

Zeitschrift: Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 4.1 (1859)

Artikel: Le Jura neuchâtelois
Autor: Desor, E. / Gressly, A.
Kapitel: VI: Formation jurassique ou oolitique
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-100106>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CHAPITRE VI.

FORMATION JURASSIQUE OU OOLITIQUE.

Cette formation, qui emprunte à la chaîne du Jura son nom, forme à elle seule la plus grande partie de nos chaînes de montagnes ; ce n'est qu'exceptionnellement que les formations plus récentes de la craie et de la molasse viennent garnir le pied de nos collines, ou recouvrir le fond de nos vallons. A ce point de vue, la formation jurassique doit être pour nous d'un intérêt tout particulier, surtout si l'on considère que c'est aux terrains de cette formation que se rapporte la grande majorité des travaux d'art, qui sont dans ce moment en voie d'exécution dans le Jura suisse. Tels sont en effet, les tunnels du Hauenstein (quoique ce dernier entame aussi la formation triasique), les tunnels d'Arbourg, de Buckten, d'Arau, de Baden ; mais surtout ceux du Jura neuchâtelois, savoir les tunnels des Loges, du Mont-Sagne, de la Chaux-de-Fonds, du Col-des-Roches, de Fleurier, de Saint-Sulpice, du Saut-de-Brot et du Champ-du-Moulin.

Les terrains divers qui composent la formation jurassique représentent une très grande épaisseur (de plus de mille mètres), et partant une période de temps d'une durée presque incalculable, si l'on considère que la plupart des dépôts sont d'un grain très fin, ce qui suppose un dépôt très lent. Malgré cela, les terrains du Jura, dans leur ensemble, ne sont pas très variés, ce qui fait supposer que les conditions générales des mers jurassiques ont été à peu près les mêmes pendant toute la durée de cette longue période, ou du moins que les péripéties qui sont survenues n'ont point eu un caractère violent et brusque. C'est donc avec raison, qu'en dépit des différences

d'aspect et de structure des terrains jurassiques, l'on a réuni tous ces terrains en une seule formation.

Ceci n'empêche pas que les différents groupes ne se reconnaissent facilement à des caractères extérieurs. C'est ainsi que les groupes inférieurs sont en général plus marneux ; les marnes en outre y affectent des teintes sombres, bleues, brunes ou noires ; les dépôts moyens se distinguent par l'abondance de substances ferrugineuses qui colorent également les dépôts marneux et les dépôts compactes. Enfin les groupes supérieurs sont généralement composés de calcaires blancs ou peu colorés.

Ces particularités ont servi de base à la première classification des terrains jurassiques en Allemagne, où pendant longtemps on n'a admis que la division très simple en *Jura noir*, *Jura brun* et *Jura blanc*. Cette distinction s'applique surtout aux terrains jurassiques du Wurtemberg. En Suisse, elle est d'une application moins facile. Certains dépôts de la Souabe que M. de Buch rangeait dans le Jura blanc, non-seulement ne sont pas blancs en Suisse, mais offrent aussi un cachet paléontologique particulier, intermédiaire en quelque sorte entre le Jura brun et le Jura blanc proprement dit (notre Terrain oxfordien). Cette circonstance fut cause qu'au lieu de trois divisions on en admit plus tard quatre qui sont de haut en bas :

Le terrain jurassique supérieur ;

Le terrain jurassique moyen ;

Le terrain jurassique inférieur ;

Le terrain liasique.

Les Anglais, de leur côté, avaient adopté de bonne heure une classification plus détaillée qu'on ne tarda pas à s'approprier en Suisse ; elle a en effet l'avantage de se coordonner facilement avec les divisions plus générales ci-dessus, en ce sens qu'elle en représente en quelque sorte les sous-divisions, chacun de nos grands groupes embrassant plusieurs terrains de la classification anglaise, comme cela ressort du tableau comparatif suivant, qui comprend également la classification de d'Orbigny et celle de M. Quenstedt :

TABLEAU COMPARATIF

DES DIVERS SYSTÈMES DE CLASSIFICATION

DE LA

FORMATION JURASSIQUE

| | SYSTÈME ANGLAIS. | SYSTÈME DE DORBIGNY. | SYSTÈME DE QUENSTEDT. |
|--------------------|--|-------------------------------------|---|
| Jura supérieur. | { Calcaire de Portland | { Portlandien ou <i>Virgulien</i> . | { Schistes de Solenhofen. |
| | { Argile de Kimmeridge | { Kimmérien ou <i>Pterocérien</i> . | { Calc. à Belemnites hastatus. |
| | { Coral-rag | { <i>Astartien</i> (1) | { <i>Epsilon</i> . Calc. à Terebr. lacunosa. |
| Jura moyen. | { Argile d'Oxford | { <i>Argovien</i> | { <i>Delta</i> . Calc. à Terebr. impressa. |
| | { Roc de Kellovay | { Oxfordien | { <i>Beta</i> . Calc. à Amm. planulatus. |
| | { Argile de Cornbrash et Bradford. | { Callovien | { <i>Alpha</i> . Calc. à Amm. ornatus. |
| Jura inférieur. | { Grande oolite et schistes de Stonesfield | { <i>Bradfordien</i> | { <i>Epsilon</i> . Calc. à Amm. macrocephalus. |
| | { Oolite inférieure | { Bathonien. | { <i>Delta</i> . Calc. à Bel. giganteus. |
| | { Oolite ferrugineuse et Marly Sandstone | { Bajocien | { <i>Gamma</i> . Calc. bleus à Pecten demissus. |
| Lias. | { Lias supérieur | { Toarcien | { <i>Beta</i> . Grès ferrugineux. |
| | { Lias moyen | { Liasien | { <i>Alpha</i> . Marnes à Amm. opalinus. |
| | { Lias inférieur | { Sinémurien | { Marnes à Amm. jurensis. |
| | | | { Schistes à Posidonies. |
| | | | { Marnes à Amm. Amalthenus. |
| | | | { <i>Gamma</i> . Couche à Spirifer verrucosus. |
| | | | { <i>Beta</i> . Marnes à Amm. oxynotus. |
| | | | { <i>Alpha</i> . Grès et marnes à Amm. Bucklandi. |

(1) Les noms en italiques, dans la colonne du système d'Orbigny, sont de date récente et complètent cette nomenclature.

La classification de d'Orbigny n'a pas modifié d'une manière notable la classification anglaise; elle se borne essentiellement à traduire en français quelques-uns des noms anglais, et à en remplacer d'autres par des noms nouveaux; ainsi l'oolite inférieure devient le Bajocien; le lias supérieur le Toarcien; le calcaire à Gryphées le Sinémurien, etc. Ces divisions portent le nom d'*étages*. Quelques-uns de ces étages ne correspondent pas exactement aux groupes ou terrains anglais; mais nous ne pensons pas que les modifications introduites par l'auteur de la Paléontologie française soient suffisamment justifiées pour pouvoir être adoptées sans réserve. Ceci s'applique surtout à la délimitation de l'étage oxfordien qui, dans le système de M. d'Orbigny, embrasse des dépôts que, pour notre part, nous ne saurions en aucune façon séparer du Coralien. L'étage bathonien non plus ne nous paraît pas heureusement circonscrit. Du moment qu'on divise le terrain oolitique, il n'eut été que juste de réunir dans un étage à part les dépôts compris entre la grande oolite et le Callovien, dépôts qui ont certainement autant d'affinité avec ce dernier qu'avec la grande oolite proprement dite.

M. Quenstedt est parti d'un point de vue tout à fait différent. Limitant ses investigations aux terrains jurassiques du Wurtemberg, qui sont très variés et très bien caractérisés, il a désigné chaque massif par les fossiles qui y dominent, en les enregistrant dans chacun des trois grands groupes de M. de Buch, d'après l'alphabet grec, de manière à nous donner trois séries, commençant chacune par la lettre *alpha*, une série inférieure pour le Jura noir ou Lias, une série moyenne pour le Jura brun, comprenant le Callovien, et une série supérieure pour le Jura blanc, à partir de l'Oxfordien (voir le tableau ci-joint).

Cette classification, très précise et très commode pour les terrains du Wurtemberg, ne l'est pas au même degré pour nous, par la raison que le parallélisme n'est pas complet. Plusieurs des dépôts qui sont très développés et bien caractérisés en Allemagne, manquent complètement chez nous, ou du moins ne sont qu'imparfaitement indiqués, ainsi la couche à Amalthées dans le lias, la couche à *Terebratula impressa* dans le Jura supérieur, tandis que d'un autre côté, nous avons plusieurs groupes importants, qui semblent manquer dans le Wurtemberg, entre autres la grande Oolite et les groupes supérieurs du Jura blanc. La division alphabétique appliquée à notre Jura n'aurait

par conséquent plus la même simplicité, puisqu'elle présenterait des lacunes d'une part et des amplifications d'autre part.

Ni l'un ni l'autre des deux systèmes ne saurait par conséquent suffire pour l'étude spéciale d'un pays comme le nôtre, où des districts entiers empruntent leur caractère non pas à tel ou tel étage, mais à la manière d'être de telle ou telle sous-division, par exemple du calcaire à astartes, du calcaire à *Ostrea virgula*, de la dalle nacrée, etc.

Plusieurs géologues ont cherché à remédier à cet inconvénient, en proposant d'introduire de nouveaux étages dans la formation jurassique. Nous avons ainsi vu surgir l'étage *Argovien*, pour une portion de l'Oxfordien, l'étage *Vesulien*, pour une partie de la grande Oolite, l'étage *Bradfordien*, pour une autre partie du même terrain, l'étage *Bisontien*, pour le terrain à chailles, l'étage *Rauracien*, pour le Coral-rag, etc. Malheureusement, ces nouveaux étages ont un tort grave, c'est de n'être ni assez précis, ni assez uniformes ; c'est pourquoi, sans les rejeter absolument, nous n'avons pas cru devoir les introduire dans un ouvrage comme celui-ci, qui doit être aussi peu dogmatique que possible.

Il en est autrement des divisions proposées par Thurmann, pour le Jura supérieur. Sans être aussi précises chez nous que dans le Jura bernois, et malgré la difficulté qu'on éprouve à fixer leurs limites exactes, nous n'hésitons pas à les introduire dans ce Mémoire, ne fût-ce que pour fixer quelques jalons dans cette puissante série de couches calcaires d'une uniformité souvent désespérante.

1. Terrain jurassique supérieur.

Ce groupe joue le rôle prépondérant dans le Jura neuchâtelois, comme dans tout le Jura suisse occidental. Un simple coup-d'œil jeté sur la carte qui accompagne ce Mémoire en fait foi. La même impression est produite quand on examine les cartes plus générales du Canton tout entier, où des Cantons voisins, de Berne, Soleure et surtout de Vaud. Le groupe jurassique supérieur généralement indiqué par la teinte jaune, y occupe plus de la moitié de la surface entière du sol. Il forme la plus grande partie des reliefs, soit crêts, soit voûtes, soit plateaux ; tandis que les autres terrains sont limités, les uns (les inférieurs) aux combes ou déchirures, les autres (supérieurs) aux vallons longitudinaux, ou bien forment une ceinture plus ou moins large, au pied des

coteaux. C'est donc le terrain jurassique supérieur qui imprime à nos contrées leur cachet propre, sous les rapports agricole, pittoresque et orographique. C'est à lui que les travaux d'art ont plus particulièrement à faire ; il mérite par conséquent une attention toute particulière de notre part.

Les géologues qui se sont les premiers occupés de la structure du Jura, ne faisaient de tous les terrains jurassiques supérieurs qu'un seul groupe, qu'ils désignèrent, les uns, sous le nom de Calcaire à strombites (Léopold de Buch) ; les autres, sous le nom de Calcaire jurassique supérieur (Mérian), ou Calcaire jurassique, tout court (Rengger et Hugi). Quand plus tard on songea à comparer nos terrains à ceux d'Angleterre, on reconnut qu'ils correspondaient plus ou moins au Coral-rag des Anglais. Cette opinion fut partagée par M. Thurmann, qui fut ainsi conduit à désigner, dans son *Essai des soulèvements*, tous les crêts et voûtes du Jura supérieur sous le nom de voûtes et crêts *coralliens*. Plus tard, le même géologue, ayant constaté des différences notables dans la structure de ces terrains, suivant les localités, les divisa en deux groupes, le Portlandien et le Corallien proprement dit. C'est aussi la division que l'un de nous a suivie dans sa *Description du Jura soleurois*. Le Corallien est resté circonscrit à peu près dans les mêmes limites. Le groupe supérieur ou Portlandien, par contre, a subi des vicissitudes nombreuses, et aujourd'hui encore on est loin d'être d'accord sur le parallélisme de ces dépôts avec les terrains Portlandien et Kimméridien d'Angleterre. Tandis que quelques géologues persistent à considérer le groupe tout entier, à partir du Corallien, comme correspondant au portlandstone des Anglais, d'autres n'admettent, comme son équivalent, que les massifs les plus supérieurs de ce groupe, et cherchent dans les marnes et calcaires à ptérocères l'équivalent du Kimmeridge clay. Mais ceci même ne résout pas tout le problème, par la raison qu'il existe chez nous, entre les couches à ptérocères et le corallien, des massifs considérables, qui ne paraissent pas avoir d'équivalents en Angleterre ; nos calcaires et marnes à Astartes entre autres n'ont ni l'aspect ni la structure du Kimmeridge-clay, et se détachent non moins distinctement du corallien.

Pour échapper aux inconvénients d'un parallélisme aussi contesté, M. Thurmann proposa de subdiviser les massifs supérieurs au Corallien, en trois groupes principaux, qu'il désigna d'abord sous les noms de Séquanien, ou marnes à Astartes, de Kimméridien ou Strombien, et de Portlandien proprement dit, noms qu'il changea plus tard

en Astartien, Ptérocérien et Virgulien, à la suite des doutes qu'il avait conçus sur la correspondance de ces terrains avec les groupes anglais. Ce n'est pas ici le lieu de rechercher si les nouveaux noms sont heureusement choisis. Il eût peut-être été préférable de s'en tenir à l'usage, et d'éviter des noms dérivés de fossiles. C'est ainsi que les Astartes et l'*Ostrea virgula*, qui sont si communs dans le Porrentruy, disparaissent peu à peu, à mesure que l'on s'avance à l'ouest. Cette dernière, en particulier, manque à peu près complètement chez nous, et l'on ne peut que regretter de devoir désigner, dans nos montagnes, une couche par le nom d'un fossile qui ne s'y trouve qu'exceptionnellement. Quant au nom de Portlandien, il ne devra plus être usité à l'avenir, que comme désignation générale pour l'ensemble des terrains supérieurs au Corallien.

Si, d'un autre côté, l'on compare le terrain jurassique supérieur de la Suisse, et particulièrement des cantons occidentaux avec sa manière d'être dans les cantons orientaux, et à plus forte raison en Allemagne, on trouvera des différences très notables. Dans ces dernières régions, ce sont les groupes inférieurs, et particulièrement le Corallien, qui jouent le principal rôle, tandis que le Portlandien y est très rare, ou manque complètement. Dans nos régions, le Corallien est très subordonné et disparaît même complètement sur une foule de points. En revanche, les groupes supérieurs, et notamment le Ptérocérien y acquièrent un développement énorme. C'est lui qui, avec le Virgulien, forme la plupart de nos voûtes et crêts portlandiens.

ÉTAGE PORTLANDIEN.

En adoptant la classification de M. Thurmann, qui consiste à faire rentrer le groupe astartien dans l'étage portlandien, il résulte que ce dernier résume en lui tout l'intérêt qui se rattache à l'orographie de nos montagnes, tout comme c'est à lui que se bornent les études faites en vue des travaux d'art. Le véritable Corallien, en effet, n'existe en quelque sorte que pour mémoire et ne joue aucun rôle dans la charpente de nos montagnes neuchâteloises. Il n'en est plus de même lorsque l'on admet, avec quelques géologues français, que l'Astartien se lie plus intimement au Corallien qu'au Ptérocérien, qu'il n'est qu'une forme du Corallien. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les arguments sur lesquels se fonde cette opinion, à l'appui de laquelle on invoque un certain nombre d'espèces identiques dans les deux groupes. Une autre circonstance

non moins significative, qu'il importe de ne pas passer sous silence, c'est la concordance qui existe entre les deux terrains, sous le rapport de la distribution géographique, en ce sens que les limites de l'Astartien sont en général les mêmes que celles du Corallien et de l'Oxfordien, tandis que celles du groupe ptérocérien sont beaucoup plus restreintes. A l'époque astartienne, la mer jurassique s'étendait encore jusqu'au fond de l'Allemagne et, peut être même jusques dans les Carpathes, baignant le pied du grand massif cristallin de Bohême sur tout son pourtour méridional, déposant en Bavière les célèbres schistes de Solenhofen, et dans le Wurtemberg la couche à pattes d'écrevisses, dont M. Quenstedt a reconnu l'identité avec les schistes de Solenhofen, après l'avoir pendant longtemps considérée à tort comme le dernier terme de la série jurassique. Le groupe ptérocérien, au contraire, est resserré dans des limites bien plus étroites. Sans pouvoir encore indiquer d'une manière bien précise ses limites du côté de l'est, il nous paraît hors de doute qu'elles ne peuvent pas s'étendre bien au-delà d'une ligne tirée d'Oltén à Porrentruy.

*Solenhofen = Krebs-Schicht,
Wurtemberg = Astartien*

Quant aux calcaires blancs du canton d'Argovie, des Lägern, du Geisberg et du Born, que l'on envisageait autrefois comme du Portlandien, il résulte des recherches les plus récentes qu'ils se rapportent à une époque plus ancienne et doivent être rangés en partie dans le Corallien et l'Oxfordien.

Ainsi donc la mer jurassique qui, à l'époque astartienne, formait un grand golfe dans l'intérieur de l'Allemagne, aurait abandonné ces régions à l'époque ptérocérienne. Il est vrai que ce retrait a dû s'opérer d'une manière lente et graduelle ; car non-seulement on n'observe aucune trace de discordance entre l'Astartien et le Ptérocérien, mais le fait qu'une partie des fossiles passe de l'un à l'autre, indique aussi que la création n'a pas été exposée à l'une de ces crises violentes que l'on suppose avoir accompagné les soulèvements et changements brusques de niveau. Cependant quelque graduels et insensibles qu'on le suppose, un changement pareil dans la distribution des terres et des eaux, conservera toujours son importance. On se demande dès lors si ceux qui ne voient dans l'Astartien qu'une forme du Corallien, n'ont pas mieux compris les véritables affinités de ces terrains. On pourrait même aller plus loin et se demander s'il ne conviendrait pas de reléguer l'Astartien et le Corallien dans le groupe jurassique moyen, avec lequel ils ont en commun les mêmes limites géographiques.

C'est un sujet sur lequel nous reviendrons dans une autre occasion. Pour le moment nous nous contenterons de suivre la classification de M. Thurmann, comme étant plus commode pour le but spécial de ce Mémoire.

Le caractère dominant du Portlandien ainsi délimité consiste, pour le Jura neuchâtelois en particulier, dans sa grande uniformité. A part les marnes astartiennes les plus inférieures, qui sont d'une teinte bleuâtre et plus ou moins tendres, tout le reste du groupe, sur une épaisseur de plus de 500 mètres, ne présente que des roches blanches, sèches et en général peu fertiles, se trahissant de loin à l'œil de l'observateur par la maigreur de leur végétation.

Les principaux accidents de ces immenses massifs se rattachent à la composition et à la structure minéralogique. Ce sont tantôt des bancs très compactes, faisant saillie comme d'immenses têtes de rocher dans les cluses et les combes, lorsque la masse est dépourvue de marnes, tantôt des calcaires marneux ou sémi-marneux, plus ou moins facilement décomposables. Enfin il existe par ci par là quelques petits bancs de marne pure. En général cependant les bancs compactes l'emportent de beaucoup sur les strates marneux. Cette circonstance, qui est cause de l'aridité relative de nos montagnes, est d'un grand avantage au point de vue des travaux d'art, en vue desquels ont été entreprises les études qui font l'objet de ce Mémoire.

Nous signalerons en outre, parmi les accidents de l'étage portlandien, la présence d'un nombre considérable de bancs dolomitiques, qui se distinguent par leur structure fragmentaire et par leur tendance à se séparer en dalles d'une grande régularité. Sans être précisément tendres, ces bancs se décomposent facilement, de sorte qu'ils sont toujours indiqués sur les flancs des montagnes de notre Canton, par de petites combes ou paliers plus ou moins étendus. Dans les cluses et les ruz, ils donnent lieu à des érosions nombreuses, et l'on peut poser en fait qu'ils sont, sinon la cause, du moins le point de départ de la plupart de nos grottes et cavernes. On ne peut douter, en voyant la manière régulière dont ces bancs de dolomie alternent avec les bancs compactes, qu'ils n'aient été déposés sous cette forme, et ne sont point le résultat de transformations subséquentes, comme on le supposait antérieurement. Ce sont de véritables horizons, tout comme les bancs compactes ou marneux indiquent une composition particulière des eaux marines, à l'époque de leur déposition. Sous ce rapport, nos ob-

servations ne font que corroborer pleinement les recherches de M. Parandier, à qui appartient le mérite d'avoir, le premier, ramené les dolomies dans l'ordre des dépôts sédimentaires réguliers. Ces bancs dolomitiques sont, dans certaines régions du Jura, un excellent guide pour la détermination des étages. Ils l'eussent été également pour nous et nous aurions sans doute rendu de grands services, si, au lieu d'être communs à toute la formation, ils avaient été un peu plus localisés. Il est vrai qu'ils sont surtout développés dans la partie supérieure de l'étage portlandien, mais ce n'est qu'une différence du plus au moins ; ils reparaissent également dans le Ptérocéen, et il en existe même quelques bancs dans l'Astartien. Dès lors il eût été dangereux de s'en rapporter trop exclusivement à eux, pour des études aussi minutieuses que celles que nous imposait notre programme.

Les dolomies exercent encore une autre influence très fâcheuse pour nos cultures. Par suite de leur structure fragmentaire, elles absorbent non seulement l'eau des pluies ; elles enlèvent aussi aux ruisseaux et filets qui les traversent une partie notable de leur eau. C'est en partie à la structure fragmentaire de ces roches dolomitiques, ainsi qu'aux cavités et canaux de toute espèce qui s'y développent, qu'il faut attribuer l'absence de fontaines sur nos montagnes, et partant la nécessité d'avoir recours à des citernes, partout où l'Oxfordien n'arrive pas à la surface. Un autre phénomène qui se rattache à la même cause, et qui n'est que la conséquence du premier, c'est l'existence de ces grandes sources, véritables rivières, qui viennent sourdre spontanément et tout d'une pièce au pied de notre Jura, telles que la Serrière, l'Orbe, la Birse, la Noiraigue, la Reuse, et qui n'existent pas dans les régions du Jura où le groupe jurassique supérieur manque.

En présence d'une uniformité aussi désespérante que celle du Jura supérieur dans notre Canton, et en l'absence de caractères pétrographiques tant soit peu certains, il ne restait guère que la paléontologie pour nous servir de guide dans l'étude détaillée et comparative de ces terrains. Dans d'autres districts, tels que le Jura bernois, la tâche eut été facile, à raison de la quantité et du bel état de conservation des fossiles. Il n'en est pas de même chez nous. Ceux qui ont parcouru notre Jura savent que l'on peut passer en revue une quantité de bancs, voire même des massifs entiers, sans y rencontrer un seul fossile reconnaissable. Ce n'est pas pourtant qu'il y ait pénurie de dé-

bris d'animaux, ni que la mer ait été dépeuplée à aucune des époques qui sont indiquées par la succession des bancs. L'absence de fossiles dans certains massifs n'est souvent qu'apparente, comme l'a démontré M. Thurmann. Tel banc, qui paraît parfaitement homogène sur une cassure fraîche, laisse apercevoir des traces évidentes de débris organiques sur les surfaces corrodées et altérées par les agents atmosphériques. Les fossiles sont si bien agglutinés avec la masse, qu'il est difficile, sinon impossible de les dégager. D'autres fois ils ont été altérés par des influences chimiques subséquentes, si bien que, dans nombre de bancs, la présence de fossiles n'est indiquée que par des cavités tapissées en général de petits cristaux de chaux carbonatée. Enfin un dernier inconvénient de nos terrains jurassiques supérieurs résulte de la circonstance que nous avons affaire essentiellement à des facies pélagiques, c'est-à-dire à des dépôts formés dans des conditions de repos relatif, à l'abri des mouvements violents des eaux. Or on sait qu'à l'exception de quelques espèces, telles que les nérinées et térébratules, les animaux y sont à la fois moins nombreux et moins variés que dans les stations littorales, ou dans le voisinage des bancs à coraux, ce qui n'implique nullement, comme on le pensait autrefois, que la mer ait été nécessairement profonde.

En général, ce n'est guère que dans les roches tendres et spécialement dans les marnes que l'on peut s'attendre à trouver de beaux fossiles. Or, sous ce rapport, le Portlandien neuchâtelois est des plus mal partagés. Les mêmes bancs qui sont marneux dans le Porrentruy, et par là même renferment des fossiles d'une belle conservation, deviennent de plus en plus compactes, à mesure que l'on quitte le Jura bernois, pour s'avancer à l'ouest. Par suite, les accidents orographiques de toute espèce qui accompagnent ces bancs de marne dans le Porrentruy, et qui permettent de les reconnaître de loin, manquent complètement chez nous, et ce n'est qu'avec un surcroît d'étude et de travail minutieux, et en suivant de proche en proche les bancs classiques de Porrentruy dans leur prolongement occidental, que l'on parvient à se former quelques points de repère au milieu de l'uniformité désespérante de nos massifs à peu près tous également compactes. M. Thurmann, on le sait, ne s'est pas borné aux trois divisions ou sous-groupes ci-dessus. Prenant pour point de départ de chacun de ses trois étages une couche spéciale de marne fossilifère, qu'il désigne sous le nom de *zone*, il a rattaché à chacune de ces zones un certain nombre de bancs de calcaire compacte, qui

paraissent se lier aux marnes par l'ensemble de leurs fossiles, et qui sont comme les accessoires du groupe. Partisan des noms systématiques, comme il l'était, il proposa de désigner ces massifs sous des noms particuliers, en rapport avec leur position relativement aux marnes, qui sont pour lui comme le type et le centre des sous-groupes. Nous avons ainsi vu naître le groupe *épi-virgulien* pour les bancs susjacentes aux marnes à *Ostrea virgula*, et l'*hypo-virgulien* pour les calcaires sousjacentes à ces mêmes marnes. De même nous avons l'*épi-ptérocérien* et l'*hypo-ptérocérien*, l'*épi-astartien* et l'*hypo-astartien*.

Ayant affaire à des massifs aussi puissants et aussi uniformes que notre Portlandien, il nous aurait été utile de pouvoir appliquer cette méthode, malgré son caractère un peu doctrinaire. La nature de nos dépôts ne nous l'a pas permis. Nous devons nous estimer heureux si nous avons pu retrouver les types des divisions plus générales.

Enfin, il est une dernière difficulté inhérente à l'étude des massifs jurassiques supérieurs, c'est que les fossiles y sont moins localisés que dans les autres étages. Un très petit nombre d'espèces sont propres à une seule couche. La plupart se retrouvent à plusieurs niveaux, et quelquefois dans un nombre considérable de bancs, passant tantôt de l'Astartien au Ptérocérien, tantôt du Ptérocérien au Virgulien. Il en est même, au dire de M. Thurmman, qui apparaissent à tous les niveaux, depuis l'Astartien jusqu'au Virgulien. De la sorte il n'est aucun fossile qui, pris isolément, puisse servir de guide dans la détermination des groupes. Ils ne deviennent des points de repère précis, qu'autant qu'on connaît les espèces auxquelles ils sont associés et la disposition du banc dans lequel ils ont été recueillis. Un exemple rendra ceci plus intelligible. Le *Pterocera Oceani* existe dans les trois groupes; il ne caractérise par conséquent aucune couche en particulier. Mais il est des bancs où il se trouve plus ou moins isolé, et d'autres où il est associé à un nombre d'autres fossiles. C'est ce qui a lieu au milieu du groupe ptérocérien, où il accompagne la *Terebratula bruntrutana*, l'*Ostrea solitaria*, la *Ceromya excentrica*, etc. Dans le voisinage de ce gisement, à quelques mètres au dessous et au dessus se trouvent en outre des bancs de nérinées. De la sorte le *Pteroceras Oceani* qui, pris isolément, n'était d'aucune importance, peut devenir et devient réellement un guide précieux, quand on connaît ses allures et son voi-

sinage. Nous allons maintenant passer à l'étude détaillée des sous-groupes ou étages en allant de haut en bas.

ÉTAGE VIRGULIEN.

Ce groupe est le plus embarrassant de tous au point de vue du parallélisme dans notre canton. M. Thurmann, en le distinguant du Ptérocérien, lui assigna comme type une zone de marnes farcies d'une quantité de petites huitres (*Ostrea virgula*), associées à une foule d'espèces du type vaseux, telles que les *Pholadomya multicostata*, *Pleuromya donacina*, *Rynchonella inconstans*, *Trigonia concentrica*, *Isocardia orbicularis*. Cette zone, essentiellement marneuse et lamellaire dans le Porrentruy, y repose sur des calcaires blancs avec bancs de coraux, tels que *Maeandrina*, qui sont eux-mêmes accompagnés d'une riche faune de fossiles du type corallien (*Diceras*, *Astarte*, *Crassatella*, etc) : c'est l'*hypo virgulien*. D'un autre côté, ces mêmes marnes à *Ostrea virgula* y sont surmontées par des bancs puissants de calcaires compactes et oolitiques, qui sont surtout développés dans le Jura français, où ils renferment une quantité de nérinées, atteignant jusqu'à un pied de longueur et associées à de grands *Turbo* et *Trochus*, entre autres près de Sirod et près de Champagnole ; c'est l'*épi-virgulien*. La partie supérieure de ces massifs à nérinées est souvent dolomitique.

La principale difficulté pour nous, lorsqu'il s'agit de paralléliser nos dépôts, provient de ce que les fossiles caractéristiques de la zone virgulienne proprement dite manquent chez nous. Voici par contre quelle est la succession que nous avons observée :

Immédiatement au-dessous des marnes noires (Dubisiennes) se trouve un banc d'un calcaire rugueux très dur, quoique dolomitique, souvent bigarré de teintes bleues et verdâtres sur un fond jaune et caractérisé, sur nombre de points, par une quantité de petites cavités souvent tapissées de cristaux de chaux carbonatée. Au-dessous de ces bancs caverneux viennent plusieurs puissantes assises dolomitiques, disposées en bancs très réguliers et d'une exploitation facile : c'est la *jaluze* des carriers de Neuchâtel, que l'on exploite depuis longtemps pour certaines constructions légères. Ces jaluze, aisément décomposables de leur nature, donnent fréquemment lieu à des combes

jaluze
braut stark anhalt
in Stücken in gewö
Temp. auf, hinterlä
sehr wenig Rückst a

ou à des paliers, qu'on poursuit facilement sur les flancs de nos chaines, lorsque l'inclinaison n'est pas très forte. Le plateau de Pierre-à-bot, au-dessus de Neuchâtel, en est un bel exemple. Entre les deux principales assises de dolomies se trouve intercalé un massif de 6^m de puissance d'un calcaire blanc-verdâtre, dendritique, renfermant un certain nombre de fossiles, entre autres des débris de tortues et des dents de poissons, tels que : *Strophodus*, *Pycnodus*, *Sphærodon* et des *Ammonites* de grande taille.

Aux dolomies, qui atteignent une épaisseur collective de vingt mètres, succèdent des bancs d'un calcaire jaunâtre ou gris, à grain très fin, d'aspect lithographique. C'est dans ces massifs que se trouvent les célèbres bancs de nérinées, sur lesquels M. de Buch a déjà appelé l'attention dans son Catalogue manuscrit, (aux n^{os} 196-202), et que l'on voit si bien à découvert sur l'ancienne route de Valangin, non loin des carrières de Jaluze. Ce sont les mêmes que celles des environs de Champagnole que M. Thurmann cite dans son épivirgulien.

A partir de ces premières couches à nérinées on traverse une succession de bancs de calcaires compactes, alternant par ci par là avec des assises plus ou moins schisteuses ou marneuses et quelquefois dolomitiques. Tous ces bancs, sur une épaisseur de 30 mètres, ne nous ont offert aucun fossile déterminable. Il est par conséquent impossible de dire lesquels correspondent à la zone virgulienne proprement dite de Porrentruy, et lesquels aux calcaires hypovirguliens de cette même contrée. La limite du Virgulien lui-même est jusqu'à un certain point problématique dans notre coupe. Il est possible que la part que nous lui faisons soit exagérée. En la plaçant au niveau qu'elle occupe dans notre profil, nous avons été guidés surtout par l'apparition des premières couches à *Terebratula bruntrutana* et *Ostrea solitaria*, que nous savons être très abondantes dans le Ptérocérien.

Les fossiles déterminables que nous avons rencontrés dans le Virgulien de Neuchâtel se bornent aux suivants :

Acéphales.
Trigonia suprajurensis.
Mytilus pectinatus.
Mactromya rugosa.
Pleuromya donacina. Ag.
des Huîtres, des Peignes, Pernes, Venus, Cardium, Cercomyes.

Gastéropodes.

Deux ou trois espèces de Nérinées.
Pteroceras Oceani ? Variété de grande taille.

Ammonites longispinus ? d'Orb.
Amm. Contejeani. Thurm.

Poissons.

Pycnodus Nicoleti. Ag.
Sphærodon gigas. Ag.
Strophodus subreticulatus. Ag.

Reptiles.

Sauriens et Tortues.

ÉTAGE PTÉROCÉRIEN OU KIMMÉRIDIEN.

Cet étage, qui occupe le milieu de la série jurassique supérieure, en est à bien des égards le type le plus parfait. Il est essentiellement composé de calcaires durs et blancs, sans intercalation d'argile ni de grès. C'est à peine si on y rencontre de loin en loin quelques lits marneux. Il n'y a guère que les bancs de calcaire dolomitique qui viennent interrompre l'uniformité de ces roches massives, en donnant lieu à des cavités, des grottes et des érosions diverses qui sont le résultat de sa composition plus friable.

Il serait difficile, en ne considérant que le Jura neuchâtelois, de fixer les limites de cet étage dans nos montagnes, attendu que les groupes contigus, le Virgulien en haut et l'Astartien en bas, ont à peu près la même structure et le même aspect. C'est le Jura bernois qui doit encore ici nous servir de point de départ. Il existe dans les environs de Porrentruy, sur les flancs de la colline du Banné, une couche de calcaire marneux toute pétrie de fossiles qui se dégagent facilement de la roche, en sorte qu'il est aisé d'en faire des collections. Thurmann y reconnut de bonne heure le type des espèces kimméridiennes, et il envisagea dès lors la couche du Banné avec les massifs contigus, comme l'équivalent du Kimmeridge-clay des Anglais. Plus tard le nom de Kimméridien fut remplacé par celui de Ptérocérien, mais la zone du Banné n'en est pas moins restée le type de l'étage, comme étant la plus facile à identifier par sa structure non moins que par ses fossiles.

A mesure qu'on s'avance à l'ouest, le caractère marneux de cette zone se perd insensiblement; la structure de la roche devint compacte ou subcompacte, et il ne reste souvent pour se guider que les fossiles. C'est là que git pour le géologue la principale difficulté, car les fossiles sont d'ordinaire fortement engagés dans la pâte calcaire et il faut un œil exercé pour les découvrir au milieu de ces massifs homogènes; ils sont d'ailleurs en grande partie à l'état de moules. Il n'y a que les térébratules, les huîtres et les Trichites qui aient conservé leur coquille. Aussi bien, ce n'est qu'après avoir reconnu la zone du Banné avec sa faune caractéristique sur plusieurs points du canton (à Longeaigues, Rozières, Chaux-de-Fonds et surtout aux Loges), que l'un de nous

s'est cru en mesure d'entreprendre avec quelque confiance l'identification des étages du Jura supérieur.

Il résulte de nos observations que dans le Jura neuchâtelois, comme dans le Jura bernois, la zone ptérocérienne se trouve placée vers le milieu de l'étage. Mais ce qui complique la difficulté, c'est qu'il existe chez nous plusieurs zones fossilifères ptérocériennes, qu'il faut avoir étudiées comparativement pour ne pas les confondre avec la zone ptérocérienne principale, dont le caractère, comme nous l'avons fait observer plus haut, réside plutôt dans l'association et la proportionalité de ses fossiles, que dans telle ou telle espèce prise isolément.

Cet horizon principal une fois déterminé, les massifs contigus se classent en quelque sorte d'eux-mêmes. Nous avons d'une part les calcaires à bryozoaires, qui recouvrent immédiatement la zone ptérocérienne, formant deux puissants massifs entrelardés de bancs de calcaire dolomitique (jaluze) et séparés par un banc de calcaire sémi-marneux, qui a beaucoup d'analogie avec la zone ptérocérienne proprement dite. Ces trois massifs (n° 16, 17 et 18 du tableau) représenteraient ensemble le groupe épitérocérien de Thurmann. C'est par conséquent le calcaire à bryozoaires supérieur qui, dans cette hypothèse, forme le sommet de l'étage ptérocérien. Au dessous de la zone ptérocérienne se retrouvent d'autres massifs de calcaire compacte, faisant en quelque sorte pendant aux calcaires à bryozoaires et séparés, comme eux, en plusieurs groupes (n° 20, 21, 22 et 23 du tableau) qui représentent sans doute l'hypo-ptérocérien de Thurmann. Dans le Porrentruy, ce groupe est indiqué par une teinte et un aspect particuliers de la roche, qu'on désigne sous le nom de *Rouge-Lave*. Chez nous, ces caractères font défaut, mais il nous reste quelques fossiles qui semblent plus particulièrement caractéristiques de l'hypo-ptérocérien, entre autres le *Hemicidaris Thurmanni*, avec ses nombreux radioles en forme d'olives. L'un des massifs affecte souvent une teinte bleue ou gris foncée qui contraste avec la teinte générale du groupe qui est blanche. L'énorme épaisseur du groupe ptérocérien dans notre Jura (150 mètres) provient du développement considérable de ces bancs calcaires, qui, comme l'on sait, sont de leur nature plus inconstants que les marnes et calcaires marneux.

Voici maintenant quelle est, chez nous, la succession des bancs de l'étage ptérocérien de haut en bas.

1. *Calcaire à bryozoaires supérieur* (n° 16 du tableau). Calcaire blanc, d'apparence crayeuse, mais néanmoins très-dur, à cassure conchoïdale, pétri d'une quantité de petits bryozoaires, qui restent en saillie sur les surfaces corrodées par les agents atmosphériques, mais en général trop oblitérés pour pouvoir être déterminés d'une manière précise. Epaisseur 20 mètres.
2. *Calcaire sémi-marneux supérieur* (n° 17 du tableau). Calcaire marneux, jaunâtre, se délitant en dalles régulières et friables. Epaisseur 8 mètres. Les principaux fossiles sont de grandes bivalves. (*Pholadomya Protei*, *Ceromya excentrica*, *Mytilus jurensis*, *Perna plana*). Les Gastéropodes n'y sont guère représentés que par quelques exemplaires de *Pteroceras Oceani* et *Rostellaria Wagneri*.
3. *Calcaire à bryozoaires inférieur* (n° 18 du tableau). Epaisseur 20 mètres. Sa structure est de tous points semblable à celle du calcaire à bryozoaires supérieur (n° 16 du tableau).
4. *Calcaire sémi-marneux moyen* ou zone ptérocérienne proprement dite (n° 19 du tableau). Epaisseur 5 mètres. C'est ici que les fossiles sont le plus variés et le mieux conservés.
5. *Calcaire compacte* gris et jaune (n° 20 du tableau). Epaisseur 25 mètres.
6. *Calcaire massif supérieur* (n° 21 du tableau). Epaisseur 30 mètres. Ces deux massifs, dont l'épaisseur collective dépasse 50 mètres, se dessinent dans les cluses et les combes par les puissantes corniches qu'elles y occasionnent. La partie supérieure ou calcaire compacte proprement dit se fait remarquer par quelques bancs dolomitiques et marneux qui manquent au calcaire massif supérieur. Ce dernier se distingue entre tous par ses gros bancs compacts et homogènes.
7. *Calcaire sémi-marneux inférieur* (n° 22 du tableau). Ce massif a la même physionomie que les deux zones marneuses ou sémi-marneuses supérieures. Comme ces dernières, il est composé d'un calcaire marneux subcompacte et compacte, en lits minces, irréguliers et mélangés de marne. Son épaisseur est de 8 mètres. Les fossiles y sont en grande partie les mêmes, mais moins variés et moins abondants, à l'exception pourtant des Nérinées qui paraissent appartenir pour la plupart à des espèces qui n'ont pas encore été décrites.

8. *Calcaire massif inférieur* (n° 23 du tableau). Epaisseur 30 mètres. De même structure que le calcaire massif supérieur (n° 21), en gros bancs très-homogènes, marqués de filets rouges, excepté pourtant vers la base où se trouve une série de bancs bleus. Les fossiles y sont peu nombreux et en général mal conservés. Le plus caractéristique est le *Hemicidaris Thurmanni*. Ce massif paraît représenter plus spécialement les soit-disant rouges-laves du Porrentruy.

Au point de vue technique, l'étage ptérocérien tel que nous venons d'analyser n'est rien moins qu'indifférent, étant composé en entier de calcaires, dont la plupart sont durs et compactes et par conséquent très-favorables aux travaux souterrains. Les bancs friables n'y jouent qu'un rôle très-subordonné. Encore sont-ils loin de présenter l'inconvénient des marnes proprement dites, telles qu'elles se montrent dans les autres étages. Rien n'eût été plus désirable que de pouvoir placer le tunnel des Loges dans cet étage, qui eût sans contredit offert le plus de garantie. Nous avons dit plus haut les raisons qui exigeaient qu'il fût placé à un niveau plus bas.

Voici maintenant la liste des fossiles :

ZONE PTÉROCÉRIENNE MOYENNE.

Polypiers.

Astraea, espèce à grandes étoiles.
Madrepora, espèces ramifiées.

Echinodermes.

Radioles fréquents dans les couches oolitiques mais en général triturés.

Acéphales.

Terebratula subsella Sow.; abondante.
Ostrea solitaria Sow.; abondante.
O. Kunkeli Goldf.; rare.
Ostrea (Exogyra) Bruntrutana Thurm.; fréquente.
Pecten; fréquent.
Trichites (Pinnigena) Saussuri Thurm.; fréquent.
Mytilus jurensis Mer.; abondant.
M. subbæquiplacatus Goldf.
Modiola Hillana Sow.
Perna plana Thurm.; fréquente.
Gervillia tetragona Rœm.
Avicula Gessneri Thurm.
Arca Langii Thurm.; rare.
Nucula Menkei; rare.
Cardium Bannesianum Thurm.
Lucina Elsgaudia Thurm.
Venus parvula Rœm.
Astarte subclathrata Thurm.; rare.
Corimya Studeri Ag.
Mactromya (Thracia) rugosa Ag.; fréquent.
Ceromya excentrica Ag.; abondant.
C. inflata Ag. abondant.

Homomya hortulana Ag.
Pholadomya Protei DeFr.; fréquent.
Pholadomya multicostata Ag.
Pleuromya Gresslyi Ag.

Gastéropodes.

Natica hemisphærica d'Orb.
N. globosa Rœm.
Nerinea depressa Voltz abondant.
N. supràjurensis Thurm. abondant.
Pteroceras Oceani Al. Brongn. fréquent et quelques autres espèces indéterminées.
Rostellaria Wagneri Thurm.; rare.
Chemnitzia.
Bulla, rare

Céphalopodes.

Nautilus giganteus. d'Orb.
Ammonites. Espèces de grande taille, par fragments très-rares.

Poissons.

Strophodus subreticulatus Ag.
Lepidotus gigas Ag.
Pycnodus gigas Ag.
P. Hugii Ag.
Espèces en général peu communes.

Reptiles.

Tortues: Débris de carapaces de plusieurs genres et espèces très-fréquents dans plusieurs localités, se rapportant aux espèces de Soleure et de Porrentruy.
Sauriens: Leurs débris se réduisent à quelques dents et ossements isolés des espèces de Porrentruy et de Soleure.

PTÉROCÉRIEN INFÉRIEUR.

Polypiers.

Madrépores ramifiés et débris de Lithodendron et Astéres roulés.

Echinodermes.

Hemicidaridur Thurmanni Ag.; radioles très-fréquents.
Débris de Clypeus, Nucleolites, etc. rendus indéterminables par le trituration de la roche oolitique.

Acéphales.

Terebratulidur subcella Sow.; fréquent.
Rynchonella helvetica d'Orb. rare.
Ostrea solitaria Sow. fréquent.
O. Kunkeli Goldf.
O. Bruntruttana Thurm.; commune.
Pecten, Lima; plusieurs espèces indéterminées, assez fréquentes.
Mytilus jurensis Mer. fréquent.
M. inæquiplacatus Goldf.; rare.
Modiola hillana Sow.; rare.
Trichites Saussuri Thurm.; fréquent.

Perna plana Thurm.; fréquent.
Aviculidur Gessneri Thurm.; fréquent.
Ceromya excentrica Ag.; fréquent.
C. inflata Ag.
Pleuromya.
Pholadomya multicostata; rare.
Ph. Protei Al. Brongn.

Gastéropodes.

Nerinea. Diverses espèces très-communes, dont plusieurs diffèrent de celles du ptérocérien moyen et supérieur.
Chemnitzia. Espèce semblable aux mélanies, abondante dans certaines couches.
Pteroceras Oceani. Al. Brongn. Plus rare que dans les divisions supérieures.
Rostellaria Wagneri. Thurm.

Céphalopodes.

Débris très-rares.

Poissons et Reptiles.

Les mêmes espèces, mais moins fréquentes.

ÉTAGE ASTARTIEN OU SÉQUANIEN.

Dans toute la série jurassique, il n'est aucun groupe dont le parallélisme soit plus difficile que celui que nous désignons sous le nom d'étage astartien ou séquanien. Quoique varié et puissant, il a passé à peu près inaperçu au début des études sur la formation jurassique du continent, par la raison qu'il n'existe pas, comme groupe distinct, en Angleterre. C'est donc un élément nouveau qui est venu s'intercaler dans la nomenclature jurassique et qui, à ce titre, n'en est que plus intéressant, surtout pour nos contrées, où il paraît atteindre son plus grand développement. Comme dans l'étage ptérocérien, il existe aussi ici une ou plusieurs couches qui doivent être envisagées comme le type de tout l'étage astartien et auquel viennent se rattacher des massifs moins bien caractérisés, quoique parfois très-puissants.

La zone type de l'astartien se trouve, dans le Jura neuchâtelois, vers le bas de l'étage; elle se compose d'une série de couches marneuses en alternance avec des calcaires et des oolites, auxquels sont superposés de puissants massifs de calcaire très-dur et très-résistant. Le passage de l'une de ces formes à l'autre donne lieu à des contrastes de forme et d'aspect qui permettent de distinguer à distance le niveau de la zone astartienne dans nos cluses, nos combes et nos cirques, sans compter que ce contraste est en outre rehaussé par la végétation, qui devient riche et vigoureuse, du

moment que l'on passe dans le domaine des premières marnes. Nous verrons en effet plus loin que c'est sur cette couche de marne que viennent sourdre la plupart de nos grandes sources du Jura.

Au point de vue paléontologique, la zone des marnes astartiennes n'est pas moins bien caractérisée que la zone ptérocérienne. Il s'y trouve en effet plusieurs fossiles facilement reconnaissables et très-abondants, entre autres, les *Terebratula humeralis*, *Pecten rigidus*, *Chemnitzia striata*, *Natica macrostoma*, *Natica turbiniformis* et l'*Astarte gregarea* (*A. supra-corrallina*), qui a donné le nom d'astartien à l'étage.

Quand on vient à examiner cette zone en détail, on trouve qu'elle est loin d'être homogène. On y distingue deux principales assises de marne de structure et de composition très-semblables, l'une et l'autre sableuse, d'une teinte grise et ocracée avec des lits de grès et de rognons. Ces deux assises, dont l'inférieure mesure en général une dizaine de mètres de puissance, sont séparées par un massif non moins caractéristique, l'*oolite astartienne*, qui se reconnaît facilement à sa structure s'histoïde, se divisant en dalles régulières d'une teinte brune plus ou moins ferrugineuse. Les fossiles y sont nombreux, mais mal conservés. C'est une espèce de lumachelle de coraux, de crinoïdes, d'oursins avec des débris de coquilles spathiques. Son épaisseur est d'environ 10 mètres.

A ces trois assises qui constituent le type de l'étage astartien viennent s'ajouter des massifs calcaires bien autrement puissants, particulièrement dans le Jura occidental, et qui, au point de vue technique, méritent par conséquent une attention toute spéciale. Ce sont les deux massifs que nous avons désignés sous les noms de calcaire compacte supérieur et calcaire compacte inférieur (n^{os} 24 et 25 du tableau), et qui, à l'exception de quelques petits bancs de marne, sont composés de roches compactes et dures. La limite inférieure de ces massifs est toujours facile à déterminer, puisqu'ils reposent sur la partie supérieure de la zone marneuse. La limite supérieure est plus difficile à saisir; peut-être même n'est-elle pas arrêtée définitivement. En la plaçant à une trentaine de mètres au-dessous de la zone ptérocérienne, nous nous sommes laissés guider par le facies général de la roche plutôt que par des caractères paléontologiques précis. Il y a quelques temps, nous aurions pu, à l'exemple de Thurmann, nous croire autorisés à placer ici la limite inférieure de quelques-uns des fos-

siles les plus caractéristiques du Ptérocérien, entre autres de la *Terebratulula subsella* et de l'*Ostrea solitaria*. Aujourd'hui ce caractère nous fait défaut. Nous avons nous-mêmes constaté la présence de l'*Ostrea solitaria* jusque près du milieu des massifs calcaires que l'on en croyait dépourvus. Il en est de même du *Pteroceras Oceani* et probablement de plusieurs autres.

Il n'en est pas moins vrai que lorsqu'on poursuit la succession des calcaires dans nos cluses et ruz profonds, on remarque un certain changement d'allure dans les bancs, à mesure que l'on approche de la zone ptérocérienne. Ce caractère différentiel se trahit non seulement par une moindre homogénéité jointe à une teinte différente, mais aussi par des alternances de bancs dolomitiques. Nous ne croyons pas être loin de la vérité, en faisant coïncider la limite supérieure de l'Astartien avec l'apparition des premiers grands bancs de Jaluze. En effet, il faut bien qu'il y ait là une limite assez tranchée, puisque M. Campiche comprend tout le massif calcaire sous-jacent à ces jaluzes sous le nom des *Corallien rouge*, nom qui peut paraître très légitime aux environs de Ste-Croix, où cette limite est en effet très-prononcée, surtout dans les bancs inférieurs. Malheureusement ce contraste de couleur et d'aspect ne se maintient pas, et la distinction qui paraît être naturelle dans les gorges de l'Arnon et aux environs de Ste-Croix ne se justifie pas au même degré dans les montagnes neuchâtelaises. Ce sera donc en dehors du canton que nous devons aller chercher nos points de repère, lorsqu'il s'agira de fixer d'une manière définitive la limite supérieure du calcaire astartien. Qu'il nous suffise pour le moment de savoir que c'est un groupe à part qui correspond à ce que M. le Dr Campiche a appelé le *Corallien rouge*.

Il est peu de massifs aussi uniformes que le calcaire astartien inférieur dont il est ici question. Cependant les bancs dont il se compose ne sont pas pour cela parfaitement homogènes. Les bancs supérieurs que nous avons inscrits au tableau sous le nom de *calcaire compacte supérieur* sont en général à pâte fine et à cassure conchoïdale, tandis que le groupe inférieur renferme une série de bancs très-oolitiques et par conséquent à grains beaucoup plus grossiers. Nous avons désigné par le nom d'*oolite blanche* les calcaires oolitiques crayeux qui se distinguent par leur blancheur et leurs oolites très-serrées.

Quelquefois les oolites acquièrent un développement considérable, ce qui les a fait désigner sous le nom de calcaire à grosses oolites (N° 48 du Catalogue de L. de Buch.)

C'est aux environs de la Grande-Combe et au Bec-à-l'Oiseau que l'on rencontre ces bancs remarquables. Ce développement excessif des oolites est probablement un accident local; autrement on devrait le retrouver partout où la série est complète. Or elle n'existe ni dans la coupe de Noiraigue ni dans celle de l'Arnon. Elle n'est donc probablement que le représentant de l'un des bancs à fines oolites de la base du massif astartien supérieur. S'il en est ainsi, il faudra se garder de lui accorder une trop grande importance dans l'étude de la série astartienne.

Que le massif de calcaire astartien ait été rapporté au Corallien sous le nom de *Corallien rouge*, il y a là rien que de très-naturel. En effet, il suffit pour le comprendre de se reporter au début des études jurassiques. Du moment que l'on admettrait que notre Ptérocérien est l'équivalent du Kimmeridge-clay, c'était naturellement avec le Corallien que l'on devait songer à paralléliser les massifs sous-jacents; par la raison qu'en Angleterre et dans l'ouest de la France, le Corallien succède immédiatement à l'argile de Kimmeridge.

Que le Corallien qui joue un si grand rôle dans l'ouest de l'Europe puisse se rapetiser au point d'être réduit à un massif insignifiant (10 à 12 mètres), c'est ce que l'on ne pouvait supposer. Des recherches minutieuses et multipliées ont été nécessaires pour démontrer qu'il existe réellement entre le Corallien et le Kimmeridge-clay un massif puissant qu'on n'avait pas prévu dans la nomenclature anglaise. Ce massif nouveau est notre Astartien qui fut d'abord décrit par Thurmann sous le nom de *Séquanien*.

Nous avons montré plus haut que l'Astartien se compose de deux groupes : un supérieur qui est entièrement calcaire et un inférieur qui est en grande partie marneux. Du moment que l'on rapportait le massif supérieur au Corallien, on devait nécessairement identifier le groupe inférieur avec l'Oxfordien. C'est en effet ce que l'on a fait pendant longtemps. Il n'a fallu rien moins que les nombreuses et belles coupes résultant des travaux du chemin de fer pour démontrer jusqu'à l'évidence ce que nous avions affirmé dès le début de nos recherches sur le Jura neuchâtelois, savoir que l'Astartien calcaire (Corallien rouge) est superposé aux marnes à astartes, ce dont on peut s'assurer dans les gorges de l'Arnon, dans la cluse de Longeaigne et surtout dans la belle tranchée de St-Sulpice, près de la Prise-Milord.

Il résulte de cette analyse que l'Astartien renferme la plus puissante série de bancs compactes, depuis l'oolite blanche jusqu'au premier banc de jaluze que nous avons

envisagé comme la limite inférieure du Ptérocérien. Nous avons ici en effet une épaisseur de plus de cent mètres, dans laquelle il y a à peine quelques petits bancs marneux. Tout le reste est de la roche dure et résistante, offrant par conséquent les meilleures conditions pour le percement de la montagne. Mais d'un autre côté, il faut convenir aussi que le voisinage des marnes à astartes serait un inconvénient, si les conditions de niveau exigeaient qu'on s'abaissât trop dans la série du calcaire astartien. Nous eussions préféré voir le tunnel du Jura se placer à la limite supérieure de l'astartien calcaire plutôt qu'à sa limite inférieure. Le niveau qu'il occupe est le fait des exigences de pentes, que nous n'avions pas la mission de contrôler.

Voici la liste des fossiles astartiens du Jura neuchâtelais :

Polypiers.

L'astartien calcaire renferme à plusieurs niveaux successifs des bancs presque exclusivement composés de coraux qui sont pour la plupart usés par le roulage, mais qui sur plusieurs points se sont encore conservés presque intacts dans leur position naturelle, comme aux Crosettes près de la Chaux-de-Fonds. On y observe les mêmes genres et espèces que dans le Jura bernois, soleurois et français :

Astrea ; plusieurs espèces très-fréquentes, mais encore indéterminées.

Agaricia ; moins fréquent.

Meandrina ; très-rare.

Lithodendrum Rauracum *Thurm.*

L. Tenellum *Thurm.*

Anthophyllum. Une ou deux espèces qui concourent à la composition des nappes coralliennes de cet étage.

Foraminifères.

Nous avons eu l'occasion de constater leur présence sur plusieurs points du Jura neuchâtelais, ainsi sur la nouvelle route des Brenets et à Noiraigue dans le Val-de-Travers. Nous y avons reconnu notamment l'espèce caractéristique de Rædersdorf, dans le département du Haut-Rhin, le *Cristellaria*.

Echinodermes

Ils sont représentés par quelques Grinoïdes et un nombre considérable d'Echinides.

Apiocrinus Meriani. *Ag.*

Pentacrinus.

Asterias ; rare.

Pseudodiadema hemisphaericum *Des.*

Hemidiadema Gagnebini *Des.*

Acrocidaris nobilis *Ag.*

Pygaster Gresslyi *Ag.*

Pygurus Blumenbachii *Ag.*

Holactypus Meriani *Des.* rare.

Acéphales.

Quelques espèces sont tellement abondantes, qu'elles forment presque à elles seules des bancs entiers, entre autres, les Térébratules, les Huitres, les Perles, etc.

Thecidium virdumense ; rare.

Terebratula humeralis *Thurm.* : espèce répandue dans tout le Jura.

Une Terebratule voisine du *Terebr. subsella* *Sow.*

Rynchonella helvetica ou *R. inconstans* *Sow.* ; très-abondante.

Anomia ; petite espèce rare dans les marnes astartiennes.

Ostrea multiformis, formant les lumachelles.

Ostrea Sequana, fréquente.

Ostrea voisine de l'*O. solitaria*.

Pecten rigidus. (*P. varians* *Rœm.*) et plusieurs espèces indéterminées, entre autres une espèce lisse, voisine du *P. suprajurensis* *Buv.*

Lima (*Plagiostoma*) très-belle espèce, assez fréquente ; quelques autres indéterminées, plus rares.

Hinnites inæquistriatus ou espèce voisine, rare.

Perna plana *Thurm.*

Gervillia tetragona *Rœm.* (*G. Kimmeridgiensis* *d'Orb.*)

Trichites (*Pinnigena*) *Saussuri* *Thurm.*

Lithodomus ; fréquent dans les coraux avec d'autres mollusques perforants.

Mytilus pectinatus *Sow.*

Modiola subæquiplicata *Goldf.*

Pinna ampla *Goldf.* ; rare. (*P. granulata* *Sow.*)

Arca ; plusieurs espèces assez fréquentes.

Nucula Menkei *Rœm.*, rare.

Trigonia suprajurensis *Ag.*

Trig. concentrica *Ag.*

Astarte supracorallina (*Ast. minima*).

Venus nukulæformis *Rœm.* ; très-caractéristique.

Lucina Elsgaudia *Thurm.*

Pholadomya truncata *Ag.* ; abondante.

Ph. paucicosta *Rœm.*

Ph. compressa *Sow.* rare.

Pleuromya donacina *Goldf.*

Mactromya rugosa *Ag.*

Goniomya sinuata *Ag.* ; très-rare.

Cercomya spatulata *Ag.* ; rare.

Ceromya ; voisine du *C. inflata* *Ag.* ; très-rare.

Gastéropodes.

Ils offrent une moins grande variété d'espèces ; mais le nombre des individus est parfois très-considérable. Certaines couches en sont tellement farcies que les exemplaires se touchent et qu'on peut les ramasser par centaines, tels que les *Chemnitzia* et les *Natices*. *Chemnitzia striata* *d'Orb.* et deux autres espèces indéterminées, moins répandues.

Nerinea; plusieurs espèces fréquentes, parmi lesquelles les *Nerinea Gosæ Ræm.* et *N. Goodhalli Sow.*
Natica macrostoma Ræm. abondante.
N. turbiniformis.
Nerita, rare. (*N. hæmisphærica Ræm.?*)
Bulla, très-rare.
Turritella mille-millia Thurm.; très-fréquente au Col-des-Roches, près du Locle.
Turbo princeps; fréquent dans les bancs à coraux.
Trochus; une espèce indéterminée.
Pteroceras; voisin du *Pt. Oceani Brongn.*; rare.
Rostellaria voisine du *Rost. Wagneri Thurm.*; très-rare.

Céphalopodos.

Les céphalopodes paraissent être très-rares, cependant l'on rencontre quelquefois des débris des genres suivants :

Nutilus giganteus d'Orb.; espèce gigantesque du Jura bernois.
Ammonites; deux à trois espèces également de taille colossale.
Belemnites; fragments rares et mutilés, cependant les marnes inférieures du Locle en renferment une belle et grande espèce, qui est peut-être le *B. semisulcatus Münst.*

Crustacés.

Nous avons rencontré de fortes pinces appartenant probablement à des Paguroïdes.

Poissons et Reptiles.

Leurs débris sont rares; cependant nous avons constaté la présence de poissons des familles des Pycnodontes et des Strophodontes; en outre des débris de Sauriens et de Tortues.

ÉTAGE CORALLIEN.

Nous avons déjà eu l'occasion de faire observer que ce terrain qui joue le rôle prépondérant dans une foule de localités et qui se distingue également par l'influence qu'il exerce sur le relief du sol et par la quantité de beaux fossiles qu'il renferme, perd peu à peu de son importance dans les régions occidentales du Jura et particulièrement dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud. Son rôle ici est en effet très-peu marqué. Il ne détermine point d'accides saillants et ne se montre en général guère à la surface. Ce n'est que le long des tranchées des routes et des chemins de fer que l'on peut se rendre un compte exact de ses rapports avec les autres terrains. Il y a longtemps que nous avons constaté sa présence dans le Val-de-Travers, sur les routes de Brot, de Rosières, de Longeauge. Mais ce sont surtout les tranchées du chemin de fer Franco-suisse dans la combe de St-Sulpice qui l'ont mis en évidence. Son épaisseur est d'au moins douze mètres. Sa position est très-nette. Il se compose d'une série de bancs calcaires rocaillieux et schisteux d'une teinte brune ou grise, placés entre deux massifs de marne, les marnes astartiennes en haut et les marnes hydrauliques de l'oxfordien calcaire en bas. Les fossiles y sont nombreux et faciles à reconnaître, quoiqu'ils soient le plus souvent très-empâtés dans la roche et par conséquent difficiles à collecter. Nous y avons surtout remarqué une foule de coraux et une quantité de baguettes de *Cidaris (C. Blumenbachii)*. La profusion de ces derniers nous conduit à penser que les bancs en question représentent la partie inférieure du Corallien, la même

qui, dans le Jura bernois, est connue sous le nom de calcaire corallien inférieur et terrain à chailles.

On nous objectera peut-être que le Corallien lui-même n'est point un groupe homogène, et, en effet, on a distingué à peu près dans tous les pays jurassiques plusieurs massifs de Corallien; en Angleterre, le Corallien proprement dit et le *calcareous grit* supérieur; en Franche-Comté le calcaire Corallien et l'oolite corallienne; dans le Jura bernois le Corallien proprement dit et le terrain à chailles. Or pourquoi, du moment que le Corallien supérieur manque chez nous, n'envisagerions-nous pas l'Astartien comme son équivalent? Cette question a dû être en effet embarrassante à une certaine époque, où l'on se laissait trop facilement guider par les caractères pétrographiques. A ne considérer que le facies des roches, il est incontestable que le Corallien blanc de Zwingen, de Courroux, de Courfaivre, de la Caquerelle a la plus grande analogie avec les bancs de calcaire astartien du Jura Neuchâtelois, que nous avons désignés sous le nom d'oolite blanche. Mais en y regardant de plus près, on ne tarde pas à s'assurer que le parallélisme n'est qu'apparent. Aussi bien, s'il était réel, le Corallien blanc du Jura bernois devrait être supérieur aux marnes à astartes; or au lieu de cela il est inférieur. D'ailleurs, ces marnes sont recouvertes, comme chez nous, par un calcaire oolitique et lumachellique bien caractérisé, renfermant des bancs crayeux d'un blanc éclatant. Si donc il y a parallélisme, c'est avec ces bancs crayeux (Epiastartien de Thurmann) et non pas avec le Corallien blanc du Jura bernois qu'il doit s'établir. Ce résultat est pleinement confirmé par les fossiles. En effet, le Corallien blanc renferme en quantité le fossile le plus caractéristique du Corallien, le *Cidaris Blumenbachi*, associé au *Diceras arietina*, tandis que ni l'un ni l'autre de ces fossiles ne se retrouvent dans l'Epiastartien du Jura bernois, non plus que dans l'oolite blanche de notre canton. Un instant on a pu concevoir des doutes sur ce résultat, en se fondant sur la présence d'une Dicerate qui se trouve à la fois à St-Vérène près de Soleure et dans l'oolite blanche de Ste-Croix. Or il est avéré aujourd'hui que ce *Diceras* qui menaçait de jeter la confusion dans la nomenclature jurassique, n'est nullement le *Diceras arietina*, mais bien une petite espèce particulière (*Diceras Stæ-Verenæ*). Cela étant, il n'y a plus aucune raison de maintenir le calcaire blanc de Ste-Vérène dans le Corallien. De ce que chez nous les calcaires rocailleux, que nous rapportons au Corallien inférieur,

succèdent immédiatement aux marnes à astartes, il s'en suit par conséquent que le Corallien supérieur (Corallien blanc ou oolite corallienne, calcaire à *Diceras arietina*) manque dans le Jura Neuchâtelois. Il en est probablement de même dans le Jura vaudois.

Les fossiles coralliens que nous avons reconnus jusqu'à présent chez nous sont de tous points identiques avec ceux du terrain à chailles du Jura bernois. Nous avons recueilli à Fretreulles, au Creux-du-Vent, à la Prise Mylord, les espèces suivantes :

| | | |
|---|--|---|
| <i>Polypiers.</i> | | <i>Hinnites velatus d'Orb.</i> |
| <i>Astrea helianthoides Goldf.</i> | | <i>Pecten subspinosus Schloth.</i> |
| <i>Lithodendrum trichotomum Goldf.</i> | | <i>Pecten articulatus Schloth.</i> |
| <i>Anthophyllum subconicum Goldf.</i> | | <i>P. cingulatus? Phill.</i> |
| <i>Echinodermes.</i> | | <i>Plagiostoma (Lima) semicircularis? Goldf.</i> |
| <i>Pentacrinus subteres Goldf.</i> | | <i>Pholadomya flabellata Ag.</i> |
| <i>P. cingulatus Münst.</i> | | <i>Ph. cardissoides? Ag.</i> |
| <i>Cerocrinus Milleri Kænig.</i> | | <i>Ph. paucicosta Ræm.</i> |
| <i>Millecrinus rosaceus d'Orb.</i> | | <i>Gervillia aviculoides Sow.</i> |
| <i>Cidaris Blumenbachii. Goldf. (Cid florigemma.)</i> | | Enfin des espèces appartenant aux genres <i>Arca</i> , <i>Avicula</i> , <i>Diceras</i> , <i>Perna Cardium</i> , <i>Pleuromya</i> . |
| <i>Cid. Parandieri Ag.</i> | | |
| <i>Cid. cervicalis Ag.</i> | | <i>Gastéropodes.</i> |
| <i>Rhabdocidaris.</i> | | <i>Turbo princeps Ræm.</i> |
| <i>Hemicidaris crenularis Ag.</i> | | <i>Pleurotomaria.</i> |
| <i>Acéphales.</i> | | <i>Chemnitzia.</i> |
| <i>Terebratula insignis Schüb.</i> | | <i>Vermetus.</i> |
| <i>Rynchonella inconstans d'Orb.</i> | | |
| <i>Terebratella loricata d'Orb.</i> | | <i>Céphalopodes.</i> |
| <i>Terebratella trigonella d'Orb.</i> | | <i>Débris de Belemnites et d'Ammonites.</i> |
| <i>Ostrea</i> , plusieurs espèces. | | <i>Annélides.</i> |
| | | <i>Serpula.</i> |

2. Terrain jurassique moyen.

Le caractère le plus général de ce groupe, c'est d'être essentiellement marneux. C'est surtout l'impression que l'on en reçoit, lorsqu'on l'étudie en Angleterre et dans l'ouest de la France, où il est connu sous le nom général d'argile d'Oxford ou de Dives. Entre ce groupe et le terrain jurassique supérieur que nous venons d'analyser, il y a par conséquent un contraste complet. Au rebours de ce dernier qui, grâce à sa structure compacte, donne lieu à des reliefs considérables, formant des crêts, des voûtes et des falaises abruptes et saillantes, le Jura moyen se trahit par des dépressions ou du moins par l'absence d'accidents saillants. Il est de plus fertile et bien arrosé, formant aussi sous ce rapport un contraste frappant avec le terrain jurassique supérieur qui est en général étanche et partant peu fertile. Ce contraste est un peu

atténué dans le Jura suisse. Là, en effet, l'Oxfordien n'est plus le seul ni le principal représentant du Jura moyen. Aux argiles d'Oxford ou de Dives vient s'ajouter tout un massif calcaire ou calcaréo-marneux, que l'on a désigné depuis longtemps sous le nom d'Oxfordien calcaire et auquel on a appliqué plus tard le nom de terrain argovien. C'est l'équivalent de l'étage *gamma* de M. Quenstedt.

1. OXFORDIEN CALCAIRE OU ARGOVIE.

Ce groupe acquiert dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud une importance considérable, au point qu'il l'emporte de beaucoup sur le véritable Oxfordien, qui est réduit à un petit massif de quelques mètres de puissance. Pour être moins marneux que ce dernier, l'Oxfordien calcaire ou Argovien n'en est pas moins différent du calcaire jurassique supérieur ou roc. Les calcaires n'y sont jamais très-compactes, mais au contraire plus ou moins marneux. Aussi n'est-ce qu'exceptionnellement qu'on les voit former des reliefs tant soit peu accusés; c'est de préférence dans les déchirures et les cluses qu'il faut aller les chercher.

Les localités où affleure l'Oxfordien sont chez nous, comme ailleurs, des endroits privilégiés sous le rapport de la culture et de la fertilité. En l'absence d'autres affleurements marneux, ce sont eux qui ont le privilège d'attirer les cultivateurs. Il suffit d'un coup-d'œil sur la carte pour s'assurer que les méairies et les chalets y sont bien plus nombreux que sur le roc. C'est la zone des prés et des champs, tandis que le roc ou terrain jurassique supérieur n'est guère couvert que de forêts et de pâturages.

Puisque le caractère général de ce groupe est d'être essentiellement marneux, il s'en suit que pendant toute la durée de cette période, les eaux marines ont dû être chargées d'alumine et de silice. Suivant que ces éléments se sont trouvés plus ou moins dominants, il en est résulté tantôt des marnes pures, tantôt des calcaires marneux; on y trouve rarement des bancs de calcaire pur. Les marnes et les calcaires alternent à plusieurs reprises, mais il est douteux que les différences de texture qui en résultent soient très fixes; tel banc qui, chez nous, est du calcaire marneux peut perdre ou gagner en compacité et dureté sur tel autre point du Jura. Il ne faut donc

pas ajouter une trop grande importance à ces variations. En voici les principales formes telles qu'elles se succèdent de haut en bas.

a) *Un banc de marne* dont il est difficile de fixer la puissance exacte, parce qu'il est ordinairement écrasé, mais dont l'épaisseur n'excède pas deux mètres. Il succède au Corallien inférieur ou terrain à chailles dans la plupart des coupes de notre pays. Les fossiles n'y sont pas très abondants, mais suffisamment caractérisés pour qu'il soit toujours facile de les distinguer de ceux du Corallien. Nous y avons observé des polypiers spongieux, entre autres des Scyphies. Comme ces dernières se retrouvent aussi dans les premiers bancs du calcaire sousjacent, on désigne quelquefois ce petit groupe sous le nom de *marne et calcaire à scyphies supérieur*.

b) *Calcaire schisteux sphéritoïde*. Ce groupe d'une épaisseur d'environ douze mètres est un des mieux caractérisés de toute la série. Il est composé des bancs calcaires moins marneux que les autres et disposés en bandes d'une remarquable régularité, séparées par de petites assises de marne feuilletée. Lorsque ces bancs sont exposés à l'air, ils ne tardent pas à se décomposer, et comme les parties marneuses se désagrègent les premières, il en résulte que les bancs calcaires sont bientôt en saillie. Leurs angles en même temps s'écornent partout où il y a des brisures, de manière à déterminer des formes arrondies qui rappellent un peu la structure sphéritique du terrain à chailles et du lias, ce qui leur a valu dans certaines localités le nom de *têtes de chat*. Les fossiles ne sont pas fréquents dans ce massif. Nous n'y avons guère rencontré que des Myacés et des Arcacées, entre autres des Pholadomyes.

Au point de vue technique, ce calcaire, malgré sa régularité, n'offre que très-peu de ressources. Il est trop gélif pour fournir des moellons, et trop peu alumineux pour fournir de la chaux hydraulique. On n'en obtient qu'une chaux bâtarde de peu de valeur.

c) *Marnes et calcaires hydrauliques*. C'est le groupe le plus puissant de la série. Il commence par une couche de marne d'une épaisseur variable, qui passe insensiblement à un premier massif de calcaire marneux, les deux mesurant ensemble douze à quinze mètres. Les bancs n'ont plus la régularité remarquable du calcaire schisteux ci-dessus. Les alternances de marne sont plus variables et le tout présente un aspect

esquilleux à structure assez confuse. Soumis à l'analyse, ce calcaire accuse une hydraulité remarquable. Aussi l'exploite-t-on avec avantage pour la fabrication de la chaux hydraulique, entre autres au Creux-du-Vent. Comme il existe encore plusieurs autres bancs doués de la même propriété, on pourra le désigner au point de vue technique sous le nom de *premier massif hydraulique*.

Vient ensuite un *second massif de marne*, le plus puissant de la série, puisqu'il mesure environ 15 mètres. S'il ne se montre pas fréquemment à jour, on peut cependant deviner sa présence par les talus déboulement auxquels il donne lieu, ce qui explique la fertilité de ces mêmes coulées rocailleuses dans des localités qui sans cela ne seraient pas de nature à faciliter la végétation. Nous rappellerons ici les éboulements du Creux du Vent si remarquables par leur belle flore. Ces marnes passent à leur tour à un massif marno-calcaire que nous désignerons sous le nom de *second massif hydraulique* ou massif moyen. Son épaisseur est plus considérable que celle du premier, car il atteint jusqu'à 21^m; mais sa structure ne diffère pas sensiblement, non plus que sa composition chimique, qui indique un degré d'hydraulité au moins égale. C'est le représentant des calcaires hydrauliques de Soleure et d'Aarau.

Les fossiles y sont peu nombreux, mais du même type que ceux du massif précédent. Nous y avons recueilli les *Ammonites biplex et triplex*, des Bélemnites, des Pholadomyes et le *Collyrites carinata*.

Un *troisième massif de marne* d'environ 10 mètres d'épaisseur succède au second massif hydraulique et le sépare du troisième calcaire hydraulique ou *calcaire à Scyphies* proprement dit. C'est une marne terreuse, bleuâtre, renfermant quelques lits de calcaire rognonneux, probablement non moins hydrauliques que les précédents. Elle passe en bas à des calcaires marno-schisteux d'une stratification régulière qui rappellent le calcaire schisteux, dont ils diffèrent cependant par une proportion très-considérable de silicate d'alumine qui en fait une excellente chaux hydraulique. On y voit aussi paraître, dans certaines localités, des bancs d'un grès à grain très-fin, souvent ocracé et qui, à défaut d'autres caractères, peut servir de guide pour la détermination de cet horizon, comme par exemple à la Vue-des-Alpes.

Ce groupe ne renferme que quelques fossiles rares, les mêmes que les assises sus-jacentes.

d) *Calcaire à Scyphies*. Il n'atteint pas chez nous la puissance des calcaires et marnes hydrauliques, car il ne dépasse guère 12 mètres. Mais il mérite une attention toute spéciale à raison de sa constance; c'est l'horizon le plus persistant du groupe oxfordien dans notre pays. En effet, les calcaires hydrauliques, quoique d'une structure très-régulière, varient sensiblement d'un point du Jura à l'autre et disparaissent même complètement dans certains districts, particulièrement là où le terrain à chailles prend un développement considérable. Le calcaire à Scyphies, au contraire, se maintient avec une rare constance depuis les bords du Rhin jusqu'au delà du Rhône, offrant ainsi un point de départ précieux pour la géologie comparative du Jura. C'est l'équivalent du groupe *gamma* de M. Quenstedt et peut-être du «lower-calcareous-grit» de M. Phillips, mais nous ne saurions partager l'opinion de M. Oppel qui le parallélise avec les couches inférieures du terrain à chailles du Fringeli et de Petite-Lucelle dans le canton de Soleure. Qu'il nous suffise de rappeler qu'à Günsberg près de Soleure, les deux terrains existent séparés par le massif des calcaires et marnes hydrauliques, comme chez nous, et que de plus le terrain à chailles y a conservé ses fossiles caractéristiques et ses Sphérites, en sorte qu'il ne peut exister aucun doute sur son identité.

La structure du calcaire à Scyphies est moins régulière que celle des massifs sus-jacents. C'est un calcaire esquilleux, cassant, à taches jaunes et roses; la stratification en est distincte, mais irrégulière et onduleuse, quelque soit sa position, horizontale ou redressée. Les fossiles y sont très-nombreux et variés. Une partie est commune aux couches supérieures, mais la plupart sont propres à ce terrain; tels sont en particulier les éponges dont quelques-unes sont des plus caractéristiques, comme les *Tragos*, qui se dessinent si nettement sur les couches redressées qui longent la route entre Fretreules et Brot. Les Echinodermes y sont nombreux et bien caractérisés. Nous y avons reconnu plusieurs des types propres au groupe du *Terebratula lacunosa* de M. Quenstedt, entre autres le *Cidaris coronata*, des *Eugeniocrinus*, des *Pentacrines*, etc.

Voici la liste des fossiles que nous avons recueillis dans l'Oxfordien calcaire du Jura neuchâtelois :

Spongiaires.

Excessivement nombreux dans le calcaire à Scyphies, plus rares dans les assises supérieures de l'étage oxfordien, manquent entièrement dans la partie moyenne de l'étage.

Spongites cancellatus Goldf.

Sp. reticulatus.

Scyphia obliqua.

Echinodermes.

Pentacrinus cingulatus Goldf.; abondant

P. subteres; abondant.

Eugeniocrinus caryophyllatus Goldf. assez fréquent.

Eug. nutans Goldf.; rare.

Eug. compressus Goldf.; rare.

Arterias tabulata Goldf.; rare.

Cidarid. coronata Goldf.

Cid. filograna Ag.

Pseudodiadema Langii Des.

Ps. æquale Des.

Rhabdocidarid. spatula Ag.

Diplopodia subangularis M'Coy.

Pedina sublaevis Ag.

Collyrites (Dysaster) carinatus Ag.

Acéphales.

Rynchonella lacunosa Buch; très-fréquent à St-Sulpice.

Rynch. triloboides Quenst.

Rynch. substriata Schloth.

Terebratula bicanaliculata Ziet; fréquente.

Terebr. nucleata Schloth.; rare.

Terebr. insignis Schübl.

Terebr. loricata Schloth.

Terebr. reticularis Buch.; rare.

T. pectunculoides Schloth.; rare.

Crania porosa Goldf.

Ostrea. Deux espèces, l'une plate, l'autre plissée (*O. hastellata Quenst.*)

Exogyra spiralis Quenst.; fréquent.

Pecten: Plusieurs espèces lisses et striées, parmi lesquelles le *P. globosus Quenst.*

Plagiostoma punctatum Goldf.

Hinnites; peu rare.

Arca.

Nucula Dewalquei Opp.

Prionia (Isoarca) transversa Münst.

Pholadomya acuminata Ag.

Débris imparfaits des genres *Perna*, *Pinna*, *Gervillia*, *Lucina*, *Venus*, *Corimya*, *Pleuromya*.

Gastéropodes.

Plusieurs espèces de *Trochus*, *Chemnitzia*, *Natica*.

Céphalopodes.

Aptychus crassicaudatus Goldf.

Apt. solenoides.

Belemnites unicanaliculatus Liet.

Ammonites biplex Sow.

Am. polyplocus Rein.

Am. pictus Schloth.

Am. crenatus Rein.

Am. flexuosus Buch.

Am. discus Sow.

Annélides.

Serpula planorbiformis Goldf.

Serp. quinquangularis Goldf.

Serp. filaria?

2. MARNES D'OXFORD ET CALLOVIEN.

Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer que les marnes d'Oxford, par leur position entre deux grands groupes de calcaire non moins que par leurs fossiles particuliers, constituent, en Angleterre aussi bien que dans l'Ouest de la France, l'un des terrains les mieux caractérisés. Elles s'y présentent sous la forme d'une marne très-argileuse qui donne lieu à toutes sortes de contrastes avec les formations calcaires adjacentes. A mesure qu'on s'avance à l'Est, ce contraste tend à s'effacer. Les marnes deviennent plus calcaires et plus dures; leur épaisseur aussi tend à diminuer. Il en est ainsi en Bourgogne et dans bon nombre de localités suisses et françaises. Ainsi dans le Jura bernois et soleurois, les marnes oxfordiennes sont encore très-bien caractérisées, quoique réduites à une assez faible épaisseur. Les chaînes méridionales du Jura suisse sont, à ce qu'il paraît, les moins bien partagées sous ce rapport, et de tous les districts c'est peut-être le canton de Neuchâtel, où les marnes oxfordiennes sont réduites à leur minimum. On

pourrait même se demander si elles existent réellement. Nous n'en avons reconnu que quelques traces dans des fossiles à l'état pyriteux, entre autres l'*Ammonites hecticus*, l'*Ammonites interruptus* et l'*Am. subradiatus*; mais ils ne paraissent pas appartenir à un niveau propre; ils se confondent au contraire avec les fossiles du Callovien. C'est pourquoi nous n'avons pas cru pouvoir séparer ces deux terrains.

Le Callovien n'est pas très-développé; son épaisseur atteint rarement un mètre, souvent il est réduit à un décimètre, mais il n'en constitue pas moins un point de repère précieux à la limite des deux grandes divisions du Jura moyen et inférieur. C'est une roche marno-calcaire, jaunâtre ou brune, chargée d'une quantité de grains de fer hydroxydé, comme dans toutes les autres localités du Jura. Les fossiles y sont très-nombreux, au point que la roche en est souvent toute pétrie; malheureusement leur état de conservation laisse beaucoup à désirer, la plupart étant brisés ou déformés. Nous avons recueilli dans les diverses localités du canton (Pouillerel, Col-des-Roches, Fretreule, St-Sulpice) les espèces suivantes :

| | |
|--|--|
| <i>Spongiaires.</i> | <i>Chemnitzia?</i> rare. |
| Quelques espèces rares difficiles à déterminer. | <i>Buccinum?</i> rare. |
| <i>Crinoïdes.</i> | <i>Nerita?</i> |
| <i>Engeniaerinus</i> ; rare. | <i>Céphalopodes.</i> |
| <i>Millericrinus</i> ; fréquent. | <i>Aptychus</i> ; rare. |
| <i>Echinides.</i> | <i>Belemnites latesulcatus</i> ; très-fréquent. |
| <i>Holactypus Ormoisianus</i> <i>Cot.</i> ; fréquent. | <i>B. Sauvanaus d'Orb.</i> (<i>B. hastatus</i>); moins fréquent. |
| <i>Collyrites</i> (<i>Dysaster</i>) <i>castanea</i> <i>Des.</i> ; fréquent. | <i>Ammonites cordatus</i> (<i>A. Lamberti</i>); très-fréquent. |
| <i>C. ellipticus</i> <i>Ag.</i> ; fréquent. | <i>Am. communis</i> <i>Sow.</i> ; très-fréquent. |
| <i>Rhabdocidaris spatula</i> <i>Des.</i> ; fréquent. | <i>Am. interruptus</i> <i>Brug.</i> ; très-fréquent. |
| <i>Acéphales.</i> | <i>Am. hecticus</i> <i>Rein.</i> ; plusieurs variétés très-fréquentes. |
| <i>Terebratula digona</i> <i>Sow.</i> ; fréquent. | <i>Am. biplex</i> <i>Sow.</i> ; très-fréquent. |
| <i>Rynchonella</i> ; rare. | <i>Am. anceps</i> <i>Rein.</i> ; très-fréquent. |
| <i>Thecidea</i> ; rare. | <i>Am. biarmatus</i> <i>Ziet.</i> ; moins fréquent. |
| <i>Ostrea</i> ; rare. | <i>Am. oculatus</i> <i>Bean.</i> ; moins fréquent. |
| <i>Hinnites</i> ; rare. | <i>Am. ornatus</i> <i>Schloth.</i> ; rare. |
| <i>Pecten</i> ; une espèce lisse, peu fréquente. | <i>Am. athletha</i> <i>Phil.</i> ; rare. |
| <i>Pecten</i> ; une autre espèce finement striée, fréquente. | <i>Am. canaliculatus</i> <i>Münst.</i> ; fréquent. |
| <i>Plagiostoma</i> (<i>Lima</i>), lisse, fréquent. | <i>Am. subradiatus</i> <i>Sow.</i> ; rare. |
| <i>Pl. proboscidea</i> ; fréquent. | <i>Am. tortisulcatus</i> <i>d'Orb.</i> ; rare. |
| Débris de <i>Prionia</i> , <i>Arca</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Avicula</i> , <i>Corbula</i> , <i>Venus?</i> | <i>Vertébrés.</i> |
| <i>Gastéropodes.</i> | Poissons; rares. |
| <i>Trochus?</i> rare. | <i>Sphenodus longideus</i> ; <i>Ag.</i> |
| <i>Pleurotomaria</i> ; assez fréquent. | <i>Hybodus</i> , |
| <i>Rostellaria?</i> rare. | <i>Strophodus.</i> |
| | Traces de Reptiles. |

Cette fusion de l'Oxfordien et du Callovien n'a rien d'étonnant; même là où les deux étages sont largement développés, il n'est pas rare de constater des passages insensibles, qui conduiront peut-être quelque jour à supprimer le Callovien comme terrain particulier.

En ce qui concerne la disparition des marnes oxfordiennes dans les chaînes méridionales du Jura, nous remarquons quelle paraît être concomitante de l'apparition de l'Oxfordien calcaire ; en sorte que l'on ne doit pas s'attendre à trouver les marnes à fossiles pyriteux là où les marnes et calcaires à scyphies acquièrent un grand développement ; l'une des formes semble exclure l'autre.

Il est inutile de dire qu'au point de vue technique, le groupe en question ne peut avoir chez nous aucune portée, vu son peu d'épaisseur, et quant au fer qu'il renferme, il est en trop petite quantité pour être exploité, même dans le cas où les couches seraient plus épaisses.

3. Terrain jurassique inférieur ou jura brun.

Considéré dans son ensemble, ce terrain présente, sous le rapport des roches, un caractère intermédiaire entre les grands massifs essentiellement compacts du Jura supérieur et les dépôts essentiellement marneux du Lias. Il se compose de groupes alternativement calcaires et marneux. Les calcaires cependant n'ont point en général l'homogénéité, ni la compacité du Portlandien, et si quelques bancs peuvent rivaliser avec lui sous le rapport de la résistance, il n'en est pas moins vrai que la plupart sont moins durs et plus altérables. La forme oolitique et lumachellique y est aussi plus largement développée, et ce n'est pas à tort que les géologues anglais l'ont désigné sous le nom de terrain oolitique par excellence.

Il fut un temps où la séparation entre ce terrain et le Jura moyen ou oxfordien paraissait nette. Depuis lors, les études comparatives, entreprises dans les différents pays, ont fait découvrir ici comme ailleurs des groupes en quelque sorte mixtes, au point de faire naître des doutes sur la limite réelle du terrain dont il s'agit. La discussion a surtout été animée dans ces derniers temps. Elle porte principalement sur deux couches entre lesquelles l'affinité est réellement très-grande : la couche à *Ammonites macrocephalus* et la couche à *Ammonites ornatus*. Tandis que M. Quenstedt range l'une et l'autre dans le Jura brun, (*Epsilon* et *Zéla*), M. Oppel, dans un ouvrage récent, rapporte les deux au Callovien et les range par conséquent dans le Jura moyen. Ce n'est pas ici le lieu de discuter le pour et le contre de ces deux opinions. Elles peu-

vent être l'une et l'autre exagérées. Nous préférons pour le moment nous en tenir à l'opinion générale, qui place la limite des deux grands groupes entre ces deux couches, faisant par conséquent rentrer la couche à *Ammonites macrocephalus* dans le Jura brun et celle à *Ammonites ornatus* dans le Jura moyen. Cette limite, en effet, est facilement reconnaissable chez nous; l'une des deux couches, le Callovien à *Ammonites ornatus* étant, comme nous l'avons vu plus haut, toujours ferrugineux, tandis que l'autre, la couche à *Ammonites macrocephalus*, qui est représentée chez nous par la dalle nacree, a un facies tout différent et ne contient point de fer en grains.

Dalle nacree
p. 86 en partie
du Cornbrash

La limite inférieure du Jura brun n'est pas non plus à l'abri de toute critique. Autrefois les géologues suisses avaient l'habitude de reléguer dans le lias toute la portion marno-sableuse à partir du marlysandstone, qui portait le nom de *grès supraliasique*, de telle sorte que le Jura brun commençait en bas par l'oolite ferrugineuse. Depuis lors, on a reconnu qu'il existe des passages insensibles entre ces deux roches, le marlysandstone et l'oolite ferrugineuse; et comme, d'un autre côté, la liaison n'est pas moins intime entre le marlysandstone et les marnes à *Ammonites opalinus* et *A. Murchisonæ* qui lui succèdent, on a été conduit à reporter ces trois divisions dans le Jura brun, plaçant ainsi la limite supérieure du Lias au-dessous des couches à *Ammonites Murchisonæ*. Cette limite est-elle réellement définitive? C'est ce que les recherches ultérieures nous apprendront.

Le Jura brun, ainsi délimité, comprend chez nous une épaisseur de 220 mètres, composés successivement de calcaires et de marnes. Nous y avons reconnu sept groupes distincts, déterminables en partie par la structure des roches, en partie par les fossiles. Ces groupes ou divisions sont de haut en bas :

1. Dalle nacree.
2. Marnes à Discoïdées ou marnes vesuliennes.
3. Grande Oolite.
4. Marnes à Homomyes.
5. Calcaire subcompacte.
6. Marlysandstone.
7. Marnes à *Ammonites opalinus* et marnes à *Ammonites Murchisonæ*.

1. DALLE NACRÉE (OOLITE BRADFORDIENNE).

C'est l'un des massifs les mieux caractérisés de tout le Jura occidental, si bien qu'en le retrouvant si nettement limité, on se prend à regretter qu'il ne soit pas plus généralement répandu. C'est un calcaire grossier, pétri d'une quantité de débris de fossiles, quelquefois si peu triturés, que l'on reconnaît tous les éléments dont il se compose. On y distingue alors surtout les débris d'échinodermes qui se trahissent par leur structure spathique à cassure rhomboïdale dont le reflet imite le nacre, et comme les couches se séparent en plaques très-régulières, on les a désignées sous le nom de *dalles nacrées*. Quelquefois la structure devient plus homogène, les fossiles étant plus triturés, ou bien l'on y voit apparaître des oolites, comme dans la plupart des calcaires jurassiques; cependant, quelles que soient les variations de structure, de couleur et de consistance, on y retrouve toujours un certain cachet qui suffit pour faire reconnaître la formation. Son épaisseur est, chez nous, d'une trentaine de mètres, mais il paraît qu'elle varie d'une manière assez brusque. Ainsi dans le Jura soleurois, elle n'est souvent plus que de 5 à 10 mètres. Elle manque fréquemment dans le Jura argovien. Au Weissenstein, près de Soleure, à Bärschwyler, à Meltingen, dans le val de Laufon, comme aussi au Mont-Terrible la partie supérieure perd sa compacité et se transforme en une marne jaune que l'on a désignée sous le nom de marne à *Ostrea Knorrii*, à cause de la prédominance de ce petit fossile, qui du reste n'est pas exclusivement propre à cet horizon, non plus que les autres fossiles. Cette marne qui indique probablement des stations littorales ne se retrouve chez nous que dans quelques rares localités, entre autres derrière la Vue-des-Alpes; elle manque par contre dans toutes les coupes du Val-de-Travers, par exemple le long de la route de Brot, de même qu'à Pouillerel, près de la Chaux-de-Fonds, où le Callovien repose immédiatement sur la dalle nacrée.

Quoique les fossiles soient excessivement nombreux dans cette roche qui, de fait, n'est qu'une brèche de débris de coquilles, de bryozoaires et d'échinodermes, il est cependant difficile d'en recueillir des échantillons bien complets; la plupart y sont à l'état fragmentaire et trituré. Les plus parfaits sont quelques petites huîtres, une espèce de Pentacrine, le *Pentacrinus Nicoleti* Des.; une quantité innombrable de très-petits Bryozoaires. Les Ammonites y sont bien plus rares. Nous y avons cependant reconnu l'*Ammonites Parkinsoni* Sow.

Au point de vue technique, la dalle nacrée est très-recherchée des architectes pour des moëllons, grâce à ses lits minces et réguliers qui en facilitent l'exploitation. Partout où elle est accessible, la dalle nacrée a fourni les matériaux des murs et des constructions de toute espèce. Cette même structure la rend moins avantageuse pour les souterrains qui doivent être protégés en général par des revêtements, attendu que les éboulements sont presque inévitables dans une roche aussi divisée.

On éprouve quelque difficulté lorsqu'il s'agit de paralléliser cette couche remarquable. Nous ne la voyons figurer dans aucun des traités et tableaux synoptiques de ces derniers temps. Cependant la présence de l'*Ammonites Parkinsoni* Sow. nous p. 84. *Macroceph* conduit à penser qu'elle représente en partie le *Cornbrash* des Anglais.

Voici la liste des fossiles que nous avons recueillis dans la dalle nacrée et ses marnes :

Végétaux. Les végétaux n'ont laissé que des vestiges très-frustes de leur existence, des traces de Fûcoïdes et quelques lignites provenant de Cycadées et de Conifères.

Spongiaires. Cette classe est représentée par plusieurs petites espèces qui concourent avec les Bryozoaires à la formation des lumachelles, surtout aux environs de la Chaux-de-Fonds, par exemple à Pouillerel. Nous y avons reconnu des débris des genres *Cnemidium*, *Scyphia* et *Spongia*.

Polypiers.

Les polypiers pierreux ne sont rien moins que rares dans la dalle nacrée, comme en général dans tous les étages de l'oolite inférieure. Ils forment à différents niveaux des bancs entiers; mais leur état en général roulé et usé, sauf dans les bancs marneux, ainsi que leur adhérence intime au calcaire ambiant ne permettent guère de les déterminer. Ils sont d'ailleurs très-semblables dans les différents étages. Ce sont des Astrées, des Sarcinules, des Méandrina, des Anthophylles et des Fungia, entre autres le *Fungia lævis Goldf.* dans les dalles nacrées lumachelliques de la Vue des Alpes, près de la Chaux-de-Fonds. Assez rare.

Anthophyllum et *Lithodendrum*; débris rares dans les bancs à coraux inférieurs du Montperreux, près de la Chaux-de-Fonds et près de Brot dans le Val-de-Travers.

Astrea. Une espèce du type de l'*A. helianthoïdes Goldf.* et de l'*A. confluens Goldf.*, et probablement plusieurs autres.

Meandrina. Seulement des débris mal conservés. Les localités les plus riches se trouvent sur la route du Val-de-Travers entre Brot et Freutreule, au Montperreux et à Pouillerel, près de la Chaux-de-Fonds.

Crinoïdes.

Pentacrinus Nicoleti Des.; très-abondant; des bancs entiers en sont pétris.

Apiocrinus. Une petite espèce très-rare dans les lumachelles à Bryozoaires.

Echinides.

Cidaris longicollis Des. nov. sp. Radioles du type du *C. coronata*; mais plus grêles et non clavellés, à collerette très-haute. Très-abondant dans les lumachelles de la dalle nacrée.

Diadema. Radioles grêles, très-fréquents dans les mêmes lumachelles.

Echinus. Petits radioles, dans les assises moyennes submarneuses à coraux, sur la route de Brôt.

Holactypus (Discoidea) depressus, Ag.: Petite variété assez rare.

Collyrites (Dysaster) analis. Ag. Cette espèce, ainsi que la suivante, se montre quelquefois dans les marnes qui accompagnent la dalle nacrée derrière la Vue des Alpes.

Collyrites (Dysaster) ringens. Ag.

Nucleolites clunicularis? Un seul exemplaire provenant des marnes de la dalle nacrée de la Vue des Alpes.

Stellérides.

Débris d'une ou de deux espèces de *Goniaster* dans les lumachelles à Pentacrines. Très-fréquents par places.

Bryozoaires.

Les Bryozoaires composent presque à eux seuls la masse des lumachelles de la dalle nacrée.

Les principales espèces sont :

Ceriodora globosa Mich.; très-fréquente à Pouillerel.
Heteropora ramosa Mich.

H. ficulina Mich. et une autre espèce à branches plates en forme de cornes de daim. Ces trois espèces sont les plus fréquentes.

Aulopora (*Diasopora*) *compressa Goldf.*

Alecto dichotoma Lamk.

Cricopora sp.

Intricaria sp.

Ces bryozoaires incrustent diverses coquilles, surtout les Térébratules et les huitres.

Acéphales.

Les Acéphales caractérisent de préférence les marnes qui accompagnent les dalles nacrées, sans manquer complètement dans les dalles elles-mêmes, où leurs débris triturés entrent dans la composition des lumachelles.

Les Brachyopodes abondent surtout dans les roches marneuses et subcompactes.

Terebratula globata Sow. (Variété du *T. perovalis Sow.*), ainsi que plusieurs autres de ce groupe; très-abondante dans presque toutes les localités.

T. emarginata Sow. (*Ter. lagenalis Schloth.*); très-abondante à Brot dans les marnes moyennes à coraux.

Rynchonella varians d'Orb.

Hemithyris spinosa d'Orb. (*Ter. spinosa Sow.*); elle abonde dans plusieurs couches de cette division et s'étend à travers les marnes à Discoïdées jusque dans la grande oolite.

Rynchonella quadriplicata (? *T. concinna Sow.*)

Ces deux espèces, surtout la dernière, foisonnent dans toutes les assises marneuses de cette division et de la suivante.

Terebratella voisine du *T. trigonella Schloth.*; très-rare dans les lumachelles de la dalle nacrée.

T. haemisphaerica Sow. Espèce très-fréquente dans les marnes à coraux de Brot; elle pourrait n'être que le jeune âge du *Rynch. quadriplicata*, ou se rapporter à l'espèce de Sowerby.

Ostrea nana Goldf. ? Particulièrement abondante dans les lumachelles à bryozoaires des dalles nacrées.

O. Knorrii Volz et Ziel. (*O. costata Sow.* ?) Cette espèce, si abondante dans le Jura suisse et français, ne se trouve que rarement dans les dalles nacrées et les marnes contiguës; elle ne descend pas dans l'oolite inférieure proprement dite.

O. crista-galli Schloth. (*O. Marshii Sow.*) Quelques rares débris de cette espèce ou bien d'une variété voisine, (*O. denticulata*). On rencontre plus fréquemment l'

O. eduliformis Schloth., l'

O. Kunkeli Goldf., qui n'en est peut-être que le jeune âge, et une autre petite espèce plissée, fréquente dans les dalles nacrées et caractérisant aussi les divisions inférieures.

Pecten lens. Sow.; très-commune avec une variété (*P. Sowerbyi*) à stries ponctuées plus excentriques.

Pecten vagans Sow.

P. subspinosus Schloth.

De plus une espèce voisine des *P. vimineus Sow.*, et *P. textorius Schl.*; une autre espèce à côtes fines, et une troisième à côtes concentriques très-prononcées, peut-être le *P. laminatus Sow.*

Plagiostoma (*Lima*) *duplicatum Sow.*, et une petite espèce très-voisine.

Pl. punctatum Sow.

Lima gibbosa Sow.

L. proboscidea Sow. (*Ostrea pectiniformis Schloth.*)

Ces espèces, en général rares, se retrouvent plus fréquemment dans les assises inférieures.

Nucula, espèce ovale aplatie.

Arca concinna Goldf.

Cucullaea, espèce trapue.

Trigonia costata Park.

Tr. clavellata Luidius? On n'en possède guère que des moules et des débris presque indéterminables.

Monotis echinata Goldf. (*Avicula echinata Sow.*) Très-abondante dans les assises submarneuses et rocailleuses moyennes des dalles nacrées. Elle se retrouve aussi, mais plus rarement dans les autres assises et divisions du Jura brun, sauf dans les marnes à Discoïdées où elle foisonne de rechef dans certaines couches.

Posidonia ornati Quenstedt. Nous rapportons à cette espèce un exemplaire très-net d'une *Posidonia* des marnes de la dalle nacrée de la Vue des Alpes.

Des débris de *Gervillia*, *Perna*, *Trichites* (*Pinnigena*), *Pinna*, qui paraissent être les mêmes que dans les assises sous-jacentes.

Modiola imbricata Münst. Cette espèce connue sous des noms divers, tels que *M. gibbosa Sow.*, *M. bipartita Sow.*, *M. cuneata Sow.*, etc., se trouve assez souvent dans les parties marneuses des dalles nacrées, moins fréquemment cependant que dans les marnes à Discoïdées.

Lithodomus. Une petite espèce; on la rencontre habituellement dans les coraux et le test des *Trichites*. Une plus grande espèce crible quelquefois les dalles de diverses divisions du Jura brun.

Cardium. Une ou deux espèces très-fréquentes, de préférence dans les marnes.

Lucina. Des moules en général de petite taille se rapportent à ce genre. Il en est de même des genres *Corbula*, *Astarte*, *Venus*, qui se retrouvent à tous les niveaux du Jura brun.

Macromya littoralis Ag.; assez commune dans les marnes des dalles nacrées; moins fréquente dans la subdivision suivante. Il en est de même du *M. brevis Ag.*

Corimya (*Thracia*) *lata Ag.* et une seconde espèce. Elles paraissent cependant être plus fréquentes dans le groupe des marnes à Discoïdées.

Cercomya (*Anatina*) *pinguis Ag.* Dans les assises marneuses des dalles nacrées; elle se retrouve fréquemment et bien conservée dans les marnes à Discoïdées.

Goniomya augulifera Sow.

G. proboscidea Ag.

Arcomya sinistra Ag.

Pleuromya Alduini Ag. (*Mya gregarea Mer.* *Panopaea decurtata d'Orb.* *Amphidesma decurtatum Phill.*); abonde dans toutes les marnes des deux divisions.

P. securiformis Ag.; plus rare.

Pholadomya buccardium Ag. (*Ph. deltoidea Morr.*

Ph. Murchisoni Sow.) forme souvent des amas dans certaines assises.

Ph. ovulum Ag.; dans les marnes des dalles nacrées très-rare.

Ph. fidicula Sow. (*Ph. Zieteni* Ag.); toujours très-rare dans les parties marneuses des dalles nacrées.
Teredo. Nous attribuons à ce genre certains corps fistuliformes, ondulés et terminés par une tête arrondie et recourbée. Cette supposition est corroborée par la présence de bois fossile dans ce terrain.

Gastéropodes.

Ces mollusques sont assez rares et disséminés surtout dans les lumachelles et marnes supérieures.

Muricida semicarinata? *Quenstedt*, ou une espèce très-voisine. Un seul exemplaire des marnes à coraux de Brot.

Pleurotomaria. Une espèce très-voisine du *Pl. ornata* Deffr. (*Pl. granulata* Sow.); mais avec une série de nœuds longeant la carène. N'est pas très rare, mais presque toujours mal conservée.

Trochus monilitectus? *Phil.* Ce *Trochus* ou une espèce analogue se rencontre assez souvent avec d'autres dans les lumachelles et marnes des dalles nacrées.
Nerinea. Plusieurs espèces indéterminées, sauf la *N. Bruckneri* *Thurm.* Une toute petite espèce caractérise les lumachelles à bryozoaires.

Chemnitzia vittata d'Orb. Assez fréquente dans les marnes supérieures des dalles nacrées. Elle se rencontre encore d'une manière sporadique dans les marnes à Discoïdées et jusque dans les marnes à *Ostrea acuminate*, si toutefois c'est la même espèce.

Natica. Des débris et moules mal conservés dans les mêmes assises.

Céphalopodes.

Les Céphalopodes, sans être aussi abondants dans nos régions que dans le Jura suisse et français voisin, sont néanmoins assez fréquents pour caractériser les faunes de nos terrains. Nous avons recueilli les suivants dans la dalle nacrée.

Ammonites Parkinsoni Sow., avec ses variétés. Ses débris sont assez communs dans les parties marneuses du terrain; rares dans les lumachelles à bryozoaires.

A. triplicatus Sow.

A. macrocephalus *Schloth* (*A. Hervei* Sow.)

A. discus *Buch* (*non* Sow.) *L'A. canaliculatus-fuscus* *Quenst.* en représente le jeune âge.

Ces trois espèces peuplent en société des myacés plus particulièrement les couches marnocompactes à la base des premières lumachelles à bryozoaires et se retrouvent ensuite dans des couches semblables des marnes à Discoïdées.

Belemnites canaliculatus *Schloth.* Espèce assez commune, mais rarement intacte. Quelques autres espèces comme le *B. latesulcatus* et une autre très-grande n'ont laissé que des fragments peu déterminables.

Annélides.

De nombreuses Serpules incrustent divers fossiles, tant dans les lumachelles à bryozoaires, que dans les couches marneuses. Nous distinguons les suivants : *Serpula quadrilatera* Sow? (*S. tetragona* Sow.)

S. flaccida *Goldf.*

S. tricarinata? *Goldf.*

S. lumbricalis *Schloth.*

Galeolaria (*Serpula*) *socialis* Lamk.? Commune à toute la série.

Terebella. Plusieurs débris paraissent se rapporter à ce genre d'Annelides.

Crustacés.

Des pinces très-fortes d'une ou de deux espèces de Paguroïdes. On n'en connaît que des débris.

Poissons.

Nous ne possédons encore qu'une seule dent de *Strophodus*.

2. MARNES A DISCOÏDÉES OU MARNES VESULIENNES.

C'est un massif remarquable de marnes et de calcaire marneux, qui, comme l'Oxfordien, donne lieu à des combes et dépressions justement recherchées à cause de leur fertilité et de leur riche végétation, résultat de la présence de sources qui accompagnent habituellement les affleurements de ce terrain. La position de ces marnes au-dessous et en contact avec la dalle nacrée fait qu'il est toujours facile de les distinguer de celles de l'Oxfordien, avec lesquelles elles ont beaucoup de ressemblance. Il peut arriver, en effet, que les deux marnes se déploient côte à côte sous la forme de deux combes également fertiles et verdoyantes, séparées par le crêt ou récif calcaire de dalle nacrée, qui est ordinairement garni de forêts et de broussailles; il en résulte alors un paysage

très-pittoresque et accidenté, comme par exemple en face du hameau de Brot-dessous, dans le Val-de-Travers.

Les marnes, dont il est question ici, se distinguent aussi par une foule de fossiles bien caractérisés et qui ne laissent aucun doute sur leur parallélisme. Bon nombre de ces espèces remontent jusque dans la dalle nacrée, entre autres l'*Ammonites Parkinsoni* ; quelques-unes cependant sont exclusivement propres aux marnes en question ; elles appartiennent en grande partie à la catégorie des fossiles vaseux, tandis que ceux de la dalle nacrée appartiennent au type des bancs à coraux. La plupart des espèces ont en effet le test mince, n'importe la classe ou l'ordre auquel ils appartiennent. Tels sont, parmi les Acéphales, les Pholadomyes et les Myacées en général, et parmi les Oursins, les Dysaster et une espèce du type des Discoïdées, le *Holactypus depressus* Des., qui a valu au groupe, de la part de M. Mérian, le nom de *marnes à Discoïdées*. Ces mêmes marnes se retrouvent aussi dans les départements français voisins, entre autres aux environs du Vesoul (Dép. de la Haute Saône), où M. Thirria les a nommées « *Marnes vésuliennes*. »

Au rebours de la dalle nacrée, ce terrain paraît être d'une constance remarquable, nous fournissant de la sorte un horizon géologique précieux pour l'étude comparative des terrains jurassiques : c'est l'équivalent de la division « *Epsilon* » du Jura brun de M. Quenstedt et des trois zones que M. Oppel a distinguées sous les noms de Zone à *Terebratula lagenalis*, Zone à *Terebratula digona* et Zone à *Ammonites Parkinsoni*. On cite comme lui correspondant en Angleterre l'argile de *Bradford*. Cependant il est hors de doute que bon nombre d'espèces qui, chez nous, paraissent être limitées aux marnes Discoïdées se retrouvent en Angleterre de préférence dans l'oolite inférieure ou ce que l'on désigne comme tel. C'est surtout le cas des Echinides les plus communs, tels que les *Holactypus depressus* Des., *Collyrites analis* Desmoul, *Pygurus depressus* Ag.

Au point de vue technique, les assises calcaires de ces marnes peuvent être employées avec avantage pour la fabrication de la chaux hydraulique, surtout lorsqu'on a soin de trier les bancs. Si elles sont moins recherchées qu'elles ne le méritent, c'est parce qu'elles ont pour concurrents les calcaires hydrauliques de l'Oxfordien qui se trouvent dans les mêmes localités et dont le caractère est plus constant,

Voici la liste des fossiles recueillis dans les marnes à Discoïdées, tant au le Val-de-Travers que dans les environs de La Chaux-de-Fonds.

Végétaux.

On observe des tiges fistuloïdes et leurs empreintes, provenant de fucoides très-communs dans toutes les marnes schisteuses, surtout dans les bancs hydrauliques à myacés.

Polypiers.

On observe par-ci par-là, surtout dans les bancs calcaires oolitiques ferrugineux, à la base et dans le haut du terrain, des coraux roulés parmi lesquels probablement le *Fungia laevis* Goldf. et le *Cyclolites decipiens* Goldf., de taille plus forte que dans les dalles nacrées.

Echinodermes.

Quelques Crinoïdes et Stellérides, probablement identiques avec ceux de la dalle nacrée, mais bien moins communs.

Les Oursins en revanche sont plus fréquents, en particulier les *Dysaster* et les *Holctypus* (autrefois *Discoïdées*). Ces derniers sont tellement nombreux, dans certaines localités des cantons voisins, qu'ils ont valu au groupe en question le nom de marnes à *Discoïdées*, que nous tenons à lui conserver, bien que cette prépondérance soit moins frappante chez nous. En général, et, au rebours de ce qui a lieu dans la dalle nacrée, ce sont les types à test mince qui dominent dans nos marnes, tandis que les *Cidarides* à test épais y sont rares. Nous y avons recueilli les espèces suivantes :

Holctypus depressus Des.

Collyrites (Dysaster) analis Desmoul.

Collyrites (Dysaster) ringens Desmoul.

Acrosalenia spinosa Ag.

Quelques débris de *Pseudodiadema*.

Bryozoaires

Les Bryozoaires sont rares et ne se trouvent guère que sur les coquilles des Térébratules ou des huîtres, entre autres une espèce de *Diastopora* sur l'*Ostrea acuminata*.

Acéphales.

Les Brachiopodes foisonnent à peu près dans toutes les marnes et roches submarneuses, et ne diffèrent pas spécifiquement de ceux que nous avons indiqués dans les dalles nacrées. Cependant il y a des variétés assez constantes, telles que le *Terebratula anserina* Mer. (variété du T, *perovalis* Sow.); d'autres perdent de leur fréquence, comme par ex. l'*Hemithyris spinosa* d'Orb.

Nous remarquons aussi le *Terebratella Theodori* Schloth. (T. *acuticosta* Ziet.), recueilli dans les couches marno-calcaires supérieures du Furcil de Noiraigue.

Les *Ostracés*, très-nombreux dans la plupart des localités, offrent les types suivants :

Ostrea acuminata Sow ; elle se distingue par sa fréquence dans presque toutes les couches de notre division, et forme même, par-ci par là, des luma-chelles. Son principal gîte cependant est dans les assises marneuses de la grande oolite sous-jacente.

On désigne alors ces assises sous le nom de « marne à *Ostrea acuminata* », sans que cette appellation indique une couche bien précise.

Ostrea Kunkeli Ziet. Espèce de taille moyenne, lisse, à valve gauche très-profonde.

O. Knorrii Volz et Ziet. (*O. costata* Sow.) Cette espèce déjà rare dans la dalle nacrée, ne se montre que très-exceptionnellement dans les marnes à *Discoïdées*. Les *Pectinés* comptent les mêmes espèces que dans les dalles nacrées ; plusieurs sont très-abondantes, tels que les *Pecten lens* Sow., *P. vagans* Sow., *Lima proboscidea* Sow., *Lima gibbosa* Sow.

Plagiostoma duplicatum Sow.

Pl. semicircularis Goldf.

Arcacés. Nous avons recueilli plusieurs espèces d'*Arca*, de *Cucullaea* et de *Trigonia* mal conservées. Les *Aviculacés* nous ont fourni des débris du *Monotis echinata* Sow., et de *M. costata* Münster., des *Avicules*, des *Pernes*, des *Trichites*, des *Gervillies*.

Les *Mytilacés* sont représentés par le *Modiola bipartita* Sow., avec ses nombreuses variétés.

Les *Cardiacés* et *Conchifères* offrent des moules de *Cardium*, d'*Astarte*, de *Corbules*, de *Venus*, en général peu déterminables.

Les *Myacés* prévalent par leur variété et surtout par leur fréquence sur la plupart des autres familles d'acéphales. Ils sont même plus nombreux que dans les marnes de la Dalle nacrée, surtout dans les bancs moyens hydrauliques, par ex. au Furcil de Noiraigue. Nous citons les espèces suivantes :

Pholadomya buccardium Ag. (*Ph. Murchisoni* Sow.) avec ses variétés. Elle forme des familles très-nom-

breuses encore en place dans les marnes et calcaires hydrauliques bleus du Furcil près Noiraigue, et à Tête-de-Rang.

Pleuromya Alduini Ag. (*Mya gregaria* Mer.) ; tout aussi commune que dans la Dalle nacrée.

Gresslya (Lyonsia) ovata Ag. et ses nombreuses variétés, assez communes dans la plupart des localités.

Goniomya proboscidea Ag.

G. angulifera Ag. ; commune dans les couches hydrauliques de Noiraigue.

Cercomya pinguis Ag. (*Anatina undulata* Sow. ?) Cette belle espèce se trouve associée aux *Goniomyes* et *Pholadomyes* de Noiraigue.

Arcomya sinistra Ag. bien plus rare dans les mêmes localités.

Ceromya plicata Ag. Nous avons recueilli dans les mêmes couches de Noiraigue deux exemplaires de cette espèce très-rare dans le reste du Jura suisse. *Ceromya tenera* Ag. (*Isocardia minima* Sow.) ne se trouve que rarement dans nos régions.

Mactromya. Nous avons recueilli quelques échantillons peu déterminables des espèces de la division précédente.

Corimya lens Ag. et *C. alta* Ag. Ne se trouvent que rarement ; elles sont plus fréquentes dans les marnes des dalles nacrées.

Gastéropodes.

Les Gastéropodes sont rares et n'offrent rien de bien

remarquable. Nous avons recueilli le moule d'un très-grand *Pleurotomaria*, le *Chemnitzia vittata* d'*Orb.* et quelques moules incomplets de *Natica*, *Euspira*, *Buccin* et *Trochus*.

Céphalopodes.

Les Céphalopodes sont nombreux et se distinguent par leur taille souvent colossale.

Ammonites wurtembergicus Oppel. C'est l'espèce la plus commune et la plus colossale (près de deux pieds de diamètre) que nous connaissions dans les marnes oolitiques du Jura neuchâtelois et du Jura suisse voisin. Elle a reçu une foule de noms, tels que *A. planulatus Sow.*, *A. Parkinsoni compressus Quenst.*, *A. triplicatus Sow.* ? ce qui l'a fait confondre avec bien des espèces d'autres niveaux géologique. Plusieurs variétés pourraient se rapporter à des espèces particulières. Nous l'avons surtout trouvée en abondance dans les couches hydrauliques de Noiraigue. A part ce type des *Ammonites planulés*, il en existe encore plusieurs du type des *Macrocephales* de taille, souvent énorme, que nous croyons appartenir à l'*Amm. Herveyi Sow.* (*A. macrocephalus* des auteurs). Les espèces communes des Dalles nacrées (*A. Parkinsoni Sow.* et l'*A. discus Sow.*) ne paraissent pas se trouver dans les calcaires hydrauliques du Furcil, du moins ne connaissons-nous pas d'exemplaire de cette provenance.

Nautilus. Une espèce gigantesque dont nous avons rencontré souvent les débris au Furcil de Noiraigue, pourrait bien se rapporter aux *N. subtruncatus Morr. et Lyc.* et *N. dispansus Morr. et Lyc.*

Belemnites. Il existe à la base de notre terrain des débris assez nombreux, surtout dans les couches marno-oolitiques qui semblent indiquer les mêmes espèces que dans les couches marneuses des Dalles nacrées ; cependant le *B. latesulcatus Schloth.* ne s'y montre plus ; en revanche le *B. giganteus Schloth.* paraît remonter dans les couches inférieures des marnes vésuliennes.

Annélides.

Les Annélides ne sont pas rares dans cette division ; ils l'emportent même en nombre et en variété sur ceux de la dalle nacrée et de ses marnes. A part les espèces déjà citées dans celles-ci, nous avons à mentionner le *Serpula limax Goldf.*, qui serpente sur les grands Céphalopodes et le *Serpula tetragona Sow.* dans les couches à *Echmides* et à *Belemnites* gigantesques.

Crustacés.

Nous n'en connaissons encore que des débris incomplets, sauf une fort belle *Glyphæa*, provenant d'une intercalation marneuse à *Pholadomyes*, dans la carrière des dalles de la grande oolite, au-dessus du puits n° 5, dans la combe aux Auges.

3. GRANDE OOLITE OU OOLITE BATHONIENNE.

Les marnes à *Discoïdées* reposent sur un puissant massif de calcaire qui varie cependant de structure et d'aspect suivant les localités. Dans le Jura neuchâtelois, ce massif se divise en deux groupes assez distincts, savoir : dans le haut, une série de bancs d'un calcaire schistoïde, rocailleux, de couleur ochracée, avec grandes taches bleues, alternant avec de petits lits de marne jaune. Ce calcaire se divise quelquefois aussi facilement que la dalle nacrée, quoiqu'il soit d'un grain beaucoup plus fin ; il renferme en partie les mêmes fossiles que les marnes à *Discoïdées*, entre autres l'*Holætypus depressus* associé à d'autres espèces qui paraissent lui être propres, et parmi lesquels nous distinguons une espèce de *Clypeus* voisine du *Clyp. Patella*, si même elle n'en est une variété, le *Clypeus Osterwaldi Des.* L'épaisseur de ces calcaires ochracés, prise isolément est de 6 à 8 mètres.

De ce calcaire ochracé on passe plus ou moins brusquement à un massif plus compacte et plus épais, d'un calcaire oolitique en général blanc, quelquefois même d'une blancheur éclatante, de manière à rivaliser avec les oolites astartiennes et coralliennes.

Ce massif, qui ne mesure pas moins de 50 mètres, forme d'ordinaire les crêts et voutes oolitiques, non-seulement dans le Jura neuchâtelois, mais aussi dans les contrées voisines des cantons de Berne, Soleure, Vaud et du Jura français. Ses fossiles sont rarement bien conservés, et ce n'est qu'avec la plus grande peine qu'on parvient à réunir une collection de quelques espèces déterminables. Nous y avons reconnu en partie les mêmes espèces que dans les calcaires ochracés, ce qui nous a engagé à ranger les deux massifs sous un même chef dans notre coupe du Tunnel des Loges.

Depuis lors nous nous sommes demandé, s'il ne conviendrait pas de séparer ces deux massifs, comme le porte le tableau des formations, page 17, de manière à envisager le massif supérieur comme une dépendance du Bradfordien, en le parallélisant avec le *calcaire roux sableux* du Jura bernois et soleurois. Ce serait dans ce cas l'équivalent de la division « *Delta* » du Jura brun de *Quenstedt* et de la zone à *Ammonites Humphriesianus* de M. Oppel.

Si la distinction que nous proposons ici est fondée, le massif oolitique blanc devra être envisagé chez nous comme représentant, de concert avec les marnes à *Homomyes*, la Grande Oolite proprement dite (Bathonien d'Orbigny). Malheureusement les fossiles n'y sont pas assez caractéristiques pour mettre dès à présent cette question hors de doute. C'est donc essentiellement aux caractères pétrographiques et stratigraphiques que nous nous en rapportons pour le parallélisme en question.

Au point de vue technique, les deux massifs présentent des différences notables. Quoique formés l'un et l'autre de calcaire, ils seront appréciés très-différemment par les ingénieurs. Le massif supérieur est trop divisé pour pouvoir rester à nu dans un souterrain. Le calcaire oolitique au contraire est formé de bancs assez puissants pour pouvoir se passer de revêtement, lorsque les assises n'ont pas trop souffert par le soulèvement.

Nous ajoutons ici la liste des quelques fossiles que nous avons recueillis dans nos montagnes : ils proviennent essentiellement du groupe supérieur, l'inférieur ou le calcaire oolitique ne fournissant que des débris pour la plupart indéterminables.

Echinodermes.

Clypeus Osterwaldi Des. ou variété du Clypeus Patella.
Echinus indéterminé, débris fréquents.

Acéphales.

Les mêmes Brachyopodes que dans les marnes à Discoidées, très-nombreux dans la partie supérieure du terrain, plus rares dans la partie inférieure.
Parmi les Lamellibranches, nous retrouvons les espèces des marnes à Discoidées. Les suivantes y sont les plus nombreuses :

Ostrea cristagalli Schloth.
Lima proboscidea Sow.
L. gibbosa Sow.
Monotis costata Sow.
Modiola bipartita Sow.
Pholadomya buccardium Ag.
Pleuromya Alduini Ag.
Ceromya plicata Ag.

La plupart de ces fossiles se rencontrent dans les couches ferrugineuses supérieures avec le Clypeus et dans quelques intercalations marneuses.

Céphalopodes.

Plusieurs des Ammonites des marnes précédentes, surtout du type des Planulés.
Beleninites giganteus Schloth. Cette espèce paraît avoir son principal gîte dans les couches à Clypeus.

4. MARNES À HOMOMYES.

Quoique peu puissante, cette couche est d'une grande ressource pour la géologie locale, par sa structure non moins que par sa position entre deux grands massifs de calcaire, la grande oolite dans le haut et l'oolite subcompacte (Lédonien) dans le bas. Il peut arriver que ces deux calcaires se ressemblent beaucoup, en sorte qu'il est quelquefois difficile, d'après la simple structure et en l'absence de fossiles caractéristiques, de dire si l'on se trouve dans le domaine du Bathonien ou dans celui du Lédonien. Dans ce cas, le moyen le plus facile et le plus sûr de s'orienter, c'est d'aller à la recherche de cette couche de marne ou de calcaire marneux jaune, que nous désignons ici sous le nom de *marne à Homomyes*, d'après un de ses fossiles les plus abondants, le *Homomya (Lutraria) gibbosa* Sow. Sans être très-marneuse, cette couche est cependant toujours friable, en sorte qu'elle donne lieu à de petites combes ou érosions, que l'on peut distinguer à distance, quand on est familier avec l'orographie du pays. Par cette même raison, l'on ne doit pas s'attendre à voir cette couche affleurer beaucoup à la surface ; elle est fréquemment recouverte par des éboulements ou bien garnie de champs, de prés et de pâturages. L'une des localités, où elle est le plus accessible, se trouve sur le tracé du tunnel des Loges, sur le revers nord de la voute oolitique du Montperreux, tout près du puits N° 5.

Il est difficile d'évaluer exactement l'épaisseur de ces marnes à Homomyes, attendu qu'elles sont fortement comprimées, comme c'est ordinairement le cas des bancs de marne intercalés entre de puissants massifs de roches compactes ; elles atteignent probablement de 5 à 6 mètres.

Les géologues ne sont pas d'accord sur la position de cette couche qui, à ce qu'il paraît, ne se retrouve pas avec les mêmes caractères dans les autres districts du Jura. L'ensemble de ses fossiles nous porte cependant à la ranger de préférence dans l'étage bathonien. Le fossile caractéristique, l'*Homomya gibbosa* Ag., n'a pas encore, que nous sachions, été trouvé dans le Lédonien ni le Bajocien, tandis qu'il caractérise en Angleterre l'oolite de Bath, et remonte chez nous jusque dans les marnes à Discoïdées. Parmi les autres fossiles de ce groupe, il en est aussi quelques-uns, entre autres l'*Ostrea acuminata* Sow., qui caractérisent plus particulièrement les groupes supérieurs du Jura brun.

Voici la liste des fossiles que nous avons recueillis dans les marnes à Homomyes :

Polypiers.
Quelques rares espèces incrustantes.
Echinodermes.
Débris imparfaits de Clypeus, Dysaster, Holecypus.
Bryozoaires.
Quelques espèces bien plus rares que dans les groupes supérieurs.
Acéphales.
Terebratula intermedia Sow. ; fréquent.
T. anserina Merian. ; assez rare.
Rynchonella concinna Sow. ; abondante.
Ostrea acuminata Sow. ; commune, surtout la variété voisine de l'*O. sandalina* Sow.
Monotis. Une espèce souvent très-fréquente et formant lumachelles.
Diverses espèces de Pecten, Lima, Arca, Modiola, As-

tarte, Venus, Corbula, en partie identiques avec celles des groupes supérieurs, mais en général bien plus rares.
Pholadomya buccardium Ag. (Ph. Murchisoni Sow.) ; fréquente.
Homomya gibbosa Sow. ; parfois très-fréquente ; elle peuple souvent à elle seule des couches entières, tandis qu'elle manque sur d'autres points.
Pleuromya et *Gresslya*. Les espèces des groupes supérieurs se rencontrent encore disséminées dans toute l'épaisseur des marnes à Homomyes.
Gastéropodes et Céphalopodes
Les uns et les autres sont très-rares, ce qui est d'autant plus remarquable, qu'ils sont fréquents dans les marnes des groupes sus-jacents.
Crustacés, Poissons et Reptiles.
Quelques rares débris.

5. OOLITE SUBCOMPACTE OU CALCAIRE A ENTROQUES (LÉDONIEN).

Ce groupe atteint une puissance considérable (environ 40 mètres) dans notre Jura. Quoique d'aspect et de composition assez variable, il n'en présente pas moins un tout complet, grâce à la manière insensible dont s'opèrent les passages. Ce sont dans le haut des calcaires bruns à grain fin, quelquefois oolitiques et lumachelliques, passant vers le bas à des calcaires très-spathiques, par l'effet de la cristallisation et de la quantité de débris de tiges de crinoïdes qu'ils renferment. On les reconnaît de loin à leurs larges taches bleues. Les couches atteignent leur maximum de puissance et de compacité dans la partie supérieure ; mais vers le milieu elles s'amincissent, affectant

la forme de dalles très-régulières, séparées par des lits de schistes marneux. Ces lits, d'abord très-minces, vont en augmentant d'épaisseur vers le bas, et finissent par l'emporter sur les calcaires, qui, de leur côté, perdent de leur consistance, jusqu'à ne plus former que des couches onduleuses, composées d'une agglomération de rognons et de nodules, qui renferment les coraux caractéristiques et si abondants de cet étage.

Les opinions des géologues suisses et étrangers sont très-partagées sur le rang qu'il convient d'assigner à ce groupe. Avant qu'il n'eût un nom particulier, il avait déjà été caractérisé par M. P. Merian comme variété particulière de l'oolite inférieure dans le canton de Bâle. D'autres avaient essayé de le paralléliser soit avec le Dogger des Anglais, soit avec le calcaire à Entroques de la Bourgogne. Thurmann, de son côté, le désigna sous le nom de « *Calcaire compacte et subcompacte* » qu'il porte aujourd'hui. Plus tard M. Marcou en fit un groupe à part, sous le nom de « *Calcaire lédonien* », qu'il distingua du Calcaire à polypiers, qui, d'après lui, est censé manquer dans le Jura suisse, tandis qu'il est très-développé dans les départements français du Jura, du Doubs et de la Haute-Saône.

Nous aurons peut-être occasion de revenir une autre fois sur le parallélisme de ce terrain et ses rapports avec les groupes adjacents. Chez nous cependant la difficulté est moins grande qu'ailleurs, où les marnes à Homomyes manquent. La roche elle-même a un faciès distinct, résultant de l'alternance des marnes et calcaires que nous venons de mentionner, et lorsque ce caractère s'efface ou disparaît, il est toujours facile de s'orienter en recourant à l'horizon des marnes à Homomyes. En effet, nous avons vu plus haut de quelle importance cette zone est pour l'étude des terrains jurassiques inférieurs, en nous fournissant un point de repère précis au milieu des grands massifs calcaires. Nous avons vu aussi que par leurs fossiles, les marnes à Homomyes se rattachent étroitement à la grande oolite. Par contre leur liaison avec le calcaire subcompacte ou Lédonien est bien moins intime. Les fossiles du Lédonien, quoique très-mal conservés et d'une détermination en général difficile, paraissent se rattacher plutôt à ceux de l'oolite ferrugineuse et du marlysandstone qu'à ceux des marnes à Homomyes. Ce sont jusqu'à présent des Polypiers qui forment des bancs entiers dans les assises inférieures, des Crinoïdes triturés formant les lumachelles du calcaire à Entroques, enfin quelques Térébratules et Huitres de grande taille rappe-

lant l'*Ostrea eduliformis*, une variété du *Lima proboscidea*, de grands Plagiostomes, des Nautilus et des Ammonites gigantesques.

Au point de vue technique, le calcaire subcompacte offre dans ses dalles régulières des matériaux de construction d'une extraction facile et économique, à l'instar de la dalle nacrée. Les travaux souterrains, en revanche, s'y trouvent dans des conditions défavorables par suite de l'alternance des calcaires et des marnes.

6. MARLYSANDSTONE ET OOLITE FERRUGINEUSE (BAJOCIEN).

Le caractère général de ce groupe est d'être essentiellement marneux, tout en revêtant des formes et des aspects divers. Sous ce rapport, il forme un contraste assez frappant avec les groupes que nous venons de passer en revue et dont le caractère est d'être essentiellement calcaire. C'est donc, sous le rapport pétrographique, comme au point de vue technique, un nouvel ordre de choses qui commence, bien qu'indiqué et préparé à certains égards par la partie inférieure du calcaire subcompacte ou lédonien.

Ce qui distingue les marnes de notre groupe, c'est d'être toujours plus ou moins sableuses et de renfermer une quantité assez notable de paillettes de mica argentées, qui en font ressortir le caractère arénacé. A raison de cette structure, on ne doit pas s'attendre à trouver le marlysandstone bien accessible. Il ne se montre en effet à jour que sur un seul point du canton, dans la *Combe aux Auges*, derrière la Vue des Alpes, au fond du cirque oolitique du Montperreux. Le puits N° 5 se trouve placé dans son affleurement. On comprend, d'après cette position, qu'il soit assez difficile d'apprécier la puissance d'un terrain placé dans des circonstances pareilles. Nous croyons cependant, d'après ce que nous avons pu observer, d'accord avec les données que nous avons pu recueillir ailleurs, que l'épaisseur totale du groupe en question n'est pas sensiblement inférieure à celle du groupe précédent. Nous l'évaluons à trente mètres environ, en faisant abstraction des compressions que ce groupe marneux peut avoir subi par l'effet du soulèvement.

Passant maintenant aux détails, nous trouvons que le marlysanstone n'est rien moins qu'homogène. Ce sont tantôt des marnes argileuses presque pures, onctueuses, luisantes, d'une couleur en général sombre, tantôt des grès marneux, ordinairement

à teintes sombres d'un bleu-noir, passant au gris-jaune et au roux. D'autrefois ce sont des calcaires marneux ou schisteux, à peu près de même couleur, en général plus ou moins arénacés. Il arrive aussi que les schistes affectent une forme oolitique. Dans ce cas, le mica est ordinairement remplacé par des paillettes spathiques avec accompagnement d'oolites ferrugineuses, brunes-rougeâtres, auxquelles se mêlent aussi des fossiles assez nombreux. Enfin, les schistes empâtent aussi quelquefois des rognons assez volumineux et même de véritables blocs qui se font remarquer par leur dureté et par leur tenacité.

Ces différentes formes alternent ou se remplacent plus ou moins dans toute la série, et cette alternance constitue le trait dominant de la structure en grand. Cependant toutes les variétés ne sont pas également distribuées dans la masse entière. En général, ce sont les marnes et les oolites ferrugineuses qui prédominent dans le haut ; les grès marneux caractérisent de préférence le milieu du massif, tandis que la partie inférieure est de nouveau composée de marnes avec oolites et rognons ferrugineux. Ces derniers cependant sont les moins constants et sont souvent remplacés par des marnes pures.

Il y a longtemps que ce groupe a attiré l'attention des géologues par les mines de fer qu'il renferme dans beaucoup de localités du Jura, ce qui lui a valu de préférence le nom d'*Oolite ferrugineuse* (Eisenroggenstein des Allemands et Suisses). A l'heure qu'il est, on l'exploite encore sur plusieurs points de la France et de l'Allemagne, et comme castine dans le Jura bernois. Cette fréquence du fer est un caractère général, et c'est en quelque sorte exceptionnellement que le fer se trouve en si petite quantité dans nos régions. En revanche, les marnes et les grès y sont développés en excès, et c'est cette circonstance qui imprime au marlysandstone de notre canton et de celui de Soleure son cachet particulier. Ce n'est donc point à tort que nos devanciers ont préféré l'appellation anglaise de *Marlysandstone* (grès marneux), à celle d'*Oolite ferrugineuse*. C'est assez dire que les deux groupes se remplacent et se confondent.

Des caractères que nous venons d'énumérer on peut inférer quel doit être l'aspect et la nature du terrain, là où ces roches prédominent. La facilité avec laquelle toutes les variétés de ces roches se délitent et se décomposent, en feront nécessairement un sol fertile qui ne le cédera guère au terrain liasique. De plus, les marnes y retiendront, comme partout, les eaux pluviales, Tel est, en effet, le caractère de toutes les combes

du marlysandstone ; caractère qui se reproduit également sur une petite échelle dans la Combe aux Auges. C'est là, en effet, que viennent sourdre deux des principales sources de la Suze.

Les fossiles, sans être absolument rares, sont néanmoins loin de présenter la variété et la fréquence qui les distinguent dans les facies plus oolitiques et plus ferrugineux des contrées voisines. Les plus frappants sont des *Fucoides* charbonneux et quelques *Peignes* très-abondants.

Au point de vue technique, le marlysandstone n'est point dépourvu de ressources. Les bancs de calcaire marneux, qui sont souvent assez siliceux, pourraient probablement fournir de la bonne chaux hydraulique, et il est possible qu'en utilisant les rognons des bancs moyens et inférieurs, on en tirât un excellent ciment.

En revanche, la nature friable de la roche, d'accord avec sa position inclinée, exigent non-seulement un revêtement solide pour réagir contre la pression des marnes ; on est obligé en outre d'user de précaution dans les travaux de percement, surtout là où des filets d'eau suintent tout au travers des marnes. Espérons, d'un autre côté, que ces eaux accidentelles pourront être recueillies et contribueront ainsi à augmenter le contingent des diverses sources déjà existantes ou à découvrir dans le parcours du tunnel.

Voici la liste des fossiles recueillis par nous à la Combe aux Auges.

Plantes.

Nous n'avons observé que des empreintes très-mutilées et effacées de quelques *Fucoides* que l'on reconnaît à leur aspect charbonneux.

Acéphales.

Les oolites ferrugineuses riches en fossiles, qui accompagnent sur bien des points du Jura balois, soleurois et bernois le marlysandstone, ne se sont pas développées chez nous ; cela explique la rareté des fossiles de cette étage dans notre canton. Cependant nous avons remarqué des débris mutilés de plusieurs espèces de Brachiopodes, entre autres des *Térébratules* et des *Rynchonelles*. En fait d'Acéphales proprement dits, voici ceux que l'on observe :

Hemithyris aculeata Nobis. Nous distinguons cette espèce de l'*H. spinosa* des dalles nacrées et des marnes vésuliennes à ses côtes plus saillantes, tranchantes, à épines plus rares, mais plus fortes.

Ostrea calceola ? Ziet.
Pecten personatus Ziet.
Pect. disciformis Schübl. } Ces espèces fourmillent dans les schistes arénacés, gris jaunâtres du marly-sandstone, et ne manquent non plus dans les lumachelles oolitiques subferrugineuses.

Pecten, une espèce à côtes apres très-fines.
Des débris trop mutilés et des empreintes presque effacées d'*Arcacés*, *Mytilacés*, *Aviculacés*, *Myacés* se rencontrent assez fréquemment. Nous n'avons guère reconnu que le *Monotis echinata Sow.* qui se trouve avec le *Pecten personatus*, mais plus fréquemment dans les calcaires schisteux suboolitiques.

Gastéropodes et Céphalopodes.

Se bornent à quelques débris incomplets de grands *Ammonites* et *Nautilus* et de *Belemnites* assez nombreux.

7. MARNES A AMMONITES OPALINUS.

Au rebours du Marlysandstone, ce groupe se distingue par une homogénéité remarquable. Toute la masse, dont l'épaisseur est cependant considérable (pas moins de 60 mètres au Hauenstein), est composée d'une marne noire ou bleue, schisteuse et en général micacée, se cassant par morceaux inégaux, polyédriques et souvent rhomboïdeaux. La stratification est en général distincte, souvent en lits minces, d'apparence feuilletée. De loin en loin on y rencontre des zones de rognons qui paraissent se multiplier dans le haut et qui souvent renferment des veines de strontiane. Il s'y trouve aussi quelques bancs arénacés qui rappellent plus ou moins les grès du marlysandstone et dans lesquels se développent surtout les pyrites. Enfin l'on rencontre assez fréquemment des lits de marne pâteuse, alternant avec des bancs plus compactes et plus schisteux. Certaines couches renferment un assez grand nombre de fossiles qui se distinguent par leur belle conservation. Le test des coquilles est souvent remplacé par une couche ou pellicule pyriteuse, d'un éclat doré, qui les fait rechercher par les collecteurs; c'est surtout le cas des Ammonites; d'autres ont le test à l'état spathique, comme les Belemnites, les Gastéropodes et les Arcacés.

Au point de vue paléontologique, la faune des marnes à Ammonites opalinus a plus d'analogie avec celle de l'oolite ferrugineuse qu'avec celle du Lias proprement dit. On y rencontre plusieurs espèces du marlysandstone, entre autres le *Pecten personatus*. C'est pour avoir négligé l'étude comparative des espèces et pour s'en être tenu trop exclusivement aux caractères purement pétrographiques, que la plupart des géologues ont rapporté ce terrain à la formation liasique dont il a en effet l'aspect et les allures, sans compter que souvent le passage d'un groupe à l'autre se fait d'une manière insensible. Il est vrai que souvent cette difficulté est atténuée par la présence d'un massif de calcaire oolitique ferrugineux qui vient s'interposer entre les marnes à Ammonites opalinus et les marnes à sphériles du Lias supérieur. Le massif qu'on désigne sous le nom de « Calcaire à Ammonites Murchisonæ », du nom du fossile qui y domine, existe dans une foule de localités des cantons de Bâle et de Soleure, notamment au Hauenstein. Cette circonstance nous a engagé à l'inscrire également dans la coupe théorique des terrains du Jura neuchâtelois. Or, ce massif se rattache par

tous ses caractères paléontologiques aux marnes à *Ammonites opalinus*, malgré les différences de composition et de structure de la roche. Sa présence entre deux massifs de marne serait par conséquent un jalon précieux pour la délimitation des formations ; car c'est à sa base que finit pour nous l'oolite inférieure ou le Jura brun et que commence le Lias ou le Jura noir des Allemands. Par la même raison, on doit se trouver embarrassé du moment que ce groupe vient à manquer. Il n'y a alors que les fossiles qui puissent servir de guide, et lorsque par hasard il font défaut, la délimitation ne peut être que très-approximative.

Le calcaire à *Ammonites Murchisonæ* n'est cependant pas le seul massif qui sépare l'oolite du Lias. Il existe en Allemagne et en France plusieurs couches étroitement liées au calcaires à *Ammonites Murchisonæ* et qui manquent complètement dans le Jura suisse ; entre autres la couche à *Trigonia navis* Lamk. De même la couche à *Ammonites torulosus* Schübl. n'a été citée jusqu'ici que dans quelques localités de la Suisse, tandis qu'elle joue un rôle considérable dans le Wurtemberg, où M. Quenstedt la place à la base de son Jura brun. A plus forte raison ne doit-on pas compter sur ces massifs dans les montagnes du Jura neuchâtelois. L'on doit au contraire s'attendre, comme au Hauenstein, à trouver la marne à sphériles directement en contact avec les marnes à *Ammonites opalinus*. Il y a par conséquent ici une lacune considérable dans la série des terrains.

Nous n'avons pas à considérer les marnes à *Ammonites opalinus* sous le rapport agricole, attendu qu'elles n'affleurent, à notre connaissance, que sur un seul point du canton, dans un petit entrebaillement du marlysandstone, dans le prolongement de la Combe aux Auges, au pied du Montperreux. Il est évident que si cette roche se déployait sur de plus grandes surfaces, cela ne pourrait être qu'au plus grand avantage du sol ; car il est reconnu, que sous le rapport de la fertilité, les marnes à *Ammonites opalinus* ne le cèdent en rien aux marnes bitumineuses du Lias. Le tunnel des Loges aura à traverser ces mêmes marnes sur une étendue considérable de chaque côté du noyau liasique. Leur nature schisteuse, friable et très-sujette à la décomposition, rendra le revêtement du tunnel indispensable sur toute leur étendue.

Si les marnes à *Ammonites opalinus* ne déploient pas leur fertilité à la surface du sol, elles n'en sont pas pour cela dénuées de ressources pour l'agriculteur, non plus que pour l'industriel. Au premier elles pourraient fournir un excellent engrais, parti-

culièrement pour les terres calcaires maigres, comme sont tous les champs situés sur le calcaire jurassique supérieur. A l'industriel elles offriraient au besoin d'excellent matériaux pour la fabrication des ciments hydrauliques, particulièrement dans ses rognons ou sphérîtes qui renferment de beaux cristaux de célestine (variété bleue et rose de la strontiane.) Les marnes elles-mêmes, souvent très-argileuses, pourraient sans doute servir à la fabrication de tuiles et de poterie commune.

4. Terrain liasique ou Jura noir.

Si nous n'avions à examiner que les terrains qui se montrent à la surface, nous devrions arrêter ici notre travail; car le terrain liasique tout entier, du moment qu'on en élimine les marnes à Ammonites opalinus, est étranger à notre sol. Ses affleurements les plus proches sont mêmes encore à quelques distance de nos frontières, dans les combes de Goumois, Froidevaux, Cornol, Delémont, et aux Roches de Moutier dans le Jura bernois, enfin à Granges (Brüggleinberg) et à Günsberg, près de Soleure. Mais pour n'être pas visible à la surface, ce terrain n'en existe pas moins dans les entrailles de nos montagnes. Nous avons même la certitude qu'il s'y déploie largement, de manière à former une bonne partie du noyau de nos chaînes.

En traitant de la structure de ce terrain, nous n'aurons, par conséquent, pour nous guider que l'analogie des autres localités, sans jamais pouvoir en appeler à l'autopsie locale. Si malgré cela, nous nous sommes hasardés à figurer en détail dans nos coupes (avant qu'un coup de pioche n'eût été donné), les différents groupes de terrain liasique que le tunnel des Loges doit traverser dans son parcours, ce n'est point pour faire parade d'une vaine sagacité, mais uniquement parce que nous avons foi dans les lois de distribution et de succession des roches, telles que la géologie moderne les a exposées. Il est inutile d'ajouter que nous sommes ici exposés à plus d'erreurs que lorsqu'il s'agit de terrains en vue; car la diversité dans les détails n'est pas moins une loi de la nature que la constance dans le plan général. Nous comptons donc d'avance sur l'indulgence des juges compétents.

Le terrain liasique a de bonne heure attiré l'attention des géologues, comme l'un des plus remarquables et des plus intéressants de toute la série secondaire. L'on ne

saurait contester qu'il ne mérite à bien des égards cette faveur, tant au point de vue agricole, par les conditions de fertilité qu'il emporte, qu'au point de vue géologique, par la variété et la beauté des restes organiques qu'il recèle. Enfin, pour les habitants du Jura, il a le mérite spécial de contribuer à l'attrait du paysage par la fraîcheur et la beauté des sites qu'il occasionne, toutes les fois qu'il vient affleurer dans les combes et les cluses des cantons voisins.

C'est une règle générale que le Lias diminue de puissance tout en se simplifiant à mesure qu'on le poursuit d'Allemagne en Suisse. Plusieurs des groupes, qui sont très-caractéristiques dans le Wurtemberg, disparaissent peu à peu dans la Suisse orientale, entre autres le groupe à *Ammonites amaltheus* ou *A. margaritatus*. On peut faire la même remarque en venant des lisières liasiques des départements français du Doubs et du Jura. Mais, pour être moins varié qu'ailleurs, le noyau jurassique de nos montagnes ne sera cependant rien moins qu'uniforme. On peut s'attendre à y trouver au moins quatre groupes distincts, dont la puissance collective, en tenant compte des compressions résultant du resserrement des strates par l'effet du soulèvement, ne doit pas être bien inférieur à 100 mètres. Or, comme l'inclinaison des couches oscille entre 30° et 50° sur les deux versants, il s'ensuit que le tunnel des Loges se trouvera engagé dans le terrain liasique sur un parcours d'au moins 140 à 160 mètres, depuis le puits n° 5, vers le puits n° 4 du grand tunnel des Loges.

Quand on ne considère que la structure et l'aspect extérieur des roches liasiques, on est naturellement conduit à les diviser en deux groupes, dont l'un, l'inférieur est en partie calcaire, tandis que le supérieur est exclusivement marneux. Cependant ces différences pétrographiques ne peuvent servir de base à une classification scientifique, par la raison que rien n'est plus inconstant que les caractères tirés de la structure des roches. Dans le cas particulier, le massif calcaire représente bien en effet un groupe à part, correspondant, comme nous le verrons plus tard, à l'étage *Sinemurien* de M. d'Orbigny. Mais les massifs marneux qui le recouvrent ne sont pas pour cela homogènes. Nous y retrouverons au contraire les représentants de plusieurs groupes ou étages qui, pour être homogènes d'aspect et de structure, n'en représentent pas moins des phases distinctes de l'histoire du globe.

Voici quelle devra être, d'après l'analogie des affleurements liasiques dans les

cantons voisins, la série des étages que l'on peut s'attendre à rencontrer dans le tunnel des Loges :

1. Un premier massif marneux, les « *marnes à sphériles* » correspondant au lias supérieur, *Etage toarcien* de M. d'Orbigny.
2. Un second massif marneux représentant les schistes à Posidonies ou le groupe du lias moyen, l'*Etage liasien* de M. d'Orbigny, le *groupe de Pliensbach* de M. Oppel.
3. Un massif essentiellement calcaire le « calcaire à Gryphées », représentant le Lias inférieur ou l'*étage Sinémurien* de M. d'Orbigny.

Le contraste qui existe entre les roches calcaires du groupe inférieur et les roches marneuses du groupe supérieur n'empêche pas qu'indépendamment d'une certaine diversité inhérente aux étages, la formation liasique toute entière ne soit empreinte d'un cachet particulier, qui est exprimé dans l'ensemble de sa faune et dont on retrouve des traces dans chacun des étages, tandis qu'il disparaît dans la formation sous-jacente de l'époque triasique. Ainsi les genres et les familles ont un air de parenté qu'on ne saurait méconnaître ; témoins les Oursins, les Crinoïdes, les Gryphées, plusieurs types d'Ammonites, les Reptiles et les Poissons, sans compter que plusieurs espèces passent d'un groupe à l'autre.

Nous n'avons pas à rechercher ici quel était l'aspect du globe à cette époque. L'on ne saurait méconnaître cependant que le développement considérable en étendue et en puissance de ces dépôts marneux ne suppose des conditions de tranquillité des eaux pendant des périodes d'une durée immense, telles qu'elles ne se sont plus reproduites dans les mêmes proportions depuis lors. Aucune des formations marneuses subséquentes n'est aussi répandue que le lias.

MARNES A SPHÉRITES.

Nous appelons de ce nom, avec les géologues du Jura suisse, le massif supérieur du groupe liasique proprement dit, tel que nous l'avons appris à connaître dans les cantons voisins de Bâle et de Soleure, ainsi que dans le Jura bernois. Ce massif, qui atteint jusqu'à 20 mètres d'épaisseur, se compose de marnes bleues ou noires, comme sont en général les marnes liasiques, mais qui, sous l'influence des agents atmosphé-

riques, perdent facilement cette teinte sombre et deviennent cendrées. Elles sont en outre plus ou moins sableuses, et souvent micacées, surtout dans la partie supérieure. On y distingue aussi des rangées irrégulières de rognons marno-calcaires et subsiliceux à géodes et veines de strontiane rose et bleue, auxquels s'associent des cristaux de quartz hyalin. Ces sphériles sont assez nombreux et assez constants pour qu'on ait cru pouvoir les invoquer comme un caractère distinctif du massif. La stratification est en général aussi distincte qu'elle peut l'être dans les marnes liasiques, formant des couches d'un décimètre à un mètre d'épaisseur. Cette stratification s'efface aisément lorsque les couches sont exposées à l'air. Il en résulte alors une masse pâteuse dans laquelle on reconnaît des sphériles épars et des lamelles gréseuses qui blanchissent comme celles du marlysandstone.

Les fossiles sont en général rares dans ce groupe. Quelques débris d'*Ammonites radians*, de Bélemnites et des moules de quelques Myacés, accompagnés de traces de Fucoïdes sont tout ce que les marnes à sphériles du Hauenstein nous ont fourni. On ne doit dès lors pas s'attendre à une ample récolte de fossiles dans le tunnel des Loges.

Au point de vue technologique, ces marnes participent de tous les caractères généraux des marnes à *Ammonites opalinus*. Comme ces dernières, elles exigeront un revêtement solide pour protéger le tunnel contre les effets de la désagrégation. Les sphériles pourraient fournir d'excellents matériaux pour la fabrication du ciment.

Quant à la limite de ce massif, nous avons vu plus haut que sa détermination est très-facile, du moment que l'on peut supposer la présence du calcaire à *Ammonites Murchisonæ* tel qu'il se trouve au Hauenstein. Dans ce cas, il n'y a qu'à ranger dans le lias tout ce qui se trouve au-dessous de ce calcaire, et la séparation des deux groupes du Jura brun et du Jura noir se trouve incontestablement fixée. En revanche, si cette zone à *Ammonites Murchisonæ* devait faire défaut, comme cela arrive dans bien des localités de la Suisse, de la France et de l'Allemagne, on éprouverait probablement quelque difficulté à fixer le point où les marnes à *Ammonites opalinus* finissent et où les marnes à sphériles commencent, à moins que le calcaire ci-dessus ne soit représenté par des couches d'un caractère particulier, soit sous le rapport pétrographique, soit sous le rapport paléontologique. De toute manière, on ne devra envisager que comme un postulat douteux et susceptible de modification, le calcaire à *Ammonites Murchisonæ*, qui se trouve inscrit dans notre coupe du tunnel des Loges.

SCHISTES A POSIDONIES OU LIAS MOYEN (LIASIEN D'ORBIGNY).

Nous avons déjà eu l'occasion de rappeler que la diversité si remarquable et si intéressante des nombreuses assises qui composent la formation liasique en Allemagne et qui a permis de la subdiviser en un nombre considérable de zones, toutes plus ou moins bien caractérisées, tend à s'effacer insensiblement à mesure que l'on s'avance à l'ouest. Déjà le Lias des cantons de Bâle et d'Argovie est moins bien partagé sous ce rapport que le Wurtemberg. Quand on approche du Jura bernois et soleurois, l'uniformité va croissant, et une partie des subdivisions, que nul ne songerait à contester en Allemagne, n'ont plus ici aucune raison d'être. A plus forte raison, ne doit-on pas s'attendre à les retrouver dans les entrailles de nos montagnes, dont l'uniformité est en général bien plus grande. Ces prémisses posées, nous ne pouvons mieux faire que d'en appeler à la structure du Lias telle qu'elle se présente dans le tunnel du Hauenstein. Or voici quelle est la succession des couches que l'on y observe.

Aux marnes à sphériles, que nous envisageons comme le véritable Lias supérieur, succède un autre massif plus puissant encore, puisqu'il atteint jusqu'à 40 mètres d'épaisseur, et qui est aussi presque exclusivement composé de marnes. Quoiqu'il ne soit pas toujours facile d'indiquer la limite précise où finissent les marnes à sphériles et où commencent les schistes à Posidonies, cependant chacun des deux groupes a un faciès général qui lui est propre et qu'avec un œil quelque peu exercé on finit par reconnaître sans trop de difficulté. Ainsi la stratification est en général plus distincte dans les marnes et les schistes à Posidonies que dans les marnes à sphériles; les sphériles, en revanche, y sont moins développés et en général moins nombreux, sans cependant manquer entièrement; de plus, l'homogénéité des bancs est moins grande; certains lits acquièrent même une consistance rocheuse qui protège le massif tout entier, et l'empêche de se désagréger aussi facilement que les marnes à sphériles sous l'action des agents atmosphériques. Cette différence se traduit, même à la surface, dans les accidents du sol. De là vient entr'autres que, tandis que les marnes à sphériles correspondent à des dépressions avec fondrières au milieu de la combe liasique générale, les affleurements des schistes à Posidonies forment çà et là de petits reliefs à l'instar des

roches dures, à peu près comme les bancs de calcaire hydraulique au milieu des combes oxfordiennes. Indépendamment de ces caractères généraux du groupe entier, les schistes à *Posidonies* comprennent plusieurs zones qui se distinguent par des caractères plus spéciaux et d'une valeur subordonnée. D'après l'analogie du Hauenstein et des affleurements les plus voisins de notre canton, nous pouvons prévoir dans le tunnel deux massifs principaux, savoir, dans le haut, les *marnes à Bélemnites* en contact avec les marnes à sphériles et, dans le bas, les *schistes à Posidonies* en contact avec les calcaires à Gryphées.

a) *Marnes à Bélemnites.*

Ce massif, qui atteint au Hauenstein jusqu'à 10 mètres de puissance, est composé de marnes comme le précédent. Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on y rencontre, vers la base, quelques bancs calcaréo-marneux plus résistants. Les marnes sont aussi en général plus feuilletées, d'une teinte plus foncée, blanchissant moins à l'air et renfermant en outre de gros bancs complètement noircis par des substances charbonneuses et imprégnés de pyrites.

Les fossiles y sont assez rares, sans l'être autant que dans les marnes à sphériles. Les seuls qui s'y montrent quelquefois en abondance sont les *Bélemnites*, qui paraissent se concentrer à plusieurs niveaux; de là le nom de *marnes à Bélemnites* qu'on leur a donné dans le Jura bernois. Il s'y trouve aussi une petite *Trigonie* et quelques *Ammonites* falcifères plates, associées, dans les bancs inférieurs, à des *Posidonies*, des *Arcacés* et des *Myacés*, qui annoncent le voisinage des schistes à *Posidonies*.

Sous le rapport technique, ce massif se comportera nécessairement comme le précédent, c'est-à-dire que le tunnel aura besoin de revêtements solides au travers de toute son épaisseur; mais il est possible qu'étant moins enclin à se décomposer que les marnes à *Ammonites opalinus*, l'on puisse se dispenser d'un radier ou sous-voûtement comme au Hauenstein. Quant au parcours du tunnel dans ces marnes, son étendue dépendra de l'inclinaison des couches, combinée avec l'épaisseur du massif. Or, comme le Lias va en décroissant d'est en ouest ainsi que l'oolite, on doit s'attendre à trouver la puissance des marnes à *Bélemnites* plutôt plus faible qu'au Hauenstein. Le parcours du

tunnel, dans cette partie du Lias, pourra se trouver diminué par l'effet de compressions et d'étirements auxquels les marnes sont toujours exposées dans les massifs fortement redressés.

b) *Schistes bitumineux à Posidonies.*

En consacrant une rubrique à part à ce massif, nous subissons l'influence des classifications en usage. On sait en effet que dans le Wurtemberg ce terrain est très-nettement caractérisé et forme un horizon bien déterminé par ses fossiles non moins que par la quantité de pétrole qu'il renferme et dont on est parvenu à tirer un excellent parti pour la fabrication des huiles et des gaz. Ces caractères se maintiennent encore, quoique moins accusés, en Alsace, dans le Luxembourg, en Bourgogne et même dans les régions orientales du Jura suisse, entr'autres en Argovie et à Cornol près de Porrentruy. Dans cette dernière localité, les schistes sont en effet tellement imprégnés de bitume pétroleux, qu'ils en deviennent flexibles comme des cartons et brûlent volontiers au grand feu. Ils sont alors composés d'un détritit végétal et animal dont le feutre est imbibé de pétrole et se divise sans difficulté en larges lames et feuillets minces, incrustés d'une foule de Posidonies, de débris de poissons et de quelques autres fossiles. On retrouve les mêmes schistes au Hauenstein, où ils ont acquis une triste célébrité au mois de mai 1857, leur matière bitumineuse, qui est ici de 8 %, ayant puissamment contribué à l'incendie et au développement des gaz délétères dont les effets ont été si désastreux. Cependant le bitume n'y est pas aussi localisé qu'en Allemagne; il s'étend également aux couches sous-jacentes. Les fossiles, de leur côté, sont aussi moins circonscrits et le plus caractéristique d'entr'eux, le *Posidonia Bronnii*, qui a donné son nom au massif, passe dans les marnes à Bélemnites, sans pouriant y être aussi répandu et d'aussi grande taille que dans les schistes.

D'après la loi de l'uniformité croissante des couches liasiques dans les chaînes du Jura suisse, à mesure que l'on s'avance au sud-ouest, on ne doit par conséquent pas s'attendre à trouver dans l'intérieur de nos montagnes des limites bien tranchées. Il est probable, au contraire, que les schistes bitumineux y seront encore moins individualisés qu'au Hauenstein. Cependant le type pourrait bien n'en être pas complètement effacé, et dans ce cas, on le reconnaîtra à une teinte plus sombre, résultat

de l'imprégnation plus abondante du bitume et du charbon, et à une structure plus schisteuse et plus dense. D'après l'analogie, les fossiles principaux devront aussi s'y trouver en plus grande abondance, en particulier le *Posidonia Bronnii*. La puissance du massif ne saurait guère excéder 10 mètres.

La limite inférieure des schistes bitumineux, quoique plus distincte, n'est cependant pas non plus tranchée, en ce sens que les schistes ne font pas subitement place aux calcaires sous-jacents. La transition est au contraire graduelle et s'opère au moyen de petits bancs de calcaire, qui viennent s'intercaler à la base des schistes, formant ainsi un passage aux calcaires à Gryphées.

Au point de vue technique, on devra observer les mêmes règles que nous avons posées pour les autres marnes liasiques. En thèse générale, les schistes à Posidonies présenteront cependant moins de dangers sous le rapport des éboulements que les marnes à *Ammonites opalinus* et les marnes à sphériles ; en revanche, elles exhalent souvent des gaz pernicieux contre lesquels il sera bon de se prémunir.

CALCAIRE A GRYPHÉES OU LIAS INFÉRIEUR (SINÉMURIEN D'ORBIGNY).

Ce groupe se distingue entre tous les étages du Lias par l'immense quantité de fossiles qu'il renferme. Les plus abondants entre tous sont certains bivalves voisins des Huitres, les Gryphées. Comme elles sont surtout nombreuses dans les assises calcaires, on a de bonne heure désigné ces assises sous le nom de *calcaires à Gryphées*. C'est le type primitif et le plus ancien du Lias inférieur ou Sinémurien de M. d'Orbigny. Cependant les Gryphées n'y sont pas limitées à une seule zone ; il en existe à plusieurs niveaux et d'ordinaire les espèces y sont différentes. Il importe par conséquent, lorsqu'on en appelle à ces fossiles pour la détermination d'un horizon, de bien s'assurer de l'espèce. Ainsi le *Gryphæa arcuata* et le *G. Cymbium* appartiennent à des niveaux différents, qui peuvent même être séparés par plusieurs zones bien distinctes, comme c'est surtout le cas dans le Wurtemberg, où le Lias est très-individualisé. On peut alors voir des Gryphées figurer sous des chefs très-différents, plusieurs géologues allemands s'étant cru autorisés, sur la foi d'autres caractères, à reporter les couches à *G. Cymbium* dans le Lias moyen. Mais une partie des traits distinctifs qui permettent de subdiviser le Lias d'Allemagne en une quantité de zones, ne se retrouvent plus en Suisse, où le

massif liasique tout entier est beaucoup plus homogène. Par contre les Gryphées ne dépassent pas en Suisse un certain niveau, et comme elles sont faciles à reconnaître, nous préférons nous en tenir aux divisions adoptées par nos devanciers et ranger toutes les couches qui renferment des Gryphées dans le Lias inférieur. Cette plus grande homogénéité du Lias en Suisse se remarque déjà dans le canton d'Argovie et de Soleure, où l'on a vainement cherché jusqu'ici certains fossiles qui, dans le Wurtemberg, sont très-abondants et ont donné lieu à la création de zones particulières, comme l'*Ammonites oxynotus* et l'*Am. amaltheus* ou *margaritatus* qui n'a encore été trouvé qu'au Mont-terrible.

Au Hauenstein, on ne distingue plus guère que cinq ou six zones, au lieu de treize qu'admet M. Oppel; encore ne sont-elles rien moins que tranchées : c'est de haut en bas, 1° une couche de marnes à pyrites, de 1 à 2 mètres d'épaisseur, faisant suite aux marnes à Posidonies et qui pourrait bien être l'équivalent des marnes à *Ammonites amaltheus* de Quenstedt, soit des zones de l'*Ammonites spinatus* et de l'*Ammonites margaritatus* de M. Oppel; 2° un massif de calcaire marneux qui paraît correspondre aux marnes à *Terebratula numismalis* de M. Quenstedt, comprenant les zones de l'*Ammonites Dovoëi*, de l'*Ammonites Ibex* et de l'*Ammonites Jamesoni* de M. Oppel; 3° plusieurs bancs calcaires avec *Gryphæa Cymbium* et de nombreuses Bélemnites (le calcaire à Bélemnites des géologues suisses, qu'il ne faut pas confondre avec les marnes à Bélemnites de notre Lias moyen); 4° un massif de marne sableuse à sphérites, renfermant un grand nombre de Myacés et passant insensiblement au calcaire sous-jacent; 5° les calcaires à Gryphées proprement dits, comprenant les couches à *Gryphæa Macullochii* et à *Gryphæa arcuata*; 6° un massif de grès et de sable d'une puissance très-variable, auquel se lie la couche à débris d'ossements (bone bed). L'épaisseur collective de ces six groupes est, au Hauenstein, d'environ 50 mètres, mais les limites des différents massifs ne sont rien moins que tranchés. Or, s'il est vrai que la diversité diminue à mesure qu'on s'avance vers la Suisse française, on ne doit pas s'attendre à trouver ces couches bien diversifiées dans l'intérieur de nos montagnes. Afin de ne pas introduire dans notre tableau des divisions hasardées ou illusoires, nous préférons n'admettre que deux groupes, l'un marneux ou submarneux, le groupe supérieur correspondant en partie au Lias moyen des auteurs allemands, l'autre calcaire ou arénacé,

caractérisé par le *Gryphæa Macullochii* (*Gr. obliqua*) et le *Gryphæa arcuata*, le vrai Lias inférieur ou Sinémurien.

1^{er} groupe. — *Calcaire marneux ou zone de la Gryphæa Cymbium.*

D'après l'analogie des contrées voisines, on peut s'attendre à un changement plus ou moins notable dans l'aspect du tunnel quand on passera des schistes à Posidonies dans le domaine de ce groupe, si tant est qu'il s'élève assez dans le noyau de la montagne pour que le tracé l'atteigne. En effet, les marnes et schistes bitumineux feront place à des bancs plus compacts d'un calcaire marneux. Le pétrole, si abondant dans les schistes à Posidonies, tend à disparaître sans cependant être complètement absent, car les calcaires, aussi bien que les marnes conservent encore souvent des traces de bitume et les calcaires sont en général fétides et souvent noircis. Mais le critérium le plus positif de ce groupe consiste dans ses fossiles, et plus particulièrement dans ses Bélemnites et ses Gryphées d'une espèce particulière, le *Gryphæa Cymbium*, qu'il ne faut pas confondre avec le *Gryphæa Macullochii* (*Gr. obliqua*) du groupe inférieur. L'épaisseur de ce massif doit être assez considérable, d'environ 15 à 20 mètres.

Au point de vue technique, ce terrain, pour avoir des bancs solides, n'en exige pas moins des précautions et devra être protégé contre les agents extérieurs. Non-seulement le calcaire n'est pas assez inaltérable pour résister à la longue, mais les nombreux bancs marneux intercalés entre les bancs calcaires seraient, de leur côté, une source continuelle d'éboulements dans un tunnel non muré. En revanche, les bancs de calcaire marneux se recommandent pour la fabrication de la chaux hydraulique. Ils en ont fourni d'excellente au tunnel de Blaisy près de Langres.

2^e groupe. — *Zône de la Gryphée arquée.*

Ce massif a de bonne heure attiré l'attention des géologues tant par sa structure que par ses débris fossiles. Le type calcaire en effet se retrouve ici dans toute sa netteté comme dans les formations jurassiques supérieures, et sa position au milieu des massifs marneux ou submarneux devait contribuer à faire ressortir d'autant mieux son caractère de roche dure et compacte. C'est comme tel aussi qu'il se manifeste à la surface

en donnant lieu à des reliefs et quelquefois à des crêts abruptes, s'élevant comme des récifs au milieu des combes liaso-keupériennes. Le calcaire, à mesure que l'on s'éloigne des schistes à Posidonies, perd aussi de plus en plus de son bitume ; et il n'est pas rare de rencontrer des bancs parfaitement libres de pétrole. Ainsi caractérisé, le calcaire à Gryphées arquées constitue le type dominant du Lias inférieur. En dépit de ces caractères, les limites de ce massif ne sont cependant rien moins que tranchées, surtout vers le haut. On trouve en effet au Hauenstein, entre le calcaire à Gryphæa Cymbium et le calcaire à Gryphée arquée, un massif assez puissant de marne sableuse avec sphérîtes, qui s'établit graduellement par des alternances répétées, de manière à se présenter comme un trait d'union entre ces deux calcaires à Gryphées, tout en se rattachant plus étroitement au groupe inférieur par ses fossiles. D'un autre côté le calcaire se lie, dans le bas, à des couches de grès et de sable (arkose) qui renferment la même Gryphée, ensorte que ce fossile se retrouve dans trois variétés de roche, et même dans quatre, lorsque, comme cela arrive souvent, les arkoses sont remplacées par des argiles.

a) Marnes arénacées.

D'après l'analogie du Hauenstein, ce massif de marne sableuse doit atteindre 12 à 15 mètres de puissance. Il est composé de couches peu homogènes, marneuses ou sableuses, intercalées de bancs de sphérîtes qui rendent la masse entière très-sujette à la désagrégation. Il n'en est que plus intéressant de voir ce massif si différent des calcaires solides subjacents, sous le rapport de la roche, renfermer une partie des mêmes fossiles et spécialement le *Gryphæa Macullochii*.

Comme il n'est guère probable que ces couches s'élèvent jusqu'au niveau du tunnel, nous n'avons pas à nous occuper ici de leurs propriétés technologiques. Cependant, si par suite de pressions ou plissements, le tunnel devait l'atteindre, on aurait à user de toutes les précautions qu'exigent les terrains sujets aux éboulements. D'un autre côté, son caractère arénacé le recommanderait probablement plus qu'aucune autre roche liasique à l'attention des fabricants de ciment.

b) Calcaire à Gryphée arquée.

La partie calcaire de cette zone, ou le calcaire à Gryphées arquées proprement dit, a pour caractère général, partout où il se montre à la surface, de se détacher en

dalles régulières d'une épaisseur médiocre, qui sont fort recherchées comme matériaux de construction, particulièrement dans les contrées où l'oolite et le Jura supérieur manquent. C'est un calcaire assez dur, à pâte grossière et cristalline, pétri d'une quantité de fragments spathiques, empâtant une immense quantité de Gryphées arquées, souvent silicifiées et d'une belle conservation. Des villes entières sont ainsi construites avec les dépouilles de ces testacés. Ces caractères réunis font du calcaire à Gryphées arquées l'une des roches les mieux caractérisées du Lias et de toute la série jurassique, en sorte qu'il n'est guère possible de le confondre avec aucune autre.

c) Arkoses ou grès infra-liasique.

S'il était plus constant, ce groupe serait un guide précieux dans la série des terrains, à raison du contraste qu'il forme avec les massifs calcaires ou marneux environnants. C'est en effet un grès souvent très siliceux, qui rappelle à s'y méprendre les grès keupériens, et comme les fossiles y sont rares, ce n'est souvent qu'à la faveur de sa position qu'on parvient à l'identifier. La faune de ce terrain n'offre pas non plus de caractère bien certain. Dans certaines localités, le cachet du Lias avec ses Gryphées et ses Cardinies s'y montre des plus accusé, tandis que dans d'autres, ces fossiles ont fait place à des débris de poissons et de reptiles inconnus aux autres étages liasiques. En présence d'une versatilité aussi générale, il serait téméraire de vouloir affirmer que le grès infra-liasique existe dans les entrailles de nos montagnes, et plus téméraire de prédire la forme qu'il y affecte. En général cependant les couches inférieures, quoique moins épaisses, sont plus constantes que les supérieures. Ce serait par conséquent le bone bed ou ses analogues qu'on aurait chance de rencontrer de préférence aux véritables grès ou arkoses. Mais comme le tunnel se maintient à un niveau trop élevé pour atteindre ces dépôts, nous pouvons nous dispenser de les décrire et clore ici la série des roches qui nous concernent.
