

l'eau abandonne dans les labyrinthes qu'elle est obligée de traverser en s'écoulant.

Le sable est lavé directement dans des caisses de la forme de celles décrites (§ 49), en parlant du lavage des minerais d'étain.

Les schlamms déposés, soit par les eaux qui s'écoulent du bocard, soit par celles qui ont servi aux diverses opérations de lavage, ainsi que les matières analogues obtenues dans quelques-unes de ces opérations, sont d'abord débourbés dans des caisses à deux compartimens beaucoup plus courtes et plus étroites que les précédentes, et de l'espèce de celles décrites (§ 49), et lavés ensuite dans les caisses ci-dessus.

Récapitulation des différentes sortes de minerais.

§ 92. — En récapitulant les diverses opérations que nous venons de faire connaître, on voit que tout le minerai extrait des mines se trouve divisé en six portions; savoir,

- 1°. Minerai massif A, cassé à la batte (§ 83);
- 2°. Minerai donné par le criblage (§§ 87 et 89);
- 3°. Minerai plus fin encore, retiré des cuves de criblage (§ 90);
- 4°. Minerai de bocard, lavé directement dans les grandes caisses (§ 91);
- 5°. Minerai extrait des schlamms par le débouillage dans les petites caisses étroites et le lavage dans les grandes (§ 91);
- 6°. Enfin, parties pierreuses rejetées à différents états de division, et nécessairement mélangées d'un peu de minerai perdu.

Les minerais de cuivre extraits des mines des autres parties des Iles Britanniques subissent à-peu-près la même préparation mécanique que ceux tirés des mines du Cornouailles et du Devonshire. (La suite à la prochaine livraison.)

SUITE

DE LA NOTICE GÉOGNOSTIQUE

SUR QUELQUES PARTIES DE LA BOURGOGNE;

Par M. DE BONNARD, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

TROISIÈME PARTIE.

Terrains supérieurs au calcaire à gryphites.

Considérés dans leur ensemble ou dans leur partie supérieure, ou même dans certaines couches seulement de leur partie inférieure, les terrains calcaires dont il me reste à parler se distinguent bien du terrain de calcaire à gryphites; mais il n'en est pas de même, si l'on observe les couches immédiatement superposées à ce dernier, ou si l'on compare entre elles, en général, les couches marneuses situées au-dessous et au-dessus du niveau qu'on croit devoir adopter pour ligne de séparation des deux formations: on reconnaît alors, en effet, une telle conformité et des passages si insensibles, qu'on ne sait où placer la limite, et qu'on est tenté de regarder le tout comme appartenant à une formation unique. Mais une difficulté semblable se présente presque constamment quand on étudie la succession de terrains formés de roches de même

Passage des terrains inférieurs aux supérieurs.

nature; et comme les calcaires blancs supérieurs du Jura paraissent bien évidemment différens du calcaire à gryphées, comme on a même observé entre eux, dans le Jura, des rapports de gisement qui ne permettent pas de les regarder comme membres d'une même formation (1), nous devons admettre cette différence, ainsi que la limite qui distingue les terrains des plaines ou plateaux bas, de ceux qui constituent toujours des montagnes plus ou moins élevées au-dessus de ces plaines.

Division de ceux-ci en deux formations.

Nous diviserons même l'ensemble de ces terrains supérieurs, mais sans attacher une grande importance à notre division, en deux sections ou formations distinctes : l'inférieure, composée de marnes schistoïdes, tendres ou friables, diversement colorées, mais en général de couleurs sombres, et renfermant des couches subordonnées de calcaire dur ordinairement coloré de la même manière, quelquefois cependant d'un gris moins foncé; et la supérieure formée, au contraire, en majeure partie de couches de calcaire dur, de couleurs claires, qui renferment rarement quelques couches subordonnées, marneuses ou argileuses. Quoique la limite commune à ces deux sec-

(1) *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, par M. Charbaut; *Annales des mines* de 1819, page 617.

Il serait intéressant d'examiner si les singulières différences de stratification que présentent souvent les couches des montagnes du Jura (par exemple celles qui ont été décrites et figurées par M. Lemaistre, dans le *Journal des mines*, n°. 106, page 310), sont en rapport avec les différences que l'on reconnaît aujourd'hui entre les terrains de ces montagnes.

tions soit encore difficile à tracer d'une manière précise, on peut cependant les regarder comme présentant entre elles une différence assez grande, et plus grande même, relativement à la nature des roches, que les différences qui distinguent les terrains de notre section inférieure de ceux du calcaire à gryphites.

Et en effet les marnes qui constituent les couches supérieures de la formation du calcaire à gryphites dans les plaines de l'Auxois se confondent tout-à-fait avec celles qui constituent les couches inférieures des montagnes. Celles-ci sont seulement, en général, de couleur plus foncée, et ressemblent ainsi davantage à plusieurs de celles qui sont situées au-dessous des couches à gryphées, et qui dépendent du terrain de lumachelle: elles sont presque toujours assez tendres; elles renferment des couches brunes ou noires, très-argileuses, micacées, bitumineuses et feuilletées; d'autres couches plus dures, d'un brun violâtre devenant plus ou moins jaune par l'altération, et paraissant contenir une assez grande proportion d'oxide de fer; d'autres couches enfin, plus dures encore et d'apparence plus calcaire. Je n'ai pas reconnu les couches de grès ou *cos* qui y sont indiquées par M. Leschevin (1), quoique j'aie observé ces terrains marneux en plusieurs localités, particulièrement sur le penchant des collines qui dominent les villages de *Braux* et de *Saucy*, et dans le grand ravin de la pente nord de la montagne de *Thil*. Un assez grand nombre de ravins de ce genre sillonnent les pentes marneuses, et pourraient servir à une

Deuxième formation marneuse. Sa composition.

(1) *Journal des mines*, n°. 193, p. 18 et 28.

étude détaillée des assises qui les composent, assises que l'on aperçoit ailleurs difficilement, en raison de leur mollesse et de la facilité avec laquelle elles se désagrègent. Les couches plus dures, qui y sont intercalées, forment dans les ravins plusieurs étages de cascades. Parmi ces couches dures, les unes ne renferment pas de coquilles, d'autres en contiennent un grand nombre, quelques-unes en paraissent même entièrement formées, et ce sont probablement celles-ci que M. Leschevin désigne sous le nom de *lumachelle* (1), en les confondant avec la *lumachelle de Sainte-Magnance*, qui en diffère beaucoup par sa nature et plus encore par sa position. Les couches tendres, plus argileuses, ne m'ont pas présenté de coquilles; mais elles renferment des rognons arrondis de marnes dures, qui sont souvent coquilliers. Au près de Sombernon, les couches noires et feuilletées sont assez dures pour qu'on ait été tenté de s'en servir comme d'ardoises: on a même fait, dans ce but, un commencement d'exploitation qui a été promptement abandonné. On m'a assuré, mais je ne l'ai pas vu, que ces couches renfermaient des empreintes de poissons.

Fossiles
qu'elles ren-
ferment.

On ne trouve plus dans ce terrain la *gryphée arquée* qui caractérise le calcaire de la plaine. Les bélemnites y abondent, sur-tout dans les couches inférieures, que M. Leschevin désigne, par ce motif, sous le nom de *calcaire à bélemnites* (2). Les couches moyennes contiennent avec profu-

(1) *Journal des mines*, n^o. 193, p. 27.

(2) *Ibid.*, p. 18.

sion des *peignes* (1), des *térébratules*, des *trachus*, et des *modioles* souvent bien conservés, qu'on pourrait peut-être regarder comme caractéristiques pour cette formation. Tous ces fossiles se présentent aussi dans les couches supérieures, et dans ces dernières seulement j'ai trouvé un grand *plagiostome* (2), ainsi que le *gryphæa cymbium*, qui diffère, par sa forme et par la grandeur remarquable de beaucoup d'individus, de la *gryphée arquée* (3). Quelques-unes de ces couches supérieures, à grandes gryphées, semblent être presque entièrement formées de nodules très-ferrugineux (4).

Dans la partie orientale de l'Auxois, l'épaisseur de cette formation marneuse est au moins de 100 à 150 mètres. A cette hauteur, se présentent des couches de marnes très-feuilletées, qui alternent avec des couches dures de calcaire gris veiné de rougeâtre, renfermant des entroques, et formant ainsi un passage au calcaire supérieur.

Son épais-
seur.

Aux environs d'Avalon, ces terrains sont beaucoup moins épais: quelquefois on n'y observe pas de couches argileuses et tendres; mais on re-

(1) Parmi les espèces de *pecten*, M. Desmarest a reconnu le *pecten univalvis* de Sowerby.

(2) *Plagiostoma semilunaris* de Sowerby.

(3) Les coquilles de ce terrain, qu'on rapporte au *gryphæa cymbium*, diffèrent encore beaucoup entre elles, par la proportion entre la longueur et la largeur des individus, et doivent probablement être rapportées à deux espèces distinctes; celles qui sont les plus larges sont aussi désignées sous les noms de *gryphæa latissima* et de *gryphæa dilatata*.

(4) *Calcaire noduleux* de M. Leschevin, *Journal des mines*, n^o. 193, p. 27.

connait seulement sur les pentes inférieures des montagnes un calcaire veiné de gris et de rougeâtre, à grain serré, quelquefois sublamellaire, renfermant beaucoup de *bélemnites*, des *ammonites*, le *gryphæa cymbium*, de grandes valves d'*huitres*, etc., et qui présente ainsi à-la-fois les caractères des parties inférieures et supérieures de la formation marneuse de l'Auxois.

Formation des calcaires blancs. Les terrains calcaires de la partie supérieure des montagnes m'ont présenté les variétés suivantes, que j'indique dans l'ordre de position où je les ai vues à-peu-près constamment, en allant de bas en haut.

1°. Calcaire sublamellaire ou grenu, composé presque entièrement d'*entroques*;

2°. Calcaire compacte, blanc-jaunâtre, à cassure inégale et un peu terreuse : je le désignerai sous le nom de *calcaire blanc-jaunâtre marneux* (1) ;

3°. *Calcaire oolithique* ;

4°. Calcaire compacte, à grain serré, à cassure unie et conchoïde ; je le nomme *calcaire conchoïde*.

Calcaire à entroques. 1°. Le *calcaire à entroques* varie du blanc au gris et au jaune rougeâtre. Cette dernière teinte, due à l'oxide de fer, devient souvent prédominante, sur-tout dans les joints des couches, ou à l'entour des fossiles qui composent la masse, et qui ne deviennent reconnaissables que sur les

(1) Ce calcaire contient seulement 7 pour 100 d'alumine, d'après un essai qui a été fait au laboratoire de l'École des mines : le nom que je lui donne n'est donc nullement caractéristique, mais sert seulement à le distinguer des autres.

surfaces altérées et oxidées. A l'intérieur des couches, ils sont en général tout-à-fait invisibles, et la roche, qui a souvent une cassure lamellaire très-prononcée, devient quelquefois presque semblable à certains calcaires saccharoïdes anciens ; mais souvent aussi les lamelles sont moins distinctes ou plus rares ; de petits grains arrondis, qui se mêlent entre elles ou qui les remplacent même presque entièrement, donnent à la roche une cassure terne, grenue, imparfaitement oolithique. Quelquefois même les lamelles ou les grains, très-petits et brillans, font prendre au calcaire l'aspect d'un grès assez homogène. Indépendamment des *entroques*, on y observe des valves de grandes *huitres* souvent étendues entre les assises, dans lesquelles pénètrent quelques-uns de leurs feuillettes, des *térébratules* et d'autres coquilles. J'y ai trouvé un oursin du genre *cassidule*, rempli de calcaire semblable à celui de la masse qui le renfermait, dont il était à peine distinct, et dont un commencement d'altération a pu seul le détacher. L'altération y montre aussi des *pointes d'oursins* et quelques *polypiers* ; enfin, j'y ai observé une empreinte creuse et allongée, fibreuse et ferrugineuse, ayant toute l'apparence d'un fossile végétal.

Le calcaire à *entroques* renferme fréquemment des rognons assez gros de minerais de fer oxidé d'un brun rougeâtre, qui semblent intimement unis à la roche calcaire qui les enveloppe. On y voit, dans plusieurs carrières, de belles stalactites d'albâtre blanc ; ailleurs, entre les couches et dans les fissures de la roche, se dépose seulement une concrétion calcaire blanche et presque pulvérulente ; ailleurs, c'est tout-à-fait la

variété de chaux carbonatée connue sous le nom de *farine fossile*.

Son gisement.

Le calcaire à entroques recouvre toujours immédiatement les terrains marneux dont les couches supérieures renferment déjà quelques entroques. Son gisement est remarquable, en ce qu'il forme constamment, au-dessus des pentes assez douces de la formation marneuse, des pentes très-roides, ou même des escarpemens verticaux (1), souvent couronnés par un plateau, qui constitue quelquefois, dans l'Auxois, le sommet des montagnes : dans ce cas, les couches supérieures du calcaire à entroques se délitent, par l'action atmosphérique, en plaques assez minces, qu'on exploite sous le nom de *laves*, pour servir à la couverture des habitations. Cette influence de l'atmosphère agit à plus ou moins de profondeur ; mais, en général, elle paraît arrêtée par la première couche argileuse subordonnée au calcaire, qui en préserve les couches situées au-dessous d'elle. Ailleurs, le calcaire à entroques est recouvert par les autres calcaires de la formation.

Circonstances locales.

Le gisement du calcaire à entroques est en couches horizontales dans tout l'intérieur de l'Auxois ; mais il n'en est pas ainsi aux deux limites, où les terrains anciens disparaissent. Au près de la pointe nord-ouest du Morvan, on voit, entre les villages de *Domecy*, *Givry* et le *Vault*, les couches de calcaire à entroques plonger fortement vers l'ouest (2), et s'enfoncer au-dessous des calcaires blancs-jaunâtres et oolithiques, qui

(1) Voyez Pl. VI, fig. 1, et Pl. VII, fig. 6.

(2) Voyez Pl. VII, fig. 6.

constituent une étendue de terrain considérable. On remarque un fait semblable et dans le sens opposé, auprès des derniers mamelons de terrains anciens qui apparaissent vers l'est, aux environs de Somberton : ici, le calcaire à entroques, qui recouvre encore immédiatement les marnes supérieures au calcaire à gryphites, s'enfonce rapidement vers l'est avec elles, au-dessous du sol de la vallée d'Ouche, et disparaît sous les autres calcaires (1).

2°. Le *calcaire blanc-jaunâtre marneux*, à cassure un peu inégale et terreuse, recouvre toujours le calcaire à entroques aux environs d'Avalon, c'est-à-dire autour de la pointe du Morvan. Sa couleur et son aspect sont assez uniformes ; mais il passe insensiblement au calcaire oolithique qui lui est superposé. Moins dur que les autres calcaires, il forme souvent, au-dessus des escarpemens de calcaire à entroques, des plateaux presque horizontaux ou des pentes très-douces (2), qui montent insensiblement jusqu'au pied d'un second rang d'escarpemens formés par le calcaire oolithique. Toutes les montagnes situées entre Avalon et Vézelay présentent ainsi, à-peu-près aux trois quarts de leur hauteur, des plateaux très-peu inclinés, sur lesquels s'élèvent, de distance en distance, des tertres dont les flancs sont escarpés et dont le sommet est encore un plateau. Sur le sol du premier étage de plateaux, on trouve beaucoup de silex presque ré-

Calcaire blanc-jaunâtre marneux.

Sa disposition.

Silex et minerais de fer.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7.

(2) Voyez Pl. VI, fig. 1, et Pl. VII, fig. 6.

n'ai pas vus en place. Parmi ces minerais, les uns sont en grains ou oolithiques, les autres en masses irrégulières, qui ressemblent à un grès fortement mélangé de fer oxidé ou de fer hydraté; quelques-unes de ces masses renferment des cavités remplies de fer hydraté pulvérulent.

Fossiles du calcaire blanc-jaunâtre.

Le calcaire blanc-jaunâtre marneux est encore remarquable par la grande quantité de coquilles qu'il renferme, des genres *ammonites*, *perna*, *pinna*, *cardium*, *arca*, *pecten* (1), etc., et qui présentent dans la même roche trois modes de pétrifications distincts : les unes, et ce sont sur-tout les *ammonites*, les *cardium*, les *perna*, les *arca*, sont des moules remplis par la roche calcaire elle-même; d'autres, telles que les *pinna* et une foule de petites bivalves indéterminables, présentent encore le test de la coquille, ou ce test est remplacé par un calcaire spathique ou nacré (dans les *pinna*, ce test est épais et fibreux transversalement); enfin, dans d'autres empreintes appartenant sur-tout à des coquilles turriculées (2), on ne voit qu'un moule vide ou renfermant seulement l'axe de la coquille, et tapissé intérieurement d'un calcaire ferrugineux pulvérulent d'un brun jaunâtre. Quelquefois le moule d'une grande ammonite est rempli de calcaire marneux, qui renferme et des ammonites plus pe-

(1) Une des espèces d'ammonites ressemble beaucoup à celle de Noiraigue, dans le val Travers (Jura).

M. Desmarest a encore déterminé sur les échantillons que j'ai rapportés,

Le *perna aviculoïdes* de Sowerby (*mytilus* ?);

Le *cardium protei*.

(2) Plusieurs de ces coquilles turriculées paraissent semblables à des cérites.

tites et une foule d'autres coquilles dont la cassure forme des stries brunes et lamellaires sur le fond blanc et terreux de la pierre.

Les couches du calcaire blanc-jaunâtre marneux se délitent, près de la surface du sol, comme celles du calcaire à entroques, en plaques, qui sont également exploitées, sous le nom de *laves*, pour les toitures des villages. Ces plaques m'ont paru plus minces, et par conséquent meilleures pour l'usage auquel elles sont destinées, que celles du calcaire à entroques.

Je n'ai pas retrouvé le calcaire blanc-jaunâtre marneux dans les montagnes de la partie orientale de l'Auxois; mais il se présente sur une grande étendue entre Avalon et Auxerre. Il paraît renfermer quelques couches minces, brunes, entièrement formées de coquilles (1); d'autres couches subordonnées d'argile d'un bleu noirâtre, et aussi des amas d'argile.

3°. Le calcaire oolithique est presque toujours blanchâtre ou jaunâtre, quelquefois tout-à-fait blanc; je n'y ai guère vu que des oolithes à grains fins; mais l'abondance de ces grains est très-variable, ainsi que la manière dont ils sont plus ou moins distincts de la pâte qui les renferme. Quelquefois on remarque, outre les petits grains ronds qui constituent la roche presque en entier, d'autres grains plus gros et de forme irrégulière, mais toujours à bords arrondis (et que l'on pourrait prendre, au premier aspect, pour de petits galets étrangers à la roche cal-

Calcaire oolithique.

(1) Cette sorte de lumachelle rappelle tout-à-fait, à l'aspect de ses échantillons, celle qui se trouve dans les terrains du Bas-Boulonnais, ainsi que plusieurs échantillons du *forest marble* des Anglais.

caire), ainsi qu'une multitude de petites coquilles souvent brisées. La texture de la pâte varie aussi en finesse comme en dureté, et la roche passe, d'une part, au calcaire précédent, de l'autre, au calcaire à cassure unie ou conchoïde. Le calcaire oolithique paraît renfermer les mêmes silex, les mêmes minerais de fer, les mêmes fossiles que le calcaire blanc-jaunâtre marneux, dont il ne se distingue réellement, quand il n'a pas la structure oolithique, que par sa plus grande dureté: l'un et l'autre sont remarquables d'ailleurs, mais sur-tout le calcaire oolithique, en ce qu'ils sont souvent perforés de trous arrondis et sinueux, irrégulièrement disposés, et qui ont jusqu'à 3 ou 4 pouces de diamètre. Un fait semblable se remarque plus en grand dans les rochers pittoresques des bords de la Cure, entre Saint-Moré et Arcy, et les grottes célèbres de cette dernière localité ne sont peut-être encore que le même fait sur une plus grande échelle. Ces grottes renferment des masses considérables d'argile glaiseuse, et sur les flancs des escarpemens qui bordent la rivière, on aperçoit, à différentes hauteurs, des espèces de demi-cintres, à surface lisse et même luisante, qui semblent avoir été les parois de cavités qui renfermaient des masses argileuses semblables (1).

Sa disposition.

Aux environs d'Avalon, j'ai toujours vu le calcaire oolithique recouvrir le calcaire blanc-jaunâtre marneux, et le premier m'a paru constituer seul les tertres qui, s'élevant rapidement au-dessus des pentes très-douces du calcaire

(1) M. Mohs a observé et décrit un fait semblable dans les calcaires intermédiaires des Alpes tyroliennes.

marneux, forment les sommités des montagnes de cette contrée. Les flancs de ces tertres sont souvent tout-à-fait escarpés, et leurs sommets sont des plateaux horizontaux ou très-peu inclinés, mais toujours à surface plane, et qui semblent se correspondre sur presque toutes les sommités. Les deux plus hautes de ces sommités sont placées sur la montagne située à une lieue à l'ouest d'Avalon, entre les villages de *Domecy* et *du Vault*, et sont désignées, dans le pays, sous le nom de *tertres* ou *terreaux de Montmartre* (2). Elles sont à à peu de distance l'une de l'autre; les plateaux unis qui les couronnent, légèrement inclinés vers l'ouest (c'est-à-dire dans le même sens que toutes les couches calcaires de cette localité), semblent bien être situés dans un même plan, et avoir été jadis la continuité d'un même sol, dont la partie mitoyenne aurait été emportée ou détruite par une cause quelconque. La disposition des couches des deux tertres semble aussi appuyer cette idée; quoi qu'il en soit, à la surface de l'espèce de *col* qui les sépare aujourd'hui, on se retrouve sur le calcaire blanc-jaunâtre marneux, tandis que les rochers des deux tertres sont entièrement oolithiques.

Sur le plateau du tertre le plus élevé, d'où l'on domine au loin toute la contrée, j'ai trouvé quelques fragmens roulés, de la grosseur du poing et de la tête, d'un granite tout-à-fait semblable à celui qui constitue les rochers des bords du Cousin; mais ces galets se trouvent là à 3 ou 400 mètres au-dessus du sol granitique, et ils ne peuvent y avoir été amenés par aucune cause com-

Galets de granite sur les plateaux oolithiques.

(2) Voyez Pl. VII, fig. 6.

patible avec l'ordre de choses aujourd'hui existant. Le même fait se représente quelquefois sur les autres sommités calcaires de la Bourgogne, et il me paraît analogue, en petit, à celui des blocs de granite des montagnes du Jura.

Localités.

Le calcaire oolithique semble s'étendre assez loin au nord d'Avalon : les carrières de Lisle et de Coutarnoux, célèbres par la bonté et la beauté des pierres d'appareil qu'on en extrait, sont situées dans ce calcaire; mais je ne les ai point visitées.

Dans la partie orientale de l'Auxois, le calcaire oolithique manque souvent; souvent aussi il se présente uni au calcaire conchoïde, à la partie supérieure des montagnes les plus élevées : on le retrouve ainsi jusqu'aux environs de Sombernon.

Les couchés supérieures des plateaux formés de calcaire oolithique se délitent en plaques minces, comme celles des autres calcaires blancs, et sont exploitées pour le même usage.

Calcaire conchoïde.

4°. Le *calcaire conchoïde*, compacte, à grain fin, est en général d'un gris clair, blanchâtre ou jaunâtre : sa cassure est unie et conchoïde; il est souvent pénétré d'une multitude de veinules de calcaire magnésien ou ferrifère, spathique ou terreux. Ces substances paraissent fréquemment aussi tenir la place de coquilles dont les vestiges ont disparu; on trouve cependant encore dans cette roche des empreintes ou même des têtes de coquilles reconnaissables, mais elles y sont peu abondantes : celle que j'y ai rencontrée le plus fréquemment est une espèce de *lime*.

Est supérieur à tous les autres.

Le calcaire conchoïde se trouve, par-tout où je l'ai observé, au-dessus de tous les autres calcaires de la formation; il manque dans les mon-

tagnes qui avoisinent Avalon, dont le sommet est de calcaire oolithique, ainsi que dans une partie de celles qui forment l'enceinte de la *vallée de Saint-Thibaud*, où le calcaire à entroques constitue le plateau supérieur; mais on le trouve au sommet du plus grand nombre des montagnes calcaires, sur-tout en avançant vers l'est et le nord-est. En montant la montagne de Vitteaux, on voit les pentes de la formation marneuse surmontées d'escarpemens considérables, dont le pied est formé de calcaire à entroques; mais au sommet de ces rochers les entroques ont disparu, et on ne trouve plus que le calcaire à cassure conchoïde, qui constitue le sol de tout le plateau fort élevé qu'on traverse en allant à Sombernon. On ne retrouve pas ici les deux étages d'escarpemens qui se présentent sur les montagnes d'Avalon, ce qui tient sans doute à ce que les deux calcaires durs passent immédiatement l'un à l'autre; tandis qu'à Avalon ils sont séparés par le calcaire blanc-jaunâtre marneux. Au sommet d'autres montagnes, le calcaire conchoïde est superposé au calcaire oolithique, auquel il paraît alors être intimement uni.

Vers le nord-ouest, c'est-à-dire entre Avalon et Auxerre, la roche calcaire des sommités semble de nature intermédiaire au calcaire blanc-jaunâtre marneux et au calcaire conchoïde, et doit peut-être être rapportée à celui-ci, auquel appartiendraient alors les couches subordonnées de lumachelle et d'argile citées plus haut (1).

Les plateaux élevés, formés par calcaire, sont souvent recouverts par un peu de terre végétale; Il forme des plateaux crevassés.

(1) Voyez page 505.

mais quelquefois aussi la roche est entièrement à nu : elle se montre alors irrégulièrement crevascée, ou plutôt la surface du plateau est presque entièrement formée d'arêtes saillantes, séparées par des cavités ou tubulures irrégulières qui s'enfoncent assez profondément dans la roche. Tel se présente, par exemple, le plateau de la montagne de Moron, située à une lieue à l'est de Sombernon, et au pied de laquelle est situé le village de Remilly, où apparaît un des derniers mamelons granitiques.

J'ai déjà parlé de ces trois mamelons granitiques de Remilly, Mémont et Mâlain, qui, situés à-peu-près sur une ligne droite dirigée du sud-sud-ouest au nord-nord-est, paraissent recouverts, *en forme de manteau*, par les terrains de la formation inférieure décrite dans la seconde partie. J'ai dit que du côté de l'ouest ces terrains inférieurs disparaissaient promptement sous le grand plateau de calcaires blancs qui s'étend de Sombernon à Vitteaux ; mais que, de l'autre côté, on reconnaissait bien aux couches du calcaire à gryphites une inclinaison générale vers l'est-sud-est. J'ai indiqué plus tard la même inclinaison dans le calcaire à entroques des mêmes localités.

Du sommet de la montagne de Moron, on peut observer que les couches du calcaire supérieur, qui constitue tous les plateaux situés près et à l'est des buttes granitiques, plongent également vers l'est, mais très-rapidement, sous une inclinaison plus grande même que celle des calcaires inférieurs (1), et de manière à s'enfoncer au-des-

Disposition
des calcaires
blancs près
de Somber-
non.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7.

sous du sol de la vallée d'Ouche. Cet aspect frappe d'autant plus, que d'Avalon à Remilly, c'est-à-dire sur dix-huit lieues de l'ouest à l'est, on n'a vu qu'une stratification à-peu-près horizontale, depuis les terrains immédiatement superposés au granite jusqu'au calcaire jurassique supérieur : aussi pouvait-on, dans toute cette étendue, retrouver la trace de l'un ou l'autre de ces terrains, selon la hauteur à laquelle on était élevé ; mais à partir de la vallée d'Ouche, toutes les formations inférieures semblent disparaître.

En plongeant ainsi vers l'est beaucoup plus rapidement que les terrains inférieurs, les couches du calcaire conchoïde relèvent vers l'ouest leurs tranches escarpées. Cet escarpement forme même une espèce de barrage ou de digue, que M. Leschevin a décrite (1), qui se prolonge en ligne droite depuis la montagne de la *Roche-Aigue*, au nord de Mémont, jusqu'à la montagne de Remilly, en traversant les vallées de Mâlain (2) et de Mémont, aux ruisseaux desquelles cette digue donne seulement passage par quelques échancrures. M. Leschevin dit que la pierre calcaire dont le *barrage* est formé lui a paru différente de celle des montagnes voisines : je ne puis partager cette opinion, ayant cru y reconnaître tout-à-fait le calcaire oolithique et le calcaire conchoïde, qui constituent le sol des plateaux environnans ; mais l'inclinaison rapide de ces couches et l'escarpement presque à pic de leurs tranches, du côté de l'espèce de bassin formé ainsi par la

Barrage des
vallées.

(1) *Journal des mines*, n°. 193, p. 30.

(2) Le vieux château de Mâlain est bâti sur ce barrage. Voyez Pl. VII, fig. 7.

partie supérieure de chacune des vallées, paraissent un phénomène remarquable; et en observant que ce phénomène se présente sur le bord de la rangée de noyaux de terrains anciens qui se montrent au jour dans cette seule localité, au milieu d'une vaste contrée où l'on ne connaît d'ailleurs que les calcaires blancs, en couches à-peu-près horizontales, il est impossible de ne pas penser que ce rameau de terrains anciens a contribué au bouleversement qui a produit ces escarpemens singuliers.

Réflexions à
ce sujet.

Au reste, des relations de gisement à-peu-près analogues me semblent se présenter dans un assez grand nombre de localités, quoique peut-être avec des circonstances moins frappantes. Il est, je crois, reconnu que les pentes des montagnes formées de couches inclinées dans un même sens sont en général plus douces dans le sens de l'inclinaison des couches, et plus roides du côté où ces couches présentent leurs tranches; mais je ne sais si l'on a fait remarquer d'une manière assez explicite la disposition qui résulte de ce fait général, lorsque des terrains primordiaux se montrent à nu, en collines peu élevées, au milieu de terrains secondaires constituant des montagnes beaucoup plus hautes. Souvent alors, peut-être toujours, c'est une rangée ou une enceinte plus ou moins complète de pentes très-escarpées qui domine les buttes primordiales, en présentant de ce côté les tranches de couches qui se relèvent vers le vide, et qui ne montrent ailleurs aucun brisement dans une allure longtemps prolongée.

Un fait de ce genre peut être observé aux environs d'Avalon, sur les pentes des montagnes

calcaires situées près et à l'ouest de la pointe primordiale. De l'autre côté de l'espace occupé par le granite et les calcaires anciens, le barrage de Mâlain à Remilly en offre un second exemple (1), et dans ces deux localités, les partisans des théories huttoniennes expliqueraient sans doute facilement, par le soulèvement igné des mamelons granitiques, et par le brisement et la dislocation des portions de couches calcaires qui recouvriraient les buttes ainsi soulevées, et la nudité actuelle du sol primordial à un niveau aussi inférieur à celui des terrains qui l'entourent, et la disposition actuelle des portions de couches de ces terrains qui seraient restées en place après leur déchirement.

Dans son intéressant mémoire sur les environs de Lons - - Saulnier, M. Charbaut réunit l'ensemble des terrains marneux et calcaires analogues à ceux dont je viens de parler en une formation unique, à laquelle il donne le nom de *formation oolithique*: il reconnaît bien que les marnes sont toujours situées au-dessous des calcaires blancs, ainsi que je l'ai observé en Bourgogne; mais il pense que le tout forme seulement un *étage* de la formation, auquel sont superpo-

Étages de la
formation
oolithique
du Jura.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7. J'ai encore observé, depuis, un fait semblable dans le département de la Nièvre, à peu de distance du pied de la pente occidentale du Morvan. Une butte granitique, d'une forme allongée du nord au sud, paraît se terminer vers le nord aux environs du bourg de Saint-Reverien, où l'on voit l'arkose, le psammite, la lumachelle et le calcaire à gryphites recouvrir le granite, comme en Bourgogne; mais la pointe de cette espèce d'îlot de terrains anciens est entourée par un amphithéâtre élevé, formé de montagnes de calcaires blancs jurassiques. Cette localité m'avait été indiquée par M. Élie de Beaumont.

sées d'autres marnes, recouvertes elles-mêmes d'autres calcaires, qui constituent un *second étage* semblable au premier, et que cette alternation se répète plusieurs fois dans les montagnes du Jura (1). S'il en est réellement ainsi, nul doute que le tout ne doive être réuni, et il résulterait seulement de mes observations que l'Auxois ne présente qu'un *étage* de la formation oolithique du Jura. Mais on doit remarquer que M. Charbaut n'annonce pas avoir vu la superposition des couches inférieures du *second étage* aux couches supérieures du premier, et qu'il conclut cette superposition de l'inclinaison des unes et des autres. Cette induction a sans doute une grande valeur; mais les bouleversements dont les couches calcaires jurassiques inclinées montrent de fréquentes traces, et dont nous venons d'indiquer un exemple assez frappant, peuvent permettre de conserver des doutes, tant qu'on n'aura pas observé une superposition directe.

Quoi qu'il en soit, à raison de la pente rapide avec laquelle les couches calcaires supérieures plongent vers l'est, près de Sombernon, on pourrait probablement, en avançant à l'est plus que je ne l'ai fait, observer si les terrains marneux reparaissent; si, dans ce cas, l'ensemble des couches paraît former des *étages successifs de marnes et de calcaires blancs*, comme dans le Jura; enfin, si les étages peuvent être regardés comme réellement *superposés* l'un à l'autre.

Je ferai remarquer encore une différence qui

(1) Il sera important de comparer ces différens *étages* du Jura avec les diverses formations oolithiques et argileuses indiquées par les géologues anglais, depuis l'*oolithe inférieure* jusqu'à la *crate*.

Comparai-
son.

existe entre le résultat de mes observations sur les calcaires blancs, et ce qui avait été annoncé jusqu'à présent sur les terrains analogues. Presque toujours, dans l'énumération des assises dont ces terrains se composent, on a indiqué le *calcaire à entroques* comme constituant les couches supérieures, et comme étant superposé au calcaire oolithique; par-tout, au contraire, dans les parties de la Bourgogne que j'ai parcourues, j'ai vu le calcaire à entroques superposé immédiatement aux terrains marneux, et recouvert par les autres calcaires de la formation. Je dois même ajouter qu'il paraît être le plus souvent assez distinct de ces trois autres calcaires, tandis que ceux-ci, intimement unis l'un à l'autre, pourraient être considérés comme ne formant qu'un terrain superposé au terrain de calcaire à entroques.

QUATRIÈME PARTIE.

Résumé, comparaisons, recherches de classification.

Rappelons, en les généralisant, les principales circonstances géognostiques que nous ont présentées les terrains 1°. d'arkose et de psammite, 2°. de marnes argileuses et de lumachelle, 3°. de calcaire à gryphites, 4°. de secondes marnes, 5°. de calcaires blancs.

À la pointe du Morvan, nous avons vu l'arkose ordinairement superposé à l'arène qui se présente à la surface du terrain de granite, mais quelquefois en couches alternant avec l'arène, et quelquefois aussi immédiatement superposé au granite dur, avec une forte adhérence et l'apparence d'un passage insensible de l'une à l'au-

Différence
relative au
calcaire à
entroques.

Arkose.

tre roche. L'étude du terrain d'arkose nous a conduits cependant, et malgré la texture toute cristalline que la roche présente le plus souvent, à reconnaître le passage évident de cette roche cristalline à une roche grenue, et à rapporter le tout à une formation arénacée.

Nous y avons reconnu des fossiles nombreux dans les roches où la structure grenue est devenue visible, et nous avons retrouvé des fossiles semblables, même dans la roche cristalline. Ces fossiles, *gryphée arquée*, *ammonites*, *plagiotomes*, etc., sont analogues à ceux du calcaire à gryphées, qui ne repose cependant jamais immédiatement sur l'arkose : on y remarque l'*unio hybrida*.

Autour des montagnes primordiales, nous avons retrouvé l'arkose sous les terrains calcaires et sur le granite : cet arkose est alors plus ou moins mélangé de substance calcaire, et du reste assez semblable à celui du Morvan. Il est constamment recouvert par un terrain de calcaire lumachelle et de marne argileuse, avec lequel il revient quelquefois alterner, et qui est lui-même recouvert par le terrain de calcaire à gryphées.

En nous éloignant de la pointe du Morvan, et avançant vers l'est et le sud-est, nous n'avons plus retrouvé par-tout d'arkose sur le granite, au moins ses variétés bien reconnaissables. Quelques localités nous ont présenté, dans sa position, des roches plus ou moins singulières, qui s'y rapportent probablement, qui cependant laissent dans le doute sur la manière dont elles doivent être désignées; l'une de ces roches (celle de Mogun près d'Igornay) offre des caractères tout

particuliers, qui peuvent la faire considérer comme appartenant à un autre système de terrains. Mais souvent, à la place de l'arkose, nous avons rencontré un psammite quarzeux bien caractérisé, très-variable dans son grain, dans sa dureté, dans sa couleur. Une de ses variétés les plus dures et les plus compactes nous a présenté, à Remilly, un aspect semblable à celui de certains arkoses d'Avalon. D'un autre côté, nous avons trouvé, au milieu du Morvan, à Pierre - Écrite, un psammite semblable à celui de l'Auxois, superposé au granite, au sommet des montagnes. Dans l'Auxois, nous avons vu par-tout ce psammite recouvert par le terrain de marnes argileuses et de luchamelle, qui est recouvert lui-même par le calcaire à gryphées. Nous sommes donc confirmés dans les inductions qui nous portent à regarder comme identiques l'arkose cristallin du Morvan et le psammite quarzeux de l'Auxois. L'une et l'autre roche nous ont présenté d'ailleurs un mélange constant de baryte sulfatée (très-abondante sur-tout dans l'arkose) et de plomb sulfuré, souvent aussi de chaux fluatée et d'oxide de fer.

Une couche d'argile ocreuse renfermant des rognons de silex, qui se présente, près d'Arnay-le-Duc, au-dessous de plusieurs couches de psammite, nous a paru subordonnée au terrain psammitique.

Le psammite quarzeux superposé au granite renferme, dans quelques parties de l'Auxois, des empreintes de coquillages assez nombreux, *ammonites*, *peignes*, *trigoniés*, etc. Il renferme aussi des empreintes d'*astéries*, d'*actinies* ou *ascidies*, de zoophytes cylindroïdes, et d'autres fos-

siles indéterminables. Nous devons faire remarquer que plusieurs de ces fossiles diffèrent de ceux que les variétés coquillières de l'arkose nous ont montrés. Dans d'autres parties, au contraire, comme aux environs d'Arnay-le-Duc et près de Somberton, le psammitte inférieur paraît entièrement privé de fossiles; mais des couches de psammitte contenant des fossiles analogues aux précédens se retrouvent subordonnées au terrain marneux qui est superposé à ce psammitte inférieur.

Marnes et
lumachelle.

Le terrain de marnes argileuses, assez puissant auprès de Somberton, est alors très-varié dans sa composition, et renferme, entre autres membres subordonnés, des couches ou amas de gypse, et des couches minces de psammitte et de lumachelle.

Dans l'Auxois, c'est la lumachelle qui constitue souvent la masse principale du terrain superposé au psammitte. Au contact des deux terrains, les deux roches se mélangent, et les couches inférieures de lumachelle renferment des grains de quartz et de feldspath en si grande quantité, qu'on peut considérer cette roche comme un véritable psammitte à base de calcaire lumachelle. Quelquefois la lumachelle renferme aussi des fragmens volumineux de la roche psammitique entière; elle renferme encore de petits noyaux arrondis de calcaire argileux jaunâtre, à cassure terreuse, offrant des indices de couches concentriques, et nous avons remarqué des noyaux semblables dans quelques variétés d'arkose.

Sur la pente du Morvan, où la lumachelle est superposée à l'arkose cristallin, elle ne contient plus ordinairement de fragmens quarzeux et

feldspathiques; mais on retrouve avec elle des couches de marne très-argileuse, et même de véritable argile. Quelquefois la lumachelle se présente en grands rognons aplatis, disséminés dans les couches argileuses: ce dernier fait s'observe aussi aux environs d'Arnay-le-Duc. Enfin, la lumachelle est quelquefois immédiatement superposée au granite, et au point de contact on reconnaît une adhérence très-forte entre les deux roches.

La lumachelle renferme aussi parfois les veinules de spath pesant, et les mouches ou veinules de plomb sulfuré, qui sont si fréquentes dans l'arkose et dans le psammitte.

Les coquilles du calcaire lumachelle sont des *huitres*, des *peignes*, des *térébratules*, dont les espèces sont indéterminables, etc. L'*unio hybrida* de Sowerby y est quelquefois l'espèce la plus abondante; on a reconnu aussi le *plagiostoma læviusculum* du même auteur.

Le terrain de calcaire à gryphées est toujours superposé au terrain de lumachelle et de marne argileuse. Les couches calcaires et marneuses qui le composent sont très-variées dans leur dureté, leur couleur et l'ensemble de leurs propriétés extérieures; mais il paraît qu'une partie au moins des différences qu'elles présentent entre elles est l'effet des influences atmosphériques.

Le calcaire à gryphées renferme assez fréquemment des veinules ou rognons de spath pesant, et quelquefois des mouches de galène; on y trouve aussi le spath pesant en amas et en filons. Une couche d'argile, contenant en abondance du minerai de fer en grains, ainsi que de petits amas de spath pesant et des nodules de chaux phosphatée terreuse, recouvre, en certaines localités, les cou-

Calcaire à
gryphites.

ches de calcaire à gryphées en gisement transgressif, et le minéral de fer pénètre, en filons, avec le spath pesant et l'argile, à travers les couches calcaires.

Les fossiles du calcaire à gryphées, très-abondans et très-variés, présentent quelques différences dans ses différentes couches; plusieurs de ces couches sont tout-à-fait sans coquilles: la *gryphée arquée* abonde sur-tout dans les couches supérieures, et les *bélemnites* dans les couches inférieures; mais les unes et les autres se trouvent dans toute l'épaisseur du terrain. Au nombre des fossiles de ce terrain, on doit remarquer, outre le *gryphæa arcuata*, la coquille désignée sous le nom de *unio hybrida*, que nous avons déjà vue dans la lumachelle et dans l'arkose, l'*ammonites Bucklandi*, le *mya intermedia*, le *pecten lens*, d'autres *peignes*, des *trochus*, du *lignite fibreux* et des empreintes de *fucus*.

Le terrain de calcaire à gryphites forme constamment la surface de plaines ou plateaux bas dont le sol est très-fertile. A la pointe septentrionale du Morvan, ces plaines sont au niveau du sommet des dernières montagnes de granite, et à une hauteur considérable au-dessus des vallées qui déchirent le sol granitique. Un peu plus au sud, le niveau du terrain primordial étant plus élevé, le plateau de calcaire à gryphées se trouve alors au pied des montagnes de granite. Très-rarement on trouve ce terrain au sommet de petites buttes granitiques, comme au château de Nam-sous-Thil.

Relations de ces trois terrains entre eux. Les différences oryctognostiques frappantes qui se montrent constamment entre les trois terrains, 1^o. d'arkose et de psammite, 2^o. de

marnes et de lumachelle, 3^o. de calcaire à gryphées; la constance des relations de gisement qu'on observe entre eux; enfin, l'observation faite, à la vérité dans une seule localité, de fragmens arrondis de psammite dans la lumachelle qui lui est superposée, pourraient porter à regarder ces terrains comme appartenant à plusieurs *formations* distinctes.... Mais indépendamment du parallélisme de leurs couches, de l'union constante des trois terrains, dont l'ensemble a souvent à peine quelques mètres d'épaisseur; enfin des passages fréquens que présentent entre elles les différentes *roches* qui les composent, par le mélange des grains du psammite dans la pâte de la lumachelle, et par des couches dont la nature semble intermédiaire à celles de la lumachelle et du calcaire à gryphées, nous avons observé des passages ou mélanges analogues *entre les terrains eux-mêmes*, par la présence, au milieu du terrain marneux, de couches semblables à celles du terrain de psammite ou d'arkose. Nous avons vu, dans quelques localités où le terrain inférieur manque, la lumachelle adhérer fortement au granite, auquel elle se trouve immédiatement superposée, comme l'arkose y adhère ailleurs. Nous avons, de plus, reconnu, dans les roches des trois terrains, les mêmes substances mélangées, entre autres le spath pesant et la galène, et dans le psammite et même dans l'arkose à texture cristalline, des fossiles semblables à quelques-uns de ceux de la lumachelle et du calcaire à gryphées..... Cet ensemble de conformités peut être regardé comme ayant plus de valeur encore que n'en ont les différences qui viennent d'être signalées, et comme devant faire

Ils paraissent appartenir à une même formation.

conclure que les trois terrains sont trois membres d'une seule formation. La présence des galets de psammite dans la lumachelle reste cependant un fait impossible à concilier avec l'idée que nous avons de l'uniformité des circonstances qui ont dû concourir au dépôt d'une même formation, et de la succession non interrompue de ce dépôt; mais cette anomalie inexplicable se représente fréquemment à l'observation pour les formations les plus incontestablement uniques; elle semble donc n'être pas suffisante pour arrêter dans une conclusion fortement motivée d'ailleurs, et doit rester seulement comme un témoignage de ce qu'il y a toujours d'incomplet dans notre intelligence géognostique, même pour les faits qui paraissent les plus simples.

Au reste, et en raison des passages qui lient entre eux la plupart des terrains superposés l'un à l'autre, la détermination, dans nos classifications géologiques, des espèces auxquelles nous donnons le nom de formations, étant presque toujours artificielle et souvent arbitraire; ce serait, je crois, une discussion bien peu utile que celle qui s'attacherait aujourd'hui au plus ou moins grand nombre de terrains qu'on doit comprendre dans une même formation (1). La seule

(1) Plusieurs géologues modernes justement célèbres emploient aujourd'hui les mots *terrain* et *formation* dans des acceptions différentes de celles que je leur donne ici; mais pour qu'une science puisse faire des progrès, il me semble nécessaire que son langage ait quelque fixité, sans quoi il devient impossible de s'entendre. Par ce motif, quelle que soit la déférence qui est due aux opinions de ces savans, je crois devoir conserver aux termes géognostiques les acceptions que leur a données le créateur de la

chose vraiment importante, dans l'état d'enfance où se trouve encore la géologie, c'est la détermination des relations de gisemens que présentent entre elles les différentes masses minérales, et je crois pouvoir regarder comme constant l'ordre de superposition que j'ai indiqué pour les trois terrains des plaines de l'Auxois.

La seconde formation marneuse, immédiatement superposée au terrain de calcaire à gryphées, constitue le pied et une portion notable de la hauteur des montagnes qui s'élèvent sur les plateaux formés par ce calcaire; elle se compose principalement de couches de marnes de couleurs foncées, souvent très-argileuses, souvent fissiles, mêlées de couches plus dures et plus calcaires: ces couches renferment beaucoup de coquilles; mais on n'y trouve plus de *gryphæa arcuata*. Les *bélemnites* abondent sur-tout dans les couches inférieures de la formation; les parties moyennes contiennent, entre autres fossiles, un *modiole* assez remarquable: la *gryphæa cymbium* et la *gryphæa latissima* ou *dilatata* se rencontrent sur-tout dans les parties supérieures. Les couches calcaires de la partie supérieure renferment aussi des *entroques*, et passent ainsi au calcaire qui les recouvre.

La formation des calcaires blancs, superposés

vraie géognosie. Je continue donc à employer le mot *formation* dans le sens du mot *formation* de Werner, et à traduire par *terrain* ses mots *gebirge*, *gebirgsmasse*, ou *gebirgsart* considéré en grand, réservant le mot *roche* pour les expressions *gebirgsstein* ou *gebirgsart* considéré en petit. J'ai déjà insisté sur cette distinction dans l'*Aperçu géognostique des terrains*, p. 23 et suiv. (Voyez *Annales des mines* de 1819, p. 390.)

Seconde formation marneuse.

Calcaires blancs.

aux terrains marneux précédens, constitue le sommet des montagnes. Elle se compose de quatre terrains calcaires assez distincts, et de quelques couches argileuses subordonnées; les quatre terrains calcaires sont constamment placés dans l'ordre suivant, en allant de bas en haut : 1°. calcaire à entroques, formant des escarpemens qui dominent les pentes douces des terrains marneux; 2°. calcaire blanc-jaunâtre, un peu marneux, qui forme au-dessus de ces escarpemens des pentes très-douces ou presque insensibles, et qui renferme une foule de fossiles présentant dans la même roche trois modes de pétrifications différens; 3°. calcaire oolithique formant un second étage d'escarpemens, quelquefois couronné par un plateau uni, et renfermant les mêmes fossiles que le calcaire blanc-jaunâtre marneux; 4°. calcaire compacte, à cassure conchoïde, formant toujours, quand il existe, le sommet des montagnes, terminées alors par des plateaux bizarrement crevassés : il renferme peu de coquilles visibles, la plus fréquente est une *lime*. Le calcaire à entroques, presque entièrement composé des fossiles dont il porte le nom, est donc situé ici toujours au-dessous des autres, et notamment du calcaire oolithique.

Les terrains marneux et calcaires étant bien distincts les uns des autres, et leur ensemble ne m'ayant présenté aucune apparence qui rappelle les *étages* successifs indiqués par M. Charbaut dans le Jura, je les ai classés ainsi en deux *formations*, sans attacher à cette distinction aucune importance.

Galets de granite.

Sur le sommet des plus hauts plateaux du calcaire supérieur, se présentent des galets de gra-

nite, dont quelques-uns sont de la grosseur de la tête.

Dans une étendue de 18 lieues de l'ouest à l'est, depuis la pointe du Morvan jusqu'à Sombernon, tous les terrains superposés au granite sont disposés en couches horizontales; mais il n'en est pas ainsi aux deux extrémités de la ligne. A l'ouest d'Avalon, on les voit tous plonger vers l'ouest; de sorte que les calcaires supérieurs restent seuls à la surface. Un fait analogue se présente, mais d'une manière plus frappante, dans le sens opposé, aux environs de Sombernon, sur le bord et à l'est de la dernière rangée de mamelons granitiques, et il donne lieu au barrement de plusieurs vallées, par des escarpemens que constituent les tranches fortement relevées vers l'ouest des calcaires supérieurs.

Nous devons rechercher maintenant à quelles formations bien reconnues ailleurs, ou, selon l'expression de M. de Humboldt, à quel *horizon* ou *niveau géognostique* on peut rapporter les terrains que nous avons étudiés. Il paraît difficile d'abord de ne pas admettre l'identité de nos deux formations supérieures avec les formations supérieures du Jura (formation oolithique de M. Charbaut), malgré les différences de détail que peut présenter dans les deux localités la succession des couches. Il resterait à déterminer la place géognostique de l'ensemble de nos trois terrains inférieurs, qui, reposant immédiatement sur le granite, et paraissant même quelquefois liés au granite d'une manière intime, sont immédiatement recouverts par les calcaires jurassiques supérieurs, qui occupent ainsi à eux seuls la place de la classe entière des terrains de transi-

Stratification de ces divers terrains.

Recherche d'un niveau géognostique.

Rapports avec les terrains du Jura.

tion et de celle des plus anciens terrains secondaires, et que cependant nos observations nous conduisent à regarder comme appartenant probablement à une formation unique. Le terrain de calcaire à gryphées arquées, qui en fait partie, se retrouve encore dans les montagnes du Jura, dont il forme les assises inférieures. Il est donc convenable de rechercher, d'abord dans les écrits des géologues modernes, relatifs aux terrains jurassiques, les renseignemens qui pourraient fournir quelques rapprochemens utiles à notre détermination.

Mémoire de
M. Char-
baut sur le
Jura.

J'ai rappelé, au commencement de ce mémoire, la division en deux formations, établie par M. Charbaut dans les terrains des environs de Lons-le-Saulnier : la première, ou la plus ancienne de ces deux formations, comprenant le calcaire à gryphites et tout ce qui est visible au-dessous de ce calcaire, présente beaucoup de rapport avec nos deux terrains de marnes et lumachelle et de calcaire à gryphées ; les *marnes irisées*, qui en composent la masse principale, contiennent, comme notre terrain marneux quand il s'est un peu développé, des couches subordonnées de *grès impressionné*, dont M. Charbaut n'a pu déterminer les fossiles ; elles contiennent aussi des bancs d'un calcaire rempli de coquilles, que M. Charbaut désigne sous le nom de *lumachelle*, mais que je ne crois pas, d'après la description qu'il en donne, pouvoir indiquer comme identique avec notre lumachelle de Bourgogne. Au-dessous des marnes irisées, se trouvent des bancs de gypse et de marnes gypseuses, et nous avons vu le gypse se présenter près de Sombornon à la partie inférieure de

notre terrain marneux. En un mot, le terrain de marnes argileuses, inférieur au calcaire à gryphées, me paraît bien être, en Bourgogne, le même que celui du Jura, quoiqu'il y ait pris un développement beaucoup moindre et différent dans la proportion de ses parties composantes ; il semblerait même que l'épaisseur des marnes et leur proportion dans ce terrain diminuent à mesure qu'on avance vers l'ouest, où bientôt ces marnes disparaissent presque entièrement.

Les observations de M. Charbaut, ne s'étendant pas au-dessous des marnes gypseuses, ne nous présentent rien d'analogue à notre terrain de psammite et d'arkose.

Dans l'ouvrage très-instructif intitulé *Aperçu de la constitution géologique des environs de Bâle* (1), M. Mérian nous apprend que dans cette localité les formations jurassiques sont superposées à un terrain arénacé, qu'il croit devoir rapporter à la formation du *grès bigarré* de Thuringe, quoique le terrain de Bâle ne renferme ni oolithes ni gypse en gîtes subordonnés. M. Mérian voit, dans le calcaire du Jura, la formation du *muschelkalkstein* de Thuringe, ayant pris le développement considérable qu'on remarque dans toutes les formations calcaires des Alpes ; il divise cette formation jurassique en quatre groupes, qu'il désigne ainsi qu'il suit : *Calcaire gris de fumée*, *Marnes bigarrées et couches subordonnées*, *Oolithe ancienne*, *Calcaire nouveau et marnes*.

1°. Le *calcaire gris de fumée*, peu coquillier, renferme des couches de marnes bitumineuses co-

(1) *Uebersicht der Beschaffenheiten der Gebirgs Bildungen in den Umgebungen von Basel* (Basle, 1821).

quillères, d'autres marnes bigarrées ou brunes, assez semblables à la *rauchwake* de Thuringe, des couches ou amas de gypse; il renferme aussi, sur-tout dans ses couches supérieures, des rognons abondans de silex corné; la superposition de ce terrain au grès bigarré est quelquefois transgressive.

2°. Les *marnes bigarrées* qui composent la masse principale du second groupe sont tout-à-fait semblables à celles qui sont subordonnées au premier; mais, dans le second, ce sont au contraire des calcaires marneux ou compactes qui sont subordonnés aux marnes bigarrées, ainsi que d'autres marnes sableuses. Parmi les nombreuses pétrifications (*bélemnites* grandes et petites *ammonites*, *pectinites*, *térébratules*, etc.) que renferment ces couches marneuses et calcaires, l'auteur cite, comme caractéristique, la *gryphée arquée*. On y remarque d'ailleurs, en gîtes subordonnés, des couches ou amas de gypse, des couches de grès ou psammite, et des couches d'un combustible que l'auteur désigne sous le nom de *houille*, et qu'il annonce comme accompagné d'empreintes de fougères. Les couches supérieures de ce groupe, d'une nature un peu différente, et qui peut-être, dit M. Mérian, appartiennent plutôt au groupe suivant, renferment constamment des bancs de minerai de fer en grains: au nombre des fossiles qu'elles contiennent, ne se trouvent plus les *gryphites*, mais on y trouve toujours des *ammonites*, *bélemnites*, *musculites*, *camites*, *térébratules*, *ostracites*, etc. M. Mérian regarde l'ensemble des deux premiers groupes comme remplaçant, avec une grande extension, les couches marneuses qui, dans le nord de l'Allemagne, se trouvent souvent

entre le grès bigarré et le *muschelkalk*, et qui renferment, selon lui, une grande partie des amas gypseux qu'on désigne ordinairement sous le nom de gypse du grès bigarré; 3°. le troisième groupe des calcaires jurassiques de Bâle, caractérisé par l'*oolithe*, par l'uniformité des roches calcaires, par leur couleur d'un jaune grisâtre, etc., ne renferme le plus souvent que des fossiles brisés: ceux que l'on observe entiers sont des *térébratules*, des *strombes*, des *entroques* et des *madrépores*; 4°. dans le quatrième groupe, les *marnes* et le *calcaire* (qui présentent aussi des variétés oolithiques) sont de couleurs plus claires encore, et les pétrifications sont nombreuses: ce sont des *térébratules*, de grands *pectinites*, des *ammonites* aplatis, des *comes*, des *strombes*, des *échinites*, des *fungites*, des *madrépores* et autres zoophytes.

Quoique cette succession des quatre groupes soit générale aux environs de Bâle, M. Mérian cite des localités dans lesquelles les roches du premier et du second groupe, en conservant leurs caractères et leurs pétrifications, se retrouvent superposées aux roches du troisième. Il paraîtrait donc impossible de ne pas considérer le tout comme appartenant à une même formation, si cette superposition est bien constatée.

Notre calcaire à gryphites de Bourgogne, ainsi que celui de M. Charbaut, semblerait bien devoir être rapporté à la partie inférieure du groupe des *marnes bigarrées* de M. Mérian: il en serait de même de notre terrain marneux à lumachelle, avec gypse et psammites impressionnés; mais nous n'avons rien observé qui nous paraisse analogue au *calcaire gris de fumée* des environs de

Bâle. Nous ne voyons également, dans l'ouvrage de M. Mérian, rien d'analogue à notre lumachelle, si remarquable par son union intime avec le terrain de psammite inférieur. Enfin il faut remarquer que le *grès ancien* de M. Mérian, qu'il classe comme *grès bigarré*, ne renferme jamais de coquilles, et qu'il est recouvert par les terrains calcaires en superposition *transgressive*; circonstances bien différentes de celles que le terrain de psammite nous a présentées en Bourgogne. Remarquons cependant aussi, comme circonstance d'analogie assez frappante, que les grains qui composent la roche du grès ancien de Bâle sont quelquefois réunis par un ciment de baryte sulfatée, et qu'un fait analogue a été observé par M. Hausmann dans le grès bigarré des environs de Gottingue; remarquons encore que plusieurs géologues indiquent des blocs nombreux, ou des couches subordonnées de grès extrêmement quarzeux et presque sans ciment visible, comme caractéristiques pour la formation du grès bigarré.

Mémoire de
M. Voltz.

M. Voltz, dans son mémoire sur les environs de Vic (1), considère les marnes indiquées par M. Charbaut au-dessous des calcaires à gryphites, comme correspondant à plusieurs formations de la géologie allemande. Il trouve les traces du *quadersandstein* dans les couches de grès ou psammites, subordonnées aux *marnes irisées* supérieures de M. Charbaut et aux *marnes bigarrées* de M. Mérian. Il rapporte les parties inférieures de ces *marnes irisées*, ainsi que le *calcaire gris de fumée* de Bâle, à la formation du *muschelkalk*,

(1) Notice géognostique sur les environs de Vic. (*Ann. des mines* de 1823, 2^e. livraison.)

laquelle lui paraît renfermer, en gîtes subordonnés, tous les gypses décrits par M. Charbaut; à moins que les terrains de *grès bigarrés* ne manquant totalement dans cette localité, les gypses du grès bigarré ne se trouvent aussi dans la série des *marnes gypseuses* de Lons-le-Saulnier, et immédiatement au-dessous du *muschelkalk*. M. Voltz fait connaître d'ailleurs qu'il a observé en Lorraine des passages par mélanges et par alternances, plusieurs fois répétés, entre les deux formations du *muschelkalk* et du *grès bigarré*. Il rapporte à ce dernier terrain le grès métallifère de Hargarten près de Sarrebrück, qui lui paraît identique avec les gîtes exploités au *Bleyberg* près de Cologne. M. Voltz, désignant sous le nom de *grès vosgien* le terrain arénacé qui forme la masse principale des montagnes des Vosges, paraît le considérer comme un terrain particulier, situé au-dessous du *grès bigarré* (avec lequel beaucoup de géologues le confondent aujourd'hui), et au-dessus du *tottliegende*, qui est lui-même superposé au *grès houiller* (1).

Les nombreux et intéressans renseignements

(1) J'extraits d'observations postérieures et inédites de M. Voltz (qu'il a bien voulu me communiquer) les indications suivantes:

Quand le *tottliegende* est superposé au *grès houiller*, et le *grès vosgien* au *tottliegende*, les stratifications sont concordantes, et le tout a l'apparence d'une seule formation composée de trois membres; quand, au contraire, le *grès vosgien* repose immédiatement sur le *terrain houiller*, il n'y a pas de liaison entre eux, et les stratifications ne concordent point.

Mais quand le *grès vosgien* repose immédiatement sur le terrain primitif, il y a souvent un *passage insensible du granite au grès*: on dirait que le granite, restant en place,

que renferme le mémoire de M. Voltz, relativement aux différentes formations qu'il a reconnues dans différentes parties de la Lorraine, me paraissent fournir peu de points de repère qui soient bien applicables aux terrains que je cherche à classer. On peut remarquer cependant : 1°. les petits corps organisés cylindriques striés que lui a présentés une des roches de son *quadersandstein*, et qui sont peut-être analogues aux zoophytes des psammites de Les Davrées et de Mémont; 2°. les bancs remplis de coquillages du *muschelkalk* de Vic, qu'on pourrait vouloir regarder comme analogues à la lumachelle de Bourgogne; 3°. le rapprochement des psammites métallifères de Hargarten, de ceux du Bleyberg, et leur classement dans le grès *bigarré*, auquel on pourrait être tenté, par cette raison, de rapporter nos psammites métallifères inférieurs; 4°. les rapports que M. Voltz a trouvés entre les couches calcaires inférieures du *muschelkalk* de Vic, et les *rauhstein* et *rauchwake* de M. Freiesles-

a été altéré et broyé pour devenir grès. Ce passage, qui n'a que quelques mètres d'épaisseur, devrait peut-être se rapporter au *todtliegende*; il renferme (comme les couches inférieures du grès *vosgien* superposé au *todtliegende*) des nodules de calcaire spathique avec agates.

Le grès *bigarré* a le grain plus fin, un ciment argileux bien plus abondant, rien de cristallin, point de ces galets de quartzite qui sont abondamment répandus dans tout le grès *vosgien*. Dans plusieurs localités, il est riche en impressions de *calamites* et même de *fougères*, ainsi qu'en *pectinites* et autres coquillages marins. Il ne forme point de montagnes élevées, n'est superposé ni aux terrains primordiaux ni au terrain houiller, et passe insensiblement au *muschelkalk* qui le recouvre; tandis que c'est sans concordance de stratification que le *muschelkalk* recouvre le grès *vosgien* quand il lui est immédiatement superposé.

ben, rapports qui nous ont également frappés pour la pâte calcaire de quelques arkoses.... Mais les terrains décrits par M. Voltz ne paraissent offrir d'ailleurs aucun des caractères de notre formation (1). En outre, on trouve, dans son *muschelkalk* et dans son *quadersandstein*, des couches oolithiques nombreuses, des silex, des minerais de fer en grains, des couches de houille, des infiltrations de *strontiane* sulfatée, toutes circonstances qui ne se présentent pas dans les terrains que nous examinons. Les fossiles indiqués par M. Voltz paraissent aussi être, au moins en partie, différens des nôtres.....

A la suite de cette indication, un peu détaillée, des documens que nous fournisent les auteurs des trois *monographies* les plus récentes qui soient à ma connaissance, relatives aux terrains jurassiques, je rappellerai brièvement les opinions de plusieurs autres géologues célèbres.

Werner plaçait les calcaires du Jura dans la position géognostique où l'on met aujourd'hui le *muschelkalkstein*, c'est-à-dire, au-dessus du second gypse des terrains secondaires et du grès *bigarré*.

Karsten désignait, au contraire, sous le nom de *Jurakalkstein* une ancienne formation de calcaire secondaire, qu'il regardait comme placée, dans la série générale, au-dessus du gypse secondaire ancien, mais au-dessous du grès *bigarré* et du second gypse (2).

(1) Il faut remarquer cependant les passages qui se présentent entre le granite et le grès *vosgien*, comme entre le granite et l'arkose. (Voyez la note des pages précédentes.)
(2) *Mineralogische Tabellen*, 2^e édition. Berlin 1808, p. 82.

M. Freiesleben, dans un ouvrage (1) devient classique pour la détermination des formations secondaires anciennes, range le calcaire du Jura, sous le nom de *höhlenkalstein* (calcaire à cavernes), dans la division supérieure du plus ancien calcaire secondaire, c'est-à-dire à-peu-près à la même place que Karsten.

M. d'Aubuisson a indiqué brièvement une idée analogue dans le second volume de son *Traité de géognosie*.

On voit, dans l'ouvrage de M. Mérian (2), que M. de Buch, regardant le grès ancien des environs de Bâle comme de la formation du *tottliegende*, et désignant sous le nom de calcaire à gryphites l'ensemble des deux groupes du calcaire gris de fumée et des marnes bigarrées, rapporte ce calcaire à gryphites à l'ancien calcaire secondaire de la Thuringe, tandis que les deux groupes supérieurs de M. Mérian, auxquels seuls il donne le nom de calcaire du Jura, et qui, dans quelques parties de la Souabe, sont séparés des deux groupes précédens par un terrain de grès renfermant du gypse, lui paraissent de formation contemporaine ou même postérieure à celle du *muschelkalk*.

Dans l'opinion de M. Hausmann (3), le grès ancien de Bâle est le grès bigarré; les couches marneuses les plus inférieures du Jura correspondent aux marnes du grès bigarré; le calcaire gris de fumée est le *muschelkalk*, sur lequel re-

(1) *Geognostischer Beytrag zur Kenntniss des Kupferschiefer Gebirge*, t. 1, p. 16 et 17; t. 2, p. 94.

(2) *Uebersicht, etc.*, p. 110.

(3) Cette opinion a été exprimée par M. Hausmann dans une lettre qu'il a eu la bonté de m'adresser, en juin 1823. Depuis cette époque, M. Hausmann a publié (en décem-

posent immédiatement le calcaire à gryphites et l'*oolithe ancienne*. Au-dessus de ces terrains devrait se trouver le *quadersandstein*, qui manque dans le Jura, et qui serait recouvert par le calcaire blanc et oolithique supérieur, lequel constitue la masse principale de ces montagnes.

M. Boué (1) regarde aussi le calcaire gris de fumée de Bâle comme représentant le *muschelkalk*; mais il voit le *quadersandstein* représenté, dans le Jura, par les marnes légèrement sablonneuses qui contiennent des amas de gypse (circonstance qui paraît cependant nouvelle pour le *quadersandstein*), et c'est en conséquence au-dessus du *quadersandstein* qu'il reconnaît la place géognostique de tous les calcaires du Jura, et même du calcaire à gryphites avec lequel le *quadersandstein* lui a paru néanmoins alterner dans quelques localités de l'Allemagne.

Une opinion différente a été adoptée par la plupart des géologues anglais : MM. Buckland (2), Conybeare et Phillips (3) pensent que le calcaire à gryphites et les autres assises inférieures du Jura (qui représentent le *Lias* d'Angleterre) sont identiques avec le *muschelkalk*, et que le *quadersandstein*, supérieur à tous les calcaires du Jura,

bre 1824) un mémoire sur les terrains secondaires du bassin du Weser, que je regrette beaucoup de ne pas connaître.

(1) *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, p. 72, 81, 82 et suiv. (inséré dans le *Journal de physique* de 1822.)

(2) Voyez le mémoire de M. Buckland sur la structure géognostique des Alpes, comparée avec celle de l'Angleterre. (*Annals of philosophy*, juin 1821.)

(3) *Outlines of the geology of England and Wales*, by the Rev. W. D. Conybeare and William Phillips, pages 122 et 169. (Londres 1822.)

doit être classé géognostiquement entre les terrains jurassiques et la craie.

M. de Humboldt (1) reconnaît des analogies entre la position géognostique du *muschelkalk* d'Allemagne et celle du *Lias* d'Angleterre ; mais se fondant principalement sur les observations récentes de MM. de Schmitz et Boué, il regarde comme un fait constant que les calcaires du Jura (dont les couches inférieures sont analogues au *Lias*) reposent, en Allemagne, sur le *quadersandstein*, et qu'ils constituent par conséquent une formation distincte, postérieure à celle du *muschelkalk*.

M. Keferstein, dans le premier volume de son ouvrage périodique sur la géologie de l'Allemagne (2), avait indiqué aussi comme identiques le *muschelkalk* et le calcaire à gryphées ; mais, depuis, il a été conduit par des observations nouvelles à présenter ces deux terrains comme appartenant à deux formations distinctes, entre lesquelles il place une formation marneuse considérable, qui renferme des couches de grès ainsi que du gypse, et qui correspond aux terrains désignés sous les noms de *Keuper* dans le pays de Cobourg, de *Leberkies* dans le Wurtemberg, comme aux *marnes irisées* de M. Charbaut. Au-dessus du calcaire à gryphées, M. Keferstein indique un autre terrain de grès, qu'il nomme grès du *Lias* (*lias Sandstein*), qui alterne avec des couches marneuses de la même formation, et renferme du fer argileux et de la houille; puis le

(1) *Essai géognostique sur le gisement des roches*, par M. de Humboldt, p. 277, 279, 280 et suiv.

(2) *Deutschland geognostisch-geologisch dargestellt, etc.* von Ch. Keferstein, 1^{er} vol., 1^{re} livr., pag. 62, 95 et autres. (Weimar, 1821.)

véritable *quadersandstein* du nord de l'Allemagne, de la Bohême et de la Silésie ; puis le *calcaire du Jura*, oolithique, ou conchoïde, ou magnésien (*flötz Dolomit*), qui passe souvent à la craie tuffeau. Il pense que tous ces calcaires blancs du Jura appartiennent aux assises inférieures de la grande formation crayeuse (1).

Dans un aussi grand nombre de documens instructifs, nous ne trouvons aucune indication de terrains semblables aux terrains d'arkose et de lumachelle de Bourgogne, et presque aucun fait analogue à ceux qui caractérisent les mêmes terrains ; et en ce qui concerne la classification du calcaire à gryphées et des autres terrains du Jura, au milieu d'avis aussi différens, soutenus d'autorités aussi imposantes, il serait difficile de se former une opinion autre que celle qui s'appuierait sur des observations qu'on aurait faites soi-même.

Incertitude de leur classification.

Dans un *Aperçu géognostique des terrains*, imprimé en 1819, distinguant dans les calcaires du Jura plusieurs formations, j'ai indiqué ces formations, d'après les idées les plus généralement reçues à cette époque, comme devant probablement être rapportées, savoir : l'inférieure ou celle du calcaire à gryphites au *calcaire secondaire le plus ancien* ; la supérieure, ou celle du calcaire à couleurs pâles et à cassure conchoïde, au *mu-*

(1) *Ibid.*, 3^e vol., 1^{re} livr., pages 85, 89 et suivantes. (Weimar 1824.)

Cette classification se retrouve, développée et appuyée d'observations détaillées, dans deux mémoires de M. Keferstein, qui sont insérés dans la 2^e livr. du même vol. (Weimar 1825), ainsi que dans ses *Tabellen über die vergleichende Geognosie* (Halle 1825). Ces deux derniers ouvrages ne me sont parvenus que pendant l'impression de mon travail.

schelkalk, n'émettant aucune opinion sur la formation oolithique, indiquée comme intermédiaire aux deux autres. J'avais aussi exprimé, relativement au *quadersandstein*, une opinion semblable à celle qui a été émise depuis par MM. Buckland et Conybeare. Beaucoup d'observations plus récentes tendent à infirmer cette manière de voir, au moins en ce qui concerne les terrains calcaires, et malgré l'opinion de M. de Buch sur l'ancienneté de notre calcaire à *gryphées arquées*, presque tous les géologues regardent aujourd'hui ce terrain comme étant de beaucoup postérieur, dans l'ordre général, au calcaire à *gryphées épineuses* (1) de la Thuringe : pour les uns, ainsi qu'on vient de le voir, il est identique au *muschelkalk* ; pour les autres, il suit le *muschelkalk* immédiatement ; pour d'autres encore, il est même supérieur au *quadersandstein*. Cette dernière diversité d'opinions provient probablement de ce qu'on désigne comme *quadersandstein*, dans différentes localités, des terrains différens ; et en effet il paraît reconnu aujourd'hui par la plupart des géologues allemands qu'on a appliqué ce nom, depuis quelques années, à plusieurs formations arénacées, dont l'une, située au-dessus de la plupart des terrains jurassiques et immédiatement au-dessous de la craie, comprend, avec une partie des anciens *quadersandstein* de l'Allemagne, le *grès vert* et peut-être le *grès ferrugineux* des Anglais, le *tourtia* des mineurs flamands, etc., tandis que d'autres terrains de psammite et de grès, aussi indiqués comme

(1) Nous avons dit que cette *gryphée épineuse* était maintenant reconnue pour appartenir au genre *productus*.

quadersandstein, sont plus anciens, et intercalés à différentes hauteurs dans la série de formations calcaires qui comprend le *muschelkalk* et les terrains jurassiques. Peut-être même a-t-on, dans quelques localités, appliqué encore la même dénomination aux assises supérieures du *grès bigarré*.

Si nous voulons maintenant chercher à com-
parer les terrains de l'Auxois avec ceux qui ont
été décrits et classés, soit dans l'ouest de la France,
soit en Angleterre, nous serons arrêtés dès les
premiers pas, même pour les étages supé-
rieurs.

Comparai-
son avec les
terrains de
Normandie
et d'Angle-
terre.

En effet, notre calcaire à *entroques* (1) paraît
présenter beaucoup d'analogie avec le calcaire à
polypiers du Calvados, décrit par M. Hérault ; notre
calcaire blanc-jaunâtre *marneux* ressemble beau-
coup à certaines variétés du calcaire de Caen ;
mais la relation géognostique des deux terrains
de Bourgogne entre eux est contraire à celle que
l'on a reconnue aux deux terrains de Normandie,
et ceux-ci sont superposés à un terrain d'oolithe,
tandis qu'en Bourgogne l'oolithe est supérieure
aux deux autres. De plus, le calcaire à polypiers
de Normandie est présenté par plusieurs géolo-
gues (MM. Const. Prévost, de Humboldt, Boué)
comme analogue au *Coral Rag* des Anglais, et d'au-
tres (MM. Hérault et Élie de Beaumont) le con-
sidèrent comme représentant la *grande oolithe*,

Calcaires
blancs.

(1) Je rappellerai ici, seulement pour prévenir une confusion dans les dénominations, que le nom de calcaire à *entroques* a aussi été donné, dans différentes parties de l'Allemagne, 1°. à une couche du terrain de *zechstein* ; 2°. à des couches du terrain de *muschelkalk*. (*Essai géognostique*, etc., par M. de Humboldt, page 276.)

c'est-à-dire comme de beaucoup antérieur au *Corral Rag*.

Seconde formation marneuse.

Notre *seconde formation marneuse* correspond probablement aux *deux parties inférieures du calcaire oolithique* de M. Hérault, quoique avec des différences assez remarquables; mais si on la compare aux formations d'Angleterre, décrites dans l'ouvrage de MM. Conybeare et Philipps, on trouvera qu'indépendamment des couches argileuses et marneuses de l'*oolithe inférieure*, elle doit comprendre plusieurs des assises de la formation du *Lias*; et qu'ainsi une distinction fondée, dans le Jura, sur une différence essentielle dans la stratification, et se trouvant, en Bourgogne, en rapport constant avec la configuration du sol, ne s'est pas présentée en Angleterre à l'observation des géologues.

Calcaire à gryphées.

Notre *calcaire à gryphées arquées* se retrouve, en Normandie, différent encore dans plusieurs de ses couches de celui de l'Auxois. En Angleterre, il paraît constituer les *parties moyenne et inférieure de la formation du Lias*; mais, dans cette partie inférieure, sont probablement comprises aussi des couches analogues à celles des terrains de *marnes et lumachelle* de Bourgogne: telle est du moins l'induction que je puis tirer de deux ou trois échantillons de roches provenant d'*Austcliff* sur le bord de la Severn, en Gloucestershire, qui font partie de la belle collection donnée au cabinet de l'École royale des mines de Paris par MM. Brochant de Villiers, Dufrenoy et Élie de Beaumont, et qui sont classées comme appartenant aux assises inférieures du *Lias*. On assure que des roches analogues se retrouvent dans la même position autour des terrains intermédiaires des *Mendip-Hills* en Sommersetshire, où on les désigne sous le

Marnes et lumachelle.

nom de *Lias blanc* (1), ainsi que près de Whitby en Yorckshire.

Nous ne pouvons trouver aucun document pour notre recherche de classification, relativement au terrain d'*arkose*, qui n'a encore été (à ma connaissance) l'objet d'aucune description géognostique. On peut être tenté de rapporter à ce terrain la roche des environs de Quetehou, département de la Manche, décrite par M. Duhamel (2), mais sur le gisement de laquelle l'auteur ne donne pas de renseignements. On assure que des roches fort semblables à nos arkoses se présentent, dans le Cotentin, en couches subordonnées aux terrains de transition; on m'a aussi indiqué, comme assez analogue, une roche arénacée qui, aux environs d'Alençon, se montre seule entre le granite et les calcaires oolithiques. Une roche quarzeuse coquillière, provenant de la pente nord des Mendip-Hills, près de Harptree, présente quelque ressemblance avec certaines variétés de l'*arkose coquillier d'Avalon*; mais il ne paraît pas que les minéralogistes anglais se soient formé aucune opinion certaine sur la classification de cette roche, qui n'est, dit-on, recouverte par rien. Cependant, elle semble être indiquée comme *new-red-sandstone* dans la première des coupes générales de l'Angleterre, jointes à l'ouvrage de M. Conybeare, et l'on sait maintenant que le *new-red*

Arkose et psammité.

(1) Parmi les échantillons de roches de cette localité, que j'ai vus désignés sous ce nom de *Lias blanc*, aucun ne m'a paru semblable aux roches du terrain de lumachelle, tandis que plusieurs m'ont rappelé le *calcaire blanc-jaunâtre marneux* des formations supérieures de Bourgogne.

(2) *Essai sur la lithologie du département de la Manche.* (*Journal des mines*, n^o. 52, p. 272.)

sandstone des géologues anglais comprend les deux formations du *tottliegende* ou grès rouge ancien, et du *bunter sandstein* ou grès bigarré. D'un autre côté, M. Boué paraît regarder cette roche de Harptree comme appartenant au *quadersandstein* : je dois ajouter que le même savant indique, dans le *quadersandstein* d'Amberg et de Cobourg, des fossiles analogues à quelques-uns de ceux des psammites de l'Auxois (1), et que M. Élie de Beaumont a fait en Lorraine une observation semblable.

Résultats de
ces compa-
raisons.

On voit que de la plupart de ces comparaisons il ne résulte aucun fait positif qui puisse servir au classement précis de nos terrains, et que nous devons en revenir à considérer encore le *calcaire à gryphées* comme fournissant le point de repère le plus important, en raison de la constance de certains caractères qui peuvent servir à sa détermination dans les différentes parties de la France, comme en Angleterre et en Allemagne. Il reste donc d'abord à se former une opinion entre les opinions très-diverses qui ont été et sont encore émises relativement au calcaire à gryphées : l'observation des terrains des plaines de l'Auxois, considérés seuls (dont nous avons vu que le dépôt doit être regardé comme antérieur à la formation des vallées granitiques), conduirait probablement à adopter pour ce calcaire à gryphées le classement le plus ancien, d'après sa liaison intime avec les terrains de

(1) *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, p. 79 et 81 (inséré dans le *Journal de physique* de 1822). — *Mémoire géologique sur le sud-ouest de la France*, p. 114 et suiv. (inséré dans les *Annales des sciences naturelles* de 1824).

psammites et d'arkose qu'il recouvre, terrains qu'on serait porté à regarder comme appartenant aux plus anciennes formations arénacées, en raison de la constance de leur superposition immédiate au granite, avec lequel ils présentent même souvent une apparence de liaison intime ; tandis qu'ailleurs on pourrait penser, au moins au premier aperçu, que des terrains analogues sont recouverts par des schistes marneux bitumineux, à empreintes de poissons et de fougères, qui rappellent les calcaires secondaires les plus anciens de la Thuringe.

Mais si l'on considère, d'un autre côté, la position géognostique, bien déterminée en Lorraine et dans le Jura, d'un calcaire à gryphées tout-à-fait semblable à celui de Bourgogne, on sera forcé de conclure, pour celui-ci comme pour les autres, à une époque de formation beaucoup plus moderne, conclusion qui en nécessitera une seconde à-peu-près semblable pour le terrain de lumachelle et de marnes argileuses, ainsi que pour celui de psammitte et d'arkose, où se présentent déjà les fossiles du calcaire à gryphées.

On pourrait, en conséquence, regarder notre lumachelle comme correspondant au *muschelkalk* des Allemands, et les terrains marneux et gypseux qui l'accompagnent, comme analogues aux terrains de même nature, qui sont connus en Allemagne, soit dans une position semblable par rapport au *muschelkalk*, soit entre le *muschelkalk* et le grès bigarré (1). Au grès bigarré, ou

Rapproch-
mens aux-
quels elles
conduisent.

(1) Dans plusieurs parties de l'Allemagne, ces terrains sont désignés sous le nom de *Keuper*; mais la place du *Keuper*, au-dessous ou au-dessus du *muschelkalk*, ne paraît

Leur
discussion.

peut-être au *grès vosgien* de M. Voltz (si remarquable par les passages au granite qu'il présente aussi); se rapporterait alors notre terrain de psammite et d'arkose. Cependant, on objectera peut-être que le grès bigarré ne renferme que peu ou point de coquilles, et que nous en trouvons beaucoup, en diverses localités, dans les psammites de l'Auxois : cette dernière circonstance pourrait porter à rapprocher nos psammites du *quadersandstein*, et par conséquent à classer comme moins ancien encore tout l'ensemble de nos terrains; mais la présence d'une formation gypseuse assez considérable au-dessus des psammites inférieurs ne semble pas permettre de faire, au moins d'une manière absolue, ce dernier rapprochement, qui nous laisserait, au reste, encore dans une grande incertitude, eu égard à l'incertitude qui règne dans la détermination des *quadersandstein*. Rappelons d'ailleurs que dans d'autres localités nombreuses ces psammites inférieurs paraissent entièrement dénués de coquilles, et que les fossiles qu'on regarde comme analogues à ceux d'un *quadersandstein* se présentent tantôt dans des couches subordonnées au terrain de marnes et de lumachelle et *au-dessus du gypse* (exemple, Mémont), tantôt dans des

pas encore déterminée d'une manière précise. M. Keferstein, qui a beaucoup étudié ces terrains depuis quelques années, pense qu'ils correspondent au *red mart* des Anglais; qu'ils comprennent la plupart des marnes rouges et bigarrées de l'Allemagne, qu'on a réunies à tort à la formation du *grès bigarré*; et que le *muschelkalk* peut être considéré comme un terrain calcaire subordonné à cette grande formation marneuse. (*Teutschland*, etc., t. 3, 2^e. livr., page 580; *Tabellen*, etc., page 24.)

couches qui, situées au-dessous de ce terrain marneux, lorsqu'il n'a qu'une faible épaisseur (exemple, Nam-sous-Thil), pourraient n'être pas inférieures à la formation entière, si elle avait pris tout son développement. De plus, les nouvelles observations de M. Voltz, confirmant l'assertion ancienne de M. Freiesleben, ont constaté l'existence de coquillages nombreux, sur-tout de *pectinites*, dans quelques parties du grès bigarré, et les *pecten* sont les fossiles les plus abondants des psammites de Bourgogne. En outre, le mélange de spath pesant et de plomb sulfuré, ainsi que la texture cristalline, se présentent bien ailleurs assez fréquemment dans le grès bigarré et dans les formations arénacées plus anciennes, mais non en général dans le *quadersandstein*: l'alternance des assises supérieures du grès bigarré avec les assises inférieures du *muschelkalk*, constatée récemment par MM. Voltz et Boué (1), et la liaison intime qui en résulte quelquefois entre ces deux formations, semblent encore nous offrir un rapprochement remarquable. Enfin nous avons vu que les circonstances qui accompagnent dans le Morvan la superposition de l'arkose au granite tendraient à faire regarder la formation de l'arkose comme bien ancienne, dans toutes les opinions qui n'attribueraient pas ces circonstances au résultat d'une action ignée.

En faisant abstraction de cette dernière considération, comme de toute idée hypothétique ou

Conclusion
la plus
vraisemblable.

(1) *Essai sur le gisement des roches*, par M. de Humboldt, p. 249 et 275. — *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, par M. Boué, p. 65. — *Notice sur la géognosie des environs de Vic*, par M. Voltz : *Annales des mines* de 1823, p. 247.

théorique sur le mode de formation des roches, en rapprochant et en comparant tous les faits exposés ci-dessus, l'opinion qui présenterait en sa faveur le plus de probabilité me paraît être celle dans laquelle on regarderait les terrains d'arkose ou psammite, et de lumachelle et marnes argileuses, comme représentant, en quelque sorte par extrait, et le grès *vosgien*, et les deux formations désignées en Allemagne sous les noms de *bunter sandstein* (grès bigarré) et de *muschelkalk* (calcaire de Gottingue), peut-être même aussi l'un des *quadersandstein* (1). Il résulterait de ce rapprochement, si son exactitude était constatée, la preuve d'une liaison intime de ces diverses formations entre elles, comme avec celle du calcaire à *gryphées arquées* ou du *Lias*, caractérisé sur-tout par l'abondance d'une coquille qui se présente déjà, en Bourgogne, dans les assises les plus inférieures de tout cet ensemble.

Je ne présente, au reste, cette conclusion que comme une conjecture, sans me dissimuler les difficultés que son adoption peut présenter: mais je crois, dans tous les cas, que les terrains qui ont fait l'objet principal de cette notice méritent, malgré leur faible épaisseur, d'être étudiés par les géologues; et d'autant plus qu'une formation identique me paraît se retrouver presque tout autour du plateau primordial du centre de la France, et qu'indépendamment des singula-

Étendue probable du terrain d'arkose.

(1) Ce rapprochement éprouvera quelques modifications, si les idées, émises en dernier lieu par M. Keferstein, sont reconnues généralement applicables à la classification de l'ensemble des terrains secondaires supérieurs.

rités que présentent soit les circonstances de sa superposition au granite, soit celles de son gisement en général, comme seule entre le granite et les terrains jurassiques, elle peut offrir un assez grand intérêt économique, étant presque constamment métallifère. J'ai dit que je l'avais reconnue dans le département de la Nièvre, et qu'on y avait exploité, à Chitry, des mines abondantes de plomb et d'argent. Les psammites des *Ecouchets*, département de Saône-et-Loire, qui renferment le chrome oxidé, semblent présenter les mêmes relations de gisement. J'ai lieu de penser que cette formation s'étend plus loin dans le midi de la Bourgogne, et la localité de Châteauneuf, que M. Cordier a citée comme exemple de *superposition à jonction confuse* du calcaire sur le granite (1), appartient probablement à des terrains semblables. Le terrain métallifère qu'on explore aujourd'hui dans les départements des Deux-Sèvres, de la Vienne et de la Charente, et sur lequel j'ai publié une courte notice (2), est dans une position analogue, et les roches plombifères de Melle, de Sanxais, d'Aloué et des Chéronies, ont les plus grands rapports avec celles de Chitry et d'Avalon. Cette formation me semble se prolonger jusque dans le département de la Dordogne, sur la lisière du terrain granitique des environs de Nontron, où elle renferme encore en abondance spath pe-

(1) *Mémoire sur les substances minérales dites en masse* qui entrent dans la composition des roches volcaniques, p. 34 (inséré dans le *Journal de physique* de 1815).

(2) *Bulletin des sciences par la Société philomatique de Paris*, avril 1822. — *Annales des mines*, 1822, p. 491.

sant et galène (1). Peut-être même les gîtes de manganèse de la même contrée, qui sont regardés comme appartenant à un terrain d'alluvion, mais qu'on ne trouve que sur la limite du granite et du calcaire secondaire, dépendraient-ils encore de cette formation immédiatement ou médiatement, et de la même manière que ceux des gîtes de plomb des environs de Confolens (Charente), qui se présentent aussi en rognons dans une argile ocreuse. Enfin, on sait que beaucoup de gîtes de minerais abondans sont exploités en divers pays, dans des roches arénacées, qu'on désigne sous le nom général de *grès*, dont les relations géognostiques n'ont pas encore été bien déterminées, mais qui semblent souvent être immédiatement superposées aux terrains primordiaux; et notre terrain arénacé métallifère de Bourgogne n'est peut-être qu'un membre de cette grande famille.

Peut-être aussi des singularités géognostiques plus ou moins analogues à celles que ce terrain nous a offertes se présenteront-elles à l'observation, dans les contrées où les formations supérieures de la série générale des terrains secondaires se trouvent en contact immédiat avec d'anciens terrains cristallins.

(1) D'après une observation inédite de M. Gardien, ingénieur des mines, qu'il a eu la bonté de me communiquer en 1824, une roche quarzeuse, d'apparence toute cristalline et souvent porphyrique, mais prenant quelquefois par l'altération la texture grenue, et montrant alors, quoique très-rarement, des indices de coquilles, est immédiatement superposée au granite des environs de Nontron, et renferme une multitude de petits filons de baryte sulfatée et de plomb sulfuré.

GISEMENT

Des minerais de zinc en Angleterre;

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Les minerais de zinc se trouvent en Angleterre dans deux gisemens différens, analogues à ceux dans lesquels on les exploite soit en France, soit en Belgique et en Silésie.

Le premier est en filons dans le calcaire de transition le plus moderne, c'est-à-dire dans celui qui précède immédiatement le terrain houiller, et dans lequel cette dernière formation se prolonge ainsi qu'on le voit aux environs d'Alston-Moor dans le Cumberland. Ce rapport, qui paraît exister entre le terrain houiller et le calcaire qui lui est inférieur, l'a fait appeler par les Anglais *calcaire carbonifère*. Il a reçu également le nom de *calcaire de montagne* (*mountain limestone*) et de *calcaire métallifère*.

La blende et la calamine accompagnent le plus ordinairement les nombreux filons de galène qui traversent ce calcaire; il s'en faut cependant beaucoup que dans toutes les mines où l'on exploite du plomb il se trouve de la calamine; dans quelques cas, au contraire, il existe des filons qui ne contiennent que de la calamine: à Matlock, par exemple, il y en a un de cette nature, qui fournit une assez grande quantité de ce minerai.