation des arkoses, et dont nous citerons un grand nombre d'autres exemples dans le paragraphe suivant, en parlant des arkoses d'Avallon, et de Semur en Auxois, qui sont plus récentes que celles-ci: elles appartiennent à l'époque du *lias*.

Sur tous les points que j'ai visités, je n'ai jamais trouvé une seule trace de restes organiques végétaux ou animaux dans les arkoses de l'époque du grès bigarré, inférieures aux marnes irisées : les Gryphées arquées et les autres testacés siliceux qu'on y a souvent cités proviennent de celles qui sont supérieures aux marnes irisées et dépendent du lias.

La barytine, le spath fluor, la galène, le fer et le quartz hyalin, sont les seules substances minérales qui se rencontrent dans les arkoses.

L'assise arénacée rougeâtre, avec bancs de véritables arkoses, que nous avons vue recouvrir les porphyres, le gneiss et le granite, sur le flanc oriental de la chaîne près de Villefranche, sur les versants de la vallée de l'Azergues, et au Mont-d'Or de Lyon, se trouve bien dans la même position géognostique que l'arkose ; mais cette assise occupe tout l'espace compris entre les roches feldspathiques et le terrain jurassique ; les bancs de grès, surtout ceux des parties supérieures, font effervescence dans les acides, alternent même avec les premières couches de lias, dont ils renferment des fossiles : elle doit donc représenter à elle seule tout le terrain de grès rouge qui, plus au nord, est beaucoup mieux développé.

Je n'ai jamais vu les arkoses former des montagnes à elles seules : ces roches se présentent souvent sur les sommets et les plateaux granitiques, où elles occupent des espaces assez étendus. Aux environs de Château-Neuf, de la Claytte, du Mont-Saint-Vincent, d'Autun, etc., tous les sommets recouverts par les arkoses ont une forme aplatie qui les fait reconnaître de fort loin. Le sommet du Mont-Saint-Vincent, couvert d'arkoses, atteint 602 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les plateaux qui environnent ce point sont élevés de 450 à 470 mètres. Ceux qui se trouvent à l'est d'Autun atteignent 550 mètres. Sur tous ces sommets et plateaux, l'arkose n'est jamais recouverte par aucune autre roche, fait remarquable, qui nous servira plus tard à établir une des époques de soulèvement des montagnes que nous étudions.

Dans toutes les localités où les arkoses forment la surface du sol, elles sont exploitées comme pierre de taille et moellon ; on en tire des pavés qui sont d'un meilleur usage que ceux de Fontainebleau, et d'excellents matériaux pour charger les routes.

La galène, qui ne se montre jamais qu'en petite quantité, la barytine et le spath fluor, qui y sont assez abondants, n'ont jamais été l'objet d'aucune exploitation. Les sources sont rares dans tout le sol occupé par les arkoses, mais l'eau en est toujours excellente. La terre végétale, sableuse, est très peu favorable à la végétation.

Marnes irisées (keuper des Allemands). Ce dernier groupe du terrain vosgien est très bien développé sur les deux versants de la vallée de la Dheune, depuis un peu au nord de Saint-Bérain jusqu'au Cheilly et Decize. Il contient de puissants amas de gypse, sans aucune trace de sel gemme, qui sont exploités sur

un grand nombre de points. Ce groupe est formé, comme partout ailleurs, de couches de marnes argileuses de différentes couleurs, de bancs de calcaire généralement magnésien, de grès et de gypse; ces derniers acquièrent une puissance considérable. Les grès se montrent surtout dans la partie supérieure de la formation, où ils constituent un étage distinct que l'on a nommé *grès du lias*, parce qu'il contient des Gryphées arquées et quelques autres coquilles de cette formation. Il est cependant partout intimement lié avec les marnes irisées; mais il se lie aussi avec le lias, qui le recouvre souvent, à Charecey, Curgy, etc., et dans les environs d'Avallon et de Semur en Auxois. Les arkoses, qui paraissent tenir la place de ce grès, contiennent beaucoup de Gryphées arquées, et sont évidemment contemporaines des premiers temps de la formation du lias. Le grès siliceux est quelquefois remplacé, aux environs de Semur en Auxois, de Château-Neuf en Brionnais, par une arkose à ciment calcaire très bien stratifiée, et dont les derniers strates alternent avec les premiers du lias.

Près de Château-Neuf, on voit, dans une petite assise de marnes irisées qui se trouve au-dessus de cette arkose calcaire, des couches de calcaire bacillaire ressemblant beaucoup à l'arragonite, dont l'épaisseur dépasse un décimètre.

Les restes organiques sont fort rares dans toute la formation des marnes irisées. M. Landriot a découvert des coquilles bivalves dans les marnes brunes. Outre les coquilles que nous avons déjà citées dans les grès supérieurs, on y rencontre assez fréquemment des empreintes végétales qui, suivant M. Ad. Brongniart, appartiennent aux espèces suivantes : *Equisetum columnare*, *Clathropteris meniscioides*, *Teniopteris vittata*. Cette dernière espèce est très commune dans les argiles schisteuses d'Épogny et le grès du lias de la Selle, qui renferme une grande quantité de débris végétaux, si mal conservés qu'il est presque impossible de dire de quelles plantes ils proviennent.

Les marnes irisées constituent des montagnes légèrement arrondies qui atteignent jusqu'à 480 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce groupe, qui est très important, à cause du gypse qu'il renferme, est développé à Sully, Epinac, Curgy, aux environs de Couches et de Saint-Léger-sur-Dheune, Toulon, Gueugnon, Perrecy-les-Forges, et sur le versant oriental de la chaîne, autour de Saint-Gengou-le-Royal, Marcilly-les-Buxy, Buxy, etc. Presque partout le gypse est exploité pour la bâtisse et pour amender les terres : on compte près de quarante carrières à plâtre ouvertes dans les différentes localités que nous venons de citer. Quelques unes de ces carrières sont à ciel ouvert; mais généralement l'exploitation se fait par des galeries auxquelles conduisent des puits qui ont de 25 à 40 mètres de profondeur. Le plâtre que l'on en retire n'est pas d'une aussi bonne qualité que celui de Paris; on est obligé d'y ajouter une certaine quantité de chaux vive pour l'employer dans les constructions. Le grès supérieur est employé pour la bâtisse et pour paver les rues; on en tire aussi des pierres et des meules à aiguiser. Les calcaires magnésiens fournissent de

la pierre de taille, des matériaux pour réparer les routes, et de la pierre à chaux maigre. Depuis quelques années, ils ont été employés avec succès pour fabriquer un excellent ciment hydraulique qui se durcit rapidement, et acquiert une solidité telle, qu'il est difficile de le briser.

Les sources sont abondantes dans tout le sol occupé par les marnes irisées; une seule est salée, celle qui se trouve près de Santenay, dans la vallée de la Dheune; encore le sel marin forme-t-il la plus petite partie de ceux qui se trouvent contenus dans l'eau de cette source. Ce fait négatif me paraît démontrer qu'il n'existe pas de grandes masses de sel gemme dans le terrain de Keuper de la Bourgogne.

La végétation est assez vigoureuse dans tout le sol occupé par les marnes irisées: dans les environs de Couches et dans toute la vallée de la Dheune, il est couvert de fort belles vignes, et de grasses prairies occupent le fond des vallées.

Nous venons de voir que le dernier étage du terrain vosgien se lie intimement, par ses parties supérieures, avec le premier du terrain jurassique, le lias, qui sert de base à cette immense masse de calcaires, à laquelle on donne le nom de *terrain jurassique*, parce que c'est elle qui constitue les montagnes du Jura, qui limitent la France à l'Orient. Dans toute cette masse, dans ce grand terrain, les roches fragmentaires, grès, arkoses, poudingues, sont fort rares, tandis que ce sont elles qui constituent la presque totalité de la masse du terrain vosgien, si bien développé en Bourgogne. Or, l'assise arénacée, à laquelle on applique le nom de *grès du lias*, se lie évidemment, d'une part, avec les marnes irisées, et, de l'autre, avec le lias dont elle renferme même beaucoup de fossiles. On pourrait croire qu'il n'y a pas plus de raisons pour la ranger dans le terrain vosgien que dans le terrain jurassique; mais c'est une roche arénacée dont la formation annonce une époque de bouleversement dont le terrain vosgien nous offre de si nombreuses traces, tandis que le terrain jurassique a évidemment été formé pendant une époque de tranquillité. D'après ces considérations, nous rangerons donc dans le terrain vosgien la masse arénacée à laquelle on a donné le nom de *grès du lias*, et qui établit une liaison intime entre les terrains jurassique et vosgien.

§ IX.

Filons et cônes de quartz.

Nous avons déjà vu dans les environs de Château-Neuf en Brionnais, de Charcey, de Couches et d'Autun, une masse arénacée, arkose et grès siliceux avec Gryphées arquées et autres coquilles du lias, placée entre le terrain jurassique et le terrain vosgien. Aux environs d'Arnay-le-Duc, de Saulieu, d'Avallon et de Semur en Auxois, cette masse repose presque toujours immédiatement sur le granite avec lequel elle se trouve intimement liée; quelquefois, près de Semur, par exemple, elle en est séparée par une assise peu puissante de marnes

rouges, vertes et bleues, qui représente le groupe des marnes irisées. Toutes les fois que les arkoses reposent sur le granite, leur stratification est fort irrégulière, et souvent même on n'en voit aucune trace; mais quand elles en sont séparées par les marnes irisées, elle est beaucoup mieux marquée; on voit assez souvent les strates alterner avec ceux du lias. Dans cette dernière circonstance, la roche est calcaire, elle fait fortement effervescence dans les acides, tandis que dans l'autre, elle est généralement siliceuse et ne fait aucune effervescence. Le spath fluor, la barytine, le quartz et la galène, que nous avons déjà cités dans les arkoses inférieures aux marnes irisées, se trouvent dans celles-ci peut-être encore en plus grande quantité; presque partout elles renferment des Gryphées arquées et d'autres coquilles du lias changées en silex.

Nous avons déjà dit, § 1, en parlant du granite, que celui de la région septentrionale se décomposait très facilement et donnait naissance à un sable formé de ses éléments désagrégés, que l'on nomme arène dans tout le Morvan. A la surface des plateaux et sur les flancs des montagnes granitiques, il existe presque toujours une couche d'arène plus ou moins épaisse; comme la décomposition s'opère de l'extérieur à l'intérieur, il n'y a point de solution de continuité entre l'arène et le granite d'où elle provient. Dans un très grand nombre de points, cette arène a été réagglutinée par un ciment siliceux, et il en est résulté une roche très dure et très solide, que M. de Bonnard a fait connaître le premier dans sa notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne, et à laquelle M. Brongniart a donné le nom d'*arkose*, nom qui a d'abord été appliqué à un terrain, et qu'il faut regarder comme le nom d'une roche qui se rencontre dans plusieurs terrains, comme le calcaire compacte, le psammite, etc. Dans toute la région granitique du nord, l'arkose dont nous parlons présente des phénomènes très curieux, que nous allons décrire avec détail.

Dans tous les escarpements granitiques des environs d'Avallon, le granite est recouvert d'une couche d'arkose ou d'arène passant à l'arkose, avec laquelle il est toujours intimement lié; d'un autre côté, cette même couche se lie intimement au lias par ses parties supérieures, dans tous les endroits où elle se trouve recouverte par lui, et contient des fossiles changés en silex. Le plus généralement, l'arkose est formée de grains de quartz, de cristaux de feldspath plus ou moins altéré, et de quelques paillettes de mica, réunis par un ciment siliceux, calcaire ou calcaréosiliceux, toutes les fois qu'elle se trouve voisine du calcaire; mais c'est souvent un véritable grès contenant peu ou point de débris granitiques; souvent elle n'est représentée que par son ciment, le quartz hyalin plus ou moins pur, blanchâtre, rose, gris ou noirâtre, quartzite, jaspe, quartz calcédonieux souvent tellement carrié, qu'au premier aspect, on le prendrait pour une meulière, un jaspe passant d'un côté au quartz, de l'autre à l'argile molle, d'un côté au quartz, de l'autre au calcaire argileux du lias, etc. Ces diverses variétés de roches se trouvent réunies dans la couche qui sépare le granite du

terrain jurassique. Quand l'une d'elles prend un très grand développement, les autres disparaissent ou se réduisent à des rudiments; leur stratification est toujours très confuse; elles se présentent ordinairement en blocs à la surface du granite ou en grosses masses coupées par des fissures qui se croisent; elles offrent beaucoup de cavités irrégulières à surfaces courbes, assez semblables à celles de la masse quartzo-ferrugineuse de Chiseuil. Ces cavités sont tapissées de cristaux de quartz hyalin, de spath fluor, de baryte sulfatée et de galène. Tous ces minéraux se trouvent aussi disséminés dans les roches en plus ou moins grande quantité; ils y forment souvent des veines et de petits amas, surtout la baryte et la galène. Quand l'arkose est stratifiée, ce qui arrive ordinairement lorsqu'elle est séparée du granite par les marnes irisées, ces mêmes minéraux ne s'y présentent plus qu'en parties disséminées, en mouches, et le quartz devient alors fort rare.

Les variétés de quartz, qui se trouvent dans la masse arkosienne, sont absolument les mêmes que celles qui forment les nombreux filons du granite inférieur; la barytine, le spath fluor et la galène, sont presque aussi abondants dans ces filons que dans les arkoses. Il doit donc exister des rapports intimes entre eux et ces roches, c'est ce qu'une foule de faits établissent de la manière la plus évidente.

En décrivant le groupe du grès bigarré, nous avons déjà dit qu'auprès d'Autun, il existe un filon de quartz qui sort du granite, s'épanche à la surface et forme l'arkose. A une lieue au nord-est d'Avallon, dans l'escarpement oriental de la vallée du Cousin, au lieu dit la Chapelle-Saint-Éloy, près le Vault-de-Lugny, on remarque plusieurs filons de quartz qui semblent passer du granite dans l'arkose très quartzreuse qui recouvre le plateau granitique. Parmi ces filons, il en existe un de plus d'un mètre de puissance dirigé nord 20° est, venant d'une grande distance, qui pénètre effectivement du granite dans l'arkose, où on le voit se ramifier en une infinité de veines et se perdre insensiblement. Ce filon contient tous les minéraux que nous avons déjà cités, et qui se trouvent là disséminés dans l'arkose en grande quantité. Ici l'arkose est entièrement siliceuse, tandis que plus haut, où elle vient en contact avec la lumachelle du lias, elle renferme du calcaire et fait effervescence.

Si de la Chapelle-Saint-Éloy on remonte la vallée du Cousin jusqu'auprès d'Avallon, on verra encore plusieurs autres filons de quartz passer du granite dans l'arkose, où ils finissent par se perdre. Près le village de Pont-Aubert, dans les escarpements de la route, l'arkose, intimement liée au granite et pénétrée de nombreuses veines de quartz, contient beaucoup de cristaux de spath fluor, de baryte sulfatée, et de la galène en assez grande quantité pour que l'on ait tenté de l'exploiter. Près le moulin des Ruas, un énorme filon de quartz gris, souvent grenu, encore dirigé nord 20° est, pénètre du granite dans l'arkose, où il a porté le quartz, le fluor, la baryte et la galène.

Sous les murs mêmes d'Avallon, bâti sur l'arkose qui recouvre le granite, on voit de nombreux filons de quartz sillonner les beaux rochers de granite qui semblent tenir cette ville suspendue dans les airs; mais ici les constructions et les cultures ne permettent pas de suivre les filons jusqu'à leur entrée dans l'arkose.

Sur le versant méridional de la vallée du Cousin, près le château des Pannats, le long de la route d'Avallon à Quarré-les-Tombes, une arkose très barytifère contenant les coquilles de la lumachelle, *Venus*, *Pecten*, *Ostrea*, etc., se trouve mélangée de veines d'argile altérée par les filons de quartz qui ont traversé l'arkose et l'argile en même temps. Dans le voisinage des filons, l'argile est devenue un véritable jaspe faisant feu au briquet; à une petite distance, elle est seulement fortement durcie; plus loin, elle se laisse rayer par l'ongle; enfin, elle devient tout à fait molle, au point de se laisser pétrir dans la main quand elle est mouillée. Voilà une preuve bien évidente de l'action des filons de quartz. M. de Bonnard avait signalé dès 1828 (1) ce fait remarquable, mais il n'en avait point indiqué la cause.

C'est au sud-ouest d'Avallon, dans la vallée de la Cure, aux environs de Pierre-Perthuis, que le fait de la formation de l'arkose par les filons de quartz qui traversent le granite, se montre sur une grande échelle, et de manière à lever tous les doutes que les autres localités pourraient laisser. Ici la Cure coule entre deux berges verticales formées par des rochers de granite recouverts d'une couche d'arkose dont l'épaisseur varie, mais qui est ordinairement de 6 à 7 mètres, environ le tiers de la hauteur de l'escarpement; presque partout on remarque qu'il existe une liaison intime entre le granite et l'arkose. Tous les escarpements granitiques de cette localité sont sillonnés par de nombreux filons de quartz qui s'élèvent verticalement, en se ramifiant plusieurs fois pour pénétrer dans la couche d'arkose, où ils se perdent, soit en s'y fondant, soit en s'y ramifiant en une infinité de petites veines qui se perdent dans la masse. Le quartz est hyalin, blanchâtre, gris ou rougeâtre, calcédonieux, devenant souvent carrié; c'est quelquefois un véritable grès, et assez souvent une meulière. En suivant les filons depuis le pied des escarpements, on acquiert la preuve évidente qu'ils viennent d'en bas: les ramifications qu'ils poussent, même les plus délicates, montent comme eux, et l'on voit fort bien qu'elles ont rempli de bas en haut les petites fentes qui se trouvent le long des salbandes. Le spath fluor, la baryte et la galène se montrent en veines et en petits amas dans toute l'étendue des filons; et, dans l'arkose, c'est toujours près des filons et de leurs ramifications que ces minéraux sont le plus abondants. Les filons entrent ordinairement directement dans l'arkose, et s'y perdent (*pl. VII, fig. 6*); quelquefois ils s'infléchissent, se recourbent (*fig. 7*), reviennent plusieurs fois sur eux-mêmes, en

(1) *Sur la constance des faits géognostiques*, etc., page 8.

jetant des veines à droite et à gauche. Ces deux figures représentent trois filons de quartz fort remarquables, qui passent du granite dans l'arkose, sur la rive droite de la Cure, vis-à-vis le château de Pierre-Perthuis ; mais sur les deux rives de cette rivière, les filons de quartz sont extrêmement nombreux. Le rocher sur lequel était bâti l'ancien château en est lardé. Immédiatement sur le granite, la roche arénacée siliceuse contient beaucoup de cristaux de feldspath ; c'est une arkose granitoïde ; plus haut, les éléments du granite sont moins nombreux ; enfin, dans les parties supérieures, on n'a souvent plus que du quartz hyalin, jaspoïde, calcédonieux, un véritable grès siliceux, contenant toujours une grande quantité de baryte, de spath fluor et de galène. Quelquefois le quartz ayant une épaisseur de plusieurs mètres, se trouve immédiatement en contact avec le granite, ou plutôt n'en est séparé que par une mince couche d'arkose granitoïde qui le lie avec lui. Ceci paraît provenir de ce que lors de l'éruption du quartz sur ces points, le granite n'étant pas recouvert d'une couche d'arène, ou du moins la couche d'arène étant extrêmement mince, la silice s'est accumulée sans mélange à la surface. Le nom de Pierre-Perthuis provient d'un arc naturel formé par l'arkose, qui se trouve en face du village sur la rive droite de la rivière. Dans cette arkose, des veines de quartz sont très nombreuses, et l'on voit très bien comment elles se sont introduites dans les débris du granite pour former l'arkose.

Dans cette localité remarquable, je dirai même classique, de Pierre-Perthuis, l'arkose est assez souvent recouverte par le lias ; alors elle est calcaire, et contient des Gryphées arquées et quelques autres coquilles changées en silex : les coquilles sont ordinairement creuses, et l'intérieur est tapissé de cristaux de quartz très limpides. Le test des coquilles présente des orbicules siliceux. L'arkose est aussi fréquemment séparée du lias par la lumachelle de M. de Bonnard, mince couche calcaire siliceuse, remplie d'une immense quantité de coquilles, dont la plus commune est une espèce de Vénus (*Unio hybridus*, Sow.). La lumachelle est presque toujours intimement liée avec l'arkose. M. de Bonnard (1) l'a vue immédiatement placée sur le granite, s'y lier intimement, et pénétrée de baryte sulfatée, de spath fluor, de galène et de fer oxydé. Dans quelques endroits où le lias se trouve en contact avec les masses siliceuses, ses couches inférieures ont été changées en jaspe, et tous les fossiles qu'elles contiennent sont passés à l'état siliceux. Voici, je pense, un assez grand nombre de faits pour démontrer complètement la formation des arkoses, la transformation des marnes argileuses et des calcaires marneux en jaspe par les filons de quartz venus de l'intérieur de la terre, à travers les roches sur lesquelles celles-là reposent. Les arkoses, disons les arkoses siliceuses, sont tellement une dépendance des filons de quartz, qu'elles n'existent pas sur les masses granitiques dépourvues de ces mêmes

(1) *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne*, page 34.

filons ; et réciproquement, toutes les fois que les arkoses siliceuses se montrent sur un plateau ou une montagne granitique, on peut être assuré qu'il est traversé par des filons de quartz.

Comme nous l'avons déjà dit, il existe des arkoses formées d'une autre manière que celles que nous venons de décrire. Ce sont celles qui se présentent en strates réguliers au-dessous du lias, et qui sont formées de débris de granite agglutinés par le calcaire lui-même qui s'est déposé sur eux. Cette seconde espèce d'arkose se trouve souvent mélangée par couches minces, avec des marnes de différentes couleurs qui représentent certainement les marnes irisées. Elle est très commune dans les environs de la route de Lyon, entre Avallon et Saint-Magnance, à la jonction du grand plateau du lias avec le terrain d'arkose. Elle contient encore souvent de la galène, de la baryte et du spath fluor, mais plutôt en parties disséminées qu'en cristaux et en veines.

C'est principalement aux environs de Semur en Auxois que la seconde espèce d'arkose est plus commune : elle est ordinairement séparée du lias par la lumachelle, qui, outre ses fossiles ordinaires, contient des Spirifères qui pénètrent jusque dans le lias. L'arkose calcaireuse et ses rapports géognostiques peuvent être facilement étudiés le long de la route de Semur à Saulieu, principalement autour de Précy-sous-Thil, à l'ouest de Semur, à la montée de Monetray, où il y a plusieurs petits escarpements qui permettent de voir parfaitement les superpositions. Ici le granite inférieur est une véritable protogine, ce qui arrive souvent ; car au point de contact, le mica du granite est ordinairement changé en une matière stéatiteuse. La galène et la barytine pénètrent jusque dans les parties inférieures du calcaire à Gryphées. Les arkoses siliceuses sont aussi assez communes dans les environs de Semur : j'en ai observé une grande masse dans les bois de Saumaise, dans le voisinage de deux énormes filons de quartz qui traversent le granite ; elles contiennent toujours du spath fluor, de la barytine, de la galène, des cristaux et des veines de quartz.

Sur les rives du Serain, près de Villard-Framoy, les escarpements granitiques sont couronnés de masses d'arkose siliceuse recouvertes par le lias, dans les parties inférieures duquel les filons de quartz ont pénétré, et changé le calcaire en jaspe. Il existe là une couche irrégulière de fer oxydé rouge qui paraît avoir la même origine que les autres minerais de l'arkose. Les mêmes phénomènes se présentent jusqu'à Courcelle-Framoy, Montbertault et Toutry, où l'on exploite le fer.

A Courcelle-Framoy, la lumachelle, l'arkose et le lias sont intimement liés entre eux ; les coquilles sont presque toutes à l'état siliceux. La galène, le spath fluor, la barytine et le quartz en beaux cristaux se montrent dans les trois espèces de roches. Au milieu du village, on a creusé dans l'arkose un puits de sept mètres de profondeur qui est tombé sur un filon de galène assez riche ; mais on n'a pas cherché à l'exploiter. Dans tous les environs de ce

village, les parties supérieures de l'arkose et la lumachelle sont imprégnées de fer oxydé rouge.

En allant de Courcelle à Thoste, on trouve sur la rive gauche du Serain, les mêmes faits que sur la droite. Au midi de Thoste, dans les berges escarpées d'un ravin (*pl. VII, fig. 8*), se montre une masse de quartz passant à la meulière, qui est toute imprégnée d'oxyde rouge de fer; toutes les fissures de la roche et même les cavités en sont tapissées. En s'avancant sur le plateau contigu à la berge, on rencontre plusieurs ouvertures pratiquées pour la recherche du minerai de fer, qui gît à une petite distance au-dessous de la surface, et qui donnent la facilité d'observer la structure intérieure du terrain. La partie supérieure est formée de quelques strates silicéo-calcaires avec barytine, spath fluor et oxyde rouge de fer, dont l'ensemble n'a que deux ou trois mètres d'épaisseur. Les strates contiennent des Gryphées arquées et autres coquilles du lias; ils reposent sur la lumachelle caractérisée par les coquilles que nous avons déjà citées, et qui contient là une si grande quantité d'oxyde de fer, qu'elle peut être exploitée comme minerai. La lumachelle et les couches siliceuses qui la recouvrent sont intimement liées. Ici les excavations ne descendent pas au-dessous de la lumachelle. Tout autour du village, le terrain est coloré en rouge par l'oxyde de fer, et la surface du sol est couverte d'une grande quantité de fragments de quartz. En allant vers le sud-est, les mêmes choses se remarquent sur la rive gauche du Serain jusqu'à Précy-sous-Thil.

L'exploitation de l'oxyde rouge de fer contenu dans la lumachelle, ou les parties inférieures du lias, est poussée avec une grande activité aux environs de Beauregard, où l'on a ouvert, à cet effet, une galerie, trois grands puits et plusieurs puits de recherches, etc. Ces puits ont traversé le calcaire à Gryphées et plusieurs couches de la lumachelle qui lui est inférieure, avant d'arriver à la couche ferrugineuse, épaisse de 1 à 3 mètres, et au-dessous de laquelle on rencontre encore quelques strates de lumachelle peu ferrugineuse. Le minerai de fer se trouve donc bien ici intercalé dans la lumachelle, dont il renferme du reste une grande quantité de coquilles passées à l'état ferrugineux. Cette lumachelle est calcaire, ferrugineuse et siliceuse, et cela dans presque tous les endroits où l'on a pratiqué des excavations pour exploiter le fer. Ces trois substances se trouvent souvent mélangées et accolées dans de très petits espaces; elles contiennent toutes les trois les mêmes coquilles, de la barytine, de la galène, du fer oligiste métalloïde en veines et en petites géodes, du spath fluor et des cristaux de quartz hyalin: c'est une véritable arkose coquillière imprégnée de fer oligiste; ici la silice s'est répandue au milieu de la lumachelle et dans les premières couches du calcaire à Gryphées, comme ailleurs elle s'est répandue dans l'arène.

Sur le chemin de Beauregard à Montigny, un peu avant d'arriver à ce dernier village, on voit à la surface du sol de nombreux lambeaux de lumachelle, dont toutes les coquilles sont changées en fer oligiste.

Les environs d'Arnay-le-Duc nous ont offert la même succession de roches, présentant à peu près les mêmes phénomènes depuis le granite jusqu'au lias. Sur plusieurs points, la lumachelle contient aussi de l'oxyde de fer; mais je n'y ai point trouvé de coquilles changées en fer oligiste.

Dans ce qui précède, nous avons vu le quartz s'introduire dans les parties inférieures du lias et y produire des phénomènes très remarquables. Nous allons en voir maintenant d'un autre ordre, et non moins remarquables, résultant toujours du même fait, et cela presque à l'autre extrémité de la chaîne, à 40 lieues au sud d'Avallon, dans les environs de la Claytte, où nous avons déjà cité des filons de quartz en rapport intime avec les arkoses.

Autour du village de Saint-Christophe en Brionnais, département de Saône-et-Loire, on voit paraître le granite à grands cristaux de feldspath rose, d'une très facile décomposition, exploité comme sable sur plusieurs points, et traversé par des filons de quartz hyalin qui devient calcédonieux et carrié. Le granite est recouvert par une couche puissante de marne rougeâtre avec arkoses qui supporte le lias, très développé dans la contrée.

A 500 mètres au nord du village, dans les berges de la nouvelle route de Charolles (*pl. VII, fig. 11*), on voit le calcaire à Gryphées arquées recouvrir immédiatement le granite et se lier tellement avec lui, qu'il en résulte un passage insensible, mais mécanique, de l'un à l'autre; dans les parties supérieures, le granite imprégné de calcaire fait effervescence dans les acides, et dans ses parties inférieures, le calcaire contient une si grande quantité de cristaux de feldspath, qu'il en résulte un calciphyre très singulier. Vers le bas, le feldspath est beaucoup plus abondant que le calcaire; mais il diminue à mesure que l'on s'élève, et à 1 mètre 50 centimètres au-dessus du granite, les cristaux de feldspath ont entièrement disparu. Dans toute cette partie de la formation du lias, on ne voit pas une seule trace de restes organiques; mais dans les couches qui sont immédiatement au-dessus et intimement liées avec les calciphyres, se trouvent en abondance la Gryphée arquée et les autres fossiles caractéristiques de la formation.

Dans la portion contenant les cristaux de feldspath, la stratification du calcaire est très confuse, souvent même elle a complètement disparu; le calcaire lui-même est très altéré, sa densité est sensiblement augmentée; il a pris une couleur jaunâtre et un aspect cristallin; plus loin, il est devenu brun avec des taches jaunes; cette dernière variété contient peu de cristaux de feldspath. Dans les deux variétés modifiées, on remarque un grand nombre de veines de quartz qui s'y perdent insensiblement et n'existent jamais dans les couches coquillières. Par le bas, ces veines se lient avec de gros troncs qui gisent dans le granite inférieur, et sont de véritables filons identiques avec ceux que l'on remarque dans toute la masse granitique.

C'est l'éruption du quartz, évidemment contemporaine des premiers temps du

dépôt du lias, puisque les veines de quartz ne pénètrent pas au delà des parties inférieures de cette formation, qui a jeté les cristaux de feldspath dans le calcaire, et soudé avec lui le granite refroidi depuis longtemps. Dans toute cette portion, le calcaire est devenu magnésien, et surtout dans le voisinage des veines de quartz; la variété brune la plus altérée et où les veines de quartz sont les plus nombreuses, est aussi la plus magnésienne; j'y ai trouvé près d'un tiers de magnésie, du fer et de la silice; ce qui a été confirmé par les essais que M. Élie de Beaumont a fait faire à l'école des Mines.

Voici donc des calcaires rendus magnésiens par l'influence de la venue des filons de quartz, ce qui offre quelque analogie avec le mode de formation des dolomies par l'influence de la venue des porphyres noirs dans le voisinage des calcaires, comme l'ont démontré depuis longtemps les belles observations de M. de Buch.

A Saint-Christophe, nous avons un fait de plus, c'est la liaison intime, sans aucun intermédiaire, du granite, la plus ancienne des roches plutoniques, avec une roche neptunienne, le lias, remplie de coquilles marines. On a quelquefois cité des faits du même genre, dont on ignorait la cause, pour prouver que le granite était de même époque que le terrain jurassique: ce que je viens d'exposer montre que l'on a pu être trompé par les apparences.

Les éruptions de quartz ont certainement eu lieu dans le liquide qui déposait le lias; pendant qu'elles se produisaient, l'eau chargée de silice, tenant en dissolution des acides et des gaz délétères, était impropre à l'existence de tout être organisé, et voilà précisément pourquoi on ne trouve pas une seule trace de restes organiques dans toute la portion de la masse calcaire où se présentent les veines de quartz; mais immédiatement au-dessus, les coquilles sont très nombreuses.

Cônes de quartz. En décrivant les terrains porphyrique, granitique, gneissique, schisteux et carbonifère, nous avons cité plusieurs cônes de quartz hyalin, qui s'élèvent au milieu de ces terrains, à la manière de certaines roches plutoniques. Nous allons maintenant étudier spécialement ce phénomène, très digne aussi d'attirer l'attention des observateurs.

Le quartz blanc semi-vitreux, enfumé et quelquefois jaspoïde, que les habitants de la contrée nomment *chien-blanc*, s'est élevé en cônes au milieu du granite et du gneiss au nord du mont Pilat, au pied du mont Monnot, et dans les environs de Condrieux (Rhône). J'ai observé trois de ces cônes, près les fermes de la Couronne, Veuve-Jolie et de la Selle; ils s'élèvent de 8 à 10 mètres seulement au-dessus de la surface du sol environnant; le granite ou le gneiss, suivant le sol, monte sur les flancs des cônes jusqu'aux deux tiers de la hauteur. Il est fréquemment soudé avec le quartz, et le quartz englobe souvent des fragments de granite et de gneiss de différentes grosseurs. A la base des cônes, le quartz pousse des ramifications divergentes dans la roche qu'il traverse, ce qui

ferait croire que le sol a été étoilé lors de l'éruption. Au-dessus de Tupin, près la ferme de Champin, au lieu d'un cône, le quartz forme une croupe, un dos-d'âne dirigé du nord-ouest au sud-est, et qui se trouve être en saillie de 2 à 3 mètres au-dessus de la surface du sol.

Le quartz de ces cônes est absolument identique avec celui qui se présente en filons dans le granite, le leptinite, le gneiss, le micaschiste et les talcschistes de la même contrée. Dans les micaschistes, le quartz est partie constituante de la roche : on voit de grosses veines de quartz qui, au premier abord, paraissent former des filons, se diviser en une infinité d'autres plus petites, pénétrer entre les feuillettes des schistes, souder entre elles les paillettes de mica et former le micaschiste ; ces particularités me feraient croire que l'éruption quartzreuse qui a donné naissance aux cônes et filons dont nous venons de parler est contemporaine de la formation des micaschistes sur lesquels repose souvent le terrain houiller du bassin du Gier. Cette présomption est appuyée par la présence d'une grande quantité de cailloux de quartz, semblable à celui des cônes et des filons, dans les conglomérats du terrain houiller. Dans le quartz de cette époque, je n'ai reconnu que des traces d'oxyde de fer et de carbonate de cuivre ; mais je n'y ai vu ni barytine, ni spath fluor, ni galène, substances très communes dans celui dont nous allons parler.

La colline de Saint-Priest, à une lieue au nord-ouest de Saint-Étienne, est un véritable cône de quartz qui s'est élevé au milieu du grès houiller. En partant de l'auberge de la Terrasse (*pl. VII, fig. 5*), qui se trouve au pied de cette colline sur la route de Saint-Étienne à Feurs, et suivant le chemin qui conduit à Saint-Priest, on marche sur le grès houiller, semblable à celui de tous les environs de Saint-Étienne, jusqu'à une petite dépression qui se trouve à peu près à mi-côte. Là, on commence à rencontrer des veines de quartz, et on voit le grès devenir siliceux au point de faire feu au briquet. Peu après, on arrive à une masse de quartz pur qui forme un escarpement abrupte au-dessous de l'église ; le quartz s'élève ensuite jusqu'au sommet de la colline, qui se termine à une petite plate-forme anciennement occupée par un château, dont il reste encore des traces. De cette plate-forme, on voit parfaitement que le quartz occupe tout le centre de la colline, et qu'il doit avoir percé le grès houiller, dont les couches se relèvent de toutes parts autour de lui. En descendant le long des flancs, on aperçoit des ramifications de la masse quartzreuse dirigées dans tous les sens, qui pénètrent fort avant dans le grès houiller. Quand on peut observer le contact des deux roches, on remarque entre elles une liaison intime : le quartz a pénétré dans le grès, et l'a fort endurci, jusqu'à plusieurs mètres de distance du contact ; dans quelques endroits, où le quartz contient beaucoup d'oxyde de fer, le grès est très ferrugineux. Le quartz est généralement blanc, quelquefois avec un œil bleu ; il est aussi rosâtre, gris et noirâtre, souvent il a un aspect calcedonieux. Dans le voisinage du grès houiller, il est compacte ou à grains très

fins, c'est alors un véritable grès siliceux; dans toutes les variétés, on remarque des cavités irrégulières, assez semblables à celles des meulières, qui sont tapissées de cristaux de quartz hyalin limpide et fort souvent de baryte sulfatée; mais je n'ai vu dans cette roche ni galène, ni spath fluor.

M. Dufrénoy, qui a visité et décrit la colline de Saint-Priest avant 1830 (4), a trouvé dans le quartz même des empreintes de *fougères* et de *calamites*, entièrement semblables à celles que présente le terrain houiller du bassin de Saint-Étienne. Cette circonstance et la liaison intime entre le grès et le quartz, lui font considérer la butte de Saint-Priest, comme une dépendance du terrain houiller. « Mais, dit-il, quelle cause a donné à cette colline la forme conique qu'elle présente? on ne peut croire que c'est à la dénudation seule qu'elle la doive; quelle circonstance aussi a répandu avec une aussi grande profusion la matière siliceuse et la baryte dans les roches qui la composent? Ce sont des questions que nous ne chercherons pas à résoudre; nous dirons seulement qu'il est naturel de penser que ce phénomène est analogue à celui qui a donné naissance aux arkoses, et que c'est probablement à la même cause que sont dus les minéraux qui existent dans l'un et dans l'autre grès. »

Près du village de Latour, à 1200 mètres au nord de Saint-Priest, une masse de quartz toute semblable à la précédente, présente aussi des phénomènes analogues. De ce point en s'avancant vers le nord, on rencontre une immense quantité de filons de quartz dans le gneiss, les micaschistes, le granite, les porphyres, les phyllades, le terrain carbonifère, le terrain de grès rouge et jusque dans le lias.

A une lieue au nord-ouest de Charolles, près le village de Baron, il existe un petit cône de quartz près de la route, sur la crête d'une montagne granitique. L'ancien château de la Motte-Saint-Jean, près Digoïn, était bâti sur une puissante masse de quartz qui s'est élevée au milieu des schistes du vieux grès rouge, en lançant dans ces schistes trois grosses branches dirigées nord, sud, sud-ouest et ouest, qui se divisent ensuite en plusieurs autres. Dans les environs de Rouvray (Côte-d'Or), il existe près le village de Saint-Andeux, un cône de quartz qui s'est élevé au milieu du granite en poussant des ramifications qui s'étendent à une grande distance. Enfin, nous avons le cône quartzo-ferrugineux de Chiseuil, décrit § III, qui s'est élevé entre le granite et le terrain schisteux. Dans la seconde partie, nous exposerons les conséquences qui nous semblent résulter de tous les faits nouveaux et curieux que nous venons d'exposer.

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. I, p. 305,

§ X.

Terrain jurassique.

Le terrain jurassique se trouve sur les deux flancs de la chaîne depuis la vallée de l'Azergues jusqu'au delà de la limite de nos observations, du côté du nord. Il présente tous les groupes reconnus dans ce terrain en Angleterre et dans le Jura, plus ou moins bien développés, suivant les localités, et manquant même entièrement dans quelques unes. Ces groupes sont le *lias*, la *grande formation oolitique*, la *formation oxfordienne*, le *coral-rag* ou *calcaire à Nérinées*, et enfin le groupe des *Gryphées virgules*.

Le lias, bien caractérisé par ses Gryphées arquées et ses autres fossiles, paraît sur les rives de l'Azergues, d'où il s'étend jusqu'au Mont-d'Or de Lyon, où il est exploité dans de nombreuses et vastes carrières. De là, il suit le pied oriental de la chaîne jusqu'à la hauteur de Mâcon, où il entre fort avant dans l'intérieur, par la vallée de la Grosne et celle de Velouze. Dans ces deux vallées, la formation du lias est resserrée entre de hautes montagnes granitiques, en sorte qu'elle paraît s'être déposée dans des bras de mer, qui s'avançaient jusqu'à l'origine de ces vallées, dont le fond se trouve maintenant à plus de 300 mètres au-dessus de la mer. En continuant à marcher vers le nord, on ne voit pas le lias pénétrer plus avant dans l'intérieur de la chaîne que les vallées de la Grosne et de la Guye; jusqu'à la hauteur de Châlons-sur-Saône, il occupe le fond de presque toutes les vallées au pied des escarpements des montagnes oolitiques. Quelquefois il paraît recouvrir immédiatement le granite, comme à Saint-Christophe en Brionnais, § IX; mais, en observant avec attention, on reconnaît qu'il existe toujours une assise arénacée, plus ou moins puissante, placée entre les deux, comme à Cortambert près de Cluny (*pl. VI, fig. 37*), composée en grande partie de débris du granite. Le long de la route d'Autun à Châlons, le lias s'élève jusqu'auprès de la crête de la chaîne sur le plateau de Drevin, à 468 mètres au-dessus du niveau de la mer; plus au nord et à l'ouest, aux environs de Bligny-sur-Ouche, de Sombornon, d'Arnay-le-Duc, de Semur et d'Avallon, il s'étend sur les deux versants; c'est dans ces deux dernières localités que son contact avec le granite, par l'intermédiaire des arkoses, nous a présenté des faits si curieux.

Le lias a pris un développement considérable sur tout le grand plateau légèrement incliné du sud vers le nord, qui s'étend depuis les rives du Cousin près d'Avallon, jusqu'à celles de l'Armançon aux environs de Semur en Auxois; nous avons déjà dit qu'il n'est séparé du granite que par une couche de roches siliceuses, arkoses, qui se lient intimement avec lui. Ce plateau, qui porte le nom de plateau d'Époisse, forme une bande irrégulière dirigée de l'est à l'ouest, bordée à l'est, au nord et à l'ouest, par un arc d'escarpements de calcaire à entroques, sous lesquels le lias s'enfonce (*Voyez pl. VII, fig. 13, et la carte*); ces escarpements forment

les bords d'un vaste bassin fermé au sud par les hautes montagnes granitiques du Morvan.

Sur le versant occidental de la chaîne, le lias se montre au-dessous du terrain oolitique à Château-Neuf en Brionnais, depuis Charlieu jusqu'à Saint-Christophe, à Saint-Julien de Cray, Saint-Julien de Sivry, aux environs de Charolles, où il remonte assez loin dans la vallée de la Reconce, de chaque côté du canal du centre, entre Saint-Aubin et Perrecy-les-Forges; dans toutes les localités, il présente les mêmes caractères et contient toujours les mêmes fossiles, surtout une immense quantité de Gryphées arquées. Entre Perrecy et Gueugnon, à Mazoncle, on voit un petit lambeau de lias isolé au milieu de l'arkose; est-ce le reste d'une nappe plus étendue jadis, ou un dépôt particulier dans un petit bassin? A Gemon, au pied du Mont-Jeu, à une lieue au sud d'Autun, un pareil lambeau gît dans une cavité du terrain granitique; là, c'est bien un dépôt formé dans un petit bassin, et ce qu'il y a de fort remarquable, c'est qu'il se trouve à plus de deux lieues de tous les endroits où se montre le lias, ce qui ferait croire que ce dépôt s'est formé dans un petit lac, resté au milieu du terrain granitique après la retraite de la mer dans le fond de laquelle le lias s'est formé. Les environs de Saulieu présentent aussi deux lambeaux du lias qui gisent dans des cavités du terrain granitique. A deux lieues au nord-est d'Autun, un lambeau de la même formation se montre au milieu du terrain houiller, dont il est séparé par les arkoses et le grès rouge, sur tout le plateau compris entre Curgy et Saint-Léger-du-Bois; mais celui-ci n'est évidemment qu'un fragment de la grande masse qui s'étend ensuite au nord par Ivry, Bligny-sur-Ouche, Arnay-le-Duc, Pouilly, etc., jusqu'à Semur en Auxois, et en courant vers l'ouest, jusqu'au delà d'Avallon (*voyez la carte, pl. V*). Ainsi on voit que la formation du lias a pris un grand développement entre le Rhône, la Saône et la Loire, où elle présente des phénomènes extrêmement curieux dont nous n'avons certainement étudié qu'un très petit nombre. Nous recommandons le reste à l'attention des observateurs qui habitent sur les lieux, persuadé que nous sommes qu'il en est éminemment digne.

Grande formation oolitique. Presque partout, le lias est recouvert par la grande formation oolitique, qui se compose d'une puissante assise calcaréo-bitumineuse très riche en Ammonites et Bélemnites, que l'on a souvent rapportée au lias, d'une masse de calcaire à entroques ferrugineux dans ses parties inférieures, de calcaires oolitiques blancs et jaunâtres, enfin de calcaires compactes et schistoïdes qui se trouvent quelquefois séparés de l'assise oolitique par une couche de marne bleue, plus ou moins épaisse, qui paraît analogue à l'argile de Bradford des Anglais. L'ensemble de toutes ces roches, dont quelques unes manquent cependant çà et là, prend un développement et une puissance considérables sur tout le versant oriental de la chaîne; et au nord de la limite de nos observations, il occupe les deux versants et la crête; sur le versant occidental, il ne se montre, au pied des montagnes, qu'aux environs de Charlieu, Château-Neuf, Semur en Brionnais,

Marcigny-sur-Loire, Charolles et Paray-le-Monial; on le retrouve bien au-delà sur la rive droite de la Loire à Nevers, la Charité, Cosne, etc.; mais ces points sont hors de notre travail.

Dans plusieurs localités, et particulièrement aux environs d'Avallon, dans les vallées du Serain, du Cousin et de la Cure, il existe, au-dessus du calcaire à Gryphées arquées, une puissante assise de marne et de calcaires bitumineux plus ou moins schistoïdes, caractérisée par une grande quantité de Bélemnites, d'Ammonites, de Térébratules et de Peignes; la puissance de cette assise dépasse quelquefois 100 mètres. Les calcaires bitumineux sont exploités en plusieurs endroits, et particulièrement à Vassy, pour fabriquer un ciment hydraulique connu dans toute la France sous le nom de ciment de Vassy.

Plusieurs géologues ont classé cette masse bitumineuse dans la formation du lias, et l'ont regardée comme formant l'étage supérieur de cette formation. Dès 1828, M. de Bonnard (1) avait annoncé qu'elle devait en être séparée; mais il n'avait pu établir cette séparation par des faits positifs; nous avons eu occasion, en 1838, d'observer avec M. Moreau des points où la séparation est parfaitement évidente. MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy rangent dans l'oolite inférieure les couches à *Gryphæa cymbium* qui se montrent au-dessous du calcaire à entroques dans toute la contrée que nous décrivons; je partage entièrement leur opinion à cet égard, car j'ai souvent vu ces couches recouvrir le lias sans se lier aucunement avec lui. Or, à Vassy, dans l'excavation que l'on a faite pour établir le bassin, on a mis en évidence la superposition, immédiate et à stratification concordante, des marnes et calcaires bitumineux, sur les couches à *Gryphæa cymbium* au-dessous desquelles on ne peut rien voir, quoique le lias se montre à une petite distance de là. Dans celui-ci, on remarque à la partie supérieure, un calcaire marneux schistoïde, avec des Bélemnites assez semblables à celles des marnes et calcaires bitumineux, mais avec lesquelles se montraient encore quelques Gryphées arquées, et beaucoup de petites Bélemnites en forme de fuseau (*Actinocamax fusiformis*, Voltz), qui ne se présentent plus dans les calcaires bitumineux. Le long de la vallée du Cousin, au pied de la montagne de Montmartre, on voit bien les couches à *Gryphæa cymbium* recouvrir les calcaires marneux du lias remplis de l'*Actinocamax fusiformis*, à ces couches succéder des schistés bitumineux, puis le calcaire à entroques qui forme les escarpements; mais ici la superposition immédiate des diverses roches les unes sur les autres ne m'a paru évidente sur aucun point.

En suivant la route d'Avallon à Vézelay, nous avons été assez heureux, MM. Moreau, Lajoie et moi, pour voir parfaitement cette superposition entre Pont-Aubert et Saint-Père (pl. VII, fig. 9). Après Pont-Aubert, les berges de la route sont creusées dans le lias, dans une assez longue étendue, dont la partie supérieure est occupée par des masses et des calcaires schisteux avec *Bélemnites*

(1) Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le terrain d'arkose, page 81.

et *Actinocamax fusiformis*. En gravissant la montagne de la Mangeoire, on voit reposer immédiatement sur les marnes du lias, et à stratification concordante, mais cependant sans liaison intime, une assise glauconieuse, souvent ferrugineuse, de 3 à 4 mètres d'épaisseur seulement, remplie de *Gryphæa cymbium* et de *Pecten semilunaris*. Cette assise est divisée en strates irréguliers, mais évidents; on n'y voit plus la *Gryphæa arcuata*, ni l'*Actinocamax fusiformis*. Au-dessus se développe immédiatement la masse des marnes et calcaires bitumineux, avec nombreuses Bélemnites et des Ammonites particulières, qui toutes m'ont paru différer de celles du lias. Cette masse prend là une puissance considérable; elle s'élève jusqu'auprès du sommet de la montagne, où elle est immédiatement recouverte, à stratification concordante, par les couches ferrugineuses du calcaire à entroques, qui alternent même plusieurs fois avec les marnes. Le calcaire ferrugineux passe insensiblement au véritable calcaire à entroques, qui constitue le sommet de la montagne, et que l'on exploite dans plusieurs carrières aux environs de Tarroiseau. En continuant à suivre la route pour se rendre à Saint-Père, on voit toutes les roches dont nous venons de parler se succéder dans l'ordre inverse, comme cela doit être. De ce côté, les couches à *Gryphæa cymbium* gisent au pied de la montagne; et le lias ne paraît que sur une très petite étendue.

Une disposition tout à fait semblable à celle que nous venons de faire connaître s'observe sur plusieurs points de la vallée, entre Saint-Père et Bazoches, où se montrent les marnes et les calcaires bitumineux entre le lias et le calcaire à entroques. Ainsi donc, cette puissante assise de marnes et de calcaires bitumineux, si développée aux environs d'Avallon, qui s'étend de là jusqu'à Pouilly en Auxois, Bligny-sur-Ouche, etc., qui paraît réduite à de moindres dimensions dans plusieurs autres parties de la chaîne, et particulièrement dans le Brionnais (Charlieu, Saint-Julien de Cray, Semur, etc.), séparée du lias par M. de Bonnard qui en avait fait sa seconde formation marneuse (1), doit être rangée dans la partie inférieure de la grande formation oolitique avec les couches à *Gryphæa cymbium*, *Pecten semilunaris*, etc., qui la séparent du lias.

Les autres étages de la grande formation oolitique ont été très bien décrits par M. de Bonnard, aux ouvrages duquel nous renvoyons le lecteur. La plupart de tous ces beaux et pittoresques escarpements que l'on aperçoit de si loin dans les montagnes de la Bourgogne, sont formés par le calcaire à entroques qui prend souvent un développement si considérable, qu'il constitue à lui seul presque toute la formation. L'oolite blanche ou jaunâtre, le *great oolite* des Anglais, recouverte par des calcaires compactes et schistoïdes, est bien développée aux environs de Dijon, Nuits, Beaune, Châlons-sur-Saône, Mâcon, Château-Neuf, Charlieu, Semur en Brionnais, etc. Ces calcaires contiennent souvent beaucoup

(1) La première étant un ensemble de marne et de calcaire lumachelle qui gisent au-dessous du lias, et qui me paraissent appartenir au groupe des marnes irisées. (*Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne.*)

de veines et de rognons de silex corné. Les parties supérieures de la grande oolite offrent souvent une roche bréchiforme rougeâtre, qui prend un beau poli, et qui est exploitée comme marbre entre Dijon et Beaune, près de Tournus, etc. Beaucoup de cheminées du pays et de dessus de meubles sont faits avec ce marbre, assez connu sous le nom de *Pierre de la Douée*.

Groupe oxfordien. Aux environs de Mâcon, de Tournus, de Buxy, de Saint-Desert, de Givry, de Chagny, et près de Dijon, de Norges, de Gemeaux, sur la route de Langres, dans la forêt de Velours, à Bèze, etc., les calcaires schistoïdes de la grande oolite supportent une assise marneuse bleuâtre, généralement peu épaisse, dont les fossiles sont les mêmes que ceux de l'argile d'Oxford des Anglais.

Coral-rag. Sur cette assise reposent des calcaires compactes avec *Nérinées*, et beaucoup de *Pholadomies* qui constituent toutes les petites collines allongées dans le sens du sud-ouest au nord-est, qui bordent la Saône, depuis Mâcon jusqu'à Tournus, et forment une bande fort morcelée, entre Saint-Gengoux et Chagny, qui s'étend jusqu'aux environs de Dijon, au pied du versant oriental de la chaîne. Ce groupe est surtout très bien développé à Bèze, sur la rivière de même nom, dont les berges escarpées mettent sa structure à nu, et dans toute la vaste forêt de Velours.

Dans cette forêt et dans le bois de Marsannay, on remarque sur les calcaires coralliens des lambeaux d'un calcaire schistoïde rempli de *Gryphées virgules*, qui représentent le dernier groupe du terrain jurassique composé ailleurs de marnes et de calcaires à *Gryphaea virgula*, qui acquièrent une puissance assez considérable, mais qui n'est jamais bien développé dans toute la contrée que nous décrivons.

Sur le versant oriental de la chaîne, les montagnes oolitiques s'élèvent depuis 300 jusqu'à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer; la stratification est concordante entre tous les groupes qui composent ce terrain; les strates sont généralement relevés vers l'ouest, vers l'axe de la chaîne, où gisent les masses plutoniques; mais, à l'exception du basalte, aucune roche évidemment plutonique ne pénètre en filons dans le terrain jurassique. Sur plusieurs points, à Moroges, Culles, aux environs de Buxy, à Champlieu, Étrigny, Brancion, sur la rive droite du Grison, et sur plusieurs points dans l'intérieur de la chaîne, on voit des pointes de granite sortir du milieu de l'oolite et du lias; mais entre les deux roches, d'origines différentes, il y a toujours une couche plus ou moins épaisse de fragments du granite cimentés par le calcaire et quelquefois par le quartz, preuve que la surface consolidée du granite avait été longtemps exposée à l'influence des agents destructeurs avant le dépôt du terrain jurassique. A Saint-Léger, près Mâcon, nous avons vu une pointe d'eurite traverser l'oolite, mais sans s'introduire aucunement dans les fissures de cette roche; l'oolite en est encore séparée par une petite couche arénacée provenant de sa décomposition.

Des faits semblables se présentent encore sur un grand nombre d'autres points : toujours les roches plutoniques, décomposées à la surface, sont séparées des calcaires jurassiques par une couche arénacée formée de leurs débris, et jamais elles ne s'introduisent dans les fissures de ces calcaires qui sont immédiatement au dessus d'elles, ce qu'elles n'auraient pas manqué de faire si elles fussent venues sous eux à l'état de fusion ignée, comme l'ont avancé quelques observateurs. Il est donc parfaitement constaté que les roches feldspathiques et amphiboliques qui entrent dans la composition des terrains de porphyre, de gránite et de gneiss, étaient consolidées longtemps avant le dépôt du terrain jurassique.

Sur le versant occidental, le long de la Loire, depuis Digoin jusqu'à Charlieu, ou jusqu'à la vallée du Sornin, le terrain jurassique forme une bande irrégulière, au pied des montagnes granitiques et porphyriques, qui s'élève de 300 à 500 mètres au dessus de la mer, c'est-à-dire à peu près à la même hauteur que la bande orientale; mais là, nous n'avons vu ni les argiles d'Oxford ni les calcaires à Gryphées virgules, qui sont cependant très développés plus au nord-ouest, aux environs de la Charité et de Cosne. La grande formation oolitique s'étend jusque sur les bords de la Loire, où elle disparaît sous le terrain de transport suivant une ligne irrégulière, moyennement élevée de 280 mètres au-dessus de la mer; tandis que dans la partie correspondante de la vallée de la Saône, la ligne, suivant laquelle le terrain jurassique s'enfonce sous le terrain de transport, n'est élevée que de 180 à 190 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire 100 mètres de moins que celle de la Loire. La même différence de niveau se remarque entre le cours des deux rivières : la hauteur de la Loire à Roanne est de 269 mètres; celle de la Saône à Beauregard, qui se trouve à la même latitude que Roanne, est de 168 mètres; celle de la Loire à Digoin est de 258 mètres, et celle de la Saône, à Saint-Alban, point qui se trouve sur le même parallèle que Digoin, est de 169 mètres (*pl. VII, fig. 2 et 3*). Il est bon de rappeler ici que les deux rivières coulent en sens contraire. Le soulèvement a donc été beaucoup plus considérable le long de la Loire que le long de la Saône. Si nous citions la hauteur du fond de toutes les vallées entre la Saône et la Loire, on verrait qu'elles se trouvent sur une surface inclinée de la Loire vers la Saône.

Aux environs d'Avallon, de Rouvray, etc., la hauteur moyenne au-dessus de la mer, de la ligne fort irrégulière de séparation entre le terrain granitique et le terrain jurassique, est de 280 mètres. A partir de là, le sol s'élève vers les grandes sommités du Morvan, dont la hauteur dépasse 600 mètres, et il s'abaisse en allant à l'ouest, au nord et à l'est, vers le pied des escarpements du calcaire à entroques. Cette suite d'escarpements, formant une falaise demi-circulaire autour du massif granitique du Morvan, atteint une hauteur moyenne de 340 mètres, c'est-à-dire 60 mètres de plus que le pied du massif granitique et notablement plus considérable qu'un grand nombre de points de ce même massif, qui restent

au-dessous de 300 mètres. Il y a même des escarpements du calcaire à entroques dont la hauteur va jusqu'à 422 mètres, aux environs de Semur. Citons quelques points dans les deux terrains pour montrer l'énorme relief actuel du sol jurassique. Sur certaines parties du sol granitique, on ne rencontre maintenant aucune trace du terrain jurassique, pas même dans les alluvions des vallées, qui contiennent les débris de toutes les roches environnantes.

Plateau granitique d'Avallon, 260 à 270 mètres; plateau jurassique de Vassy à une lieue au nord d'Avallon, 323; Montmartre, sommet jurassique à deux lieues à l'ouest, 355 mètres; plateau granitique de Semur en Auxois, 325 mètres; escarpements du calcaire à entroques à une lieue au nord de Semur, 420 mètres, etc. : faits qui démontrent complètement que la surface du terrain jurassique est maintenant beaucoup plus élevée qu'un très grand nombre de points de celle du massif granitique qu'il entoure, la différence va jusqu'à 180 mètres. Dans la seconde partie, nous déduisons de ce fait des conséquences remarquables.

A Curgy, à Gennant, à Chalancey près Couches, et dans presque tout l'Auxois, le minerai de fer renfermé dans le lias est exploité, mais c'est une mine de médiocre qualité que l'on ne peut pas employer seule, il faut toujours la mélanger avec du fer pisiforme. Les calcaires du lias et de toute la masse oolitique sont exploités pour les constructions, pour réparer les routes et comme pierre à chaux. Certaines couches du lias donnent une excellente chaux hydraulique. Les calcaires bitumineux de la partie inférieure du terrain oolitique donnent le ciment de Vassy, qui est d'une excellente qualité et qui résiste aussi bien dans l'eau qu'à l'air. Certaines couches du lias et de l'oolite se laissent polir et donnent de fort jolis marbres : les Gryphées et les autres coquilles du lias, qui se détachent en blanc sur un fond brun, produisent un fort bel effet.

Dans la partie inférieure du terrain jurassique, les sources sont abondantes et les eaux d'une excellente qualité; mais dans les parties moyenne et supérieure, elles sont excessivement rares : la sécheresse du terrain oolitique est un de ses caractères les plus tranchés.

§ XI.

Terrain crétacé.

La craie marneuse, parfaitement caractérisée par ses roches et par ses fossiles, se montre dans les berges de la Loire, entre la Charité et Cosne, mais le terrain crétacé n'avait point encore été signalé sur le versant oriental de la chaîne qui sépare la Loire de la Saône, où nous l'avons reconnu dès l'année 1837, dans le canton de Mirebeau, département de la Côte-d'Or. C'est lui qui constitue les collines sur lesquelles s'élèvent les villages de Tanay et de Viévigne, éloignés de 6,000 mètres l'un de l'autre, et toutes celles qui les séparent. Là, il est difficile de l'étudier, parce qu'il se trouve recouvert par une puissante assise

de terrain de transport ; mais dans quelques carrières et escarpements des environs de Viévigne et de Tanay, principalement dans les berges de la route de Viévigne à Bèze, on remarque un calcaire marneux friable, rarement un peu solide, à la partie inférieure duquel se trouvent quelques lits minces d'un grès calcaire, reposant lui-même sur une assise de marne argileuse bleuâtre, qui pourrait bien être l'équivalent géognostique du gault. Je n'ai point trouvé de fossiles dans la marne ni dans le grès ; mais le calcaire m'a présenté des *Pecten*, des *Catillus Cuvieri*, un petit Nautilé et une grande Ammonite, *A. Lewesiensis* (Mant.). Les fossiles m'ont paru rares dans tous les points que j'ai observés : partout j'ai rencontré des nodules et des cylindres de fer pyriteux et quelques silex cornés ; ces substances, engagées dans le calcaire marneux, sont aussi fréquemment libres à la surface du sol.

Les collines crayeuses s'élèvent à 272 mètres seulement au-dessus du niveau de la mer, et elles ont 20 à 30 mètres de relief au-dessus des vallées qui les séparent. Les strates des roches sont légèrement inclinés suivant les pentes des collines ; mais, généralement, ils plongent vers l'est dans le même sens que ceux du terrain jurassique.

Au nord-ouest de Viévigne, on suit le terrain crétacé jusqu'à une très petite distance du calcaire à Gryphées virgules, qui se trouve à l'extrémité méridionale de la forêt de Velours ; mais les cultures empêchent de voir le contact ; il est extrêmement probable qu'il repose sur ce calcaire à stratification concordante.

§ XII.

Terrain supercrétacé ou tertiaire.

Toutes les roches de cette époque que j'ai reconnues sur les deux flancs de la masse montueuse qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône, appartiennent à une formation d'eau douce extrêmement moderne, qui est toujours liée par ses parties supérieures avec le terrain diluvien qui la recouvre. La nature de cette formation varie avec les points sur lesquels elle se présente : c'est tantôt un calcaire solide, tantôt un calcaire marneux, tantôt une marne calcaire, tantôt un sable, enfin souvent un véritable travertin, assez semblable à ceux qui se forment encore maintenant. Nous allons dire ce que cette formation présente de particulier sur chaque point où nous l'avons observée.

Au nord-ouest de Bourbon-Lancy, aux environs de Cronat et de Vitry-sur-Loire, il existe un calcaire d'eau douce, rempli d'Hélices, de Paludines et de tubes de Phryganes, dont quelques uns sont très gros, dans lequel on a trouvé quelques ossements et une mâchoire de quadrupède. Ce calcaire, tout à fait semblable à celui de Gannat, département de l'Allier, est exploité dans plusieurs carrières ; un calcaire tout à fait analogue a été mis à jour par les travaux du canal latéral, sur la rive gauche de la Loire, depuis Cronat jusqu'à Roanne,

Partout on le voit recouvert par le terrain de transport avec lequel il est intimement lié.

Sur la rive droite de ce même fleuve, entre Digoin et l'embouchure de la Reconce, le terrain lacustre forme la berge escarpée sur une longueur de 400 à 500 mètres. Là, il est composé de marnes et de calcaires blanchâtres alternant entre eux, qui renferment des os, des fragments de mâchoires et des dents d'une grande espèce d'*Anthracotherium*. Le calcaire et les marnes sont exploités pour amender les terres.

Le long de la rive gauche de l'Arroux, près de son embouchure dans la Loire, la berge présente une couche de marne argileuse grisâtre assez régulière, recouverte par le terrain de transport et liée avec lui, dans laquelle on trouve une grande quantité de corps argilo-ferrugineux cylindroïdes, creux dans l'intérieur et assez semblables à des tubes de Phryganes; mais qui en diffèrent cependant parce qu'ils sont souvent courbés et quelquefois bifurqués: ils ont de l'analogie avec des larves d'insectes. La marne argileuse qui les renferme me paraît appartenir au terrain d'eau douce.

Dans la grande plaine que traverse la Saône, le terrain d'eau douce se montre sur plusieurs points au-dessous de cette grande masse de terrain de transport qui remplit tout l'espace compris entre les montagnes du Jura et celles de la Bourgogne, avec lequel il est toujours intimement lié.

Aux environs de Dijon, dans la commune de Beire-le-Chatel, la montagne du Calvaire de Vesvrotte est formée par une masse de calcaire d'eau douce, renfermant une assez grande quantité de Limnées et de Planorbes. Cette masse assez bien stratifiée, et dont les strates sont sensiblement horizontaux, renferme un banc de fer pisiforme d'un mètre d'épaisseur, gisant entre les strates calcaires (*pl. VI, fig. 38*). Près du sommet de la colline, les puits d'exploitation ont traversé 6 à 7 mètres de calcaire avant de rencontrer le banc de fer. Le mur et le toit ainsi que les strates voisins du banc, contiennent beaucoup de pisolites de fer engagées dans le calcaire et dans le banc ferrugineux. Les pisolites sont souvent réunies par un ciment spathique. Dans ce banc, les pisolites sont presque toujours réunies par nodules, dont la grosseur varie depuis celle d'un œuf jusqu'à celle du poing, tout recouverts d'une croûte ferrugineuse.

La base du calcaire de Vesvrotte se trouve isolée au milieu du terrain diluvien. Près du village de Beire, j'ai vu dans les fondations de la nouvelle maison commune, et dans un puits que l'on creusait, des couches d'un calcaire tout à fait semblable à celui de Vesvrotte, englobant les galets du terrain diluvien qui repose dessus. Des monticules de calcaire lacustre avec Limnées et Planorbes se montrent encore au milieu du terrain diluvien à l'est de Dijon, entre Dijon et Arceau, près de la route de Fontaine-Française, et le long de celle de Dijon à Pontailier, près d'Arc-sur-Tille et de Binges. Sur tous ces points, le calcaire cimente souvent les cailloux diluviens. A Binges, on a trouvé dans le calcaire une mâchoire d'Hyène

qui est actuellement au Musée d'histoire naturelle de Dijon, ce qui prouve encore que ce calcaire est très récent.

Près de Corberon, non loin de la route de Beaune à Seurre, et à 12 lieues plus au sud que la colline de Vesvrotte, un puits creusé dans le terrain de transport, à 6 mètres de profondeur, est tombé sur une argile grise, bleuâtre ou brunâtre, plus ou moins sableuse, remplie de coquilles d'eau douce, d'espèces identiques avec celles qui vivent actuellement dans la Saône et ses affluents. Ces coquilles, généralement très bien conservées, mais friables, et dont plusieurs ont encore conservé leurs couleurs, sont, d'après la détermination de M. Michelin, de grandes Paludines : *P. achatina*, *P. vivipara*; de petites : *P. impura*; des Cyclades : *C. palustris*, *C. cornea*; de très petits Cyclostomes : *Cyclostoma vitreum* (Drap.); des *Unio* : *U. pictorum*, *U. littoralis*; et dans les sables qui accompagnent l'argile : le *Planorbis carinatus* et le *Limnea palustris* en grande abondance.

A deux lieues plus à l'est, dans le village de Pouilly-lès-Seurre, célèbre par la manufacture d'acide pyroligneux de M. Mollerat, après avoir traversé le terrain de transport, on creusait dans la marne argileuse coquillière, qui contient en cet endroit beaucoup d'ossements de mammifères, lorsque tout à coup l'eau vint à jaillir avec violence, et força d'abandonner les travaux.

Sur le plateau de Châlons, la marne argileuse coquillière se rencontre à 7 et 8 mètres de profondeur. On l'a aussi souvent rencontrée sous les alluvions de la Bresse en creusant les puits; elle se montre par place et très fréquemment dans le lit de la Saône, au pied des berges de cette rivière, recouverte par le terrain d'attérissement qu'elle a formé et forme encore dans ses débordements.

Il existe près de Meximieux, département de l'Ain, une masse de calcaire lacustre, que feu M. Valuy décrit ainsi (1) :

« A l'entrée de la petite ville de Meximieux, à gauche de la grande route qui vient de Lyon, on exploite une carrière de tuf calcaire, remarquable par une grande quantité d'empreintes de feuilles, et par des coquilles d'eau douce ou terrestres incrustées dans la pierre. Cette carrière est située au sommet et sur la pointe d'une colline qui fait face à l'ancienne ville de Pérouges; elle est bien distinctement recouverte par des bancs réguliers du terrain de transport qui constitue cette colline, ainsi que tout le plateau de la Bresse.

« La partie supérieure, qui contient des empreintes de feuilles, est un tuf friable et caverneux, qui ne présente pas de stratification sensible. La pierre semble composée entièrement de feuilles incrustées de carbonate calcaire. On y reconnaît facilement les mêmes espèces que celles qui vivent actuellement dans nos forêts; ce sont des feuilles de chêne, d'aulne, d'érable ou de sycomore, de saule et de beaucoup d'autres arbres. On y voit aussi des touffes de carex et de jonc encore dans leur situation verticale.

(1) *Notice géologique et minéralogique*, accompagnée de notes, par M. Leymerie, page 21.

« Les strates inférieurs sont compactes; ils renferment une quantité considérable d'Hélices qui paraissent analogues à notre *Helix pomatia* de Linné, analogues au *Limnea palustris*, et d'autres espèces plus petites qui pourraient bien être des Bulimes. J'ai vu une espèce, que je n'ai pu détacher de la pierre, et qui, par sa forme presque cylindrique, semble se rapprocher du *Bulimus decolatus*, mais qui est d'une taille bien supérieure.

« Ce tuf paraît s'être déposé dans un lac d'eau douce qui existait dans cet endroit à une époque où le terrain n'avait certainement pas le même relief qu'à présent; ce qui peut facilement se concevoir, puisqu'il est recouvert par les dernières assises du terrain de transport.

« Le tuf calcaire de Meximieux est une excellente pierre à bâtir, qui se taille facilement, durcit à l'air, et ne charge pas les murs. »

Entre Tournus et Louhans, et principalement aux environs de Cuisery, il existe dans le terrain de transport de la Bresse des bancs de fer hydraté oolitique, mais dont les oolites sont si petites, qu'elles ne se distinguent qu'à la loupe, qui renferment une quantité de grandes Paludines, *P. vivipara*, et d'*Unio*, *U. pictorum*, *U. littoralis*, passés à l'état ferrugineux; ce sont les mêmes coquilles que nous avons trouvées à l'état naturel dans la marne argileuse et les sables des environs de Corberon.

Les faits qui précèdent me paraissent démontrer qu'il existe au-dessous du terrain de transport ancien qui remplit les deux grandes vallées de la Saône et de la Loire, et que nous allons décrire dans le § suivant, une formation lacustre dont la roche se trouve être tantôt un calcaire plus ou moins compacte, une marne argileuse, des sables, des grès ferrugineux, et même un minerai de fer oolitique, contenant une grande quantité de coquilles d'eau douce et terrestres, d'espèces encore actuellement vivantes, et qui se trouve partout liée avec le terrain de transport.

§ XIII.

Terrain diluvien.

Un fait digne de remarque, c'est que le phénomène des blocs erratiques est presque inconnu dans toute la masse de montagnes qui sépare la Loire de la Saône, aussi bien dans le centre que sur les deux versants et dans les plaines qui se trouvent au pied, tandis qu'il est développé sur une grande échelle entre les Alpes et le Jura, et le long du Rhône au-dessous de Lyon. Cependant, tout le vaste espace qui sépare la chaîne du Jura de celle qui borde à l'ouest la vallée de la Saône est occupé par un puissant terrain de transport ancien, qui se montre souvent composé de deux étages, dont l'inférieur est composé de débris ou galets et cailloux roulés des montagnes environnantes, d'une grosseur qui varie depuis celle des noisettes jusqu'à celle de la tête; l'étage supérieur est composé de couches de marne argileuse ou sableuse, quelquefois d'un sable assez pur, dont

la puissance va jusqu'à 12 ou 15 mètres. Dans la Bresse, aux environs de Saint-Étienne, de Mervans, de Louhans, etc., et sur la rive droite de la Saône, aux environs de Châlons, dans tout l'espace compris entre le cours de la Saône et le pied des montagnes, on rencontre au milieu des marnes diluviennes, et non loin de la surface du sol, des bancs irréguliers d'une roche ferrugineuse, plus ou moins solide, composée de pisolites d'hydrate de fer agglutinées par un ciment calcaire ferrugineux : cette roche est assez solide pour être employée comme moellons. Plusieurs villages de la Bresse en sont bâtis ; elle est aussi employée dans quelques uns de la rive droite de la Saône. Ce fer hydraté, en nodules creux, forme aussi des espèces de bancs, des amas ; il se trouve aussi disséminé dans les sables.

Le fer hydraté pisiforme se rencontre disséminé dans presque toutes les parties de la masse ; il y est quelquefois en assez grande quantité pour être exploité avec avantage. Ce fer provient souvent de la destruction des bancs de pisolites dont nous venons de parler, et de ceux subordonnés dans le calcaire d'eau douce, ce qui se voit parfaitement aux environs de Dijon, où l'on peut établir l'identité parfaite des pisolites disséminées en plus ou moins grande abondance dans les marnes, avec celles du calcaire d'eau douce et des bancs subordonnés dans le terrain diluvien. Aux environs de Bèze, les marnes diluviennes renferment avec les pisolites une grande quantité de petits cailloux de quartz, affectant généralement la forme ellipsoïdale ; ces cailloux doivent provenir de la destruction des silex cornés de l'oolite.

Dans les environs de Dijon, de Châlons, de Tournus et de Bourg-en-Bresse, on a trouvé dans les terrains diluviens des ossements d'Éléphants, de Mastodontes et de Rhinocéros, qui établissent parfaitement son époque de formation. Les marnes et les sables contiennent souvent des coquilles terrestres et fluviales de même espèce que celles qui vivent encore actuellement dans la contrée ; on n'y rencontre pas une seule coquille marine appartenant à l'époque de la formation du terrain ; je dis appartenant à l'époque de la formation du terrain, parce qu'il existe dans certaines parties des sables, de petits amas de débris de coquilles marines et de crinoïdes, provenant du terrain jurassique ; ce sont de véritables cailloux roulés plus petits que les autres seulement.

Sur les deux rives de la Loire, le terrain de transport ancien est très développé ; il est composé de sables et de marnes, au milieu desquels se trouvent disséminés en plus ou moins grande quantité des cailloux roulés, provenant tous des roches qui entrent dans la composition des montagnes qui bordent le cours de la Loire. Des ossements de grands animaux ont été découverts dans quelques parties de ce terrain.

Cavernes à ossements. Il existe plusieurs cavernes dans les montagnes calcaires de la Bourgogne, mais ce n'est que dans un très petit nombre que l'on a découvert des ossements. Depuis plusieurs années, M. Nodot a découvert des os et des

dents de ruminants dans les cavernes et les fentes du calcaire oolitique de Plombières-lès-Dijon.

Sur le flanc de la montagne de Genay, au nord de Semur en Auxois, il existe dans une cavité du calcaire jurassique, qui n'a que 75 mètres de large, une brèche à ossements tapissant l'intérieur de cette cavité. Cette brèche, dans laquelle les ossements, extrêmement nombreux, sont généralement brisés, est composée de fragments de calcaire à entroques, réunis par un ciment rougeâtre, qui est parfois un peu spathique; parmi les ossements, il existe une certaine quantité de dents molaires et incisives de Chevaux et de Bœufs, qui paraissent être les seuls animaux dont les dépouilles se trouvent dans la brèche. La brèche est disposée dans l'intérieur de la cavité, absolument comme si cette cavité s'était trouvée sur le bord d'un lac, dont l'onde qui venait battre dedans aurait amené les os d'animaux morts flottant à la surface.

Depuis fort longtemps M. de Bonnard a trouvé des ossements extrêmement altérés dans les fameuses grottes d'Arcy, près de Vermenton.

Dans les cavernes de calcaire carbonifère des environs de Gilly-sur-Loire, on a trouvé des ossements d'Éléphants engagés dans une marne argileuse rougeâtre.

Dans une fente mise à découvert par les carrières ouvertes dans la grande oolite, sur la rive gauche de la Saône, vis-à-vis Tournus, M. Cannat fils, médecin à Châlons-sur-Saône, a découvert tout récemment les défenses et une grande partie du squelette d'un Éléphant engagé dans une argile rougeâtre qui remplissait toute la fente.

Mais une caverne à ossements, qui mérite d'attirer particulièrement l'attention des géologues, est celle qui se trouve près du village de Vergisson, à deux lieues à l'ouest de Mâcon, dans un escarpement du calcaire oolitique, et que j'ai visitée avec M. Lacroix, pharmacien de cette ville, et M. Ragut, archiviste de la préfecture. Dans cette caverne, les ossements se trouvent à l'entrée, sur une partie du fond et dans les anfractuosités des parois latérales; ce sont des ossements de Chevaux et de ruminants, fortement engagés dans un travertin rougeâtre extrêmement dur. Le fond de cette caverne est presque entièrement couvert d'une terre argileuse meuble, qui paraît être tombée par les crevasses de la voûte. Dans cette couche, évidemment postérieure au ciment rouge, et qui s'augmente encore continuellement, se trouvent d'autres ossements plus ou moins rongés, ayant conservé la plus grande partie de leur gélatine, et qui sont évidemment beaucoup plus modernes que ceux engagés dans le travertin. La caverne est habitée par des Renards, qui se sont logés dans les fentes latérales, d'où ils ont été obligés d'arracher la terre qui les remplissait pour établir leurs terriers. A l'entrée de ces terriers et sur le sol de la caverne, j'ai trouvé des os tout nouvellement rongés et auxquels adhéraient encore des portions de tendons et de muscles frais; d'autres, rongés depuis plusieurs jours, et dont les parties charnues restées

après étaient en putréfaction ; enfin, une certaine quantité d'excréments de Renard.

La caverne de Vergisson présente donc des ossements de deux époques bien distinctes : les uns, engagés dans un travertin rougeâtre, sont distribués à l'entrée et sur les parois de la caverne, comme s'ils y avaient été apportés par une onde qui, venant battre dedans, ne dépassait pas la moitié de sa hauteur ; les autres évidemment apportés par des carnassiers, qui vivent encore maintenant dans cette caverne, longtemps après qu'elle a été mise à sec.

Dans sa belle communication à l'Académie des sciences sur les mammifères fossiles des cavernes du Brésil, faite en 1839, M. Lund a dit : « A l'époque « actuelle, aucun animal féroce de la classe des mammifères ne fait, dans le « pays, son séjour dans les cavernes ; aucun n'y accumule des amas d'os compa- « rables à ceux que l'on voit dans les terrains diluviens. »

Les faits que je viens de rapporter montrent qu'en France il en est autrement, et que quelques unes de nos cavernes, après avoir été en partie remplies d'une brèche osseuse, formée par les eaux, ont été habitées par des carnassiers, qui y ont accumulé les ossements des animaux qu'ils avaient dévorés. On pourrait également concevoir l'ordre inverse de succession, et expliquer par l'irruption d'un courant moderne dans une grotte antérieurement habitée par des animaux, la présence d'ossements humains trouvés quelquefois mélangés avec ceux d'animaux antédiluviens.

Dans la vallée de la Saône, le terrain diluvien se trouve sensiblement au même niveau (216 à 220 mètres au-dessus de la mer), sur le versant occidental de la chaîne du Jura, et sur le versant oriental de celle de la Bourgogne ; il va ensuite, en s'abaissant graduellement, bien que sa surface soit légèrement ondulée, jusqu'au lit de la Saône, où il n'atteint plus que 180 à 185 mètres de hauteur absolue, et forme deux petits bourrelets qui bordent ce lit de chaque côté.

Les mêmes faits se représentent dans la vallée de la Loire ; mais là le terrain diluvien s'élève jusqu'à 303 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le minerai de fer du terrain diluvien est exploité dans plusieurs parties de la vallée de la Saône. Les marnes servent à faire d'excellentes briques et de la poterie grossière. On s'en sert aussi pour amender les terres sablonneuses. Une grande partie des villes et villages des rives de la Saône sont pavés avec les cailloux roulés ; les sables sont exploités pour la confection des mortiers, et quelquefois pour les verreries.

Sur les rives du canal du centre, entre Blanzly et Paray-le-Monial, on exploite, dans le terrain diluvien, des marnes d'une argile kaolinique blanche ou blanchâtre, avec laquelle on fait une excellente poterie et les meilleures briques réfractaires que l'on connaisse ; tous les hauts fourneaux de la contrée en sont construits.

§ XIV.

Phénomènes de l'époque actuelle.

Outre les phénomènes ordinaires dont toutes les contrées sont actuellement le théâtre, celle que nous décrivons en présente quelques uns qui méritent de fixer particulièrement l'attention des observateurs, et peuvent servir à jeter un grand jour sur certaines questions géologiques. Le plus vaste est celui des atterrissements que toutes les rivières forment sur leurs rives dans les débordements. Nous allons particulièrement étudier ceux de la Saône, qui occupent sur les rives de ce grand cours d'eau un espace de plus de trente myriamètres de longueur, et dont la largeur va jusqu'à cinq kilomètres. Voici de quelle manière ce dépôt s'est formé et se forme encore actuellement.

Après les grandes pluies et la fonte des neiges, les affluents amènent dans le lit de la Saône une grande quantité d'eau bourbeuse qui le comble en quelques jours, et l'eau déborde de chaque côté du cours en s'étendant toujours jusqu'au pied des bourrelets diluviens où le sol est plus bas que sur les rives de la Saône. A mesure qu'elle s'étend, l'eau perd sa vitesse, dépose les matériaux qu'elle tenait en suspension, en vertu de cette même vitesse, et forme ainsi une couche très mince que le débordement suivant vient recouvrir d'une autre couche, et ainsi de suite. Dans le lit, où la vitesse de l'eau est non seulement conservée, mais même augmentée, la couche d'atterrissement ne se forme point, en sorte que les berges de la rivière s'élèvent au-dessus du fond à chaque débordement. Comme à mesure que l'eau s'étend elle dépose les matériaux qu'elle tient en suspension, quand elle arrive dans le voisinage des bourrelets diluviens, elle n'a presque plus rien à déposer, et voilà positivement pourquoi il existe un plan incliné depuis le cours de la rivière jusqu'à ces bourrelets; ainsi que l'on peut s'en assurer dans tous ces débordements, où la crête des berges est encore au-dessus de l'eau, lorsque la totalité de l'espace compris entre elles et les bourrelets est couverte depuis longtemps. Il est facile de s'assurer, en observant le contact sur un grand nombre de points, que ce dépôt a immédiatement succédé à celui du terrain diluvien qui le limite à droite et à gauche; les faits suivants montrent qu'il date de l'existence de l'homme dans la contrée, ou lui est de très peu antérieur: il renferme dans ses parties moyennes des ossements humains, des fragments de poteries grossières, de briques, etc., des ossements de Chevaux, de Bœufs et de Cochons, des coquilles terrestres et fluviatiles de mêmes espèces que celles qui vivent encore actuellement dans la contrée, une grande quantité de pieds d'arbres à demi-carbonisés et dont plusieurs peuvent encore être employés dans la menuiserie.

On n'a jamais trouvé aucun débris de l'espèce humaine, ni aucune trace de son industrie, soit dans le grand dépôt diluvien, soit dans la couche coquillière

sur laquelle il repose. Ce fait négatif a été constaté non seulement dans la vallée de la Saône, mais encore dans toutes les autres parties de la terre, où l'on a étudié le terrain diluvien, et tous les observateurs s'accordent à regarder la création de l'homme comme postérieure à la formation de ce terrain ; si donc, nous avons un moyen de déterminer l'accroissement annuel moyen de l'atterrissement de la Saône, nous pourrions fixer approximativement l'époque où l'homme a paru dans le bassin de cette rivière. Je suis heureusement parvenu, en 1838, à découvrir un phénomène qui peut conduire à cette détermination.

La grande voie romaine de Trèves à Lyon, passant par Langres et Châlons-sur-Saône, traversait la prairie de la Dheune, un des affluents de la Saône, à 2000 mètres à l'ouest du village de Palleau ; cette voie, abandonnée comme toutes celles des Gaules, a été enfouie sous les atterrissements de la chaîne, et son pavé, uni et en très bon état, se trouve actuellement recouvert par une couche de ces atterrissements ayant 0^m, 32 d'épaisseur ; on sait que beaucoup de voies romaines et surtout les principales, ont été rétablies par la reine Brunehaut ; cette princesse se trouvait à Châlons-sur-Saône au commencement du septième siècle. Si elle fit effectivement réparer à cette époque les voies romaines, comme les traditions locales le rapportent, elle ne négligea certainement pas la plus importante, celle qui liait les principales villes de la contrée ; on peut bien admettre que les routes ont continué à être fréquentées pendant un siècle après, et cela est d'autant plus admissible, qu'à cette époque on n'en établissait pas facilement de nouvelles ; d'un autre côté, on sait que la plupart des voies romaines furent détruites par les Normands qui ravagèrent la France vers le milieu du neuvième siècle. Ainsi en prenant mille ans pour le temps depuis lequel la voie romaine de Trèves à Lyon a commencé à disparaître sous les alluvions de la Dheune, on ne commet pas une grande erreur.

La plus forte hauteur des berges de la Dheune au-dessus de la couche coquillière antérieure au dépôt diluvien, et à *fortiori* antérieure à l'existence de l'homme, est de 4 mètres à son embouchure dans la Saône près de Chauvart, et à deux lieues en aval de l'endroit où gisent les restes de la voie romaine, berges qui se trouvent là être en même temps celles de la Dheune et celles de la Saône ; si la Dheune aidée de la Saône qui, dans ses débordements, refoule ses eaux jusqu'à une grande distance, a employé mille ans pour former une couche d'atterrissement ayant 0^m,32 d'épaisseur, ce qui donne annuellement une couche de 32 centièmes un tiers de millimètre seulement, elle a dû mettre environ douze mille ans pour former tout le dépôt d'atterrissement au milieu duquel elle coule aujourd'hui, puisque la puissance de ce dépôt est de quatre mètres. Mais ce terme de douze mille ans se trouve être trop fort pour deux raisons : la première, parce que nous avons pris la puissance maximum de l'atterrissement, et la seconde parce que, dans l'origine, les berges de la rivière étant beaucoup moins élevées qu'aujourd'hui,

les débordements étaient plus fréquents et l'accroissement du dépôt formé par eux, plus rapide.

Des faits précédents, l'on peut donc tirer la conséquence remarquable, qu'il s'est écoulé moins de douze mille ans depuis la fin de la grande catastrophe diluvienne et l'établissement de l'homme dans cette grande plaine légèrement ondulée, qui sépare la chaîne du Jura de celle des montagnes de la Bourgogne. Je le répète, le nombre douze mille est bien certainement un maximum; mais, afin d'en obtenir un plus exact, j'ai planté, en novembre 1838, de grandes pointes de Paris, exactement au niveau du sol actuel, dans des poteaux placés dans la grande prairie qui se trouve sur la rive droite de la Saône au nord de Châlons, à la partie supérieure des berges, et immédiatement au-dessus de la pointe où l'argile coquillière paraît au-dessous de l'atterrissement de la rivière; dans dix ou vingt ans d'ici, en comparant l'épaisseur de la couche dont les pointes seront recouvertes avec la hauteur des berges, on obtiendra un résultat encore évidemment trop fort, mais se rapprochant beaucoup plus de la vérité que le premier.

Affaissement d'une montagne. Lorsque je passai à Semur en Brionnais, en 1839, M. Dupont de la Vallée et M. Berger, vicaire à Digoin, me firent part d'un effet extrêmement curieux qui se manifeste dans la colline dont cette ville occupe le sommet. Dans le bas de la vallée du côté du sud, le terrain descend continuellement, non seulement le terrain meuble, mais les couches même de l'oolite reposant sur des schistes argileux qui forment la masse de la colline; ce fait est démontré par un canal envahi par des rochers, des murs poussés en avant et des arbres renversés. Comme il faut vivre sur les lieux pour bien étudier un pareil phénomène, j'engageai M. Dupont, dont il menace de renverser la maison située dans le bas de la vallée, au pied d'un petit escarpement qui avait déjà fait un mouvement très sensible lors de mon passage, à étudier avec soin toutes les circonstances du phénomène, et à les rassembler dans un petit mémoire que je le priai de m'envoyer: trois mois après, lorsque j'attendais la communication de M. Dupont, je reçus de M. le vicaire Berger, la lettre suivante, datée de Digoin le 23 janvier 1840.

Monsieur,

« Je doute que M. Dupont, depuis longtemps impliqué dans des embarras de
« vente et d'achat, vous ait envoyé la note que vous lui aviez demandée sur la
« faille qui a eu lieu à Semur à la suite de pluies abondantes. J'ai fait tout
« récemment le voyage de Semur pour examiner ce fait singulier, et je crois
« devoir vous dire ce que j'ai vu et ce que je pense.

« Il y a déjà eu deux mouvements sensibles dans le terrain, le premier avant
« notre passage à Semur, et le second, les premiers jours de décembre; la faille
« s'est établie dans la direction de l'est à l'ouest, sur presque toute la longueur

« du coteau; le terrain n'a eu de mouvement qu'à partir des carrières jusqu'au
 « bas de la colline, mais d'une manière assez irrégulière. Aux environs de la
 « faille, il y a des élévations et des abaissements d'un mètre de hauteur, ou
 « de profondeur; à la Vallée, où se trouve l'habitation de la famille Dupont,
 « les murs ont été poussés par la base et lézardés dans certaines parties; dans
 « d'autres endroits, les parquets ont été soulevés et formaient une espèce de
 « voûte, ou un monticule. A la Vallée, le mouvement a été assez violent et
 « partout très sensible; en remontant la colline vers l'est, les soulèvements ont
 « été fort irréguliers: tantôt, ils se continuaient jusqu'au ruisseau qui l'arrose,
 « tantôt ils s'arrêtaient à peu de distance de la faille; dans quelques endroits, les
 « arbres ont été transportés avec le terrain, dans d'autres ils ont été déracinés
 « et renversés.

« Que penser maintenant de ce phénomène? Peut-il se renouveler encore?
 « Voici l'explication que j'ai pu concevoir:

« Au-dessous de la formation oolitique se trouvent les schistes du lias; ils
 « percent à la descente de Sainte-Foi, en allant de Semur à Saint-Christophe,
 « et aussi au bas de la colline qui se dirige de Marcigny à Saint-Julien. Les
 « schistes, par leur nature, offrent une superficie plane et glissante. Dans la
 « plus grande partie de leur étendue, le terrain oolitique qui les recouvre s'étend
 « au nord de la colline, et s'arrête, coupé verticalement, à la naissance supé-
 « rieure du penchant. Toute la pente, jusqu'au ruisseau, n'est donc qu'un
 « terrain meuble, formé des atterrissements du calcaire supérieur.

« Les eaux des courants, pendant les pluies considérables (1), s'infiltraient
 « facilement entre la formation oolitique et ce terrain meuble. Elles ont dû
 « même couler jusqu'aux schistes, et tout le terrain du penchant, qui est très
 « rapide, a dû aussi, entraîné par son propre poids et détaché par les eaux,
 « glisser vers le bas de la colline. Lorsque les obstacles se sont rencontrés, il y
 « a eu refoulement, et par conséquent soulèvement; dans le cas contraire, le
 « terrain a glissé dans toute sa longueur proportionnellement à son poids; l'obs-
 « tacle s'est-il trouvé près de la faille, le terrain s'est soulevé avec effort en se
 « brisant en tous sens; de là les arbres déracinés et renversés. Des pluies con-
 « sidérables peuvent donc encore renouveler ce même phénomène. »

M. Berger paraît n'attribuer le mouvement du terrain qu'à l'effet de la pesan-
 teur et des pluies; mais il mentionne, dans le commencement de sa lettre, une
 circonstance importante dont il ne tient aucun compte dans son explication;
 c'est que *le mouvement n'a eu lieu qu'à partir des carrières*. Or, ces carrières, qui sont
 assez nombreuses vers le sommet de la colline, me paraissent être la principale
 cause de la faille à laquelle l'action de la pesanteur et celle des pluies ont bien
 certainement contribué. Les travaux des carrières ont tendu à détacher de la

(1) La fin de l'année 1839 a été extrêmement pluvieuse.

masse la portion qui s'est mise en mouvement, et, comme diverses portions de ce lambeau oolitique se sont soulevées en se plissant, voilà un exemple de soulèvement par suite des travaux des hommes. Tous les faits du même genre méritent d'être signalés partout où ils se présentent, car leur étude peut jeter un grand jour sur plusieurs questions géologiques.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Il résulte de tout ce que nous avons exposé dans le cours de ce Mémoire, que depuis le pied du Mont-Pilat, dans le département de la Loire, jusqu'à la hauteur de Semur en Auxois, dans celui de la Côte-d'Or, la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône présente des terrains plutoniques et neptuniens disposés dans l'ordre suivant, en procédant des plus anciens aux plus nouveaux.

1° Le terrain granitique occupe trois grandes régions, dont celle du sud comprend un espace de 300 kilomètres carrés entre la Brévenne et l'Azergues; celles du centre et du nord sont beaucoup plus étendues; leur surface dépasse 1,000 kilomètres carrés: l'une se développe depuis la hauteur de Beaujeu, sur le versant oriental de la chaîne, et de Charlié en Brionnais, sur le versant occidental, jusqu'au delà du bassin houiller de l'Arroux, en s'étendant beaucoup à l'ouest de cette rivière, depuis Gueugnon jusqu'auprès d'Autun, et l'autre depuis la hauteur d'Arnay-le-Duc jusqu'à une ligne fort irrégulière qui passe par Avallon et Semur en Auxois. Dans ces trois régions, les montagnes sont réunies par massifs ayant chacun une partie centrale, à laquelle toutes les autres se rattachent. Les centres de ces massifs atteignent depuis 470 jusqu'à 760 mètres au-dessus du niveau de la mer. De nombreux filons d'eurite, de porphyre, de pegmatite et de quartz traversent le granite dans les trois régions. Les filons ont souvent amené avec eux des substances métalliques; mais généralement en trop petite quantité pour mériter d'être exploitées.

2° Les régions granitiques sont séparées les unes des autres par deux grandes régions porphyriques qui occupent chacune un espace de 1,600 kilomètres carrés, dans lequel on ne voit jamais ni masse transversale, ni filons de granite, tandis que toutes les roches du terrain porphyrique pénètrent de cette manière dans toutes les parties des régions granitiques. Les eurites, les trapps et les diorites passent insensiblement aux porphyres, et ceux-ci au granite. La pénétration des roches homogènes (eurite, diorite et trapp) au milieu des roches porphyriques s'observe sur plusieurs points du terrain porphyrique; mais les porphyres, quoique s'enchevêtrant souvent avec ces roches, ne pénètrent jamais dans leur intérieur en véritables filons. Le terrain porphyrique est la région métallifère par excellence; c'est à elle qu'appartient la plus grande partie des gîtes de minerais exploités dans la contrée.

Ici, comme dans le terrain granitique, les montagnes sont encore réunies par massifs, offrant chacun une partie centrale à laquelle toutes les autres se rattachent. La hauteur absolue des centres de ces massifs varie entre 608 et 1,012 mètres. Toutes les montagnes offrent des formes coniques très prononcées. Sur leurs flancs et à leur pied, gisent des lambeaux du terrain schisteux percés de toutes les manières par les différentes espèces de roches plutoniques qui entrent dans la composition de ces montagnes. Dans quelques contrées, les eurites et les trapps pénètrent en filons dans le terrain houiller; mais ils ne vont jamais au-delà.

3° La roche plutonique la plus nouvelle est le basalte, dont il existe un lambeau prismatique près de Château-Neuf en Brionnais; et, dans la même contrée, plusieurs pointes qui paraissent percer le terrain jurassique; enfin, deux petits cônes basaltiques paraissent avoir traversé le lias sur le plateau de Drevin; près d'Autun.

4° Le gneiss est la roche stratiforme la plus ancienne; elle se lie d'un côté au granite par des leptinites et des granites à petits grains; de l'autre, elle passe aux schistes talqueux, et même aux phyllades, par les micaschistes; mais ceux-ci ne sont bien développés que dans la vallée du Gier.

Le gneiss, les micaschistes et les talcschistes réunis, constituent pour moi le véritable terrain primitif, celui qui se trouve au-dessous de tous les autres groupes stratifiés, qui est pénétré par toutes les espèces de roches plutoniques, dont aucune des roches ne pénètre en filons ou en masse transversale dans les autres terrains, et dans lequel on n'a encore rencontré aucune trace de restes organiques.

Le terrain primitif occupe deux régions, l'une, méridionale, comprise entre le Gier et la Brévenne, développée sur un espace de plus de 1000 kilomètres carrés; l'autre, qui ne présente que des lambeaux détachés gisant sur les flancs des montagnes granitiques de la région du centre, n'occupe qu'un espace de 80 kilomètres carrés.

Les montagnes de gneiss, qui affectent des formes coniques surbaissées, sont encore groupées par massifs dont les centres s'élèvent depuis 748 jusqu'à 950 mètres au-dessus du niveau de la mer. Aux environs d'Autun, les pegmatites qui traversent le gneiss sont décomposées en kaolin.

5° Le terrain primitif est lié au terrain schisteux de transition par le passage des talcschistes aux phyllades; ceux-ci, accompagnés de calcaires noirs à Encrines, se présentent par lambeaux au pied et sur le flanc des montagnes porphyriques, surtout dans la région méridionale, où, depuis la vallée de la Trambouze, ils s'étendent jusque sur les bords de la Loire. On peut parfaitement étudier le terrain schisteux le long de la nouvelle route de Thizy à Roanne, où il est fréquemment pénétré par des filons d'eurites et de porphyres. Les phyllades occupent aussi le sommet de l'angle formé par le cours de l'Arroux et celui de la

Loire. Là ils sont encore pénétrés par de nombreux filons de roches pluto-niques.

6° Les schistes qui se trouvent dans l'angle dont nous venons de parler, surtout ceux qui affectent la couleur rouge, nous paraissent devoir être rangés dans le terrain carbonifère, et représenter le vieux grès rouge des Anglais. Près de Gilly et de Diou se présentent, sur les deux rives de la Loire, des calcaires gris à Encrines, et *Cyathophyllum heliantoides*, traversés par des filons de porphyre qui ont apporté avec eux du fer et du manganèse. Le porphyre s'introduit dans les plus petites fentes du calcaire. Le terrain houiller se montre dans sept endroits, dans six desquels il occupe des bassins bien marqués, et dans l'autre, entre Avallon et Semur en Auxois, une bande étroite sensiblement dirigée de l'est à l'ouest.

Dans le bassin du Gier, le terrain houiller est percé par des cônes de quartz ; dans celui de la Brévenne, il est recouvert par le grès rouge avec lequel il se trouve intimement lié ; dans celui de l'Arroux, il est recouvert par une puissante masse arénacée qui doit être rapportée au terrain de grès rouge, et il se trouve traversé sur plusieurs points par des filons d'eurite, qui ont rendu la houille sèche dans tout l'espace qu'ils ont parcouru.

La bande houillère comprise entre Semur et Avallon paraît enclavée dans le granite ; elle est accompagnée de nombreux filons de porphyre et d'eurite, qui ont pénétré dedans et rendu la houille extrêmement sèche ; l'eurite est quelquefois calcarifère ; on y remarque aussi des filons de quartz noir qui paraissent devoir leur couleur à leur passage dans les couches de charbon. Les autres localités où se présente le terrain houiller n'offrent rien de bien remarquable.

7° Une puissante assise arénacée, grès, poudingues et arkoses, avec schistes bitumineux qui prennent un grand développement à la partie supérieure, recouvre le terrain houiller du bassin de l'Arroux ; ce groupe est principalement remarquable par les fragments de bois silicifié qu'il renferme et les nombreuses empreintes de poissons qu'offrent les schistes. Un calcaire ressemblant beaucoup au zechstein recouvre les grès et poudingues près d'Autun, et des couches de dolomie recouvrent les schistes, aux environs d'Igornay. Un lambeau de grès rouge recouvre la masse arénacée avec schistes bitumineux, près de Curgy. Le grès rouge est très développé, à la surface du terrain houiller du bassin de la Bourbince et de la Dheune, où il renferme des fragments de bois silicifiés ; dans ce bassin, il repose souvent immédiatement sur le granite.

Sur plusieurs points, le grès rouge est recouvert par l'arkose sans fossiles, avec barytine, spath fluor et galène, dans laquelle on remarque quelques filons et de nombreuses veines de quartz ; ce sont ces filons et ces veines qui ont fourni le ciment de l'arkose.

Aux environs d'Autun, de Couches et dans une grande partie de la vallée de la Dheune, l'arkose est recouverte par les marnes irisées avec lesquelles elle se trouve

souvent intimement liée. Cette roche repose souvent aussi immédiatement sur le granite; alors il y a une liaison intime entre les deux roches, et dans plusieurs points on voit des filons de quartz passer du granite dans l'arkose, et former le ciment qui, englobant les débris du granite, a produit l'arkose.

Les marnes irisées sont bien développées sur les deux flancs de la vallée de la Dheune, depuis Saint-Berain jusqu'à Decize, où elles renferment de puissantes masses de gypse; elles paraissent encore sur plusieurs autres points de l'intérieur de la chaîne; presque partout elles renferment du gypse qui est exploité, mais jamais de sel gemme.

La partie supérieure des marnes irisées est occupée par une masse arénacée, qui est tantôt un grès siliceux, avec empreintes végétales, tantôt une véritable arkose contenant des Gryphées arquées et autres fossiles du lias. Cette assise forme la liaison entre le terrain jurassique et le terrain vosgien; mais, à cause de sa nature arénacée, nous la rangeons encore dans le terrain vosgien.

Aux environs d'Avallon, de Semur, etc., les arkoses de cette époque présentent des faits très curieux, qui prouvent évidemment qu'elles ont été formées, dans les premiers temps du dépôt du lias, par des filons de quartz, qui, après avoir traversé le granite, se sont épanchés à sa surface, en agglutinant les produits de la décomposition de cette roche. Le quartz est accompagné de spath fluor, de barytine et de galène.

8° Les filons de quartz sont très nombreux dans toute la contrée dont nous avons entrepris la description; on en reconnaît de plusieurs époques: les premiers paraissent contemporains de la formation du micaschiste, et les derniers de celle du lias; ce sont eux qui paraissent avoir fourni le ciment à toutes les roches arénacées siliceuses, jusqu'au grès du lias, pour lequel le fait est parfaitement démontré; les restes organiques des roches neptuniennes qu'ils ont traversées sont devenus siliceux, surtout les bois et les coquilles. Près de Saint-Christophe en Brionnais, où ils ont soudé le granite avec le lias, dans lequel ils sont entrés jusqu'à une certaine hauteur seulement, le calcaire est devenu magnésien dans le voisinage des veines de quartz.

Sur plusieurs points, dans le granite, le gneiss, le terrain schisteux et le terrain carbonifère, le quartz s'est élevé en cônes, à la manière de certaines roches plutoniques. Parmi ces cônes, ceux de Saint-Priest, près Saint-Étienne, et celui de Chiseuil, près Bourbon-Lancy, méritent particulièrement d'attirer l'attention des observateurs.

9° Le terrain jurassique, composé du lias et de la grande formation oolitique seulement, dans la plus grande étendue de la contrée; et du lias, de la grande oolite, de l'argile d'Oxford, du coral-rag, et même de quelques lambeaux du calcaire à Gryphées virgules, dans le nord de la chaîne, forme sur chaque versant de cette chaîne deux bandes irrégulières qui s'élèvent à peu près à la même hauteur absolue; et au nord, il constitue autour de la pointe grani-

tique du Morvan une ceinture, dont la crête s'élève de plus de 400 mètres au-dessus d'un grand nombre de points de la surface granitique.

10° La craie marneuse succède au dernier étage jurassique sur les rives de la Loire, entre Cosne et la Charité, et dans la vallée de la Saône, aux environs de Dijon, mais sur une petite étendue seulement.

11° Un terrain lacustre, immédiatement antérieur au grand terrain de transport ancien, se montre sur plusieurs points au-dessous de lui, dans la vallée de la Saône et dans celle de la Loire; il renferme quelques couches de fer pisiforme exploitées.

12° Le vaste terrain de transport ancien, terrain diluvien, occupe toute la surface de la vallée de la Loire, et tout l'espace compris entre la chaîne du Jura et les montagnes de la Bourgogne; il renferme des bancs solides contenant beaucoup de pisolite de fer, dont la destruction, ainsi que celle de beaucoup de calcaire d'eau douce, a donné naissance aux amas de fer pisiforme qu'on rencontre dans les marnes diluviennes.

Le phénomène des blocs erratiques ne s'est pas développé dans les montagnes entre la Loire et la Saône.

13° Parmi les phénomènes de l'époque actuelle, nous avons principalement signalé celui de la formation des atterrissements de la Saône et de ses affluents, qui donne une mesure approximative du temps qui s'est écoulé depuis l'apparition de l'homme dans la vallée de la Saône, et celui d'une masse oolitique qui s'est mise à descendre dans la vallée, au sud de Semur en Brionnais, probablement par suite de l'ouverture des carrières dans cette masse, et dont le mouvement a produit des phénomènes extrêmement curieux.

Tels sont les principaux résultats positifs auxquels nous ont conduit cinq ans d'observations consécutives dans la masse des montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône. Voyons maintenant quelles conséquences géogéniques il est permis de tirer de ces résultats :

1° Il existe trois espèces de roches formant des groupes géognostiques dans la masse de montagnes comprise entre la Loire, le Rhône et la Saône :

Les unes, dont tous les caractères minéralogiques et géognostiques annoncent des produits de l'action ignée, et dont la formation aurait présenté des circonstances analogues à celles des éruptions volcaniques;

D'autres, offrant une structure stratiforme, qui annoncerait qu'elles se sont déposées dans un liquide, ont tant de rapports avec les premières, qu'on ne peut se refuser à reconnaître une grande similitude dans leur mode de formation; elles pourraient bien être le résultat des actions ignées et aqueuses combinées;

Enfin, celles de la troisième espèce se sont évidemment déposées dans un liquide où l'eau devait dominer; celles-ci ont éprouvé de nombreuses modifications par le passage des roches plutoniques à travers leurs couches.

2° Le passage des roches plutoniques aux roches neptuniennes se fait par les gneiss et les micaschistes appartenant à la seconde espèce.

3° Celui des roches massives ou d'éruption aux roches stratiformes se fait par les trapps et les diorites, qui deviennent schistoïdes, et prennent même la structure stratiforme, mais surtout par le leptinite placé entre le gneiss et le granite, participant à la fois de tous les deux; mais comme il se montre en filons et en masses transversales dans le gneiss, c'est une roche d'éruption et la plus ancienne de toutes; il ne pousse point de ramifications au delà du terrain primitif, sa formation n'a donc pas duré plus longtemps que celle de ce terrain.

4° Le granite succède immédiatement au leptinite, en allant de haut en bas, mais il pousse de nombreuses ramifications qui traversent en même temps le leptinite et le gneiss, et s'étendent même jusque dans le terrain schisteux silurien, tandis que le gneiss et le leptinite ne pénètrent jamais dans le granite; il est donc plus nouveau que ces deux roches, bien qu'il se trouve placé au-dessous.

5° Le granite passe insensiblement aux porphyres par la diminution de ses cristaux qui finissent par n'être plus que disséminés dans une pâte homogène; d'un autre côté, il passe au leptinite, et, par suite, au gneiss, à peu près de la même manière, en sorte que de chaque côté de la masse granitique, c'est-à-dire dans le voisinage des porphyres et du gneiss, il existe deux espèces de roches qui se ressemblent beaucoup minéralogiquement, mais qui sont cependant d'âges bien différents, puisque leur consolidation est séparée par celle du granite. Les unes, qui sont au-dessus de la masse granitique, ne s'y présentent jamais en filons ou en masses transversales, tandis que les autres, qui sont en dessous, poussent des ramifications qui traversent le granite et s'étendent jusque dans le terrain schisteux. Ce fait, des plus remarquables, a fait croire que tous les leptinites étaient plus récents que le granite, et devaient être rangés dans le terrain porphyrique.

6° Toutes les espèces de porphyre, d'eurite, de diorite et de trapps, pénètrent en veines et en filons dans le granite et le gneiss, d'où ils s'étendent même jusqu'au terrain houiller, que quelques uns traversent; mais jamais le granite ne pousse aucune ramification dans ces roches. Elles sont donc toutes plus récentes que lui. Des porphyres granitoïdes, et même de véritables granites, pénètrent dans le terrain schisteux des environs de Tarare, qui doit être rapporté au système silurien des Anglais; ainsi la consolidation des granites, qui aurait commencé peu de temps après celle du gneiss, ou mieux en même temps que celle du gneiss, se serait continuée pendant toute la durée du dépôt des terrains primitifs et schisteux, et n'aurait cessé que peu de temps avant celui du terrain carbonifère. A Diou, nous avons vu les véritables porphyres pénétrer en filons dans un calcaire à Encrines, qui doit être rapporté au calcaire de montagne des

Anglais; mais ils sont très peu entrés dans le terrain houiller, où les filons de roches plutoniques qui le traversent sont plutôt des eurites et des trapps que de véritables porphyres.

7° Dans le terrain porphyrique, les roches homogènes, eurites, diorites et trapps, sont généralement tellement mélangées avec les porphyres, qu'on pourrait les croire toutes formées en même temps; mais comme l'on aperçoit quelquefois les mêmes roches homogènes en veines et en filons dans les masses porphyriques, et que, d'un autre côté, elles pénètrent fréquemment dans le terrain houiller, où les porphyres sont extrêmement rares, il en résulte qu'elles se sont consolidées après les porphyres.

Aucune des roches du terrain porphyrique ne pénètre dans celui du grès rouge, ni dans l'assise arénacée, avec schistes bitumineux, qui recouvre le terrain houiller du bassin de l'Arroux. Le terrain de grès rouge renferme même une grande quantité de leurs débris, on en voit beaucoup dans les poudingues du même bassin; ainsi la consolidation de toutes les roches, même celle des eurites et des trapps qui se montrent en filons dans le terrain houiller, est antérieure à celle du dépôt du terrain vosgien. L'éruption des eurites et des trapps doit donc avoir eu lieu pendant la formation du terrain houiller.

8° Les filons et les cônes de quartz, qui sont si nombreux dans les terrains porphyrique, granitique, primitif et schisteux, et dont plusieurs pénètrent jusque dans les parties inférieures du terrain jurassique, sont nécessairement d'une époque plus récente que les roches qu'ils traversent. Ils sont tous le résultat d'un immense phénomène qui a lancé le quartz de bas en haut, comme on peut parfaitement le voir aux environs d'Avallon. Mais nous avons montré que les veines de quartz étaient partie constituante des micaschistes, que les conglomérats houillers du bassin du Gier renfermaient un grand nombre de cailloux roulés de quartz; il en résulte donc que les éruptions quartzzeuses ont commencé avant le dépôt du terrain houiller, et qu'elles se sont continuées jusque dans les premiers temps de celui du terrain jurassique.

Dans quel état était le quartz quand il a été ainsi lancé des profondeurs du globe? Les cônes pourraient faire croire qu'il était à l'état pâteux; mais quand on les examine avec attention dans les points de contact avec les roches qu'il a traversées, on voit qu'il s'est insinué dans toutes les petites fissures, et qu'il a même agglutiné les débris. Dans les roches poreuses, comme les argiles et les psammites, il s'est insinué dans les pores et les a changées en roches siliceuses; dans le lias, les coquilles primitivement calcaires, sont devenues siliceuses, l'intérieur resté creux, est tapissé de cristaux de quartz très limpide, et le test présente des orbicules siliceux, caractère que M. Brongniart regarde comme annonçant l'état gélatineux de la silice; enfin, les fragments de végétaux du terrain vosgien des environs d'Autun, sont tous devenus siliceux. Tous ces faits semblent annoncer que la silice se trouvait dissoute dans un liquide plutôt qu'à l'état de

fusion ignée. Des expériences récentes de M. Gaudin ont démontré que le cristal de roche le plus pur, la silice, en un mot, se ramollit au feu au point de se laisser filer comme le verre; mais que, si l'on cherche à la fondre, elle se vaporise spontanément, fait qui s'oppose à ce que l'on admette que le quartz qui a formé les filons qui se sont souvent épanchés à la surface des roches, ait été à l'état de fusion ignée.

En admettant la dissolution aqueuse de la silice, tous les faits que nous avons rapportés dans ce Mémoire s'expliquent naturellement, même la formation des dolomies de Saint-Christophe. L'état de décomposition des roches feldspathiques dans le voisinage des filons de quartz annonce la présence de substances acides pendant l'éruption, car le feldspath a perdu son alcali, et a été changé en kaolin. L'acide muriatique, très capable de produire cet effet, se produit encore actuellement dans les éruptions volcaniques et dans beaucoup d'émanations qui viennent de l'intérieur de la terre. Si cet acide se trouvait seul quand le quartz s'introduisait dans les calcaires, il emportait toute la chaux, l'acide carbonique se dégageait, et le quartz remplaçait le calcaire. C'est ce qui a dû former les jaspes du lias et le test siliceux des coquilles. S'il était combiné avec de la magnésie, il se formait un sel double; l'acide carbonique rendu libre, était employé à faire un atome de carbonate de magnésie, qui se combinait avec un atome de carbonate de chaux, pour faire de la dolomie, et le muriate de chaux résultant de cette double décomposition était emporté par les eaux.

Ce n'est point ici le lieu de traiter à fond la question importante des éruptions quartzzeuses, sur lesquelles je prépare un travail spécial, où tous les faits seront soigneusement décrits, et les conséquences qui en résultent scrupuleusement discutées. Nous nous contenterons de constater les principaux effets de ces éruptions, et surtout la formation par elles de toutes les arkoses siliceuses qui renferment ou non des restes organiques.

9° Quant aux basaltes, nous ne les avons pas vus au milieu de groupes plus récents que le lias; mais il est parfaitement établi qu'ils appartiennent à une époque beaucoup plus nouvelle, à l'époque diluvienne, ou au plus à la fin de l'époque tertiaire.

Ainsi les formations plutoniques qui entrent dans la constitution de la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône sont, d'après leur ordre d'ancienneté, et de haut en bas, les leptinites, les granites, les porphyres, les eurites, diorites et trapps, et les basaltes.

Nous retrouvons donc entre ces groupes plutoniques la même disposition et le même ordre de succession que nous avons reconnu et signalé, dès 1833, dans la chaîne des Vosges. Un autre fait bien digne de remarque, c'est que les espèces de roches qui entrent dans la composition de ces différents groupes sont presque identiquement les mêmes dans les deux contrées, ainsi que l'on peut s'en assurer

en comparant entre elles les deux collections que j'ai déposées au Muséum d'histoire naturelle.

10° Quant à l'ordre de succession des roches neptuniennes, il est ici ce qu'il est partout ailleurs : gneiss, micaschistes, talcschistes, phyllades, terrain carbonifère, terrain vosgien, terrain jurassique, terrain crayeux, terrain tertiaire, terrain diluvien, et les dépôts dus aux causes encore actuellement agissantes. Ces deux séries de formations se trouvent être ordonnées en sens inverse l'une de l'autre ; celle des roches plutoniques a crû et croît probablement encore en allant de haut en bas, tandis que l'accroissement des roches neptuniennes s'est fait et se fait encore de bas en haut.

11° Notre terrain primitif, composé de gneiss, de micaschistes et de talcschistes, est bien le même que celui de toutes les autres parties de la France.

12° Le terrain schisteux de transition nous paraît devoir être rapporté au système *silurien* des Anglais : quelques uns de nos talcschistes pourraient bien représenter leur système *cambrien* .

13° Les schistes psammitiques rougeâtres de la Motte-Saint-Jean nous paraissent devoir être rangés dans le terrain carbonifère, parce que dans le département de l'Allier, près de Bert, nous avons vu les mêmes roches recouvrir les schistes siluriens et s'enfoncer sous le terrain houiller.

14° Les calcaires de Diou et de Gilly diffèrent complètement de ceux subordonnés dans les schistes, tant par leur nature minéralogique que par leurs fossiles ; comme ils paraissent reposer sur les schistes, nous croyons devoir les ranger dans le terrain carbonifère, quoique nous ne les ayons pas vus recouverts par le terrain houiller.

15° Dans tous les bassins dont nous avons parlé, la composition du terrain houiller est sensiblement la même que dans tous ceux de la France ; le prolongement de celui du Gier sur la rive gauche du Rhône, montre que l'ouverture de la vallée dans laquelle coule actuellement ce fleuve est certainement postérieure à la formation du terrain houiller.

Quelques géologues ont prétendu que la bande houillère si singulière qui s'étend entre Avallon et Semur appartenait au terrain de transition. Je ne saurais partager cette manière de voir ; la ressemblance de ce terrain avec celui d'Autun, les empreintes végétales qu'il renferme, prouvent tout à fait le contraire. Je considère cette bande comme un dépôt houiller, formé dans une vallée assez tortueuse du granite, bouleversé ensuite par les éruptions euritiques qui l'ont placé dans la position qu'il occupe aujourd'hui, qui ont donné aux couches la forte inclinaison qu'elles présentent, et, par la haute température qu'elles apportaient avec elles, réduit la houille à l'état anthraciteux.

16° Je range dans le terrain vosgien cette grande masse arénacée qui occupe toute la surface du bassin houiller de l'Arroux ; c'est pour moi le *Todt liegendes* des Allemands, comme l'ont parfaitement démontré les puits de recherche ouverts à

Chambois et à Epinac; et toute la discordance qui existe à ce sujet entre les géologues provient de ce que quelques uns ont voulu voir le grès houiller dans cette masse. En admettant que c'est le *Todt liegendes*, le premier étage du grand terrain de grès rouge, la formation des schistes bitumineux est la même que dans le Mansfeld. On ne peut plus venir m'opposer, comme on l'a fait lors de la réunion de la Société géologique à Autun, que les espèces de poissons diffèrent de celles de l'Allemagne, quand le *Palæoniscus magnus*, considéré comme caractéristique des schistes du zechstein, a été trouvé en grande abondance dans ceux d'Autun; les végétaux n'ont pas encore été bien déterminés, et si quelques uns appartiennent au terrain houiller, il y en a probablement plus qui appartiennent au terrain de grès rouge.

M. l'abbé Landriot, qui a beaucoup étudié les schistes bitumineux d'Autun, était, lors de la réunion de la Société géologique dans cette ville, un de ceux qui combattaient le plus fortement mon opinion, lorsque je persistais à dire qu'ils appartenait au zechstein: or, voici ce qu'il dit, pages 20 et 21 de la notice publiée en 1839, que nous avons déjà citée plus haut :

« Nous avouerons que les deux terrains en question offrent des traits de ressemblance : 1° la partie inférieure de nos schistes renferme une grande quantité de Psarolithes; or, en Saxe, les mêmes fossiles se rencontrent dans le grès rouge; 2° le *Palæoniscus magnus*, caractéristique des schistes de la Thuringe, est assez commun dans les schistes d'Autun, et même pour les autres poissons de Muse, M. Agassiz leur trouve une assez grande ressemblance avec les Paléonisques que M. de Dechen a découverts en Bohême, dans les couches du calcaire subordonné au grès rouge; 3° à la Comaille et à Chambois, le terrain houiller (c'est le *Todt liegendes*) est recouvert par un calcaire gris noirâtre, ou gris de cendre, qui offre quelque analogie avec le zechstein. »

Et page 23 : « Cette notice était terminée lorsque nous avons eu occasion d'examiner, à Igornay, une couche calcaire de quelques décimètres d'épaisseur (c'est une dolomie) reposant sur les schistes en stratification concordante; ce calcaire, gris de cendre, représente assez bien les caractères minéralogiques du zechstein, et renferme souvent des fragments de matière schisteuse. Cette observation, jointe à celles que nous avons déjà exposées, nous porterait à voir dans les schistes de Muse *un passage et une transition du zechstein aux formations carbonifères*. D'un côté, il nous paraît certain qu'à Autun les schistes s'unissent au terrain houiller; mais il faut avouer aussi que plusieurs caractères assez tranchés les rapprocheraient du zechstein. »

Nous ajouterons à cela que, près de La Selle, les schistes ont été trouvés reposant en stratification discordante sur le véritable terrain houiller, que la masse arénacée, qui les sépare de ce terrain, renferme des cailloux roulés d'eurites et de porphyres, roches que nous n'avons jamais vues y pénétrer en filons, tandis qu'elles se montrent en filons dans le terrain houiller.

La masse arénacée rougeâtre de Curgy et du bassin de la Bourbince, est pour moi la partie supérieure de la formation du grès rouge proprement dit, du *Todt liegendes* des Allemands.

17° Les arkoses sans fossiles, placées entre le grès rouge et les marnes irisées, forment l'équivalent géognostique du grès bigarré de l'Alsace et de la Lorraine; mais le muschelkalk, qui, dans ces contrées et dans toute l'Allemagne, sépare le grès bigarré des marnes irisées, manque entre la Saône et la Loire.

18° Le groupe des marnes irisées, si bien développé dans la vallée de la Dheune, est exactement le même que celui du pied occidental du Jura, de la Lorraine, de l'Alsace et de l'Allemagne; seulement et malheureusement le nôtre ne contient point de sel gemme.

19° La position du terrain jurassique, placé sur les deux flancs de la chaîne, et qui la forme en entier dans la partie septentrionale, où son niveau est beaucoup abaissé, prouve qu'il s'est déposé dans une mer, au milieu de laquelle les montagnes feldspathiques devaient former une grande île dirigée du sud au nord, ou, si l'on veut, une grande île et plusieurs petites. Dans quelques endroits sur les flancs (Tramaye, Saint-Point, Couches, etc.), de profondes vallées permettaient à la mer de s'avancer fort loin, et de déposer ces lambeaux de terrain jurassique qu'on y trouve maintenant.

La mer jurassique devait occuper tout l'espace compris entre les Alpes et la crête granitique et porphyrique des montagnes qui séparent la Loire de la Saône; car les groupes du Jura sont sensiblement les mêmes que ceux du versant oriental de notre chaîne. Ces groupes doivent se continuer et probablement se réunir au-dessous de cette grande plaine couverte d'alluvions que traverse la Saône. La manière dont le terrain jurassique est déposé, en formant deux bandes sur les flancs de la chaîne, qui ne se lient entre elles que dans la partie septentrionale, où le faite n'atteint qu'une hauteur de 440 mètres au plus, hauteur inférieure à celle qu'atteignent les deux bandes sur les flancs, prouve que toute la partie centrale de cette chaîne était déjà entièrement au-dessus des eaux; mais auparavant, à l'époque de la formation des arkoses sans fossiles, celles qui représentent le grès bigarré, les deux mers communiquaient; car ces roches se trouvent sur plusieurs plateaux de la ligne de partage, et sur quelques uns des sommets les plus élevés.

20° Nous n'avons reconnu la craie que sur un seul point de la vallée de la Saône; il en existe probablement de grandes masses sous le terrain diluvien, qui sont peut-être recouvertes par des dépôts tertiaires plus anciens que la formation lacustre contenant des coquilles, dont les espèces vivent encore dans la contrée.

21° Ce terrain lacustre, qui se trouve au-dessous du terrain diluvien, dans toute l'étendue de la vallée de la Saône et de celle de la Loire, annonce que les deux grandes vallées étaient anciennement occupées par des lacs d'eau douce,

dans lesquels les courants d'eau, sortant de l'intérieur des montagnes, amenaient les débris des roches. Des sources minérales sourdaient au milieu de ces lacs; ce sont elles qui ont formé les bancs calcaires et ceux de fer pisolitique. Ces lacs n'étaient aucunement salés, car tous les restes organiques des dépôts lacustres et du terrain diluvien sont terrestres ou fluviatiles. Les débris de corps marins qui se trouvent çà et là sont des fragments roulés, qui ont été arrachés aux roches formant les montagnes environnantes, dans la chaîne de la Bourgogne et dans celle du Jura.

L'existence de semblables lacs entre les grandes chaînes de montagnes, et particulièrement entre celles du Jura et de la Bourgogne, avait été établie dès 1828 par M. Élie de Beaumont (1), au moyen de faits et de considérations d'un autre ordre. On peut donc maintenant la considérer comme parfaitement démontrée.

Les débris des montagnes charriés dans ces lacs, les ont successivement comblés, en s'avancant vers le milieu; l'évaporation a enlevé une partie des eaux, et les commotions du globe ont fini par leur ouvrir des issues vers les mers; les rivières se sont établies dans leurs lits, où le terrain diluvien n'existe pas, ou bien se trouve réduit à une couche très mince par l'effet du courant. Mais, depuis cette époque, la largeur des rivières, et surtout celle de la Saône, a beaucoup diminué, et elles ont formé sur leurs rives ce dépôt d'atterrissement qui nous a présenté des phénomènes si curieux, et qu'elles accroissent encore à chaque débordement.

22° Les phénomènes que présentent ces dépôts, ainsi que celui que MM. Berger et Dupont ont étudié à Semur en Brionnais, montrent qu'il n'est pas impossible de lier les faits géologiques avec les faits historiques.

Soulèvements des montagnes.

Les formes coniques des montagnes gneissiques et porphyriques, les lambeaux du terrain schisteux portés à une grande hauteur sur les flancs de celles-ci, les dômes du terrain granitique, les strates fortement inclinés et souvent plissés des terrains stratifiés, et des lambeaux du groupe des arkoses portés sur le sommet de plusieurs montagnes, jusqu'à 600 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que les autres parties du groupe sont généralement moins élevées, 400 à 460 mètres seulement; ces grandes différences de niveau que l'on observe entre les diverses parties d'un même terrain, différences qui vont jusqu'à 700 mètres dans le terrain porphyrique; enfin, l'élévation de toute la crête de ce demi-cercle d'escarpements de calcaire à entroques, qui recouvre la pointe granitique du Morvan, élévation qui dépasse 100 mètres, tandis que, sur un grand nombre

(1) *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe*, pag. 183 et suiv.

de points beaucoup moins élevés de la surface granitique, il n'existe aucune trace du terrain jurassique, montrent évidemment qu'il y a eu des soulèvements très considérables dans la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône.

Des observations récentes ont conduit les géologues à reconnaître qu'il existe deux espèces de soulèvements : les uns lents et progressifs, dépendant d'une cause universelle, continuellement en action ; les autres brusques et momentanés, dus aux commotions qui ont accompagné et qui accompagnent encore l'éruption des roches plutoniques. Ceux-ci sont les seuls dont on puisse déterminer l'époque ; car les autres, commencés, pour moi, depuis l'origine des choses, se continuent encore maintenant.

La roche ignée la plus ancienne de nos montagnes, dont les plus récentes éruptions datent de l'époque du terrain primitif, est le leptinite. C'est donc au moins avant le dépôt du terrain schisteux silurien, avant l'apparition des êtres organisés, que s'est formé le premier relief de la chaîne.

Le granite, qui a succédé immédiatement au leptinite, pousse des ramifications jusque dans le terrain silurien, mais elles ne vont pas au delà. Un second soulèvement a donc dû avoir lieu après le dépôt de ce terrain.

Les porphyres paraissent entrer dans le terrain houiller sur quelques points, et les eurites, les trapps, etc., y entrent certainement, mais ne pénètrent pas dans le terrain vosgien.

Une troisième époque de soulèvement a donc été contemporaine du terrain houiller, et ce sont probablement les commotions accompagnant la sortie des masses plutoniques qui ont brisé les roches et renversé les végétaux, dont nous trouvons maintenant les fragments en si grande quantité dans le terrain houiller. Ces fragments ont été transportés dans les bassins par les courants d'eau qui lavaient la surface des montagnes.

Les arkoses du grès bigarré se trouvant au sommet de plusieurs montagnes, sans être recouvertes par les marnes irisées, montrent qu'un quatrième soulèvement a eu lieu pendant le dépôt du terrain vosgien entre la formation du grès bigarré et des marnes irisées.

Ces nombreux filons de quartz que nous avons vus s'introduire dans les premières couches du lias et y produire des phénomènes si curieux, annoncent que le terrain a éprouvé de fortes commotions à la fin du dépôt des marnes irisées et dans le commencement de celui du terrain jurassique ; un cinquième soulèvement aurait donc eu lieu à cette époque.

Depuis le commencement de la formation du lias jusqu'à l'éruption des masses basaltiques du Brionnais et de la Bourgogne, cessent toutes traces d'éruption de roches ignées ; il n'est cependant pas probable qu'un aussi grand espace de temps se soit écoulé sans que le sol ait éprouvé des bouleversements, mais nous n'avons rien pu découvrir de positif à cet égard.

Comme les éruptions basaltiques correspondent au commencement de la période diluvienne, ce pourrait être à cette époque que notre terrain jurassique aurait éprouvé ses derniers bouleversements. Ce résultat est du reste tout à fait conforme à celui que nous avons obtenu dans la chaîne du Jura par une autre série d'observations (1).

Dans la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône, on peut donc reconnaître six époques de soulèvement, correspondant aux éruptions des leptinites, des granites, des porphyres et des roches trappéennes, des quartz (deux soulèvements auraient eu lieu pendant leur sortie) et des basaltes; ces divers soulèvements ont produit de grands massifs ayant chacun une partie centrale à laquelle toutes les autres se rattachent plus ou moins directement; plusieurs de ces massifs, et principalement les plus élevés, sont alignés dans la direction du sud au nord.

Nous avons montré qu'il existe une inclinaison générale et considérable depuis le cours de la Loire jusqu'à celui de la Saône, et depuis celui du Rhône à l'est du Jura, encore vers celui de la Saône, en sorte que nous avons là deux grandes surfaces, probablement fort irrégulières, qui paraissent avoir tourné en s'élevant autour d'une charnière située dans la vallée de la Saône. Ces deux grands mouvements généraux sont très probablement le résultat des divers soulèvements que nous venons de signaler.

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome VI, page 192.



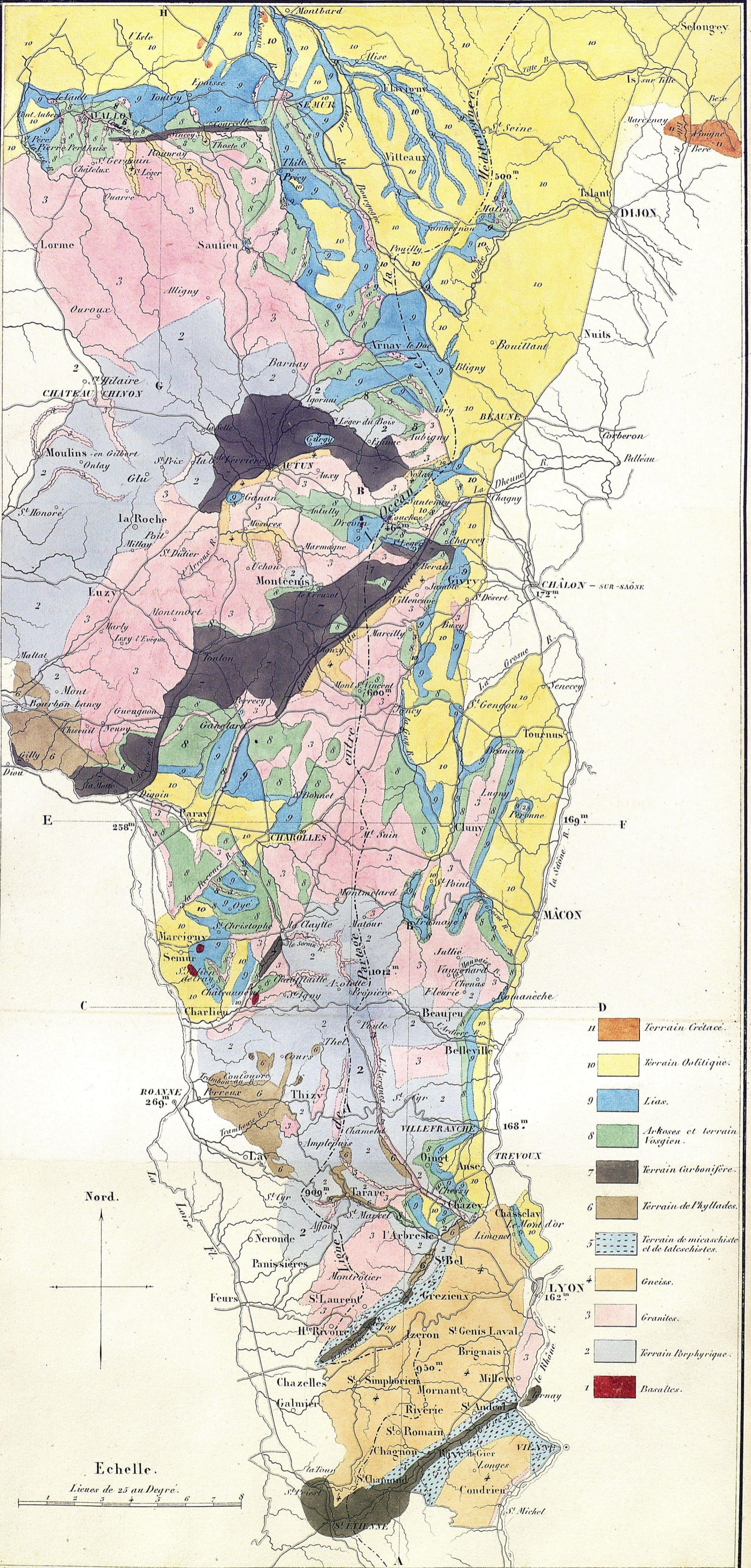
CARTE GÉOLOGIQUE

de la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône.

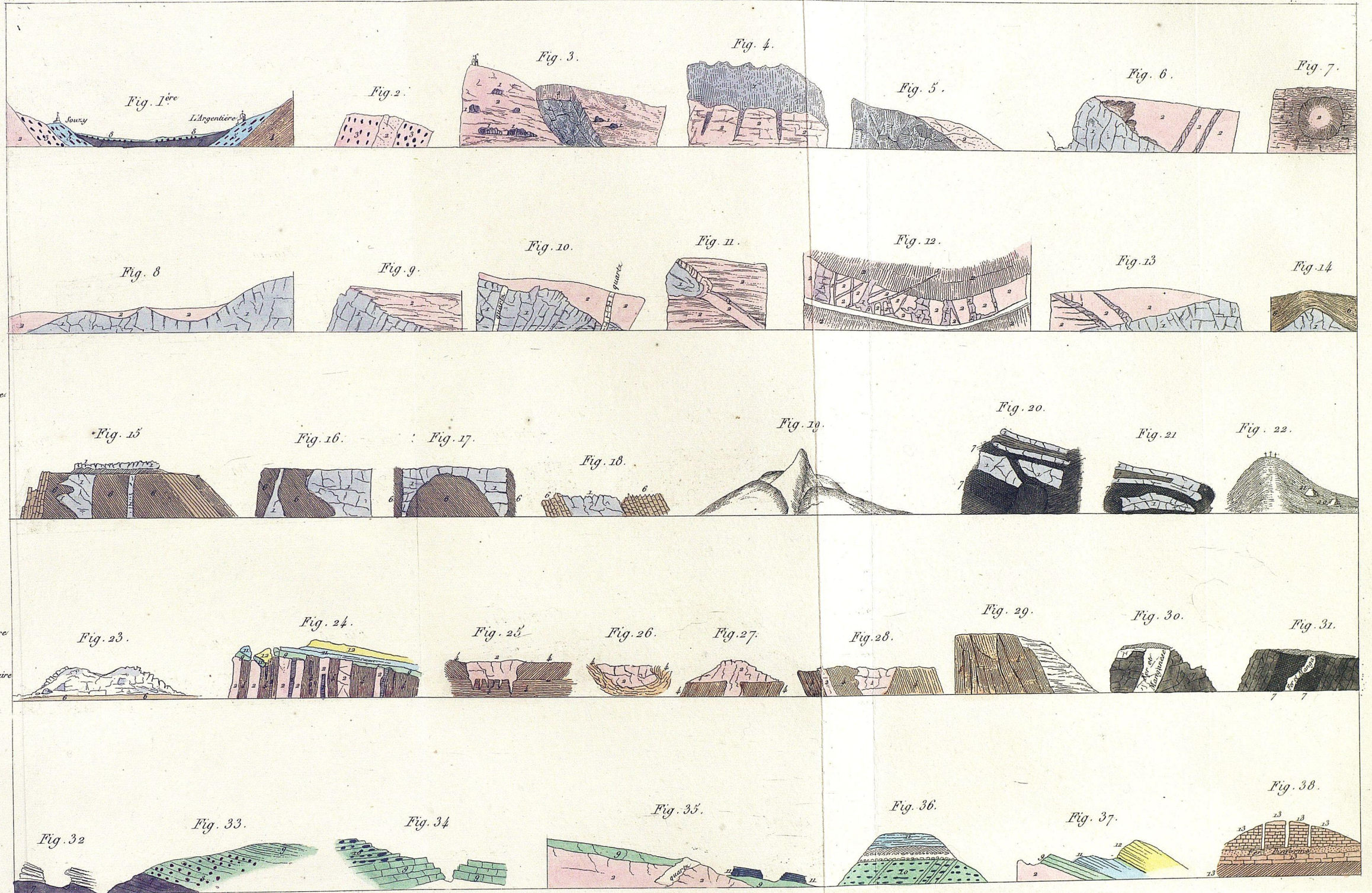
Mem. de la Soc. Géol. de France.

Mem. N.º 2 PL. A.

Tome 4 PL. V.



Par J. Bourcier-Bernard et C^o



- 13 Calcaire d'Eau douce.
- 12 Terrain oolitique.
- 11 Lias.
- 10 Marnes irisées.
- 9 Arkose.
- 8 Grès rouge.
- 7 Terrain Carbonifère.
- 6 Phyllades avec Calcaire.
- 5 Micarchistes et talochistes.
- 4 Gneiss.
- 3 Leptinite.
- 2 Granite.
- 1 Porphyres &c.

