

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 20 (1884-1885)
Heft: 90

Artikel: Études géologiques sur le Pays-d'Enhaut vaudois
Autor: Schardt, Hans
Kapitel: 1: Stratigraphie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-260130>

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: 12.01.2026

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

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

CHAPITRE I^{er}.

Terrains récents, formations actuelles.

Dans les régions alpines, les formations récentes présentent cet intérêt tout particulier qu'elles nous font connaître un des puissants agents qui ont donné à la terre son relief actuel, c'est-à-dire l'*érosion*, et plus particulièrement l'*érosion atmosphérique*.

A. **Eboulis, cônes d'éboulement.** Les effets de l'érosion atmosphérique se manifestent de différentes manières, suivant la nature et la disposition des terrains. Dans les chaînes calcaires, les matériaux désagrégés par les agents atmosphériques s'accumulent aux pieds des parois rocheuses, à la sortie des couloirs, dévaloirs ou cheminées, sous forme de *cônes d'éboulement*, parfois très réguliers. Ordinairement plusieurs couloirs secondaires se réunissent et conduisent les matériaux dans un couloir principal.

On pourrait donner le nom de *champ collecteur*, ou de *champ nourricier*¹ de l'éboulement, à la partie située immédiatement en dessous de l'arête de montagne d'où les matériaux se détachent pour arriver dans le couloir principal. Le couloir pourrait être nommé *canal de déjection* ou *canal d'éboulement*, car c'est par là que les matériaux sont amenés sur le *cône d'éboulement*.

Les plus beaux cônes d'éboulement du Pays-d'Enhaut se trouvent dans les chaînes entièrement calcaires du Rubli et de la Gummfluh.

Celui de *la Planaz* est d'une grande régularité; son champ collecteur s'élève entre le Biolet et la Douve jusqu'à une hauteur de 2200 mètres. Le cône de *la Pierreuse* est d'une régularité

¹ H. Gollier, *Bibl. pop. de la Suisse rom.*, fév., mars 1883, p. 206 et 179.

plus grande encore ; celui de *Comborsin*, qui descend de la Pointe de la Combaz et va déboucher dans le vallon de Comborsin, se distingue par ses grandes dimensions.

Les cônes très rapprochés forment souvent au pied des parois rocheuses des *talus d'éboulement* d'une grande étendue.

Dans les régions du flysch, la nature ordinairement schisteuse de ce terrain donne aux éboulis une pente bien plus rapide que dans les chaînes calcaires.

B. Les **éboulements subits** sont très rares au Pays-d'Enhaut ; on n'en peut citer qu'un petit nombre ; encore sont-ils très anciens et tout à fait insignifiants. On trouve, sur le flanc sud de la vallée des Morteys et sur la pente de Paray-Dorenaz, d'énormes blocs amoncelés qui prouvent qu'une partie de l'étroite arête des Tours s'est éboulée. Nombre de blocs ont roulé sur les pâturages de Dorenaz et se sont précipités dans la vallée de Vert-Champ, où le chalet de la *Gétaz des Pierres* tire son nom du groupe d'énormes blocs de calcaire derrière lesquels il s'abrite. Un éboulement qui paraît avoir eu quelque importance s'est produit au pied nord de la *Dent de Savigny*, dans la chaîne des Gastlosen. Des blocs très volumineux se sont entassés irrégulièrement dans un petit vallon qui débouche dans la vallée de la Flugimaz. Cet amas de blocs, dont la chute semble toute récente, sont les débris d'un pan de la Dent de Savigny, tombé à une époque inconnue. Un autre amas de blocs de même genre se rencontre non loin de là, au pied du Gros-Rocher, près du Perte à Bovey.

L'éboulement d'Aigremont (Ormonts), qui date du XVI^e siècle, sera mentionné plus loin.

C. **Cônes de déjections.** Les dépôts de déjection ne sont pas rares dans une région où les torrents et les ruisseaux abondent. C'est au fond des vallées, au débouché des cours d'eau secondaires, qu'il faut les chercher. Habituellement, les matériaux charriés par les torrents sont précipités dans le cours d'eau principal et emportés par celui-ci. On est souvent même embarrassé de savoir s'il faut attribuer tel ou tel cône à l'action d'un torrent ou à celle des éboulements, car ces deux agents concourent simultanément ou alternativement, suivant la saison, à former des cônes de matériaux de transport. Ce sont alors des *cônes d'éboulement imprégnés d'eau (nasse Schuttkegel)*. Ce n'est que dans les régions du flysch et dans les chaînes formées

presque exclusivement de dogger et de lias, c'est-à-dire de terrains marneux très aquifères, que les cônes de déjection ont quelque importance.

Dans la vallée de Château-d'Œx, les ruisseaux des Mérils, de la Vausseresse et de la Levraz ont déposé au pied de la chaîne de Cray de puissants amas de graviers qu'ils entament de nouveau maintenant. Le cône de déjection des Mérils est si important que le ruisseau qui l'a formé a été forcé de changer progressivement son cours et qu'il se jette aujourd'hui dans la Sarine, à l'extrémité orientale de son ancien cône.

On peut adapter la nomenclature des cônes d'éboulement aux dépôts de déjection, leur analogie étant manifeste. Ainsi, chaque torrent possède un *champ collecteur* qui fournit l'eau et les matériaux, qui les rassemble et les conduit vers le *canal de déjection*; celui-ci est ordinairement une ravine. C'est au débouché du canal dans le fond des vallées que les cônes de déjection se trouvent le plus souvent.

J'ai représenté, pl. IV, fig. 14, plusieurs ravins qui entaillent le flanc sud de la chaîne de Cray; ils sont d'une régularité très remarquable et ont produit les beaux cônes de déjection dont il vient d'être parlé.

Il serait inutile de citer tous les petits cônes qu'on peut trouver au Pays-d'Enhaut. Chacun a ses particularités et tous ont des caractères communs. Ceux qui ont quelque importance sont indiqués sur la carte jointe à ce mémoire.

D. Dépôts d'argiles, sables et graviers stratifiés. Ces dépôts se sont produits sur le parcours des rivières, lorsque la chute devenait très faible ou que des circonstances particulières déterminaient la formation de lacs temporaires.

En amont de la gorge de la *Chaudanne*, entre Rossinières et Château-d'Œx, le lit de la Sarine, élargi en forme de bassin, est bordé de berges ou terrasses taillées d'un côté dans le cône de déjection du torrent des Mérils, et de l'autre dans le terrain erratique, les alluvions et le flysch. Il y a quelque apparence que la Sarine, soit qu'elle n'eût pas encore suffisamment approfondi la *roffla*¹ de la Chaudanne, soit qu'elle y fût obstruée, formait

¹ Le terme *roffla*, proposé par M. Desor, me semble très approprié pour désigner les étroits passages, à parois verticales, creusés dans la roche calcaire. Quoique peu usité en géologie, ce mot est préférable à celui de *gorge*, qui a un sens plus général.

autrefois en cet endroit un petit lac où elle déposait les graviers et les sables stratifiés qu'elle entame de nouveau maintenant.

Le même phénomène s'est produit dans la vallée de l'Etivaz. Le torrent de la *Tourneresse* paraît avoir formé un petit lac en amont de la *gorge du Pissot*, aux environs des *Martines*. On trouve dans le lit même du torrent un dépôt assez puissant d'argile stratifiée, formé de deux couches, dont l'inférieure, visible au niveau de l'eau, est un lit d'argile grise excessivement fine et plastique, et dont l'autre est noirâtre et de nature plus terreuse. Cette argile est recouverte de graviers charriés, où sont couchés des troncs d'arbres non carbonisés, qui paraissent avoir été déposés plus récemment.

On ne peut guère donner à cette argile une origine glaciaire. Elle est dépourvue de cailloux striés, et, d'autre part, sa stratification bien horizontale prouve suffisamment qu'elle appartient à une formation lacustre, sans qu'il soit cependant possible de fixer l'époque de ce dépôt.

E. En fait de dépôts récents, je mentionnerai quelques dépôts peu importants de *tuf* et de *tourbe*.

Les dépôts de tuf sont assez fréquents dans la région qui nous occupe, mais ils ne sont exploités nulle part. Je citerai le tuf du *Pratay*, dans le vallon de la Gérine, et celui des *Petites Moilles*, au col du Pillon, qui a été déposé par plusieurs sources sortant d'un banc de corneule, et qui, pour cette raison, est probablement de composition dolomitique.

La *tourbe* est abondante dans les régions du flysch, et notamment aux alentours des partages d'eau, comme au col des Mosses, au vallon de Vert-Champ, à la Scierne-au-Cuir, près Château-d'Œx, etc.

La tourbe du col des Mosses atteint une épaisseur de 3-4 mètres. Un système de drainage a permis de mettre à sec le dépôt dans presque toute son épaisseur. Cette tourbe se compose exclusivement de racines et de tiges de cypéracées, et surtout de mousses (*Sphagnum*). Elle est très légère. Je n'y ai pas trouvé d'insectes.

Je me borne à mentionner la *terre végétale* comme formation récente la plus répandue.

L'influence des agents atmosphériques et des végétaux (lichens, mousses, saxifrages, androsaces, saules nains, etc.) sur la formation de cette terre est suffisamment démontrée et connue pour que je puisse me dispenser d'entrer dans plus de détails sur ce sujet.

CHAPITRE II.

Terrains glaciaires.

Bien que les Alpes du Pays-d'Enhaut soient aujourd'hui complètement dépourvues de glaciers et que des névés de quelque importance y soient même fort rares, il n'est cependant pas douteux qu'à une époque très reculée toutes les vallées et tous les vallons ont été occupés par des glaciers qui avaient leurs névés dans les hautes régions, et qui communiquaient probablement avec les glaciers des Hautes-Alpes. Tous ces petits glaciers paraissent s'être réunis en un seul tronc, le *glacier de la Sarine*, de même que cette rivière constitue encore aujourd'hui la veine hydrographique principale du Pays-d'Enhaut.

Les traces de ces anciens glaciers se trouvent un peu partout, quoique souvent effacées et difficiles à distinguer des formations actuelles.

Les dépôts glaciaires les plus beaux et les mieux caractérisés se trouvent dans la vallée de la Sarine; ils occupent un niveau assez constant, de 1000^m à 1500 ou 1600^m, sur les deux côtés de la vallée de Rougemont, sur le flanc de la Laitmaire et sur le plateau de la Braye, où l'on trouve fréquemment des blocs erratiques de flysch étranger à la contrée (grès du Hundsrück).

Dans la large vallée de Château-d'Œx, le terrain glaciaire existe presque partout, mais il se fait peu remarquer. Il est habituellement remanié et mélangé avec les cônes de déjections. Le plateau des Granges-d'Œx en est couvert, et l'on en trouve de puissants dépôts au pied des Monts-Chevreuils sous Sonlemont.

Des dépôts encore mieux caractérisés recouvrent les flancs de la *vallée de l'Etivaz*, où ils forment, à une altitude de 1300-1500^m, de véritables *terrasses*, dont M. Chavannes a pu constater l'existence jusqu'à Grand-Clé, vers le haut de la vallée, et qui sont encore bien visibles près de la Mossettaz, en dessus de la route des Mosses.

Les matériaux du glacier de la Tourneresse sont caractérisés par un conglomérat à fragments de talcschiste verdâtre, qui a été nommé par M. Studer *conglomérat du Niesen*. On en trouve de nombreux blocs dans le vallon de la Tourneresse et souvent aussi dans la vallée de la Sarine, en aval des Moulins. J'en ai rencontré jusque dans le voisinage du col de Sonlemont.

M. Gilliéron pense qu'on pourra reconnaître au moyen de cette roche les limites du glacier de la Sarine sur le plateau suisse.

Je regrette de n'avoir pu consacrer plus de temps à l'étude pétrographique des dépôts laissés par les glaciers locaux. Ce travail, intéressant à tous égards, m'aurait cependant entraîné dans des recherches spéciales très longues, qui n'ont de valeur réelle qu'autant qu'elles s'étendent à tout un réseau de glaciers, ce qui ne pouvait entrer dans le cadre de ce travail. Le plus souvent, j'ai dû me borner à constater la présence des dépôts erratiques et à en fixer l'étendue.

CHAPITRE III

Terrains éocènes (flysch).

De tous les terrains de la série tertiaire (à la réserve des dépôts quaternaires) il n'existe dans les Alpes du Pays-d'Enhaut que les dépôts arénacés et marneux, d'âge éocène, connus sous le nom de *flysch*. Ce terme, introduit dans la science par M. Bernhard Studer¹, fut pris dans les acceptions les plus diverses par les géologues de cette époque. Actuellement, l'accord n'est pas encore établi; mais tandis que quelques savants attribuent au mot *flysch* un sens uniquement pétrographique, la majorité des géologues contemporains comprennent sous ce nom les terrains arénacés qui reposent sur le calcaire nummulitique, c'est-à-dire les *schistes à fucoïdes* et les terrains détritiques qui les accompagnent. Je me range d'autant plus volontiers à cette manière de voir que M. Studer avait créé et employé ce terme dans ce sens-là. Il est vrai qu'il est revenu de sa première décision en substituant le nom de *macigno alpin* à celui de *flysch*, et en réservant ce dernier pour désigner plus spécialement les terrains schisteux et arénacés, d'âge incertain, qu'on rencontre entre les chaînes calcaires et les massifs cristallins. Le mot *flysch* acquit ainsi un double emploi. D'après M. Studer, il ne devait avoir qu'un emploi provisoire et être remplacé par un nom plus pré-

¹ *Acta Soc. helv. sc. nat.* Session de Soleure 1848. Les procès-verbaux de la section de géologie donnent tous les détails sur l'origine et le sens du mot *flysch*.

B. Studer, *Index der Petrographie und Stratigraphie*, p. 81-82.

cis, à mesure que l'âge véritable des terrains en question serait déterminé. Mais ses prévisions ne se sont pas réalisées; la plupart des terrains appelés *flysch*, dans le second sens, se trouveront plus tard être synchroniques du *macigno alpin*. C'est ainsi que ces deux termes sont devenus synonymes, mais celui de *flysch*, qui a l'avantage d'être court et concis, l'a emporté dans l'usage sur celui de *macigno alpin*.

Il paraît assez difficile d'attribuer au *flysch* un niveau bien certain. Sa puissance est si grande et ses caractères pétrographiques, quoique très variables dans les détails, présentent dans leur ensemble une constance si parfaite qu'il est impossible de le diviser en étages, d'autant plus que les seuls fossiles, des algues marines, qu'on rencontre abondamment dans ces couches, sont à peu près les mêmes du haut en bas et qu'elles ne donnent ainsi aucune base pour cette subdivision. On classe généralement l'ensemble du *flysch* dans l'éocène supérieur. M. Renavier fait correspondre, dans son tableau, la partie inférieure du *flysch* aux calcaires nummulitiques à *Cerithium Diaboli*. M. C. Mayer-Eymar¹ place le *flysch* dans un étage particulier, le *ligurien*, intermédiaire entre le *tongrien* et le *bartonien*. MM. Hébert et Munier-Chalmas² voient dans ce terrain le correspondant des couches à polypiers de Crosara qui appartiennent au même niveau que le gypse du bassin de Paris, et ils placent la limite inférieure du miocène immédiatement au-dessus de ces couches. Enfin, je citerai, mais simplement comme exemple de classification théorique, le tableau de M. Benoit³, où le *flysch* est indiqué comme représentant dans les Alpes la majeure partie du miocène d'eau douce du bassin du Rhône !

En ce qui concerne les Alpes du Pays-d'Enhaut, la seule chose qu'on puisse affirmer, c'est que le *flysch* est intermédiaire entre le crétacé supérieur et le terrain miocène le plus ancien du bassin helvétique. Une émergence générale du bord des Alpes a mis fin au dépôt du *flysch*; dès lors, l'érosion a commencé son œuvre, pendant que les terrains miocènes se déposaient dans le

¹ Mayer-Eymar. *Pariserstufe v. Einsiedeln*. Mat. pour la carte géologique suisse, XIV, 1877.

² *Recherches sur les terrains tertiaires du midi et de l'orient de l'Europe*. Compte-rendu de l'Académie d. sc. 1877. LXXXV.

³ *Terr. tert. du bassin du Rhône et des Usses*. Bull. Soc. géol. de France, 3^{me} série, t. III, p. 436. 1875.

bassin suisse. Dans les Hautes-Alpes calcaires, le flysch et le grès de Taveyannaz qui l'accompagne, reposent habituellement sur le calcaire nummulitique qui est lui-même d'âge éocène supérieur. Ce calcaire nummulitique manque complètement dans les Alpes du Pays-d'Enhaut.

Classification du flysch.

S'il est impossible de distinguer des niveaux dans le flysch, il n'est pas sans intérêt et sans utilité d'étudier, au point de vue pétrographique, la succession des assises de ce terrain dans les diverses régions qu'il occupe.

Le flysch conserve sensiblement les mêmes caractères lorsqu'on le poursuit dans le sens des synclinales; l'inverse a lieu lorsqu'on passe d'une synclinale à l'autre, et l'on peut ainsi se convaincre que, si le *faciès* du flysch reste le même, à savoir celui d'un terrain détritique, sa composition minéralogique varie au contraire énormément.

L'étude du flysch est difficile et ingrate; bien des points me paraissent encore obscurs. Sa présence est généralement facile à constater, tant par la forme extérieure des montagnes qu'il compose et par les gazons qui les recouvrent jusqu'aux sommets, que par la facilité avec laquelle il se laisse attaquer par l'érosion. En effet, le flysch, terrain aquifère, de nature peu résistante, est sujet à être raviné par les moindres cours d'eau. Malgré cela, il est fort difficile d'en voir des affleurements un peu étendus, et même impossible d'en trouver des coupes naturelles quelque peu complètes.

Jusqu'à présent les subdivisions du flysch n'ont été basées que sur des différences pétrographiques; ceci est d'autant plus surprenant que la puissance de ce terrain atteint dans quelques régions le chiffre énorme de 1800 m. On pourrait se croire autorisé à admettre que le dépôt du flysch a eu lieu pendant un temps relativement très court, puisque les restes organiques qu'il contient ne montrent *aucun changement* dans toute cette grande épaisseur de couches. Mais on ne doit pas oublier que cette considération ne peut être d'un grand poids, par le fait que les algues marines sont des végétaux à *formes excessivement constantes*. Plusieurs espèces du lias ressemblent tellement à celles de l'éocène qu'on ne peut souvent les distinguer. La flore marine actuelle possède même des espèces qui se rapprochent beaucoup de celles du flysch.

Zones du flysch.

On peut distinguer cinq zones de flysch depuis le bord des Alpes jusqu'au pied de l'Oldenhorn; quatre d'entre elles sont en partie comprises dans la région qui fait le sujet de ce travail.

La 1^{re} zone est celle du *grès du Gurnigel*; elle forme les chaînes du bord des Alpes, depuis le Mont-Corbettes jusqu'au Gurnigel. Nous n'avons pas à nous en occuper ici.

La 2^e zone est comprise entre la chaîne de Cray (chaîne du Stockhorn) et celle des Gastlosen. Les caractères de cette zone sont les mêmes depuis les pâturages de Leyzay, au pied des Tours d'Aï, jusqu'à la Hochmatt, à l'extrémité N-E de la carte géologique.

Dans toute la vallée de Vert-Champ, le flysch se compose essentiellement de schistes argileux et de grès en couches peu épaisses, auxquels s'ajoutent fréquemment des bancs de poudingue. Celui-ci est composé en majeure partie de fragments roulés d'un calcaire gris, qui appartient sans doute au jurassique supérieur, et de cailloux quartzeux verdâtres, en plus petit nombre; le tout est fortement aggloméré par un ciment sableux et calcaire; la roche prend ainsi l'aspect d'un véritable *nagelfluh*, tel qu'on en rencontre dans les terrains miocènes.

Le niveau de ce poudingue est assez constant; il se trouve habituellement près de la base du flysch. Cette roche est sans aucun doute celle que M. Studer a nommée *Mocausagestein*¹. Je l'appellerai donc *poudingue de la Mocausa*. On rencontre un banc de ce poudingue sur un petit col situé entre l'arête de la *Gouèraz* et la Hochmatt; il y est accompagné de grès et de schistes qui contiennent à leur base des couches de silex rouge, gris ou verdâtre. Cette roche, nommée *Hornstein*², par B. Studer, se fait remarquer par son singulier clivage. Exposée aux agents atmosphériques, elle se désagrège en fragments polyédriques irréguliers ressemblant à des cubes, à des prismes, etc.

On peut constater la présence du poudingue de la Mocausa

¹ *Geologie der westlichen Schweizeralpen*, 1834, p. 304. *Index der Petrographie und Stratigraphie*, p. 159. — Mocausa est un synonyme peu usité actuellement de La Verdaz, partie supérieure de la vallée de Vert-Champ.

² *Geol. der westl. Schweiz. Alp.*, p. 247.

sur plusieurs points du flanc oriental de la vallée de Vert-Champ jusqu'aux Sciernes-Piquats, où il est surmonté de calcaires en plaquettes.

Le flysch du col de la *Scierne-au-Cuir*, entre le Mont-Laitmaire et la chaîne de Cray, est composé principalement de marnes, de schistes marneux et de grès. Le poudingue de la Mocausa, qui affleure près de *Sous-plat*, s'y fait remarquer par le volume considérable des cailloux roulés qui le composent. Il est surmonté de schistes et de bancs calcaires grisâtres, très homogènes, qui lui sont cependant inférieurs, car les couches sont renversées. Près de Sous-plat, ces bancs renferment de nombreux *fucoïdes* bien conservés (*Chondrites intricatus*, *Chondrites affinis*, plus rare).

Le poudingue de la Mocausa est encore bien visible à la Frasse, près de Château-d'Œx. Le ruisseau des Mérils entame d'abord des schistes marneux, puis il coupe les bancs de poudingue qui sont exploités et qui reposent sur un grès compact, grisâtre, ressemblant à s'y méprendre à certains grès de la molasse marine helvétique. De nouvelles séries de couches marneuses et schisteuses séparent ce grès du crétacé supérieur.

D'autres affleurements démontrent que le poudingue de la Mocausa se trouve de préférence à la base du flysch. Aux Esse-rugnys et au Pont-Turrian, où il a une puissance de plus de 35 mètres, il se trouve dans le voisinage immédiat du crétacé supérieur. On le retrouve au-dessus des Bossons, près d'un affleurement de couches rouges. Il occupe une position analogue au col de Sonlemont, entre les monts Chevreuils et la pointe de Planachaux. Les couches rouges y sont surmontées de calcaires plaquetés gris, de schistes noirs et de grès, puis vient le poudingue qui est lui-même recouvert par une puissante masse de schistes marneux feuilletés et de calcaires en plaquettes.

La 3^e zone de flysch, qu'on pourrait appeler *zone du Simmenthal*, s'étend à l'est de la chaîne des Gastlosen, parallèlement à la zone précédente. Elle forme le dos élevé du *Hundsrück*, le *Rodomont*, sur Rougemont, et plus au sud le plateau de la *Braye*, où elle se termine en s'amincissant de plus en plus. La base de cette masse puissante de flysch diffère peu de celui dont il vient d'être question. Essentiellement marno-schisteuse, elle est formée d'une multitude de minces couches de calcaire plaqueté, de schistes, de marnes et de grès; mais à mesure qu'on s'élève

dans la série des couches, la consistance des matériaux augmente; des bancs plus épais de grès dur et de poudingue identique au conglomérat de la Mocausa remplacent peu à peu les couches marneuses. De nombreux lits de calcaire siliceux gris ou noir, très fin, à ciment calcaire, s'y mêlent fréquemment et alternent avec des couches marneuses de même couleur. Ce sont là les principaux caractères des couches inférieures du flysch, telles qu'on les rencontre dans les vallées de la Manche et des Fénils (Griesbachthal).

Au-dessus apparaissent de nouvelles couches schisteuses de teinte plus claire et des grès marneux comme on peut en voir sur l'arête de Rodomont et dans les pâturages de Schneit. Le haut de la formation est caractérisé par de gros bancs de grès, plus ou moins grossier, qui passe parfois au conglomérat; ces bancs, qui ont une teinte noirâtre à l'extérieur, forment de petits escarpements sur l'arête du Hundsrück. Le grès est essentiellement siliceux; il renferme de petits fragments de calcaire marneux qui se décomposent facilement; la roche prend alors un aspect vacuolaire à la surface, tandis que l'intérieur reste compact.

La puissance totale de cette masse de flysch ne doit pas être inférieure à 1200 m. dans la région du Hundsrück. Il faut admettre que des replis intérieurs en ont augmenté l'épaisseur, pour s'expliquer que le flysch ait pu atteindre au Hundsrück, qui en est entièrement formé, l'altitude considérable de 2049^m.

Vers le haut du Rodomont les grès noirs sont déjà moins puissants qu'au Hundsrück, et à mesure que la zone devient plus étroite, la puissance du flysch diminue. Dans le vallon transversal de la Gérine, on trouve une assez grande épaisseur de calcaires argileux gris, homogènes, à cassure conchoïde, qui sont accompagnés de marnes et de schistes de même couleur.

Roches éruptives de la vallée des Fénils.

Bernhard Studer signale, vers le bas du Griesbachthal (vallée des Fénils), une roche qu'il appelle *amygdaloïde dioritique*.

Ce terrain énigmatique ne présente qu'un seul affleurement, un peu en amont de la scierie du Griesbach, au bord de ce ruisseau. Il forme un petit rocher haut de 8 à 9 mètres, qui ressemble à un grand bloc isolé, de sorte qu'au premier abord on est tenté de le prendre pour un bloc erratique ou pour

un de ces blocs exotiques qu'on rencontre si souvent dans le flysch. Ce n'est cependant ni l'un ni l'autre, car cette roche est en place et si bien en contact avec les schistes du flysch qu'on ne peut attribuer sa présence au transport par les glaces; d'autre part sa nature même la caractérise suffisamment comme roche étrangère au flysch; on ne peut y voir qu'une roche éruptive qui a pénétré sous forme de filon dans les dépôts schisteux du flysch, à une époque qu'on ne peut fixer exactement, mais qui coïncide sans doute avec l'émersion des Alpes.

L'érosion ayant enlevé la majeure partie des schistes friables du flysch qui entourent cette roche, celle-ci se présente actuellement sous forme de *dyke*. Il a été nécessaire d'en faire sauter une partie pour établir le chemin des Fénils, de sorte que le roc présente du côté du ruisseau une surface très nette et que du côté opposé il est en contact naturel avec le terrain éocène qui l'entoure.

Ce qui m'a surtout engagé à me rattacher à l'opinion de M. Studer qui voit dans ce terrain une roche éruptive, c'est qu'elle est unique en son genre et qu'on n'en trouve nulle part le moindre fragment, ni dans les dépôts glaciaires quaternaires, ni dans les matériaux de transport des terrains éocènes. Il existe cependant de petits affleurements de cette même roche à quelques pas en amont du roc principal, mais il est fort probable qu'ils appartiennent au même filon.

La roche est très résistante; elle est en grande partie formée par une pâte homogène ou légèrement grenue, de couleur vert foncé ou rouge-brun. On y remarque des parties où la teinte verte devient très vive; elles s'entremêlent avec la pâte prédominante et contiennent fréquemment, mais non pas généralement, des amygdaloïdes blancs de carbonate de chaux cristallin, atteignant la grosseur d'un grain de chanvre ou même d'un pois et disséminés dans la masse verte ou rouge. Cette structure est du reste locale et l'on peut, avec M. Studer, considérer cette roche comme une *diorite* assez semblable, sinon identique, à l'*aphanite* et passant à la *variolite* ¹.

¹ M. le prof. Alph. Favre, à qui j'avais communiqué des échantillons variés de cette roche, a eu la bonté de les soumettre à M. Michel Lévy à Paris. Le savant minéralogiste déclare cette roche formée d'un magma exclusivement composé d'oligoclase arborisé et microlithique, analogue à celui des globules de la *variolite* de la Durance. Il y a en outre de très petits granules ferrugineux et de nombreuses mouches secondaires de calcite.

Le contact de cette diorite avec les schistes du flysch est visible au-dessus du rocher, du côté opposé au ruisseau. Ce contact peut seul nous fournir les conclusions les plus probantes sur l'origine de la roche en question. A l'approche du flysch, la masse dioritique, d'abord verte, devient fortement rouge ou brune; sa surface est bosselée, inégale et recouverte sur toute la zone de contact d'une couche d'*hématite* rouge qui pénètre jusque dans la masse dioritique. D'un autre côté les schistes du flysch n'ont plus, en cet endroit, leur plongement normal, tel qu'on l'observe de l'autre côté du ruisseau, mais ils sont verticaux et comme comprimés et refoulés. Chose remarquable, ils ont pris une couleur rouge au contact de l'oxyde de fer dont quelques rognons ont pénétré dans l'intérieur de la masse schisteuse. A première vue on pourrait confondre ces schistes rouges avec les *couches rouges* du crétacé supérieur; mais l'absence complète des foraminifères habituels à ce terrain et une nature pétrographique assez différente ne laissent aucun doute. Du reste cette coloration passe insensiblement à la teinte grise habituelle, ce qui fait supposer qu'elle est en quelque sorte due à la *cuisson* des schistes du flysch au contact de la roche dioritique. La présence de l'oxyde de fer est un sérieux argument en faveur de l'origine éruptive de cette roche dont l'apparition a probablement été accompagnée d'émissions d'eaux chargées de matières ferrugineuses; cette hypothèse permettrait d'expliquer la présence de *schistes rouges ferrugineux* enclavés dans le flysch sur d'autres points de cette région.

On trouve, en effet, çà et là, dans la 3^e zone du flysch, des schistes rouges, marneux, qui possèdent la même teinte que ceux du crétacé supérieur et qui leur ressemblent ainsi à s'y méprendre. Ils affleurent près de la scierie des Pacots dans le vallon de la Gérine, sur le plateau de la Brayé et sur l'arête S-W du Rodomont, au-dessus de Rougemont. Ils sont partout complètement entourés de flysch. Leur nature très marneuse, la présence de mica et leur toucher onctueux ne permettent pas de les assimiler aux schistes plus calcaires du crétacé supérieur, et cela d'autant plus qu'ils sont totalement dépourvus des débris de foraminifères qui ne manquent jamais dans ce dernier terrain. Leur matière colorante rouge peut être attribuée à des sources ferrugineuses sous-marines.

Les fucoides du flysch, si communs ailleurs, sont passablement rares dans la 3^e zone; on n'en trouvera guère que dans

les couches de la base. Je n'en connais qu'un seul gisement, vers le haut de la vallée de la Manche, près de la Grand'-Combaz.

La 4^e zone de flysch est totalement distincte de ce que nous venons de voir ; elle renferme des terrains bien différents de ceux qui constituent le flysch ordinaire. La roche prédominante est un *conglomérat bréchiforme, calcaire*, que B. Studer ¹ a nommée *Hornfluhgestein* et que j'appellerai *brèche* ou *conglomérat de la Hornfluh*.

Cette zone comprend dans notre région deux bandes assez constantes ; l'une, la plus importante, est entièrement comprise entre les arêtes du Rubli et de la Gummfluh ; l'autre suit le pied N-W de la chaîne du Rubli, tout en restant séparée de la 3^e zone par une étroite arête de crétacé supérieur qui se prolonge depuis le Vanel jusqu'au Rodosex, où cette zone de Hornfluhgestein s'arrête complètement.

C'est sur l'arête de la Videman, entre le Rubli et la Gummfluh, qu'on peut le mieux se livrer à l'étude de ce terrain. A la *Cheneau-rouge*, au pied nord de la Gummfluh, les bancs de conglomérat de la Hornfluh ne sont séparés du crétacé supérieur que par un faible banc de *corgneule*.

Le conglomérat de la Hornfluh se présente d'abord sous forme de bancs calcaires, compacts en apparence, qui passent bientôt à des lits franchement bréchiformes, composés de nodules ou fragments calcaires, agglutinés par un ciment si dur qu'il est parfois difficile de reconnaître sur la cassure les limites des fragments. Ces lits sont recouverts par des bancs plus compacts et blanchâtres qui forment la Pointe de la Cheneau-rouge, près de laquelle on peut voir, sur un petit col, des schistes marneux gris-foncé, brillants sur la surface et présentant parfois des traces semblables à des fucoïdes, sans qu'on puisse assurer que c'en soit en effet. Après une nouvelle assise de calcaire blanc et de brèche, on retrouve, sur un second col, des schistes noirs sur lesquels reposent des bancs épais de calcaire franchement bréchiforme qui forment la pointe de la *Tzao-i-bots*. C'est le vrai type du conglomérat de la Hornfluh, tel que le définit M. Studer. Il affleure avec ces mêmes caractères à la *Pierreuse* et à la *tête de la Minaude*, qui est le correspondant de la Tzao-i-bots.

¹ *Geolog. d. west Schweiz. Alp.*, p. 288. — *Index der Petrographie*, p. 125.

Au pied du Rubli, le conglomérat de la Hornfluh se retrouve sous une teinte plus foncée due à la présence de fragments anguleux de calcaire gris-noirâtre qui provient sans doute du chaînon du Rubli, où le malm a une teinte plus sombre qu'à la Gummfluh.

Il est remarquable que cette brèche foncée, qui se trouve tout le long du pied sud du Rubli jusqu'à la Dorfflüh, répande au choc la même odeur fétide que le calcaire foncé dont cette chaîne est formée. Grâce à cette circonstance, on est en droit d'admettre que *la brèche de la Hornfluh est constituée par les débris de ce calcaire du malm*. Si cette roche n'était pas si bien stratifiée, on serait tenté de la prendre pour des éboulis cimentés de formation récente. On ne peut cependant s'attacher à cette idée, car on trouve dans le lit d'un ruisseau, au-dessus des chalets de la Verraz, près de Comborsin, des schistes gris, marneux et micacés, contenant des fucoïdes (*Chondrites intricatus*), c'est-à-dire du flysch typique, qui repose normalement sur le conglomérat de la Hornfluh.

Tout récemment, M. Ischer a colorié, sur la feuille XVII de la carte géologique de la Suisse, le *Hornfluhgestein* comme appartenant au jurassique supérieur. C'est une erreur, car on retrouve ces mêmes fucoïdes du flysch (*Chondrites intricatus*) en dessous des brèches de la Hornfluh, dans des schistes et des grès noirs qui, près de la Dorfflüh, séparent du malm la brèche du calcaire.

Au pied du Rubli, la brèche de la Hornfluh est accompagnée d'une autre roche qui m'a longtemps embarrassé. C'est un calcaire noir, spathique, d'une texture analogue à celle du calcaire à entroques de certains niveaux du dogger. Pendant un certain temps, j'ai été tenté de rattacher cette roche au malm; mais elle passe si insensiblement à la brèche noire de la Hornfluh, qu'on ne peut l'en séparer. Les fragments de la brèche sont parfois empâtés dans le calcaire spathique qui renferme lui-même assez souvent des morceaux de schiste gris, micacé. Ce calcaire spathique affleure sur une petite arête au-dessus du chalet de la Videman, où il semble toucher aux couches rouges qui se montrent en dessous de la pointe de la Tzao-i-bots. On le retrouve bien développé aux environs des chalets de *Rubloz* et à la *Dorfflüh*, où il paraît reposer sur le Hornfluhgestein. J'y ai vainement cherché des fossiles; les fragments spathiques qui la composent ressemblent bien à des débris de tests d'échinodermes,

mais ils sont tout à fait méconnaissables. Le seul fossile qui paraisse en provenir est une empreinte incomplète et indéterminable de *Lima* ou de *Pecten*, trouvée dans les éboulis sous la Videman. Ce fossile a peut-être été remanié, puisqu'on trouve dans le voisinage des couches de dogger très riches en fossiles semblables; d'autre part, rien n'autorise à soutenir que les terrains éocènes du flysch ne contiennent pas de mollusques marins. Le mauvais état du fossile en question ne me permet pas de trancher la question.

Une autre zone de *brèche de la Hornfluh* se retrouve sur le versant *nord* de l'arête du Rubli. Elle appartient au second type, car elle est en tous points identique à la brèche foncée qui borde le pied sud de cette même arête. Comme celle-ci, elle répand au choc une odeur fétide, bitumineuse, un peu plus faible peut-être, et prend par l'exposition à l'air une teinte jaunâtre qui fait ressortir les fragments dont la roche est composée. Sur la cassure fraîche, ces fragments ont une teinte gris-foncé; par ci, par là s'entremêlent des morceaux jaunes plus tendres.

Cette zone comprend, dans notre carte, la *colline du Vanel*, près Rougemont; celle de la *Côte aux Rayes*, au sud du village de Rougemont; elle se prolonge ensuite par la Yacca et les Martignys pour former le dernier mamelon de *Cananéen*. M. Pittier l'a retrouvée dans le creux du Craucodor, entre le *Rodosex* et le *Rocher de la Siaz*.

La position stratigraphique de cette seconde zone de Hornfluhgestein est très évidente. Les bancs, parfaitement réguliers, se superposent au crétacé supérieur qui affleure des deux côtés de cette bande en *Cananéen*, à la *Côte aux Rayes* et au *Vanel*. Ce terrain est donc bien *éocène* puisqu'il repose comme le flysch sur le crétacé supérieur¹.

Les bancs de conglomérat ne sont pas en contact immédiat avec les couches rouges; ils en sont ordinairement séparés par des marnes, des schistes et des grès calcaires, tels qu'on les voit affleurer près d'*Unter-Port* en dessus de Saanen, au pied du *Rocher-pourri* et en *Cananéen*. Sur ces assises de conglomérat, puissantes de 100-300^m, reposent de nouveau des lits de marnes et de calcaires en plaquettes, qui se montrent sur la route, entre

¹ La feuille XVII de la carte géologique suisse montre la brèche de la Hornfluh coloriée, sur la rive droite de la Sarine (Vanel), en jurassique supérieur, et sur la rive gauche (Côte aux Rayes), en flysch!

Rougemont et Saanen. La succession des couches y semble inverse, les terrains étant déjetés au nord.

La nature particulière du conglomérat de la Hornfluh, les différences qui le séparent des autres roches des terrains éocènes du voisinage et sa présence dans les régions mêmes du flysch typique, en ont fait une énigme pour plus d'un géologue.

Bernhard Studer qui a le premier signalé, décrit et nommé ce terrain singulier, en a trouvé, avec sa sagacité bien connue, la véritable origine, car il attribue la formation de ces dépôts bréchiformes à la désagrégation des chaînes calcaires qui les entourent. Par contre, M. le pasteur Ischer a fait faire à cette question un grand pas en arrière, en rangeant le Hornfluhgestein dans le *jurassique supérieur*, bien que Studer l'eût déclaré, quoique avec réserves, *d'âge tertiaire*. Je puis affirmer que cette brèche est *éocène*, puisque j'ai pu reconnaître à plus d'une reprise qu'elle est superposée au crétacé supérieur.

Il est cependant incontestable que le Hornfluhgestein et les dépôts qui l'accompagnent ont quelque chose d'étrange pour ceux qui les voient pour la première fois. Mais pourquoi ces débris calcaires, agglomérés en brèche, auraient-ils le privilège d'être plus embarrassants que les nombreux débris de roches cristallines qui composent la majeure partie du flysch? Les arêtes calcaires qui s'élèvent actuellement au-dessus de ces dépôts expliquent l'origine de ces débris. En effet, le Hornfluhgestein du pied nord de la chaîne de la Gummfluh est composé presque exclusivement de fragments de calcaire blanc, non fétide comme celui du puissant massif de malm qui constitue la chaîne de la Gummfluh. Par contre, la brèche du pied du Rubli prend une teinte plus foncée et répand au choc une odeur fétide; les matériaux qui la composent faisaient partie du malm de la chaîne du Rubli, où le calcaire a précisément la même couleur et la même propriété. Dès lors, il est naturel que ce même conglomérat se retrouve, avec des caractères semblables, sur l'autre versant de cette chaîne.

Ces faits disent clairement que *pendant l'époque éocène, c'est-à-dire pendant la formation du flysch, les chaînes de la Gummfluh et du Rubli étaient déjà en voie de formation et émergeaient de la mer sous forme de falaises*. Les débris détachés de la rive se stratifièrent grossièrement sous l'influence des eaux et finirent par former une brèche compacte, la brèche de la Hornfluh. Ces

matériaux ne paraissent pas avoir subi un long transport, car les roches des deux chaînes en question ne se sont pas mélangées; elles se sont déposées au pied des rochers d'où elles provenaient. On ne saurait expliquer d'une autre façon la présence de ces immenses dépôts de brèche qui constituent la Hornfluh, entre les chaînes des Spielgärten et de la Rothfluh d'un côté, et celles du Rubli et de la Gummfluh de l'autre. A l'époque du dépôt du flysch, les terrains jurassiques de la région qu'occupe actuellement la montagne de la Hornfluh n'émergeaient pas encore, aussi les matériaux qui se détachaient de ces quatre chaînes calcaires au N-E et au S-W s'amassèrent dans cette région et y formèrent les conglomérats qui y sont si puissamment développés.

La cinquième zone de flysch s'étend entre la chaîne de la Gummfluh et le pied des hautes Alpes calcaires (Oldenhorn).

C'est la zone du *grès du Niesen*, nommée ainsi d'après un grès grossier, passant le plus souvent au conglomérat, dont est formée l'arête du Niesen. Une partie non moins importante du flysch de cette zone est représentée par des grès fins, des schistes, marnes, etc.

La région limitée au nord par les chaînes calcaires de la Gummfluh et du Mont-d'Or, et au sud par les hautes Alpes calcaires (massif de l'Oldenhorn), semble trahir par son aspect extérieur une constitution sensiblement différente de celle des autres zones du flysch. Cependant, à part les puissants bancs de conglomérat et de grès grossier du Niesen, on y trouve, à peu de chose près, les mêmes roches que celles qui composent le flysch des autres zones; elles se rapprochent surtout de celles de la 3^e zone (Hundsrück), où le flysch n'a guère plus de 1000^m de puissance, tandis qu'il atteint dans la 5^e zone une épaisseur d'au moins 1800^m; M. Studer l'estime même à 2000^m. Il est toutefois possible que cette puissance énorme ne soit qu'apparente et que de nombreux replis intérieurs y aient notablement contribué.

Le flysch de la zone du Niesen occupe dans notre région une place analogue à celle du *calcaire du Chablais*, dans les Alpes du Chablais, au-delà du lac Léman. Ce terrain, composé essentiellement d'une roche calcaire bréchiforme, noirâtre, accompagnée de schistes ardoisiers et de grès, avait été rangé par M.

Alphonse Favre ¹ d'abord dans le flysch, puis dans le lias, d'après quelques fossiles (Bélemnites) trouvés dans cette roche. En 1848, B. Studer ² plaçait le calcaire du Chablais dans le flysch. Comme le flysch du Niesen, le calcaire du Chablais, puissant de plus de 1500^m, affecte la forme d'un fond de bateau compris entre les chaînes calcaires extérieures et celles des hautes Alpes; il repose au sud sur le gypse ou sur du terrain nummulitique, et au nord sur le jurassique.

Si l'on tient compte de cette épaisseur énorme, il ne paraîtra plus surprenant que le flysch du Niesen constitue à lui seul des montagnes élevées et souvent très accidentées. La multiplicité des couches, leur composition minéralogique étrange et les restes de végétaux qui n'y sont pas rares, rendent l'étude de ce terrain fort attrayante. Plusieurs points recèlent même des problèmes qui ne sont pas faciles à résoudre.

Au nord comme au sud, les couches du flysch du Niesen reposent fréquemment sur du gypse ou sur de la corneille, ou, en leur absence, sur du malm. Au sud, elles reposent parfois sur le calcaire nummulitique ou sur le crétacé, sauf au Pillon, où elles sont superposées au lias.

Le flysch de cette région a généralement des teintes plus foncées que celui des autres zones; ce sont surtout les couches de la base qui offrent cette particularité; elles ont souvent beaucoup de ressemblance avec le lias, mais la présence des fucoïdes du flysch ne permet pas de confondre ces deux terrains.

Il n'est guère possible de poursuivre une coupe naturelle un peu complète du flysch de cette zone.

La route qui conduit de l'Etivaz au col des Mosses permet de voir, fort imparfaitement, il est vrai, une partie des couches qui forment la base du flysch de cette région. On trouve d'abord, en montant la route depuis le pont, des schistes marneux et des bancs peu épais (20-30 centimètres) de calcaire noir; plus loin viennent de gros bancs de calcaire siliceux compact, qu'on exploite; puis, au-delà du torrent du Bourrati, des lits épais de grès friable contenant des grains de silice translucides, et alternant avec des schistes gris; le tout repose sur des assises puissantes de marnes schisteuses. Ces couches ne forment pas une

¹ *Recherches géol.*, II, p. 33.

² *Acta Soc. helv. sc. nat.* 1848.

série continue; de nombreuses lacunes ne permettent pas de rallier les observations. Au contour de la route, près de la Léchetterie, on voit affleurer des bancs gréseux micacés, superposés au gypse et qui ont le même plongement que lui.

Ces lits appartiennent à la zone du flysch marneux qui forme le col des Mosses, et que M. Studer considère comme la continuation du flysch du Hundsrück, opinion que je ne saurais partager.

Les assises supérieures du flysch du Niesen forment au sud du col des Mosses l'arête élevée de Chaussy. Ce sont d'abord des alternances très nombreuses de calcaires en plaquettes et de schistes foncés peu marneux, à surfaces rugueuses. Ces plaques sont souvent couvertes d'empreintes d'algues marines, en particulier d'Helminthoïdes (*Helminthoidea crassa et labyrinthica*) et de quelques Chondrites (*Ch. Targionii et intricatus*). A ces assises s'ajoutent fréquemment de gros bancs de calcaire siliceux noir, épais de 1 à 2 mètres, dont les surfaces exposées à l'air se couvrent de préférence d'un lichen jaune. Ces terrains, puissants de 200 à 300 mètres, se superposent aux couches marneuses et constituent la masse intérieure de la chaîne de Chaussy; l'arête proprement dite est formée par de nombreuses alternances de conglomérats en bancs d'épaisseur très variable et de calcaires noirs plaquetés et schisteux. C'est le vrai niveau du *flysch du Niesen*, car ce conglomérat est identique à celui du Niesen.

Le grès typique du Niesen, que j'appellerai plus volontiers, pour notre région, *grès de Chaussy*, est un grès polygénique fort grossier, composé de débris de roches calcaires ou siliceuses et surtout de roches cristallines; les fragments varient de la grosseur d'un grain de blé à celle d'une noisette. Les débris de roches cristallines, toujours très apparents, appartiennent à des schistes talqueux verdâtres, à des micachistes, à des gneiss, etc.; les premiers s'y trouvent parfois en si grande quantité que la roche en prend une couleur verdâtre très prononcée. L'aspect de cette roche n'est cependant pas partout le même; les matériaux qui la composent sont souvent très volumineux, et le nom de grès devient alors tout à fait impropre. Ainsi, les gros bancs de conglomérat qui forment une paroi rocheuse à l'est du col de la Cheneau, en dessus du lac Liozon, renferment des blocs anguleux, irrégulièrement disposés dans le sens de la stratification des couches, dont les dimensions sont assez grandes pour qu'on les puisse voir d'assez loin.

Toutes ces roches conglomérées sont composées de fragments anguleux ou arrondis. Les matériaux sont ordinairement si bien cimentés, et les couches tellement tourmentées, que les fragments semblent avoir pénétré les uns dans les autres, de sorte qu'il est difficile de voir s'ils sont usés ou anguleux, et qu'on a même souvent de la peine à distinguer le ciment noirâtre qui les réunit.

Quand la roche est exposée aux influences atmosphériques, les parties calcaires et le ciment se décomposent partiellement; le conglomérat de Chaussy prend alors un aspect rugueux qui le fait facilement reconnaître, même parmi les blocs erratiques disséminés loin des gisements.

Si nous nous demandons d'où proviennent tous ces matériaux quartzeux et cristallins, tous ces grands blocs calcaires ou granitiques empâtés dans les bancs du conglomérat de Chaussy, nous abordons là une question qui a été posée à plus d'une reprise et à laquelle des géologues distingués n'ont pu répondre. On a souvent trouvé au milieu des terrains du flysch des roches de provenance étrangère dont le gisement est resté le plus souvent inconnu; on leur a donné le nom de blocs exotiques, à tort, nous paraît-il, car la *majeure partie* des matériaux du flysch sont exotiques, et nous n'en savons pas davantage sur leur provenance que sur celle des *blocs*! A part les calcaires qui composent le Hornfluhgestein et le *Mocausagestein*, tous les débris, la plupart de roches cristallines, qui composent le flysch, sont de provenance étrangère; ce sont des matériaux transportés de loin.

A cette considération nous en ajouterons une seconde non moins vraisemblable, c'est que tous ces matériaux de nature cristalline doivent provenir des Alpes centrales où affleurent les terrains cristallins. Comment ces matériaux ont-ils été transportés? Est-ce par des courants violents, par des glaciers ou par des glaces flottantes? C'est une question dont la réponse nous sera probablement fournie par l'étude d'une autre série de couches du flysch, qui affleurent au pied de la chaîne de Chaussy, entre le Sépey et Aigremont. A l'est du village du Sépey, à peu de distance du gisement de la corgneule, on trouve sur la route d'Ormont-Dessus des bancs noirs, homogènes, séparés par des feuillets marneux. Cette roche rappelle au premier abord les couches du dogger; elle est identique à celle que nous avons rencontrée sur la route de l'Étivaz. C'est un grès siliceux très

fin, contenant de rares paillettes de mica. Des bancs de conglomérat, épais de 0^m,50 à 1^m,50, succèdent à ces couches ; la roche tantôt ressemble à un grès grossier, tantôt c'est un vrai *poudingue* formé de fragments peu volumineux de micaschistes, de talcschistes verdâtres, de protogyne à chlorite et de fragments calcaires. A mesure qu'on avance vers l'est, les bancs de poudingue deviennent plus fréquents et plus puissants, en même temps que les matériaux qui les composent augmentent de volume, et, près de la maison de Champ-Pèlerin, on y trouve déjà des blocs assez volumineux de protogyne à chlorite, d'une belle couleur verte. A partir de là, les bancs de conglomérat se renouvellent et alternent avec des lits de schistes et de calcaires en plaquettes, jusqu'à la bifurcation de la route des Mosses, où la route est taillée dans le flysch.

Des blocs très volumineux apparaissent ici dans le conglomérat ; on remarque un grand bloc anguleux de protogyne dans la tranche d'un banc qui renferme en outre des fragments de schiste noir probablement liasique. La masse marneuse qui réunit les fragments, lorsque ceux-ci ne paraissent pas simplement juxtaposés, est habituellement laminée par la compression ; il semble ainsi qu'elle ait *coulé* entre les blocs. Ce ciment schisteux est souvent remplacé par un grès fin qui remplit les interstices. A partir de la bifurcation de la route, en se dirigeant vers Aigremont, on trouve sur une longueur de 60 à 70 mètres un grès foncé, grossier, à grains siliceux, renfermant de grandes paillettes de mica blanc et de petits fragments verdâtres ; de petits nodules jaunâtres sont disséminés au milieu de la masse. Ce grès devient parfois plus grossier, il se rapproche alors d'un véritable poudingue. On retrouve les mêmes bancs plus haut, sur les lacets de la route du col des Mosses, où les schistes et calcaires plaquetés qui les supportent sont riches en fucoides.

Le grès micacé se continue jusque dans le voisinage de la scierie d'Aigremont, où des lits de *marne noire*, *argileuse et grumeleuse* semblent le surmonter, tout en affectant un prolongement sensiblement plus fort. Ce terrain ne ressemble pas à ceux qu'on trouve habituellement dans le flysch. J'y ai trouvé plusieurs *Bélemnites*, des fragments d'*Ammonites* et une mauvaise empreinte de *Posidonomye*. Je n'aurais pas hésité à attribuer ce terrain au toarcien, si ces fossiles y avaient été placés normalement. M. Studer cite déjà le fait que les *Bélemnites* qu'on trouve dans un schiste noir sous le Rocher d'Aigremont sont

placées *transversalement* aux couches. Une des Bélemnites que j'ai trouvées était effectivement dans cette position. Une autre circonstance très importante confirme mes doutes sur l'âge liasique de cette marne; c'est qu'on y trouve des lits de grès *grossier* formé de petits fragments de *quartz* et de *feldspath* et de *mica* blanc réunis par une marne foncée dans laquelle on peut reconnaître sans difficulté des débris de la marne noire qui l'entoure. Cette marne ne peut donc pas être du lias en place, ce qu'indiquent déjà sa structure grumeleuse et les grandes paillettes de mica qu'on y trouve. Les fossiles qu'elle contient ont subi, comme la masse elle-même, un *remaniement complet*. D'autre part, la bonne conservation des bélemnites permet de supposer que ce remaniement s'est effectué *sur place*, à l'endroit où le flysch se déposait sur un affleurement de lias. Cette supposition m'a fait espérer qu'on pourrait trouver du lias en place en descendant jusqu'au bord de la Grande-Eau. En effet, j'ai eu le plaisir de découvrir, près du confluent de la Rionzette (ou Raverette) et de la Grande-Eau, *des schistes noirs*, offrant tous les caractères du *toarcien* et renfermant, outre quelques petites Ammonites, de nombreuses et bonnes empreintes de *Posidonomya Bronni*. Il est à remarquer que les grandes paillettes de mica manquent complètement à ce schiste, tandis qu'elles sont fréquentes dans la marne grumeleuse qui les recouvre. Cette marne résulte évidemment du remaniement du lias. Les fragments de calcaire, roulés et usés, qu'on y rencontre et qui sont bien différents de la marne elle-même, en fournissent une nouvelle preuve.

A cette marne noire succèdent, du côté d'Aigremont, des schistes marneux, de couleur plus claire et fortement froissés, qui contiennent, outre les fucoïdes habituels du flysch, *des fragments isolés, anguleux ou arrondis, de roches cristallines, granites, micaschistes, talcschistes, etc.*

Les couches qui, vers la scierie d'Aigremont, plongeaient à l'est, se relèvent visiblement et forment une légère voûte, au sommet de laquelle se trouve le *Rocher d'Aigremont*, dont une partie s'est écroulée au XVI^e siècle. Ce rocher est formé d'immenses bancs de conglomérat, à gros blocs anguleux, dont quelques-uns mesurent plusieurs mètres de longueur et qui appartiennent en majeure partie à des roches cristallines, granites, gneiss, micaschistes, talcschistes, etc. La roche la plus abondante, la plus apparente, et qui constitue les plus grands blocs, est

une *protogyne verdâtre*, formée de grains de quartz blanc, d'orthose et de chlorite. Viennent après de nombreux blocs de *granite à mica magnésien* (Phlogopite) brun ou noir, auxquels se mêlent des fragments de *pegmatite* contenant parfois d'assez grands feuillets de mica blanc. Des *quartzites* blancs, gris, verdâtres, etc., ne sont pas rares. On trouve fréquemment dans toutes ces roches de la pyrite en petits cristaux cubiques ou concrétionnés. Des blocs de *gneiss*, de *micaschiste*, et surtout de *talcschiste verdâtre*, s'y rencontrent en proportion presque égale à celle des granites. Les *roches calcaires* qui sont associées aux roches cristallines, me paraissent appartenir au malm; elles sont parfaitement homogènes et ne diffèrent pas des roches de ce terrain. Tous ces blocs, irrégulièrement mélangés, simplement juxtaposés ou cimentés par une argile marneuse, lamellaire et brillante, ne forment pas cependant dans leur ensemble un amas irrégulier, ils sont au contraire disposés en bancs bien stratifiés, qui alternent avec des schistes gris ou foncés, renfermant des fucoïdes, ou avec des bancs formés de menus fragments de roches cristallines cimentés de la même façon que les grands blocs du conglomérat.

Reprenons maintenant la question de l'origine et de la provenance de ce singulier dépôt, question que nous avons suspendue pendant un instant. Jusqu'à ce jour, les avis ont été bien partagés. Le gisement d'Aigremont était déjà connu de von Buch; il a été visité par Studer qui pense qu'on doit rechercher le lieu d'origine de ces roches cristallines dans les hautes Alpes¹. Cette opinion me paraît être la plus juste et la plus vraisemblable. Le caractère des roches d'Aigremont ne laisse guère de doutes sur ce point. Ne trouve-t-on pas des roches presque identiques dans les immenses dépôts de matériaux erratiques que le glacier du Rhône a disséminés sur la plaine suisse? La disposition irrégulière de ces blocs et la masse argileuse homogène qui les réunit font ressembler ces conglomérats du flysch à des amas de blocs glaciaires. Enfin, si l'on tient compte des marnes schisteuses, contenant des cailloux usés, calcaires et cristallins, sur lesquelles ces dépôts sont assis, on conviendra facilement que la *théorie de l'existence des glaciers pendant l'époque éocène réunit beaucoup de probabilités*. Il est

¹ *Geol. d. westl. Schweiz. Alp.*, p. 301.

nécessaire d'admettre que ces glaciers ont déposé les débris morainiques dans la mer et non sur terre ferme.

Il ne nous reste donc que le choix entre le transport par les glaciers, comme il se fait encore actuellement dans les Alpes, et celui par les glaces flottantes. Il me semble qu'on ne peut exclure ni l'un ni l'autre de ces deux modes de transport, et qu'on doit plutôt admettre qu'ils ont tous deux concouru au même résultat.

Les matériaux transportés par les glaciers arrivaient peu à peu au bord de la mer du flysch; une partie s'y déposait directement; l'autre était transportée au loin par des glaces flottantes détachées des glaciers, qui s'en allaient au hasard, chargées de débris de diverse nature. Nous pouvons ainsi nous expliquer la présence au milieu des dépôts habituels du flysch de ces blocs, nommés *blocs exotiques*, qui sont étrangers aux régions les plus voisines.

La théorie des glaciers éocènes a déjà été indiquée par M. Martins dans une note sur le miocène de la Bourgogne. L'auteur cite des conglomérats bréchiformes à cailloux striés qui sont inférieurs aux couches à *Helix Ramondi* et qu'il rapporte au flysch. Il mentionne aussi, à cette occasion, notre brèche du Sépey comme devant avoir une origine glaciaire.

Il est parfaitement certain qu'à l'époque éocène certaines parties des Alpes étaient émergées, ceci est prouvé par la présence de feuilles de plantes terrestres dans le flysch du Val-d'Illiez et dans le grès de Taveyannaz. Plusieurs chaînes calcaires du Pays-d'Enhaut l'étaient aussi, et, à plus forte raison, la plus grande partie des Alpes cristallines où la plupart des terrains sédimentaires font défaut. Or, rien n'empêche d'admettre qu'à cette époque des glaciers descendus des régions émergées soient venus se jeter dans la mer, comme cela se passe de nos jours dans les régions arctiques. Le fait que les matériaux les plus volumineux sont déposés vers le bord intérieur de la zone du flysch, et qu'ils diminuent de volume vers le bord des Alpes, ajoute un argument plus décisif en faveur de cette théorie.

Il ne me reste qu'un point à toucher. Je n'ai pas mentionné, et c'est avec intention, le fait que certains fragments de roches du dépôt d'Aigremont présentent des surfaces planes, usées de telle façon qu'on pourrait les prendre pour des *surfaces polies et striées* par les glaciers. Mais ces cas sont rares. Le plus souvent, les fragments sont si solidement agglomérés et ont subi

une telle compression que leurs faces ne sont plus distinctes et que les stries, si même elles eussent existé, auraient été totalement déformées et oblitérées. L'*absence de stries* ne serait cependant pas une preuve contre notre théorie, car tous les cailloux transportés par les glaciers ne sont pas nécessairement striés. Un fait incontestable, c'est que beaucoup de cailloux du conglomérat d'Aigremont ne sont pas du tout usés, mais parfaitement anguleux, tandis que d'autres présentent des surfaces *planes* et comme *usées* par le frottement, sur lesquelles on ne pourrait distinguer de stries à cause du ciment qui a pour ainsi dire pénétré, par compression, dans les inégalités de la roche.

De quelle région alpine ces roches cristallines proviennent-elles ? Question difficile. Toutefois ces roches *n'ont aucunement un aspect étrange* comme on l'a prétendu. Au contraire, elles sont pour la plupart identiques ou tout au moins très semblables aux roches cristallines du Valais. Il faudrait choisir les roches les plus caractéristiques du conglomérat du flysch et en rechercher le gisement. Cette tâche difficile demanderait des recherches longues et pénibles, qui n'aboutiraient peut-être pas, car il est possible que les montagnes qui ont fourni ces matériaux n'existent plus ou qu'elles soient recouvertes par d'autres terrains sédimentaires.

Ces dépôts de blocs granitiques ne sont point rares dans le flysch le long du pied des Alpes. Le gisement de Habkehrenthal est bien connu. Il renferme une variété de granit à grands cristaux d'orthose rose, qui fait totalement défaut parmi les roches d'Aigremont ¹. M. le Dr Moesch ² a découvert un dépôt de roches semblables à celles d'Aigremont au pied de la Musenalp, à Dallenwyl, Hauserhorn, etc. (Alpes d'Unterwalden).

Un conglomérat analogue à celui du rocher d'Aigremont se retrouve au-delà de la Grande-Eau; il est formé des mêmes roches cristallines, mais le volume des matériaux diminue rapidement à mesure qu'on avance au sud, sur le flanc gauche de la vallée. Au pied de Chamossaire et au Plan-au-Savioz ce n'est plus qu'un grès grossier, gris ou blanchâtre, dans lequel les

¹ M. Studer déclare que le granit rose du Habkehrenthal est étranger aux Alpes (*Index der Petrographie*, p. 115). Ceci est possible, à moins que le gisement qui a fourni cette roche ne soit recouvert par le flysch ou par le miocène.

² *Act. Soc. helv. sc. nat.*, 1883. — *Arch. sc. phys. et nat.*, X, 531.

roches cristallines n'apparaissent plus guère sous leur état primitif. Ce grès est composé de grains isolés de quartz et de feldspath, et de fragments calcaires, mélangés avec des paillettes de mica. Le quartz et le feldspath semblent provenir de la décomposition des granits, et, à ce point de vue, la roche a quelque ressemblance avec de l'*arkose*.

Restes organiques contenus dans les dépôts du flysch.

On n'a cité jusqu'à présent dans les dépôts du flysch de notre région que fort peu de restes végétaux, à part des algues marines, et encore moins de restes animaux. Les grès de Chaussy et de Chamossaire renferment seuls de rares dents de poissons mal conservées, et encore ne sait-on pas si elles ont appartenu aux animaux qui ont vécu dans la mer du flysch, ou si elles proviennent des couches fossilifères remaniées.

On a découvert des nummulites sur certains points du flysch. M. S. Chavannes a fait connaître le gisement du Meilleret en Ormont-dessus. MM. Gilliéron et Doge en citent dans les Alpes fribourgeoises. Mais ces petits fossiles joignent à leur rareté un fort mauvais état de conservation, qui en rend la détermination difficile.

Faut-il attribuer l'absence totale de débris d'animaux aux conditions de formation du flysch? Les eaux dans lesquelles ce terrain s'est déposé étaient-elles impropres à servir d'habitation aux animaux d'une organisation supérieure? Il ne le paraît pas, puisque on a trouvé de nombreux poissons fossiles dans les schistes ardoisiers du canton de Glaris qui sont du même âge que le flysch de notre région et lui ressemblent beaucoup, et que, d'autre part, aucune formation marine connue n'est complètement dépourvue de débris de mollusques, de crustacés, d'échinodermes, etc.

Si les débris d'animaux et de végétaux supérieurs sont fort rares dans le flysch, par contre les algues marines y présentent un développement extraordinaire et y sont conservées avec la netteté la plus parfaite.

Les nombreux fucoïdes du genre *Chondrites* sont ordinairement mélangés aux *Helminthoidea* et *Palaeodictyon*, et ne présentent pas de différences dans tous les niveaux du flysch. Seulement, on remarque parfois que dans une même couche les *Chondrites* sont séparés des algues appartenant à d'autres gen-

res. Tel est le cas pour le riche gisement du Pont de la Frenière, au bord de la Grande-Eau, sous Aigremont. Les Helminthoïdes et de nombreux Palaeodictyon y occupent exclusivement la partie inférieure du banc fossilifère, tandis que les Chondrites en occupent le haut; ce n'est que dans la partie moyenne du banc qu'on trouve un mélange de ces genres.

Il paraît y avoir une différence d'organisation assez notable entre les Helminthoïdes et les Palaeodictyon d'une part et les Chondrites de l'autre. Tandis que ceux-ci restent parfaitement noirs lorsqu'on traite la roche avec un acide étendu pour lui faire prendre une teinte plus grise qui fait mieux ressortir les fucoïdes, les premiers prennent la même teinte que la roche, ce qui montre qu'ils ne renferment que peu ou point de substance charbonneuse. Ainsi les Chondrites étant charbonneux, ont évidemment une origine végétale et ne sont pas des traces de vers comme un *savant*, mauvais plaisant sans doute, veut nous en faire accroire.

Les espèces d'algues marines trouvées jusqu'à ce jour dans les gisements du Pays-d'Enhaut et dans la vallée des Ormonts sont les suivantes ¹:

- Chondrites caespitosus, F. O. — Fr, Ch.
- » affinis, Stb. — Fr, Lt, Ch.
- » inclinatus, Brng. — Fr.
- » Targionii, Br.
- » » genuinus, Br. — Fr, Lt.
- » » expansus, F. O. — Fr.
- » » arbuscula, F. O. — Fr.
- » intricatus, Brng.
- » » genuinus, Hr. — Fr.
- » » Fischeri, Hr. — Fr, Lt, Ch, Ps, Pb, La
- Halymenites lumbricoides, Hr. — Fr. [Verraz.
- Helminthoidea labyrinthica, Hr. — Fr, Ablätschen, Combettaz.
- » crassa, Schafh. — Fr, Aigt, Ch.
- Palaeodictyon textum, Hr. — Fr, Gros Jabloz.
- Munsteria sp. — Fr.

¹ Explication des abréviations: Fr = Pont de la Frenière (Ormonts); Aigt = pied du rocher d'Aigremont; Lt = Laitmaire; Ps = gorge du Pissot; Ch = Col de la Cheneau; M = route des Mosses; Pb = Perte à Bovay.

CHAPITRE IV

Gypse et corgneule éocènes.

Depuis bien des années déjà, on a découvert dans les Alpes des gisements de *gypse* et de *corgneule*, où ces terrains sont placés si manifestement soit entre les terrains secondaires et éocènes, soit au milieu de ceux-ci, qu'il est impossible d'y voir autre chose que des dépôts appartenant à l'époque éocène. C'est surtout à la base du flysch que se trouvent la plupart de ces dépôts, et grâce aux recherches de MM. V. Gilliéron, E. Favre, S. Chavannes, G. de Tribolet ¹, etc., leur nombre devient de plus en plus considérable. Je m'estimerai satisfait si ce modeste travail peut contribuer à rétablir la vérité sur ce sujet.

Autrefois on admettait généralement que tous les gypses et toutes les corgneules des Alpes devaient appartenir au terrain triasique. L'un des auteurs de cette opinion, M. le professeur Alph. Favre ², s'était basé essentiellement sur les gisements de gypse et de corgneule de la Savoie et de quelques districts du Piémont et du Bas-Valais. Là, ce sont en réalité le gypse et la corgneule, accompagnés de dolomies et de marnes mouche-tées ³, qui occupent la place du trias, entre les terrains secondaires et le carbonifère. Certainement, personne ne connaissait mieux les terrains de cette région que le savant auteur de la carte géologique de la Savoie, et si, il y a trente ans, la stratigraphie eût été aussi avancée qu'elle l'est maintenant, M. Alph. Favre eût sans doute été le premier à reconnaître la vraie position d'un bon nombre de dépôts de gypse et de corgneule qu'il a rangés dans le trias. Mais à cette époque les terrains éocènes des Alpes étaient encore imparfaitement connus; le *calcaire du Chablais*, par exemple, qu'on range maintenant dans les terrains

¹ Gilliéron, *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1875, p. 51; *Mat. cart. géol. suisse*, XII, p. 14, 15. — E. Favre, *Revue géol. suisse*, 1872. *Acta Soc. helv.*, 1873, p. 86. — *Arch. Bibl. univers.*, t. XLVII, p. 28. — Sylv. Chavannes et G. de Tribolet, *loc. cit.* — *Bull. Soc. Neuch.*, 1875, etc.

² *Recherches géol. dans la Savoie*, etc., t. II, p. 32; t. III, p. 405, 440. — *Arch. Bibl. univers.*, 2^e série, vol. IV, p. 327. — *Mém. Soc. phys. et d'hist. nat.*, Genève 1859, t. XV. — *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1859, p. 46.

³ *Recherches géol.*, etc., t. III, p. 298, etc.

éocènes, en l'assimilant au flysch; était alors considéré comme liasique.

Des recherches sur les terrains carbonifères des Alpes avaient amené M. Favre à attacher une attention toute spéciale aux terrains qui pouvaient appartenir au trias. Des résultats très concluants, obtenus sur une foule de points, semblèrent permettre et justifier pleinement l'extension de ses conclusions à d'autres parties des Alpes. C'est ainsi que prit naissance la loi qui attribue au trias tous les gypses et toutes les corgneules des Alpes.

Tout en défendant ses conclusions, M. Alph. Favre fut lui-même moins absolu que ne le sont quelques-uns des partisans de son opinion. Il admet l'existence de petits amas de gypse dans les terrains tertiaires¹, et décrit même un gisement au nord-est d'Abondance, en Savoie, dans lequel le gypse, qui fut anciennement exploité² se trouve entre le jurassique supérieur et les schistes à fucoides de l'éocène. D'autres gisements des environs de Châtillon et Morillon, près Cluses, semblent se trouver dans le même cas.

Il y a encore actuellement des géologues qui défendent avec une ténacité surprenante l'application générale et absolue des conclusions émises jadis par M. Alphonse Favre. C'est avec une conviction voisine de la foi qu'ils rangent ainsi dans le trias toute corgneule et tout gypse, sans se soucier le moins du monde si cette place convient réellement à ces terrains. J'ai déjà dit que M. Alphonse Favre n'était pas si absolu et qu'il admettait l'existence de dépôts de gypse d'âge bien différent de ceux du trias³. Par contre, M. Renevier déclare formellement ne pas connaître dans les Alpes des corgneules et des gypses autres que ceux du trias, et prétend que tous les terrains de ce genre doivent être d'âge triasique⁴.

Il ne peut être question de discuter ici l'âge de tous les gisements de gypse des Alpes. Je m'efforcerai seulement de prouver par une description exacte de ceux qui se rencontrent dans

¹ Alph. Favre, *Recherches géol. dans la Savoie*, etc., t. III, p. 405 et 449; t. II, p. 119.

² Alph. Favre, *Recherches géol. dans la Savoie*, etc., t. II, p. 227.

³ *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1872, p. 52.

⁴ *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1877, p. 59; id., 1875, p. 50. — *Arch. Bibliot. univers.*, t. LIX, p. 15. — *Bull. Soc. vaud.*, t. XII, p. 478.

notre région, qu'il y a du gypse et de la corgneule éocènes *même dans les Alpes vaudoises*.

La découverte de ces dépôts de gypse et de corgneule éocènes n'est, du reste, pas si récente. Escher de la Linth avait fait connaître l'existence de dépôts de ce genre près d'Yberg, dans le canton de Schwytz; mais M. Renevier¹ les rangea plus tard dans le trias.

La tendance à vouloir placer dans le trias toutes les roches gypseuses et les corgneules des Alpes amena de graves inconvénients. Les géologues furent souvent induits à employer des moyens fort énergiques pour donner à ces terrains une position quelque peu triasique. Ils durent recourir à des failles gigantesques ou à des contournements des plus fantastiques, dont il n'existe en réalité aucun indice. Les exemples de ce genre seraient nombreux, si l'on voulait en faire l'énumération. Qu'il me suffise de citer les profils de M. le pasteur Ischer² qui a étudié la région bernoise immédiatement voisine de celle qui fait le sujet de cette étude. Tous les nombreux gisements de gypse et de corgneule enclavés dans l'éocène y sont notés comme triasiques. Ainsi, toutes ces montagnes reposeraient sur une énorme assise de corgneule qui aurait subi les contorsions les plus extraordinaires pour venir percer çà et là les terrains du flysch.

S'il y a quelque chose qui puisse induire à employer de pareils procédés, c'est assurément la grande ressemblance que le flysch a parfois avec le lias, surtout les assises inférieures qui se trouvent d'habitude en contact avec le gypse. Inversement, on doit bien se garder d'assimiler au flysch certaines couches du lias, surtout celles qui se trouvent comprises entre des assises de flysch, comme cela se rencontre aux Ormonts, au pied de Chamossaire, au col du Pillon, etc. Ceci serait une erreur d'autant plus facile à commettre que les fossiles y sont excessivement rares et que ces schistes y ont une couleur assez semblable à celle du flysch. J'ai déjà fait mention ailleurs de la grande ressemblance de certaines algues marines du toarcien avec celles du flysch, ressemblance qui peut donner lieu à des confusions et faire prendre pour du lias des couches éocènes voisines du gypse. Mais à force de patience on parvient presque toujours à distinguer ces terrains et à reconnaître leur vraie position, et

¹ *Bull. Soc. vaud.*, t. X, p. 48. — *Mittheil.*, Berne 1869, p. 161.

² Ischer, *Blick in den Bau*, etc. Jahrb. S. A. C., 1877-1878.

lors même que les roches ne parlent pas, il est toujours possible de déchiffrer les signes mystérieux qu'elles portent, à l'aide du bon sens et du marteau, *mente et malleo*, comme le dit si bien la devise du congrès des géologues. Beaucoup de terrains rangés dans le trias deviendront du tertiaire et nombre de ces failles et de ces trouées de corgneule disparaîtront, malgré le bon effet qu'elles font dans les dessins.

Il y aura sans doute des géologues qui ne seront pas d'accord avec moi. On me reprochera peut-être de vouloir tout renverser, et de rectifier ce que de longues recherches ont solidement établi. Pareille entreprise semblera même bien hardie de la part d'un novice. Si je me permets d'être si affirmatif, c'est que j'ai la conviction d'être dans le vrai, et que, d'autre part, ce n'est pas une idée préconçue qui m'a entraîné dans cette voie inconnue. Lorsque, en 1881, je commençais à explorer les environs de Château-d'Œx, j'avais la conviction, puisée dans l'auditoire académique, que tous les gypses et toutes les corgneules étaient d'âge triasique ! La découverte de ces terrains sur de nombreux points où ils sont intercalés entre le malm et le flysch me surprit et me confondit d'abord ; à la surprise succédèrent de sérieux soupçons et j'acquis la certitude *qu'il y avait dans les Alpes du Pays-d'Enhaut du gypse et de la corgneule qui n'étaient pas d'âge triasique !* Sur douze gisements que j'ai explorés, deux seulement peuvent appartenir au trias (l'un d'eux est même très douteux), tandis que tous les autres sont d'âge éocène.

Bien loin de vouloir généraliser les résultats auxquels je suis arrivé, je reste parfaitement convaincu que le gypse et la corgneule peuvent occuper des niveaux quelconques dans la série des dépôts stratifiés et que leur niveau peut même varier dans un district assez restreint comme celui des Alpes vaudoises ; de sorte qu'on ne peut en aucune façon leur donner un niveau constant. La sédimentation n'est pas soumise à des lois absolues et un terrain qui s'est déposé sur un point quelconque à l'époque triasique pourra se former de nouveau, avec des caractères identiques, à une époque postérieure, pourvu que les conditions qui en ont accompagné le premier dépôt soient les mêmes.

Toutes les considérations précédentes seront dépourvues de valeur pour ceux qui donnent aux gypses et aux corgneules des Alpes une autre origine que celle de la sédimentation.

M. C. Brunner¹ ne leur attribue aucun âge précis; il les considère comme formés sous l'influence des phénomènes de soulèvement et de rupture des terrains.

M. S. Chavannes, qui a entrepris depuis nombre d'années une étude toute spéciale sur ces terrains dans les Alpes, admet que le gypse ainsi que la corgneule sont dus au *métamorphisme*, soit à la transformation des terrains sédimentaires, et qu'ils peuvent ainsi s'être formés à une époque quelconque. Il reconnaît dans les Alpes quatre zones ou niveaux : la zone crétacée-tertiaire, la zone jurassique, la zone des schistes lustrés et la zone anthracifère². La première nous concerne seule; je n'entrerai donc dans aucune discussion sur la valeur des trois autres zones.

Les paragraphes suivants seront consacrés spécialement à élucider la question de la position stratigraphique et de l'origine du gypse et de la corgneule que je place dans l'éocène; j'étendrai parfois mes considérations aux gypses et corgneules qui paraissent être d'âge triasique ou d'âge incertain.

A. Le gypse éocène.

Le gypse éocène des gisements de nos Alpes vaudoises présente un caractère essentiellement sédimentaire. Il est très impur, ordinairement de couleur grise, ou teinté de diverses nuances. Ses dépôts sont formés d'une multitude de minces couches dont la stratification est en concordance avec celle des terrains éocènes qui les recouvrent.

Toutes ces minces strates de gypse se distinguent facilement les unes des autres par leurs teintes très variées, surtout lorsque l'érosion atmosphérique en a désagrégé la tranche. Les lits de gypse blanc, grenu ou alabastroïde, sont rares. C'est surtout dans ces lits plus purs qu'on trouve du *soufre natif*, pulvérulent ou cristallisé, qui a sans doute été déposé par les eaux d'infiltration, car beaucoup de sources qui sortent des terrains gypseux sont sulfureuses et contiennent en dissolution des sulfhydrates alcalins qui, par décomposition, donnent naissance à du soufre.

Ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, c'est que le gypse hydraté ($\text{Ca SO}_4 + 2 \text{H}_2 \text{O}$) se trouve toujours à la *surface*, tan-

¹ C. Brunner v. Wattenwyl, *Gebirgsmasse d. Stockhorn*, p. 29.

² *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1875, p. 50.

dis que le gypse anhydre ou *anhydrite* forme les couches profondes; entre deux se trouve du gypse à différents degrés d'hydratation. M. de Charpentier a constaté que l'anhydrite des mines de Bex qui formait le dépôt tout entier, s'est transformée en gypse à la surface, par absorption des eaux atmosphériques et des eaux d'infiltration.

Le gypse et l'anhydrite renferment presque toujours des fragments anguleux, plus ou moins grands, d'un *calcaire gris ou noir* qu'il n'est pas difficile de reconnaître pour du calcaire jurassique. Certains lits en contiennent plus que d'autres. Ces petits fragments sont souvent si nombreux que le gypse en prend une teinte plus foncée et qu'on peut voir distinctement qu'ils *sont distribués dans le sens de la stratification* et que quelques strates en renferment de plus volumineux que d'autres. Ces débris, étrangers au gypse, n'appartiennent pas tous aux mêmes roches; outre des fragments calcaires, il n'est pas rare d'y trouver des débris de *schiste noir*, de *grès jaunâtre* ou *gris-noir*, distribués dans le sens des couches et donnant souvent à celles-ci, par leur fréquence, une teinte particulière.

Les auteurs expliquent de diverses manières l'origine et la provenance de ces roches étrangères au gypse; j'aurai souvent l'occasion de revenir sur ce point. L'existence de fragments tout à fait semblables dans la corgneule qui accompagne le gypse indique un rapport très intime entre ces deux terrains et donne, en même temps, des indices assez précis sur leur mode de formation.

Tous les dépôts de gypse éocène que je connais ont une étendue peu considérable. Ils forment des amas ou des nids, c'est-à-dire des *dépôts locaux*, à la base du flysch, et recouvrent la corgneule, quand celle-ci existe. La corgneule n'a pas non plus une disposition régulière; son extension est ordinairement plus grande que celle du gypse; elle forme volontiers des bandes étroites le long du pied des chaînes calcaires. Quelquefois elle manque, et le gypse repose alors directement sur les terrains crétacés ou jurassiques. J'expliquerai ailleurs la cause probable de cette circonstance assez extraordinaire.

Si l'on peut dire pour le moment que le gypse des Alpes vaudoises est en bonne partie d'âge éocène, rien ne prouve qu'on n'en découvre pas tôt ou tard qui soit d'un âge différent. Cette question présente encore beaucoup de points obscurs. Ainsi, au pied de la chaîne du *Ganterist* (Alpes fribourgeoises), le gypse

est en contact avec le rhétien d'une part, et de l'autre avec le flysch, sans qu'on puisse l'attribuer avec certitude ni à l'un ni à l'autre de ces deux niveaux. Le gypse et l'anhydrite de la région d'Ollon, de Bex, du col de la Croix et du Pillon semblent se trouver dans le même cas; les seuls terrains qui les accompagnent sont le lias et le flysch (chapitre V).

D'autre part, il est impossible d'assigner au gypse tertiaire un niveau particulier dans le groupe éocène, vu qu'il ne renferme aucun fossile et qu'il repose en transgression sur le crétacé ou sur le jurassique supérieur. La découverte, faite par M. Kaufmann, de lits de corgneule dans les couches d'Yberg, qui sont intermédiaires entre les couches de Wang (nummulitique) et le calcaire de Seewen, pourrait faire supposer que le gypse et la corgneule éocènes de notre région sont approximativement du même âge. Mais ce n'est qu'une supposition; la seule chose qu'on puisse admettre avec certitude, c'est que les gypses que je range dans l'éocène sont *plus récents que le sénonien* et qu'ils sont *surmontés par des assises de flysch*. Sur certains points, que je décrirai plus loin, le gypse et la corgneule sont séparés des terrains secondaires par du flysch, ce qui rend plus évident encore l'âge éocène de ces terrains.

M. S. Chavannes¹ dit avoir trouvé des traces de fucoïdes dans le gypse de Salins sur Aigle; si ce fait se vérifie, il permettrait de considérer le gypse éocène comme synchronique du flysch. D'un autre côté, M. Lory² a reconnu sur la limite du jurassique et du nummulitique du gypse appartenant probablement à ce dernier niveau.

L'origine du gypse a donné lieu à deux théories, émises presque en même temps. L'une, la théorie de la *sédimentation du gypse par voie hydrochimique*, explique en même temps la présence très fréquente du sel gemme dans ce terrain; l'autre, celle du *métamorphisme*, prétend que tous les gypses ont été formés par transformation de la roche encaissante.

Si la majorité des géologues, et je suis du nombre, admet actuellement la première de ces deux manières de voir comme étant la *plus probable*, la seconde n'est rien moins qu'abandonnée, preuve en soit la lutte acharnée qui se poursuit entre MM.

¹ Bull. Soc. vaud. sc. nat., 1874, VII, p. 465.

² Bull. Soc. géol. France, 1874, III, p. 17.

Renevier et Sylv. Chavannes ¹, précisément à propos des gisements de la région qui nous occupe.

Si l'aspect des gisements de gypse de nos Alpes les fait suffisamment reconnaître comme dépôts sédimentaires, la présence du sel gemme dans un certain nombre d'entre eux ne fait qu'augmenter notre conviction.

Les recherches faites récemment dans les grands lacs salés montrent que le sel gemme se dépose souvent simultanément avec le gypse anhydre. Ce fait a été observé dans le golfe de Karabougas, où l'eau sursaturée est continuellement remplacée par une eau moins saturée venant de la mer Caspienne, le golfe n'ayant lui-même pas d'affluents.

Les anciens dépôts arénacés de la mer Morte, nommés *mar-nes de la Liçan* par M. Lartet ², semblent pouvoir servir de point de comparaison pour l'étude de certains dépôts gypseux des Alpes. « Ce sédiment, dit M. Lartet, se présente en général sous forme d'innombrables feuillets de marne d'un gris clair alternant avec des couches extrêmement minces, de couleur et de nature toutes différentes, et souvent exclusivement composées de substances salines, telles, par exemple, que du gypse lenticulaire, des argiles salifères, etc... Toute la masse se compose de lits n'excédant pas 1 à 2 décimètres et donnant aux sections, par la diversité des nuances, un aspect rubanné. Ces dépôts renferment aussi des lits de graviers. » — Des sondages ont prouvé que des dépôts gypseux et salins analogues se forment au fond de la mer Morte. Si l'on considère, en outre, que les déjections amenées dans un bassin par ses affluents doivent se mêler à la masse de gypse en voie de dépôt, on aura une image très nette de ce que sont certains gypses éocènes des Alpes vaudoises qui renferment des fragments de diverse nature, anguleux ou arrondis, distribués dans d'innombrables feuillets de gypse dont la couleur varie entre le gris-clair et le noir, suivant la proportion des impuretés qui s'y trouvent mélangées. On y rencontre fréquemment des alternances de conglomérats et de sables. (Exergillod dans la vallée de la Grande-Eau.)

Toutes ces recherches, et leur comparaison avec celles qu'on a faites sur les gypses des Alpes, nous donnent la certitude ab-

¹ *Bull. Soc. vaud.*, 1870, X, p. 478; 1871, XI, p. 299; 1874, XII, p. 465, 109. — *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1875, 1877. — *Arch. Bibl. univers.*, p. 175.

² *Exploration géologique de la mer Morte*, etc., 1877, p. 175.

solue que le dépôt de ces gypses s'est effectué par voie aqueuse, comme ceux qui se forment encore actuellement dans les grands lacs salés continentaux. MM. Alph. Favre, Renevier, Lory, etc., soutiennent tout spécialement cette manière d'envisager l'origine des gypses alpins. Il y a plus de 30 ans que d'Alberti ¹, qui a recueilli les plus vastes matériaux sur ce sujet, a soutenu cette théorie en se basant sur les dépôts gypseux et salifères de tout âge d'une grande partie de l'Europe et en démontrant leur analogie avec les dépôts actuels.

La théorie de l'*origine métamorphique* du gypse des Alpes, y compris celle de l'*origine plutonique* de ce terrain, est très ancienne, plus ancienne peut-être que celle de la sédimentation.

Le gypse n'a-t-il pas été appelé successivement *terrain primitif*, *altération de la matière primordiale*, *terrain éruptif*, *produit sublimé*, etc., jusqu'à ce que la toute puissante théorie du *métamorphisme* soit venue jeter une nouvelle lumière (?) sur l'origine du gypse ! Le mot *métamorphisme* sert ordinairement à expliquer toutes les questions embarrassantes. Or, comme la présence du gypse au milieu des dépôts arénacés des Alpes est des plus embarrassantes, on a eu recours au métamorphisme, pour transformer en gypse les roches avoisinantes. La disposition de ce terrain en amas peu étendus a déjà quelque chose d'étrange, et si l'on tient compte de ce qu'il est ordinairement accompagné d'une roche énigmatique qu'on appelle *corgneule*, on comprendra quelque peu les étranges suppositions qu'ont émises ceux qui ne peuvent pas voir dans le gypse un terrain sédimentaire normal.

Beudant, Murchison, E. de Beaumont soutenaient déjà que le gypse était une transformation du carbonate de chaux. Sismonda explique de la même façon l'origine du gypse qu'on trouve au fort de l'Esseillon près Modane.

Les émanations volcaniques contiennent de l'acide sulfureux et surtout de grandes quantités d'anhydrite sulfureux ; ce dernier se transforme aisément en acide sulfurique en se dissolvant dans l'eau. Les eaux qui descendent de certains volcans sont souvent fortement chargées d'acide sulfurique. Il est très clair que ces eaux peuvent transformer en *sulfate* le carbonate de chaux qui se trouve sur leur passage. D'autre part, il est certain que les pyrites peuvent se transformer en sulfates métalli-

¹ F. d'Alberti, *Halurgische Geologie*, 1852.

ques par l'oxydation de la moitié seulement de leur soufre, tandis que l'autre partie peut aussi s'oxyder, devenir de l'acide sulfurique et former un sulfate terreux en attaquant la gangue de la pyrite. C'est ainsi que se sont formés la plupart des gisements d'alun et de sulfates terreux naturels. Si cette gangue est calcaire, celle-ci est transformée en *sulfate de chaux* ou *gypse*.

Ces deux faits sont irrécusables, mais on aurait mille fois tort de vouloir les généraliser, en attribuant une origine semblable, sinon à tous les gypses, du moins à la plupart d'entre eux. Si la théorie du métamorphisme a souvent été nécessaire pour expliquer la formation des roches cristallines, il n'est rien moins que nécessaire d'y avoir recours dans des cas où elle est totalement superflue.

MM. Chavannes et de Tribolet soutiennent avec une grande conviction l'hypothèse de l'*origine métamorphique* du gypse des Alpes. M. de Tribolet s'est surtout occupé des gypses des Alpes bernoises, lesquels ne sont que la continuation de ceux des Alpes vaudoises.

M. Chavannes ayant trouvé, dans le voisinage des éruptions basaltiques du Hohentwiel et du Hohenhöwen, du gypse dans un calcaire d'eau douce remanié, croit pouvoir donner aux gypses des Alpes une origine analogue et les considère comme formés par l'action des émanations d'acide sulfurique sur les roches sédimentaires jurassiques, crétacées, éocènes, etc., qui les environnent. Mais l'exemple du Hohentwiel et du Hohenhöfen demande à être confirmé, car on sait que les terrains miocènes renferment souvent des amas de gypse fort éloignés de toute roche éruptive, de sorte qu'on ne peut, sans autres preuves, attribuer au voisinage des basaltes la formation du gypse dans le calcaire d'eau douce de ces deux localités. A plus forte raison est-on bien moins autorisé à se servir de cette hypothèse pour expliquer l'origine du gypse des Alpes. La théorie des soulèvements volcaniques est délaissée; les Alpes sont le résultat passif du refoulement latéral; elles ne sont pas une chaîne volcanique. D'où serait donc venu cet acide sulfurique en quantité suffisante pour produire ces énormes amas de gypse par la transformation du carbonate de chaux? Si de savants géologues, comme M. Daubrée, attribuent au métamorphisme l'origine des gypses des Apennins et des Pyrénées qui se trouvent dans le voisinage d'éruptions d'ophite, on ne peut se prévaloir de ces cas particuliers pour expliquer la formation du gypse dans les

Alpes où il n'y a ni ophite, ni basalte. La position du gypse le long des axes de dislocation des Alpes pourrait être invoquée en faveur de cette hypothèse; on pourrait supposer que des fissures ou cheminées ont livré passage à des eaux et vapeurs acides; mais, jusqu'à ce jour, on n'a vu dans les Alpes ni fissures, ni cheminées, ni vapeurs acides.

On dira peut-être que le glissement des couches a pu développer une chaleur suffisante pour décomposer les roches; ce phénomène a dû s'accomplir *localement*, mais qu'on puisse y voir un rapport avec la formation du gypse, c'est une question qu'il est inutile d'approfondir.

Et pourtant, malgré l'impossibilité où il se trouve de citer une preuve évidente, M. Chavannes fait provenir les gypses, suivant leur nature, de la transformation des schistes, du calcaire, du grès et du poudingue du flysch. Les graviers et autres roches détritiques qu'on trouve si souvent dans le gypse ne prouvent pas que ce dernier soit un poudingue transformé; ces fragments ont été amenés dans les eaux où se déposait le gypse par la voie très naturelle du charriage.

Pour que toute cette hypothèse puisse avoir la moindre apparence de probabilité, il faudrait prouver en premier lieu, et en dehors du point en litige, que des émissions d'acide sulfurique ont réellement eu lieu dans les Alpes.

Trois considérations fondamentales, qui ne peuvent être expliquées que par la théorie de la sédimentation, s'opposent à la théorie du métamorphisme :

Si l'on admet que les gypses se sont formés sous l'influence de l'acide sulfurique, la présence du sel gemme au milieu du gypse reste inexpliquée, car ce n'est pas le chlorure, mais le sulfate de sodium qu'on devrait y trouver.

Pourquoi la dolomie et la corgneule qui accompagnent habituellement le gypse et qui lui sont inférieures n'ont-elles pas été aussi transformées et pourquoi sont-elles restées à l'état de carbonates ?

Enfin, pourquoi le gypse occupe-t-il un niveau si constant à la base du flysch, même dans les gisements très distants et indépendants les uns des autres ?

Ces trois questions n'ont rien d'embarrassant, si l'on admet que le gypse est un terrain sédimentaire qui s'est formé par voie aqueuse dans des bassins clos. De là vient sa répartition

inégale. La formation de ces bassins a eu lieu *simultanément* dans une grande partie des Alpes ; elle a marqué le commencement de l'époque éocène, en précédant le dépôt du flysch. C'est aussi pour cette raison que les amas de gypse se sont alignés de préférence le long des axes de dislocations, qui étaient déjà les mêmes que ceux d'aujourd'hui.

B. Corgneule et dolomie éocènes.

Sous le nom de *corgneule*, on désigne une roche assez étrange, de composition dolomitique, de couleur jaune, grise ou brunâtre, d'aspect tuffacé et vacuolaire et d'une texture éminemment *bréchiforme*, du moins pour la corgneule éocène, car c'est par ce dernier caractère qu'elle se distingue des roches de même nom qui se trouvent au-dessous du rhétien, et qui sont de vrais calcaires dolomitiques vacuolaires (*Rauchwacke, Zellenkalk*).

La corgneule de la base du flysch est habituellement une *brèche dolomitique*, qui n'est vacuolaire qu'à la surface, mais qui, dans l'intérieur, où les agents atmosphériques n'ont pas pu pénétrer, est *parfaitement compacte* et présente la structure d'une vraie brèche formée de fragments dolomitiques de grosseur variable, gris ou jaunes, enchâssés dans une roche de même composition ou plus calcaire.

Outre les fragments de nature dolomitique, on trouve dans toutes les corgneules de nos gisements vaudois des fragments anguleux ou arrondis de *calcaire noir ou gris*, identique à celui que renferme si souvent le gypse, des morceaux de *grès verdâtre ou gris*, des fragments de *quartz*, etc., toutes roches qui se trouvent dans le flysch et qui proviennent évidemment des terrains sous-jacents. Le nombre des fragments calcaires est souvent si considérable qu'on croit avoir affaire à une brèche calcaire plutôt qu'à une roche dolomitique. Ce sont surtout les couches de la base des dépôts de corgneule qui présentent fréquemment cette particularité ; ceci provient de ce qu'elles reposent sur le jurassique supérieur. Dans ce cas, le contact entre la corgneule et le terrain sous-jacent n'est pas immédiat, mais il se fait par l'intermédiaire d'une brèche entièrement calcaire qui est formée de débris de jurassique supérieur et qui a la plus grande ressemblance avec la *brèche de la Hornfluh*. Ces faits nous expliquent la formation de la corgneule qui n'est autre chose qu'une brèche formée de débris calcaires et dolomitiques. La corgneule occupe

le bord des bassins dans lesquels s'est déposé le gypse; elle manque souvent là où le gypse est le plus puissant, c'est-à-dire à l'endroit où le bassin atteignait sa plus grande profondeur.

Comme le gypse, la corgneule éocène n'a pas une étendue bien considérable; elle forme toujours des bandes ou zones assez régulières le long des chaînes calcaires. Sa puissance est très variable et peut monter de 10 à 100 mètres et au-delà.

Sur quelques points des Alpes vaudoises, et en particulier sur le versant nord de la chaîne du *Mont-d'Or*, la corgneule est interrompue par des bancs de calcaire magnésien. Ceci est assez curieux, vu qu'en général la corgneule n'affecte pas la forme de bancs réguliers et qu'elle se présente plutôt sous forme d'un massif unique. Sur le versant sud de la même arête, la corgneule renferme des lits de dolomie grise, sableuse, de plusieurs mètres d'épaisseur.

La nature et l'origine de la corgneule ont été méconnues pendant longtemps. On la confondit d'abord avec le tuf et ce n'est que plus tard qu'on finit par voir qu'elle était une roche particulière. Le rapport intime qui existe entre les amas de corgneule et ceux de dolomie fit voir dans la corgneule une modification de cette dernière, tout en lui attribuant comme à la dolomie une origine sédimentaire ou métamorphique.

Malgré toutes les explications qu'on a imaginées pour prouver la transformation de la dolomie en corgneule, je puis affirmer que les corgneules bréchiformes du flysch n'ont pas été produites par une modification de la dolomie et surtout pas par une modification *in-loco*. J'ai constaté à plusieurs reprises que les brèches calcaires du flysch (brèches de la Hornfluh, etc.) prennent par l'exposition à l'air un aspect voisin de celui de la corgneule. Il se peut donc que certaines corgneules résultent de la modification d'un *conglomérat* qui, dans l'origine, était déjà dolomitique, mais moins friable et vacuolaire que la corgneule.

D'un autre côté, les corgneules bréchiformes du flysch, qui passent parfois à de la dolomie grenue, me paraissent s'être formées en même temps que la dolomie. Elles ne sont en aucun cas une modification de celle-ci.

Leur mode de formation n'est pas difficile à établir. On peut admettre que des brèches analogues à celles de la Hornfluh se sont formées sur le bord des bassins dans lesquels se déposait la dolomie. Celle-ci devait dans ce cas former le ciment des fragments anguleux. Il y a deux manières d'expliquer la composition

dolomitique de ces fragments qui ne se trouvent plus dans leur état primitif et qui ont évidemment subi une profonde modification. Il est possible que la composition des matériaux fût déjà voisine de celle de la dolomie et que leur consistance ait varié sous l'influence d'un agent quelconque, ou que ce fussent des fragments calcaires et que, par suite de la présence d'un ciment dolomitique, il se soit fait un échange de carbonate de chaux contre du carbonate de magnésie, sans que la forme des fragments en ait été altérée. Des transformations de ce genre se rencontrent fréquemment dans les cailloux de charriage récent dont la composition varie souvent en même temps que l'aspect. Ce qui me paraît indubitable, c'est que ces fragments dolomitiques n'étaient pas très friables, comme ils le sont maintenant, lorsqu'ils se sont agglomérés en brèche, et qu'ils devaient avoir alors une dureté suffisante pour conserver leurs formes anguleuses.

La présence des cailloux et des fragments *calcaires* m'engagerait plutôt à abandonner la seconde supposition, savoir celle que les fragments dolomitiques proviennent de fragments calcaires transformés en dolomie. Pourquoi certains fragments calcaires auraient-ils résisté à la dolomitisation et pourquoi n'auraient-ils pas subi, au moins à l'extérieur, un commencement de transformation? Il me paraît bien plus vraisemblable que les débris qui composent la corgneule étaient dolomitiques dès l'origine, et qu'ils avaient une dureté plus grande. C'est probablement pendant la cimentation même que ces roches dolomitiques se sont altérées et qu'elles sont devenues friables en prenant la teinte jaune ou grise qu'elles ont actuellement, tandis que les fragments calcaires ont résisté.

Je suis loin de vouloir appliquer cette théorie à toutes les corgneules. D'abord j'estime qu'on ne peut l'adopter avec certitude tant qu'on manquera de preuves évidentes, preuves qu'il n'est pas possible de fournir pour le moment. Il faudrait pouvoir trouver de la corgneule *en voie de formation*, dans les dépôts actuels. D'un autre sens, je n'attribue ce mode de formation qu'aux *corgneules bréchiformes* (brèches dolomitiques) de l'éocène, car les vraies corgneules inférieures au lias, qu'on dit être triasiques, peuvent avoir une toute autre origine.

J'ai analysé plusieurs corgneules éocènes des Alpes et j'ai trouvé qu'elles avaient toutes une composition assez voisine de celle de la dolomie; beaucoup renferment de la silice libre qui reste, après la dissolution, sous forme de sable. Les lits cal-

caires qu'on trouve parfois intercalés dans la corgneule se sont ordinairement montrés riches en magnésie.

M. C. Brunner-von Wattenwyl¹ considère la corgneule comme une formation secondaire, accompagnant celle du gypse, et produite par l'influence de l'acide carbonique qui se dégage pendant la décomposition du carbonate de chaux par l'acide sulfurique. Il n'est pas nécessaire de démontrer que cette hypothèse tombe avec celle de l'origine métamorphique du gypse.

Pour M. Chavannes, l'origine de la corgneule est multiple. Cet auteur voit dans une grande partie des corgneules des brèches dolomitiques qu'il attribue au remaniement de la dolomie². Ailleurs il les attribue au fendillement des lits de dolomie qui se seraient desséchés après émergence, et au remplissage des fissures par une masse calcaire³. D'autres corgneules enfin se seraient formées dans de grandes fissures sous l'influence d'une action métamorphique.

Toutes ces explications, plus ou moins vraisemblables, montrent que la corgneule a toujours été une roche très embarrassante. Il est souvent même fort difficile de se rendre compte si l'on a affaire à une vraie corgneule en place, ou bien à une roche remaniée. Comme les eaux qui sortent des corgneules sont toujours incrustantes, il peut arriver que des débris de corgneule soient cimentés par l'eau calcaire et qu'ils forment une roche toute récente ressemblant, à s'y méprendre, à de la vraie corgneule. Cependant il est toujours facile dans ce cas de retrouver les bancs qui ont fourni les débris recimentés.

Superposition du gypse et de la corgneule éocènes dans les différents gisements.

Il serait assez difficile d'exprimer par une loi générale l'ordre de superposition des gypses et des dépôts dolomitiques qui les accompagnent. On a souvent prétendu que la corgneule enveloppait entièrement les dépôts de gypse; je ne sais si les observations qui ont motivé cette assertion présentent une certitude suffisante. En bornant mes conclusions à la région qui nous occupe, je puis affirmer que, partout où il m'a été possible de

¹ *Gebirgsmasse des Stockhorns*, p. 32.

² *Bull. Soc. vaud.*, 1874, XII, p. 465.

³ *Bull. Soc. vaud.*, 1874, XII, p. 110, etc.

constater à la fois la présence du gypse et de la corgneule, celle-ci s'est montrée *inférieure* au gypse. Mes observations concordent avec celles qu'on a faites sur les terrains gypseux et dolomitiques dans les gisements les plus divers. Dans les terrains du Keuper, par exemple, les dolomies se trouvent habituellement à la base de l'anhydrite; dans le purbeckien, les roches dolomitiques sont également presque toujours inférieures aux dépôts gypsifères. Même en ne tenant compte que de la solubilité, la dolomie a toujours dû se déposer avant le gypse. Il peut pourtant arriver que des assises de roches dolomitiques succèdent aux dépôts gypseux. Les rapports du gypse et de la corgneule et leur position entre les terrains secondaires et le flysch varient avec les différents gisements.

Dans le Pays-d'Enhaut, ces deux terrains forment le long des chaînes calcaires plusieurs bandes souvent interrompues et de largeur assez irrégulière.

La première apparaît au pied nord des *Rochers du Midi*, où la corgneule est seule visible sous forme de roche dolomitique bréchiforme, de couleur jaune. On y rencontre souvent des fragments de calcaire, vers la base du dépôt, à l'approche des assises calcaires du jurassique supérieur; la roche passe alors à une brèche calcaire.

Le pied nord de la chaîne du *Rubli* est bordé sur plusieurs points de dépôts de corgneule éocène. Au nord des Rochers à Pointes, où elle occupe une position des plus étranges, la corgneule est en contact du côté sud avec les couches bathoniennes à *Mytilus*; du côté nord elle butte contre la tranche d'un massif calcaire appartenant au jurassique supérieur (Pl. II, prof. 4, et pl. IV, fig. 15). Le voisinage de la brèche de la Hornfluh, qui présente parfois un passage à la corgneule, montre bien le rapport de celle-ci avec la première. Des amas de corgneule se rencontrent dans le prolongement occidental de la même chaîne, au sud du Rocher du Midi, et jusque dans le voisinage du *Col de la Base*, où elle est accompagnée de flysch qui la sépare des lits de gypse formant le pied nord des Rochers de Coumattaz. Ce gypse, impur et grisâtre, est formé d'un grand nombre de minces couches qui se distinguent par leurs teintes plus ou moins foncées. Ce gisement diffère de tous les autres en ce que le gypse y est visiblement séparé de la corgneule par des couches de grès et de marnes du *flysch* qui affleurent au milieu du col, tandis que la corgneule est limitée au côté nord.

Un autre petit gisement de corgneule est encore plus concluant, en ce qui concerne l'âge de cette roche. Il se trouve à la *Chenau-Rouge*, au pied nord de la cime de la Gummfluh. Les couches de corgneule y forment un petit rocher placé entre la brèche calcaire éocène et les couches rouges du crétacé supérieur. Sur ce point, l'âge de la corgneule est donc parfaitement bien déterminé, puisqu'elle repose sur le crétacé supérieur caractérisé par ses foraminifères habituels.

Le pied sud de l'arête de la *Gummfluh* offre également de nombreux affleurements de corgneule. L'un d'eux se trouve au-dessus du Gros-Jable, sous la pointe du Biolley. La corgneule y est comprise entre les bancs du jurassique supérieur et le grès du flysch, qui est déjeté et qui plonge au nord sous la montagne. Cet affleurement de corgneule se poursuit visiblement au-dessus du *Petit-Jable* jusqu'au pied de la cime de la Douve, elle reste invariablement comprise entre le jurassique supérieur et le flysch; il ne peut donc être ici question d'âge triasique! Quant à sa nature pétrographique, la roche ne s'écarte pas de la corgneule éocène typique; elle est bréchiforme sur la cassure, vacuolaire à la surface; on y voit par ci par là des fragments calcaires, des grains siliceux, de petites particules de schiste talqueux verdâtre; la roche prend parfois un grain plus fin, en passant à la dolomie, mais elle conserve sa couleur jaune. On ne peut suivre cette bande de corgneule sur toute sa longueur; elle semble se prolonger jusque près du village de l'Étivaz, où un éboulement, qui eut lieu en 1879 ou 1880, a mis à nu à la *Dierdaz*, un beau rocher de gypse dont les couches presque verticales, légèrement déjetées, s'enfoncent sous les rochers jurassiques de Coumattaz, qui en sont séparés par de la corgneule. Celle-ci n'affleure pas, mais sa présence est attestée par les débris qui s'éboulent constamment par dessus le gypse. Ce dernier, qui est par places d'un beau blanc, présente, comme partout ailleurs, des zones marquées par la fréquence des fragments de calcaire noir ou de grès fin, de couleur gris-foncé. On voit dans le voisinage des grès durs et des schistes qui reposent sur le gypse.

C'est à cette même bande de gypse qu'appartient un affleurement mis à découvert sur la rive opposée de la Tourneresse, à l'endroit appelé *les Bains*, par les travaux de captation d'une source sulfureuse. Le gypse qu'on a retiré d'une galerie profonde d'environ 15 mètres est identique à celui de la Dierdaz.

Gypse et corgneule du pied du Mont-d'Or. Ces deux terrains occupent une assez vaste région comprise entre la *Pierre du Moëllé* et les *Charbonnières*, au pied nord de l'arête rocheuse et escarpée du Mont-d'Or. Près de la Pierre du Moëllé, au sommet du col de ce nom, on trouve d'abord des schistes calcaires et des grès du flysch sous lesquels apparaissent des lits minces et presque feuilletés de gypse gris ou blanchâtre, qui semblent reposer sur le flysch, les couches étant déjetées au nord-ouest. Nous avons soigneusement examiné, M. Rittener et moi, la coupe qui est visible au pied du Mont-d'Or. Sur ce gypse déjeté reposent des bancs de corgneule, épais d'environ 10 mètres, qui affleurent au-dessus du chalet détruit du Commun de Leyzay. Ces bancs sont interrompus par quelques lits de calcaire dolomitique compact, sur lesquels la corgneule réapparaît avec une épaisseur plus grande encore, qu'on peut estimer à près de 50 mètres. La corgneule y présente les variétés les plus diverses. Parfois d'un grain très fin, elle est d'habitude franchement bréchiforme et contient de nombreux cailloux noirs, anguleux ou roulés. Sa teinte varie du jaune au gris très pâle. Une variété de cette dernière nuance ressemble d'une manière frappante à un *tuf volcanique*.

En s'élevant sur la pente, c'est-à-dire en descendant la série des couches déjetées, on remarque que la corgneule devient de plus en plus riche en fragments calcaires et qu'elle finit par devenir une vraie *brèche calcaire* très résistante. Les fragments anguleux semblent être empâtés dans une masse calcaire. Cette roche ne diffère guère de la brèche éocène de la Hornfluh, et l'on est en plein droit de lui attribuer la même origine. Elle passe insensiblement au calcaire compact du jurassique supérieur, aux dépens duquel elle semble avoir été formée.

Ainsi le gypse de cette région repose évidemment sur la corgneule; tous deux sont intermédiaires entre le *flysch* et le *jurassique supérieur*, et placés dans des positions telles qu'on y chercherait vainement l'ombre d'une faille ou d'une dislocation quelconque qui puisse induire à donner à ces terrains un âge plus ancien que l'éocène. (Pl. IV, prof. 11.)

Les affleurements de gypse et de corgneule des environs de la Pierre du Moëllé sont loin d'atteindre le développement considérable qu'ils présentent plus à l'est, vers les Charbonnières, où le gypse, qui s'appuie sur la corgneule, occupe un grand espace aux dépens du flysch. Mais sa disparition est aussi brusque que

son développement a été rapide, et l'on n'en trouve déjà plus de traces aux Anteines, où le flysch se trouve dans le voisinage immédiat du jurassique supérieur.

Les assises de corgneule des Charbonnières présentent une disposition un peu différente de celle des couches de la Pierre du Moëllé. On n'y trouve pas cette brèche calcaire qui relie la corgneule proprement dite au jurassique supérieur. Elle est en contact au sud-est, avec des schistes calcaires, de marnes et de grès micacés, qui appartiennent évidemment au flysch, sur lequel s'appuie le puissant massif déjeté du Mont-d'Or. (Pl. IV, prof. 10.) Là encore, le gypse et la corgneule ne sauraient être classés ailleurs que dans l'éocène; ils sont même séparés du jurassique supérieur par des assises qui ont le facies du flysch. Il n'existe nulle part, dans le voisinage du gypse et de la corgneule des Charbonnières, le moindre affleurement d'un terrain qui puisse être du lias, et tout l'escarpement du Mont-d'Or n'en présente aucune trace.

Le gypse et la corgneule forment de nombreux affleurements entre l'*Etivaz* et le *Col des Mosses*. Le plus intéressant est celui de la Lécherette, sur la route des Mosses; il semble être le prolongement de celui de la Dierdaz et des Bains de l'Etivaz. Les assises de gypse y sont très puissantes. Le gypse a ordinairement une teinte grisâtre et les différentes strates se distinguent facilement par leurs nuances. Il est recouvert au sud-est par le flysch. Il ne touche pas directement au jurassique supérieur qui affleure non loin de là; il en est séparé par des schistes et des grès du flysch; cette circonstance rend son âge des plus évidents. La corgneule paraît manquer sur ce point, et la distance qui sépare le gypse du jurassique atteint à peine quelques pas. A partir de la route des Mosses, la bande de gypse, large d'environ 400 mètres, s'étend jusqu'au bord de l'Hongrin, près du gros Pâquier, où l'affleurement semble s'arrêter. Le gypse conserve les mêmes caractères sur toute cette longueur. Un des nombreux effondrements en forme d'entonnoir qui se sont produits dans cette région ayant mis à nu du gypse encore frais, j'ai pu constater qu'à une certaine profondeur la roche se trouve à l'état d'*anhydrite*, et que l'hydratation n'a lieu qu'à la surface.

Le flanc sud-est de l'arête du Mont-d'Or est bordé d'une bande presque ininterrompue de corgneule bréchiforme éocène. Elle repose directement sur les bancs du jurassique supérieur et présente le même plongement que ceux-ci. Surtout bien développée

entre la Sonnaz et l'Ecualaz, elle est interrompue en dessous du chalet de ce nom par des couches de dolomie sableuse grise. Le gypse n'affleure pas, sa présence est cependant trahie par de nombreux entonnoirs et par deux sources sulfureuses, dont l'une s'échappe à la Comballaz et l'autre en dessus du Sépey.

La corgneule, si répandue dans cette dernière localité et aux environs du Cergnat, où elle est intercalée entre le flysch et le jurassique supérieur, se rattache directement à celle du Mont-d'Or, dont elle n'est que la continuation. Ses caractères sont identiques; elle est bréchiforme, jaunâtre et renferme toujours des fragments de calcaire noir ou gris.

La corgneule affleure encore aux environs du *Pont de la Tine*, sur la rive droite de la Grande-Eau, dans une position non moins évidente. Elle forme, à l'endroit appelé la *Balme*, un grand rocher jaune, excavé à son pied, qu'on voit au-dessus de la route d'Aigle. Elle repose directement sur le jurassique supérieur, et l'on voit affleurer du flysch à fucoides dans son voisinage immédiat, près d'un petit torrent qui se jette dans la Grande-Eau. Tout près de là le flysch repose sur le jurassique, ce qui montre que la corgneule affecte plutôt la disposition en amas, et ne forme pas de dépôts réguliers et continus. Cette corgneule, qui se rallie visiblement à celle qu'on voit dans le voisinage du Sépey, est identique d'aspect et de composition à celle de cette localité. Elle se prolonge plus au sud, sur la rive gauche de la Grande-Eau et forme de puissants dépôts au-dessous du gypse d'Exergillod, de Plambuit, de Salins, etc., qui seront traités dans le chapitre suivant, à cause de l'importante question qui s'y rattache, celle de l'âge du gypse et de l'anhydrite de la région de Bex.

Ainsi qu'on a pu s'en convaincre, il serait fort difficile de vouloir ranger dans le *trias* le gypse et la corgneule dont nous venons de terminer l'étude. On ne trouve pas la moindre trace d'un terrain qu'on puisse supposer d'âge liasique dans le voisinage d'aucun des nombreux gisements cités. Il est, au contraire, évident que *le gypse et la corgneule de ces gisements doivent être rangés dans l'éocène et qu'ils forment la base du flysch.*

CHAPITRE V

Gypse et corgneule du col du Pillon, du col de la Croix et de la région salifère d'Ollon et de Bex.

Ces districts sont entièrement situés en dehors des limites de ma carte géologique, et, à ce point de vue, ne rentrent pas précisément dans le cadre de ce travail. Leur étude est cependant devenue nécessaire pour élucider la question de l'âge et de la position du gypse et de la corgneule du col du Pillon.

Tous les dépôts de gypse et de corgneule de cette région, à l'exception de la bande qui s'étend depuis Ollon jusqu'à Salins, Plambuit et Exergillod, appartiennent à cette zone singulière qui sépare si nettement les Hautes-Alpes des Alpes romandes (Pré-Alpes).

Col du Pillon.

Les terrains qui forment la dépression du col du Pillon, entre l'Oldenhorn et la Palette du Mont (flysch), portent l'empreinte d'un bouleversement excessif. M. E. Renevier, qui s'est occupé tout spécialement de cette région, y a reconnu plusieurs bandes de gypse, dont l'une, très large, est accompagnée de corgneule et d'une marne noire friable ¹.

En 1882, j'ai été assez heureux pour découvrir dans cette marne argilo-schisteuse des fossiles toarciens (*Posidonomya Bronni* et *Ammonites radians*). Ces schistes toarciens, très puissants, sont en contact direct au nord et au sud avec de la corgneule, qui est bordée, des deux côtés, par une bande de gypse. Celle du sud, de beaucoup la plus puissante, vient s'appuyer, en plongeant au nord, sur une épaisse assise de corgneule qui forme le pied du massif de l'Oldenhorn, et qui est en contact avec le nummulitique ou l'Urgonien. A la bande de gypse qui borde la corgneule du côté nord succède une nouvelle bande de corgneule, et à celle-ci du toarcien identique au premier et recouvert par du flysch. Sur d'autres points, cette seconde zone de toarcien manque et le flysch repose directement sur la corgneule. Entre celle-ci et le gypse il y a souvent des schistes gris. Le voisinage du lias me décida d'abord à attribuer au trias le

¹ *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1862. Oldenhorn et col du Pillon.

gypse et la corgneule de cette région. J'expliquais l'orographie du col du Pillon par deux voûtes de gypse, bordées chacune de deux bandes de corgneule et comprenant entre elles du lias qui aurait formé le noyau d'un pli en U. La seconde bande de lias au nord n'était qu'un simple flanquement reposant sur la corgneule et recouvert par le flysch. Cette manière de voir faisait comprendre la disparition, près des chalets d'Aiserin, de l'une des deux bandes de gypse, celle du nord, et de la corgneule qui l'accompagne, ainsi que la réunion des deux bandes de lias : La voûte de gypse et de corgneule se serait fermée en cet endroit et aurait disparu sous le lias. C'est ainsi que j'avais *arrangé* mes profils en 1882. Plus tard, en les examinant de nouveau au point de vue de leur exactitude, je me suis demandé si cette corgneule et ce gypse étaient réellement triasiques et pourquoi, dans ce cas, on ne trouvait pas du lias inférieur entre le toarcien et la corgneule ? Ces questions m'avaient été suggérées par une lettre de M. le Dr V. Gilliéron, qui m'écrivait après avoir examiné les fossiles du Pillon : « *Il est curieux que le lias du Pillon soit plutôt du toarcien que du lias inférieur.* » J'ai dû m'avouer, en fin de compte, qu'*il n'était pas suffisamment prouvé que le gypse et la corgneule du col du Pillon fussent réellement plus anciens que le lias, soit d'âge triasique.* Les preuves qu'on en a données jusqu'à présent sont toutes basées sur la position de ces terrains dans des localités où les conditions sont tout autres. Parce qu'ailleurs, dans la chaîne du Mont-Arvel, à Arbignon, sous les Dents de Morcles, etc., la corgneule ou le gypse sont *inférieurs* au lias (rhétien ou sinémurien), on en a conclu que les puissants dépôts de gypse du col du Pillon et ceux du col de la Croix, de Bex et d'Ollon étaient aussi d'âge triasique, puisqu'ils étaient en contact avec du lias sur beaucoup de points. Cette conclusion est fautive et dépourvue de toute base solide. Pourrait-on, par exemple, considérer le flysch comme plus ancien que le lias, parce qu'il est en contact avec lui au col du Pillon et dans les environs des Ormonts et d'Ollon ? Le contact du toarcien avec le gypse et la corgneule ne prouve pas que ces derniers soient inférieurs au premier, *tant que l'ordre de succession des couches n'aura pas été déterminé.*

Comme je l'ai fait voir, il n'existe au col du Pillon, en fait de lias, aucune couche fossilifère plus ancienne que le *toarcien*. Il n'est, dès lors, pas possible de fixer l'ordre de superposition des couches, et nous ne pouvons savoir lequel des deux terrains est

le plus ancien. Une seule chose est certaine, c'est qu'on ne peut expliquer les deux affleurements du lias que par un double pli; mais ces plis ne sont pas marqués par des différences de plongement; ils sont totalement écrasés et *toutes les couches plongent dans le même sens*. Dès lors, on peut impunément intervertir l'ordre des replis et faire des *voûtes* avec les synclinales. Le toarcien formerait ainsi deux voûtes et percerait un revêtement de corgneule et de gypse. La position du flysch sur le lias ne présenterait plus rien d'extraordinaire. Rien ne s'oppose à cette manière de voir, qui a de plus l'avantage d'être plus facile à interpréter, et qui explique l'absence du lias inférieur et de l'infra-lias entre le toarcien et le gypse, puisque ces terrains se trouveraient au-dessous du lias supérieur formant voûte.

Je suis loin cependant d'accorder à cette seconde supposition une valeur absolue, quoiqu'elle puisse paraître bien plus vraisemblable que la première. On ne peut soutenir ni l'une ni l'autre, avant de connaître l'ordre de superposition chronologique des couches, qui ne peut s'établir qu'au moyen de fossiles. Cet ordre seul permettra de décider si le gypse et la corgneule du Pillon sont inférieurs ou supérieurs au lias. La question à résoudre est donc celle-ci : *trouver dans la région du Pillon, de Bex et d'Ollon des preuves stratigraphiques positives pouvant servir à fixer la position du gypse par rapport au lias*. Cette question admet deux alternatives : *le gypse et la corgneule de cette région sont inférieurs au lias, ou bien ils lui sont supérieurs*.

La seconde acquiert d'emblée le plus de probabilité, par le fait que le *toarcien* est en contact avec le gypse et la corgneule.

Une autre circonstance plaide en faveur de cette dernière supposition. La corgneule du Pillon est *en tous points identique* à celle des gisements éocènes décrits dans le chapitre précédent. Comme celle-ci, elle a un aspect bréchiforme et renferme très souvent des fragments anguleux ou usés de ce même calcaire gris ou noir qui se trouve si souvent dans la corgneule éocène. Autant que les corgneules du Pays-Enhaut, elle diffère de ces corgneules qui sont habituellement à la base du lias par sa structure toujours *bréchiforme*.

A cette première considération s'ajoute tout naturellement une seconde plus importante encore. Puisque nous pouvons admettre avec beaucoup de certitude que le gypse du col du Pillon et de tous les gisements voisins sont des dépôts sédimentaires formés dans des *bassins clos*, on se demande pourquoi le gypse

se serait redressé en formant autant de voûtes qu'il y a d'affleurements de ce terrain, et en perçant le lias, au lieu de conserver sa forme de synclinale, disposition bien plus naturelle pour les dépôts de ce genre ? Il paraît ainsi bien plus plausible d'admettre que le gypse du col du Pillon, loin de percer le toarcien, remplit les synclinales entre les voûtes du lias, et qu'il *recouvre* la corgneule comme cela se rencontre dans tous les gisements que nous avons vus, tandis que la disposition contraire devrait avoir lieu si l'on considère le gypse comme inférieur au lias.

Toutes ces considérations me firent douter de l'âge triasique du gypse et de la corgneule du col du Pillon, et m'engagèrent à étudier ces terrains sur d'autres points de cette même région, dans le sens indiqué plus haut, c'est-à-dire en recherchant des preuves stratigraphiques et chronologiques suffisantes pour établir la position du gypse par rapport au lias.

Comme les environs de *Bex* sont connus dès longtemps par les fossiles toarciens et sinémuriens qu'on y trouve dans le voisinage du gypse, je crus y devoir chercher la clé de l'énigme.

Il me restait cependant peu d'espoir de réussite, car cette région avait été visitée par de nombreux géologues qui furent tous d'accord avec M. Renevier pour ranger le gypse salifère de Bex dans les terrains triasiques. Loin de me décourager, j'ai examiné soigneusement tous les environs de Bex et les principales galeries des mines, où M. Rosset, directeur, a bien voulu me conduire lui-même avec la plus grande obligeance. Mais avant de faire connaître les résultats de cette étude, j'entrerai dans quelques détails sur le gypse des environs d'Ollon, où j'ai fait quelques explorations qui m'ont prouvé combien étaient fondés mes soupçons au sujet de l'âge du gypse de cette région.

Gypse d'Exergillod, de Salins et d'Ollon.

On a de tout temps considéré le gypse d'Ollon comme étant du même âge que celui de Bex. Comme ce dernier, il se trouve à l'état d'anhydrite dans les couches profondes, et n'est hydraté qu'à la surface. La nature du terrain est, du reste, parfaitement la même. A part quelques lacunes insignifiantes, le gypse se poursuit sans interruption depuis Ollon jusqu'à Bex.

J'ai déjà exprimé dans le chapitre précédent mon opinion au sujet de l'âge du gypse d'Exergillod, dans la vallée de la Grande-Eau. Il ne peut plus être question de le classer dans le

trias, puisqu'il repose sur une assise de corgneule qui est manifestement la continuation de celle du Sépey, et que celle-ci est, sans aucun doute, superposée au jurassique supérieur. Il est vrai qu'à Exergillod sa disposition est un peu différente. La corgneule y repose sur le lias ; mais on peut expliquer cette position par un glissement de terrain ; ceci devient d'autant plus probable que tout près de là le jurassique supérieur traverse le flysch sous forme de « klippe ».

Le gypse d'Exergillod est impur et d'aspect schisteux ; il est rempli de grains de sable, de fragments calcaires, et il ressemble plutôt à un grès gypseux qu'à du gypse pur. Ce qui rend sa position plus évidente encore, c'est qu'il est surmonté de puissantes assises de flysch renfermant des fucoïdes.

Le gypse est très développé à *Plambuit* ; il y repose sur de la corgneule, et celle-ci sur le calcaire jurassique supérieur, dont les énormes assises forment les rochers du bois de la Chenu sur la rive droite de la Grande-Eau. Le gypse est surmonté d'une assez grande épaisseur de flysch ; puis le lias réapparaît au pied de Chamossaire et de Plan-au-Saviot ; il y est de nouveau recouvert par du flysch.

Les bancs calcaires sur lesquels la corgneule repose à Plambuit¹ appartiennent au jurassique supérieur. C'est la même roche que celle des Grands-Rochers sous Leysin, sur la rive droite de la Grande-Eau. Ils forment un repli renfermant de la corgneule au milieu de l'escarpement de la rive gauche. Comme sur d'autres points, ces bancs reposent directement sur le lias, ou n'en sont séparés que par une faible épaisseur de couches à *Mytilus* (Dogger) (voir prof. 11, pl. IV).

La disposition des terrains reste la même sur tout le petit plateau qui s'étend de Plambuit, par Salins, jusqu'à Panex. Le gypse repose constamment sur la corgneule qui est très épaisse. Il est recouvert par du flysch. A *Salins* il y a deux alternances de gypse séparées par des roches marneuses, schisteuses et dolomitiques qu'on prendrait volontiers pour du flysch. Ce terrain bien caractérisé surmonte la seconde assise de gypse. La corgneule sur laquelle s'appuie le gypse a une très grande épais-

¹ Ce terrain a été placé successivement dans le *trias*, puis dans le *lias inférieur*, sans aucune preuve paléontologique (carte géol. de la Suisse au 1:100,000, f^{lle} XVII, et carte géol. des Alpes vaud., par E. Renevier, 1875).

seur près de Salins; une galerie, d'environ 100 m. de profondeur, qui conduit à un réservoir creusé dans l'anhydrite, la traverse sur toute son épaisseur. C'est une *brèche dolomitique*, identique à la corgneule éocène, qui renferme des fragments anguleux, parfois très grands, d'un calcaire noir qu'il n'est pas difficile de reconnaître pour du jurassique. L'anhydrite extraite du réservoir renferme elle-même des fragments de calcaire noir très semblables à ceux de la corgneule et toujours disposés dans le sens de la stratification.

A partir de *Panex* la zone de gypse se développe considérablement, et, s'élargissant subitement à l'est, elle forme en entier la colline boisée de la *Glaivaz*, dont les couches, diversement repliées, s'appuient à l'ouest sur les bancs calcaires verticaux de la colline de Plantour près Aigle. Non loin de *Vers Chiez* on voit le contact presque immédiat du gypse fortement incliné avec les bancs presque verticaux du calcaire fétide de Plantour, qui sont la continuation directe de ceux du bois de la Chenau. C'est un calcaire noir ou gris, un peu fétide et tout à fait semblable à celui qu'on exploite à St-Triphon, à un kilomètre de là. La corgneule semble manquer entre deux. L'anhydrite a été mise à découvert dans la tranchée du nouveau chemin de Vers Chiez, qui coupe la croûte extérieure de gypse; on y remarque la même structure qu'ailleurs; la roche est habituellement impure; des fragments de roches étrangères distribués dans le sens de la stratification lui donnent une teinte grise. Mais ce qu'il y a de plus concluant c'est qu'elle *renferme de grands fragments anguleux de ce même calcaire fétide qui forme la colline de Plantour*. Or ce dernier est lui-même superposé au lias et en tous points identique au calcaire fétide du jurassique supérieur qui forme les rochers de Leysin et qui se continue sous Veyge jusqu'au dessus d'Yverne.

Je puis donc soutenir sans crainte que le gypse de la colline de la Glaivaz et toute la bande de gypse et de corgneule qui s'étend de là jusqu'à Exergillod, sont d'âge *éocène*, ou tout au moins *plus récents que le jurassique supérieur*.

Ceci ressort déjà nettement de la relation intime dans laquelle se trouve cette corgneule avec celle du Sépey.

Toute l'énorme masse de gypse qui forme les montagnes d'Ollon est dans le même cas. Ce terrain aurait ainsi recouvert les bancs presque horizontaux et coupés en falaise de la colline de St-Triphon. La disposition horizontale de ces bancs indique

un léger bombement des lits jurassiques, qui expliquerait facilement le grand développement des dépôts de gypse.

Il semble qu'à Ollon le gypse prenne la disposition d'une *synclinale* très irrégulière, car il forme une voûte au-dessus de ce village, sur le chemin qui conduit à Huémoz. On peut voir près de là les grès et les schistes du flysch qui se superposent au gypse et correspondraient ainsi au flysch qui surmonte le gypse de Salins, de Plambuit, etc. L'étendue restreinte de ce gisement de flysch s'expliquerait par son peu d'élévation, car on retrouve tout près de là du gypse qu'on peut poursuivre jusqu'à la Glutière. En dessous de ce village, affleure une marne noire qui peut être du lias, quoiqu'elle ne contienne pas de fossiles. Le gypse reparaît aussitôt et se continue jusqu'en dessous de Huémoz et d'Antagnes. On trouve de nouveau du flysch, sous forme de marnes, schistes, grès et conglomérats, sur la pente faisant face au Devens. C'est probablement la suite d'un autre affleurement qu'on rencontre sur le chemin du Bouillet et dont il sera bientôt question.

Je suis convaincu que le gypse de Bex est du même âge et qu'il appartient à une masse contiguë avec celui d'Ollon. Je vais essayer de le démontrer dans les pages suivantes.

Gypse (anhydrite) de la région salifère de Bex.

Explorations souterraines dans les mines du Bouillet et du Fondement.

Dans la mine du Bouillet, la galerie de *Ste-Hélène*, qui est transversale à la galerie d'entrée, traverse d'abord de l'anhydrite sur une épaisseur considérable; puis de l'anhydrite salifère dite *roc salé*. Vient ensuite de l'anhydrite sans sel, reposant sur une roche noire et délitable qui nécessite le boisement des galeries et que les mineurs appellent *cylindre noir*. Cette roche est du *toarcien* dont les couches plongent à l'E-NE. J'y ai trouvé plusieurs exemplaires de *Posidonomya Bronni*. Des lits plus durs de calcaire noir succèdent au toarcien, et bientôt on retrouve la roche noire du *cylindre* contenant les mêmes fossiles que la première. Ce n'est pas une couche nouvelle, mais bien le retour du toarcien, car elle est en contact avec de l'anhydrite, et l'on retrouve plus loin le roc salé. Il y a même de chaque côté du toarcien une légère différence dans le plongement des

couches. Le retour des mêmes lits de chaque côté du noyau de calcaire compact et leur contact avec l'anhydrite fournit la preuve la plus éclatante que *le lias forme une voûte enveloppée par l'anhydrite et le roc salé*. La superposition du roc salé à l'anhydrite indique déjà que cette dernière doit être plus ancienne; mais ce n'est pas une preuve concluante à elle seule puisqu'on retrouve de l'anhydrite au-delà du roc salé.

On retrouve dans la *mine du Fondement* la roche dite cylindre; mais elle y est bien différente de la première. Les surfaces brillantes des feuillets marneux prouvent la dislocation intense que ce terrain a dû subir. Sa couleur lui a valu le nom de *cylindre gris*. Il se compose de marne contenant des feuillets de grès micacés grisâtres. Dans la galerie d'abaissement, ces couches plongent de 60° W-SW; elles sont en contact avec l'anhydrite. Leur couleur plus claire et leur nature pétrographique les distinguent à première vue de la roche du cylindre noir; je n'hésite pas à y voir du *flysch*. C'est pour l'exploitation des sources salées qui sortaient autrefois du cylindre gris qu'on a exécuté au siècle dernier des travaux étendus dans la mine actuellement abandonnée du Fondement¹. Les propriétés aquifères de ce terrain semblent prouver que le *flysch* forme une synclinale dans le gypse (anhydrite).

Le professeur Struve donne (loc. cit.) une coupe théorique des mines où ce terrain du cylindre est indiqué comme formant une synclinale *cylindre*? Il y cite un grès qu'il appelle *grauwacke*.

Au contact des couches marneuses avec l'anhydrite, il y a souvent des enchevêtrements singuliers qui sont peut-être dus à la forte pression que ces couches ont subie, ou au mode de dépôt du *flysch* sur l'anhydrite. Cette particularité se fait surtout remarquer dans les nombreuses galeries du *labyrinthe*, formant au moins cinq étages.

La galerie de sortie des mines du Coulat traverse les couches du lias, qui affleurent hors de la mine dans le lit de la Gryonne. Cette galerie est faite depuis plus d'un siècle, et comme elle a été boisée partout où il y avait des couches marneuses faisant craindre des effondrements, il n'y a plus moyen de faire aucune recherche en vue de trouver des fossiles.

¹ Struve, *Description des salines du ci-devant gouvernement d'Aigle*, 1804 — Wild, *Essai sur la montagne salifère du gouvernement d'Aigle*, 1788.

Ainsi, l'exploration des mines m'a permis de constater le *contact du toarcien faisant voûte avec l'anhydrite qui lui est superposé, et la présence d'une synclinale de flysch dans l'anhydrite du Fondement*. Passons maintenant à l'étude des terrains plus accessibles, qui affleurent dans le ravin de la Gryonne, aux environs des mines.

Exploration dans le ravin de la Gryonne. (Pl. IV, fig. 13.)

Si l'on suit le chemin du Coulat, ou si l'on remonte le lit de la Gryonne, entre la colline du Montet et le Fondement, on peut constater avec la plus grande certitude la vraie position relative du gypse et du lias.

Dans presque toute la colline du Montet, les bancs de gypse plongent au N-E, avec une inclinaison variant de 45 à 60°. Ce gypse est de même nature que celui des environs : il renferme cependant quelques lits de *grès micacé*, grisâtre ou bleuâtre.

Près des Devens, on retrouve le gypse dans une position analogue. Il est surmonté de bancs calcaréo-marneux, plongeant de 30 à 40° E-NE, qu'on prendrait facilement pour du lias. Cependant on y trouve, sur un point seulement, les algues marines suivantes :

- Chondrites intricatus ;
- Chondrites affinis ;
- Halymenites lumbricoïdes.

Ce terrain est donc du *flysch*. Au milieu de l'affleurement, les couches se rapprochent de l'horizontale ; mais elles reprennent ensuite leur plongement primitif. On retrouve du gypse plus loin, au-delà du flysch. Cette disposition montre bien que celui-ci forme une *synclinale* au milieu du gypse.

La grande galerie d'entrée de la mine du Bouillet traverse d'abord de l'anhydrite, puis, sur une épaisseur considérable, du lias auquel succède de l'anhydrite et du roc salifère. L'intérieur de la mine n'a pu me révéler la nature des couches du lias, la galerie étant boisée sur presque toute son étendue.

Le lias présente de nombreux affleurements aux alentours des mines, en particulier au confluent des deux Gryonnes, au lieu dit *entre les deux Gryonnes*, où l'on avait jadis ouvert une mine pour l'exploitation d'une petite source salée. Les couches de lias y plongent à l'E-NE. On trouve près de l'ancienne exploita-

tion des schistes marneux renfermant des *Posidonomya Bronni* et des *Ammonites radians* et *aalensis*, fossiles toarciens des plus caractéristiques. Un peu au-dessus de ce schiste à *Posidonomyes*, affleurent des bancs de calcaire foncé qui se détachent en grosses plaques contenant des *Ammonites* et des *Belemnites*. A ces couches succèdent des lits de marne plaquetée dont les feuillets portent de nombreuses empreintes de ces algues marines (*Helminthopsis*, *Theobaldia*), qui sont si fréquentes dans le toarcien supérieur.

Par dessus, vient enfin du gypse, dont le plongement est d'abord le même que celui du lias, soit de 30 à 40° E-NE, mais qui change bientôt de disposition, car si l'on se place sur la rive gauche de la Gryonne, un peu en dessous des maisons du Coulat, on peut facilement constater que les lits de gypse plongent justement en sens inverse, c'est-à-dire au W-SW.

Le gypse forme donc en cet endroit une *synclinale* des mieux accusées; il repose sur du *toarcien* fossilifère qui se montre près du Coulat. En effet, j'ai trouvé dans des couches noires qui affleurent au-dessous du gypse, des deux côtés de la Gryonne, près des maisons du Coulat, une couche fossilifère argilo-schisteuse, très délitable, et remplie d'empreintes et de valves de *Posidonomya Bronni*, fossile qui caractérise le *toarcien*. L'*Am. radians* y est beaucoup plus rare. Quelques bancs calcaires peu puissants surmontent ces schistes à *Posidonomyes*; un lit marneux de 5 mètres d'épaisseur leur succède; celui-ci est séparé du gypse, qui plonge de 35° W-SW, par un banc de calcaire massif, épais de 4 à 5 mètres. Il y a donc sur ce point contact évident et très net entre le toarcien et le gypse (anhydrite).

Un peu en amont, les couches toarciennes plongent légèrement au nord, et simulent ainsi la forme d'une voûte; mais on remarque près de l'entrée de la galerie du Coulat des bancs presque verticaux (60 à 70° de plongement W) qui renferment une faune *liasique inférieure* bien caractérisée (*Gryphaea arcuata*, *Ammonites spiratissimus* Qnst., etc.). Le sens du plongement est presque le même que celui du toarcien; il est seulement plus intense; mais il paraît évident que ces bancs sont inférieurs au toarcien.

S'il paraît au premier abord assez étrange que les bancs de lias inférieur soient en contact avec le gypse, près du sentier qui conduit au Fondement, il n'est pas difficile de voir que ce

contact n'est pas normal et que la tranche des couches de gypse faiblement inclinée butte contre les couches du lias inférieur. Celui-ci étant plus compact que le toarcien qui le recouvre, a percé ce dernier et a pénétré dans le gypse, ainsi que je le représente dans la fig. 13 de la pl. IV, figure faite en partie d'après des croquis pris depuis la rive opposée de la Gryonne. Il est aussi possible que l'anhydrite se soit déposée en transgression sur le toarcien et qu'il ait recouvert le sinémurien mis à nu par une courbure en forme de voûte. Mais ce contact, qui a tout à fait l'aspect d'un *contact mécanique*, pouvant donner lieu à des contestations de la part de ceux qui voudraient y voir un contact normal, il importait de chercher une disposition plus régulière des couches dans la zone d'anhydrite salifère du Fondement, où sont ouvertes plusieurs exploitations de sel.

On retrouve du toarcien un peu plus haut que l'entrée de la grande galerie du Coulat. Ce sont d'abord des schistes et des calcaires marneux, avec empreintes d'*Helminthopsis* et de *Theobaldia*, puis de gros bancs calcaires, séparés par des feuillets schisteux qui contiennent des Belemnites. Viennent ensuite, dans le voisinage du pont du Fondement, des calcaires marneux qui se divisent en plaquettes couvertes d'empreintes de *Theobaldia* et de *Helminthopsis*; à ces couches succèdent un calcaire noir schisteux, à *Amm. radians* et *Aalensis*, suivi d'une assise marneuse qui se décompose en petits fragments grumeleux à faces brillantes. C'est peut-être la marne à *Posidonomyes*, mais elle a été tellement transformée par la pression qu'elle a subie, qu'on ne peut y trouver aucune trace de fossiles. Des lits peu nombreux de calcaire marneux séparent cette couche du gypse, dont les puissantes assises plongent à l'ouest sous le lias. On remarque, au contact du gypse avec le toarcien, une couche de grès micacé, de couleur gris-verdâtre, épaisse de plus de 50 centimètres, intercalée dans la masse du gypse. Des fragments de ce même grès sont disséminés dans les lits de gypse de plusieurs autres gisements, en particulier de celui du Coulat. Il ne sont pas rares non plus dans les gypses éocènes que nous avons étudiés dans le chapitre précédent.

Les couches à *Theobaldia* et à *Amm. radians*, qui sont en contact direct et tout à fait normal avec le gypse du Fondement, appartiennent évidemment au toarcien. *Il y a donc contact visible du toarcien avec le gypse, des deux côtés de cette masse de lias qui s'étend entre le Coulat et le Fondement.* Le gypse ne

touche au sinémurien que sur un seul point, et l'on a vu que ce contact est tout à fait accidentel, tandis que celui du gypse avec le toarcien *est toujours parfaitement régulier et normal*.

Après cela, y aurait-il encore quelque raison de considérer le gypse comme inférieur au lias, et de le placer dans le terrain triasique ? Certainement non ! *Je suis au contraire parfaitement sûr que les dépôts de gypse et d'anhydrite salifère de Bex sont plus récents que le toarcien*, car il n'est pas un seul endroit de cette région où l'on puisse soutenir que le lias recouvre normalement le gypse. L'âge de ces dépôts ne peut être fixé d'une manière précise, mais il semble très probable, vu les relations intimes qui existent entre les dépôts gypseux de Bex et ceux d'Ollon et de Salins, qu'ils sont, comme ces derniers, d'âge *éocène*, et qu'ils correspondent peut-être à la période éocène tout entière ou à une partie seulement. Mais ceci n'est qu'une supposition, car la seule chose qu'on puisse affirmer, c'est que *le gypse de Bex est intermédiaire entre le toarcien et le flysch* qui le recouvre.

Il est assez étrange que le gypse et l'anhydrite des environs de Bex ne soient nulle part accompagnés de corgneule, si ce n'est dans le bois de Confrêne, près de Huémoz. Cette roche, si commune ailleurs, y manque complètement. Ceci peut s'expliquer par le fait que le gypse de cette région a dû se déposer dans une eau profonde, et par conséquent loin du rivage où se formait cette roche détritique nommée corgneule.

En résumé :

1. Les dépôts d'anhydrite, de gypse et de corgneule de la région qui s'étend d'Ollon jusqu'à Exergillod sont d'âge éocène. Ils sont superposés au jurassique supérieur et recouverts par le flysch.

2. L'anhydrite sans sel et l'anhydrite salifère de Bex, qui se rattachent directement aux dépôts d'Ollon, sont plus récents que le toarcien. Ils sont probablement d'âge éocène, car ils sont recouverts par le flysch.

3. Le gypse (anhydrite) et la corgneule du col du Pillon, qui se trouvent dans une position identique à celle de l'anhydrite de Bex et se rattachent à celle-ci par le col de la Croix, sont évidemment plus récent que le toarcien.

4. Le gypse et la corgneule des cols du Krinnen, du Truttli-pass, de la Lenk, etc., sont probablement dans le même cas que ceux du Pillon et de Bex ¹.

CHAPITRE VI

Terrain crétacé supérieur.

Aucun terrain des Alpes ne se présente d'une manière plus étrange que le crétacé supérieur, nommé communément *couches rouges*, à cause de la teinte qu'il a habituellement.

Ce terrain fut connu de très bonne heure, sans qu'on pût d'abord, en l'absence de fossiles visibles à l'œil nu, lui assigner un niveau exact.

Les couches rouges se trouvant toujours en dessous des terrains éocènes, on les avait réunies tantôt à ces derniers, tantôt au jurassique supérieur. MM. B. Studer et Alph. Favre en avaient parfaitement reconnu la position, le premier dans les Alpes bernoises, fribourgeoises et vaudoises; le second dans les montagnes de la Savoie.

En 1868, M. Hébert ayant examiné des fossiles marins trouvés dans les couches rouges de la Simmenfluh, près de Wimmis, soupçonna que ce terrain appartenait au crétacé supérieur. Son opinion fut entièrement confirmée plus tard par la détermination rigoureuse des fossiles.

Une violente discussion suivit cette découverte (1869-71). La position si évidente des couches rouges fut contestée par MM. Renevier ², Fischer-Ooster et Ooster, qui confondirent ce terrain avec d'autres couches rouges, de nature pétrographique tout à fait différente, qui occupent le niveau de l'Argovien et qui renferment d'autres fossiles. MM. Studer, Hébert, Gilliéron, Bachmann, etc., soutinrent au contraire que les couches rouges

¹ J'ai commencé, en collaboration avec mon ami H. Pittier, un travail spécial sur la contrée comprise entre la Grande-Eau et l'Avançon, dans le but de dresser la carte géologique exacte de cette région. Cette carte fera suite à celle qui est jointe à ce travail et sera accompagnée d'un mémoire qui donnera plus de détails sur les questions que je traite ici. Les pages précédentes ne sont du reste que le résultat de ces recherches préliminaires.

² *Bull. Soc. vaud.*, 1868-69, vol. X, p. 54.

appartiennent au crétacé supérieur, puisqu'elles sont toujours superposées au jurassique supérieur, et qu'à la Simmenfluh, en particulier, elles surmontent le calcaire coralligène ¹.

La vérité se fit bientôt jour. La détermination des fossiles par MM. Hébert, Merian et Gilliéron prouva que les couches rouges sont du même âge que la craie blanche et qu'elles représentent un faciès particulier du *sénonien*. Mais il y a plus, M. Th. Studer, en examinant au microscope le calcaire rouge de la Simmenfluh et de plusieurs localités voisines, y découvrit les mêmes *Foraminifères* que M. Kaufmann avait signalés dans le calcaire de Seewen.

Il n'était pas besoin de tant de preuves pour écarter les contestations. La position des couches rouges est d'ordinaire si évidente, qu'il serait difficile de s'y tromper, même à des gens peu initiés à la géologie. On peut ajouter que, dans les chaînes où il existe du *néocomien*, les couches rouges sont *toujours* comprises entre ce terrain et le flysch.

Malgré toutes ces preuves si évidentes, il s'est présenté un nouveau contradicteur, M. Vacek ², qui range une partie des couches rouges dans le tithonique et l'autre dans le crétacé inférieur. Cette opinion a été entièrement réfutée par M. Gilliéron ³.

Dans les Alpes du Pays-d'Enhaut, le crétacé supérieur se fait presque toujours remarquer par sa couleur rouge. Il forme un niveau des plus constants et des plus faciles à constater, même de loin. Il peut servir avec la plus grande sécurité à faire connaître les plissements et les dislocations des couches. Grâce à sa couleur particulière, ce terrain est bien connu des habitants du Pays-d'Enhaut, preuve en sont les nombreux noms de localités qui en sont tirés, tels que : Rougepierre, Rodosex, Rodovanel, Chenau-Rouge, etc.

Cette couleur rouge du crétacé supérieur, qui est son seul caractère un peu constant, car la nature pétrographique et la puissance de ce terrain sont très variables, n'affecte pas toujours toute l'épaisseur des couches. Elle est très souvent rem-

¹ *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1868-69, vol. X., p. 298, 295. — *Mittheilung*. Berne, 1870, p. 168.

² *Acta Soc. helv. sc. nat.*, 1881.

³ Gilliéron, *Arch. Bibl. univers.*, sept. 1881.

placée par une teinte *gris-verdâtre*. Quelquefois les deux teintes s'enchevêtrent irrégulièrement.

Quelle que soit la couleur de la roche, celle-ci est en majeure partie composée de carbonate de chaux, auquel s'ajoute, lorsque la roche est marneuse, une quantité variable de matière argileuse.

La matière colorante rouge est de l'oxyde de fer ; ce dernier se trouve probablement à l'état de carbonate dans la roche grise. L'origine de cette matière ferrugineuse n'est pas très bien connue. On peut y voir le produit de *sources ferrugineuses* contemporaines au dépôt de ce terrain. Cette manière de voir, qui me paraît assez probable, ressort de l'existence d'un petit amas de minerai de fer au milieu des couches rouges de la Chenau-Rouge, au pied de la Gummfluh. Ce minerai est rouge, mamelonné, très dense ; il a un éclat métallique sur la cassure ; il est manganésifère et renferme probablement du carbonate de chaux.

D'autre part, on pourrait se demander si ces couches rouges n'ont pas une origine analogue à celle des dépôts rouges très étendus qui se forment actuellement au fond de l'Océan et le long des côtes du Brésil, par suite de l'abondance des limons rouges charriés par les fleuves.

Les différences dans la nature pétrographique de la roche, dans la puissance des couches et la répartition des teintes rouge et grise deviennent frappantes, lorsqu'on poursuit ce terrain à travers les différentes chaînes ou vallées ; il présente au contraire une grande constance dans ses allures, lorsqu'on l'examine sur toute la longueur d'une chaîne ou d'une vallée synclinale. Quelquefois la nature pétrographique des couches rouges varie tellement d'une chaîne à l'autre, qu'on se croirait en présence d'un tout autre terrain, ou tout au moins d'un niveau d'âge différent qui n'aurait rien de commun avec le crétacé supérieur. On peut observer cette particularité dans la chaîne des Gastlosen, où un puissant massif de calcaire gris vient interrompre le dépôt régulier des couches rouges. Ce calcaire ne contenant aucun fossile visible à l'œil nu, ce n'est que par une étude au microscope qu'on peut s'assurer de son âge, *car le moindre fragment de roche crétacée, quelle que soit sa nature, renferme toujours une grande quantité de carapaces de Foraminifères appartenant aux mêmes espèces que ceux des couches de Seewen.*

Ce caractère est des plus certains et ne peut en aucun cas induire en erreur ¹.

Dans la **chaîne de Cray**, qui ferme au nord la vallée de Château-d'Œx et qui s'étend depuis la Hochmatt jusqu'au Mont-Arvel, le crétacé supérieur est moins calcaire qu'ailleurs; c'est habituellement un calcaire schisteux qui se divise facilement en plaques et qui est parfois même très marneux. Il est accompagné de couches de même nature pétrographique, mais de couleur grise ou gris-verdâtre, qui occupent le plus souvent la partie supérieure de l'assise.

J'ai examiné au microscope un grand nombre d'échantillons provenant du crétacé de cette chaîne. Tous, aussi bien ceux de la roche grise que ceux de la roche rouge, renferment les mêmes Foraminifères, toujours très nombreux, surtout dans la roche rouge.

Dans toute l'étendue de la chaîne de Cray, le crétacé supérieur repose sur les bancs de calcaire à chailles du néocomien. Il est recouvert par le flysch.

La **seconde zone** de couches rouges est celle qui longe les deux flancs de la **chaîne des Gastlosen**, depuis la Dent de Ruth jusqu'aux gorges du Pissot, et qui de là se continue par le plateau des Teises-Jœurs et les Mossettes jusqu'aux Tours-d'Aï. Dans toute cette étendue, les couches rouges accusent une puissance extraordinaire qui dépasse même 100 mètres sur beaucoup de points. Fait singulier, le crétacé supérieur de cette région n'est pas exclusivement formé de couches rouges; celles-ci sont accompagnées d'une puissante assise de calcaire gris qui n'a aucune ressemblance avec le calcaire rouge, car il est très compact et disposé en lits réguliers dont l'épaisseur varie de quelques centimètres jusqu'à 50 centimètres. Du reste, les couches de couleur rouge prennent aussi fréquemment l'aspect d'un calcaire compact.

Le calcaire gris qui accompagne les couches rouges affleure

¹ La préparation des échantillons de roche est très facile. Des esquilles pas trop épaisses sont soigneusement polies, puis rougies au chalumeau (rouge sombre) et couvertes d'une couche de glycerine. Les coupes des Foraminifères se dessinent nettement en blanc sur le fond plus sombre de la roche. Un grossissement de 50 à 80 diamètres suffit pour bien les voir.

sur une grande partie des collines des *Teises-Jæurs*, sur la rive gauche de la Tourneresse; il y forme la *Pointe de la Chuantze*, aux Monts-Chevreuils; on le voit encore aux *Mossettes* et de l'autre côté de la Tourneresse, sur la route de l'*Etivaz*, à *Videcombaz*, ainsi qu'à *Sur le Grain*, où il occupe une grande étendue. Il constitue en outre dans la vallée de Château-d'Œx un grand nombre de *Klippen*, rochers formés de couches verticales sortant au milieu du flysch. La colline du Château-Côtier et celle du temple de Château-d'Œx, les affleurements des Riaux et les rochers qui bordent la Sarine près du Pont-Turrian en sont les exemples les plus remarquables.

Ces couches sont parfois si différentes des couches rouges ordinaires, que sur la carte géologique suisse, feuille XVII, elles ont été réunies en partie au *néocomien à Céphalopodes*, avec lequel elles ont une grande ressemblance pétrographique. Elles ne présentent cependant jamais les chailles habituelles à ce dernier. Cette erreur ne serait pas si grave, si ce calcaire gris renfermait des céphalopodes et s'il était réellement superposé au malm. Ce n'est ni l'un, ni l'autre cas, car il ne m'a jamais livré le moindre fossile macroscopique. De plus, ce calcaire gris ne repose pas du tout sur le jurassique supérieur; *il en est séparé par une assise de couches rouges identiques à celles qui le surmontent*. On peut aisément se rendre compte de ce fait en suivant la grande route de l'Etivaz qui traverse la gorge du Pissot.

J'ai constaté cette même succession d'assises rouges et d'assises grises au pied S-E du *Rocher de la Raye*, près des chalets de ce nom. Une assise de calcaire rouge, schisteux (20 mètres environ), repose directement sur le malm; au-dessus vient du calcaire gris en bancs réguliers, sur une épaisseur de 15 à 18 mètres; celui-ci est surmonté de nouvelles couches rouges très puissantes (50 mètres), auxquelles succède du flysch. Cette interstratification très manifeste du calcaire gris au milieu des couches rouges n'a donc rien d'insolite; on l'observe fréquemment sur toute la longueur de la chaîne des Gastlosen, dans le voisinage de la Dent de Ruth, à la Corne-Aubert et au pied S-E de la Dent de Savigny, sur le prolongement N-E de cette chaîne.

La série entière des couches du crétacé supérieur n'est ordinairement pas aussi bien visible qu'elle l'est au rocher de la Raye et à la Dent de Savigny; on peut alors se trouver dans l'embarras, lorsqu'il s'agit de distinguer les couches grises du

crétacé supérieur de celles qu'on attribue ordinairement au néocomien. Dans ce cas, on peut se baser sur une loi signalée par M. Gilliéron, loi dont j'ai pu reconnaître l'exactitude, c'est que les couches néocomiennes ne dépassent pas au sud la chaîne de Cray. La chaîne des Gastlosen (Simmenfluh, Dent de Ruth, Teises-Jœurs, Tour-d'Aï) et celle du Rubli en sont totalement dépourvues, à moins qu'on ne puisse prouver qu'une partie des couches rouges (le calcaire gris et le calcaire rouge inférieur, par exemple) représente le néocomien. On ne pourra le faire tant qu'on ne possèdera pas de plus amples renseignements paléontologiques sur ce sujet, car les trois assises sont complètement dépourvues de fossiles visibles à l'œil nu. Pour ne pas laisser passer des chances d'erreur, j'ai examiné au microscope un grand nombre de fragments provenant de ces trois niveaux. Or, *ces échantillons renferment tous les mêmes espèces de Foraminifères*, qui sont celles du calcaire de Seewen. L'abondance et le groupement des espèces seuls varient parfois suivant les niveaux et les localités.

Une **troisième zone** de couches rouges traverse le Pays-d'Enhaut en formant une série d'affleurements alignés au milieu du flysch; elle s'étend depuis la colline du *Vanel* jusqu'à la *Tête de Cananéen* et se termine au *Rodosex*, seul endroit où l'on puisse voir le malm sur lequel reposent les couches rouges.

Comme la précédente, cette zone renferme une assise de couleur grise. Au Vanel, la majeure partie du crétacé visible appartient à cette assise qui est intercalée entre des assises rouges. L'ensemble de ces couches a une épaisseur énorme que je n'estime pas à moins de 160 mètres. En gravissant les rochers situés au-dessous de la Case de Cananéen, on ne traverse, sur une longueur de 300 mètres, que du calcaire rouge qui devient plus pâle vers le bas et passe enfin au calcaire gris; les couches rouges inférieures et le malm ne sont pas visibles sur ce point.

Le crétacé de cette zone renferme les mêmes *Foraminifères* que ceux des autres gisements.

Une autre bande de crétacé supérieur longe le pied nord de la **chaîne du Rubli**; on y remarque aussi une assise de calcaire gris plaqueté intercalé dans les lits rouges. Dans les deux espèces de roches les Foraminifères sont abondants.

Au sud de la chaîne du Rubli, l'extension du crétacé supérieur devient tout à fait irrégulière. Dans la synclinale comprise entre cette chaîne et celle de la Gummfluh, ce terrain n'apparaît

plus que sous forme de lambeaux isolés qui semblent indiquer la proximité du rivage de la mer crétacée. Il est aussi possible que l'érosion en ait fait disparaître la majeure partie durant la formation du flysch. La première alternative acquiert néanmoins beaucoup de probabilité par l'absence complète du crétacé supérieur au pied sud de la chaîne de la Gummfluh.

Des couches rouges très schisteuses affleurent à la *Chenau-Rouge*, au pied de la Gummfluh, entre la brèche calcaire du flysch et le jurassique supérieur. Elles y sont fréquemment interrompues par un schiste gris-verdâtre qui s'enchevêtre dans les schistes rouges. Le schiste verdâtre est onctueux au toucher comme un talcschiste, quoiqu'il soit calcaire. J'attribue cette particularité, ainsi que l'extrême schistosité de ces couches, à la compression énorme qu'elles ont subie. Tous les Foraminifères sont déformés et même disjoints, ce qui montre que la pression peut produire un déplacement considérable, même dans les extrêmes particules d'une roche. Cependant, sur quelques points, la roche est assez compacte pour que ces petits fossiles soient déterminables.

Les couches rouges affleurent plus à l'ouest, entre le rocher du Midi et l'arête de la Gummfluh: elles y forment plusieurs lambeaux épars, pincés entre deux massifs rocheux ou collés contre les parois du malm. Comme partout, elles contiennent les Foraminifères caractéristiques.

Faune de Foraminifères du crétacé supérieur.

C'est une prétention bien hasardée que celle de vouloir fixer l'âge des couches rouges par la détermination du petit nombre de Foraminifères qu'elles renferment. Il est suffisamment avéré que ces petits animaux, comme tous les Rhizopodes, ont des formes très constantes qu'ils ont conservées à travers toutes les époques géologiques. On soutient même que la faune actuelle présente nombre d'espèces communes à celle de l'époque tertiaire.

Les genres *Textularia*, *Lagena* et *Nonionina*, que j'ai pu observer avec certitude dans les couches rouges, ont tous des congénères très voisins dans les autres étages crétacés.

A part ces Foraminifères, les gisements du Pays-d'Enhaut ne m'ont fourni aucun fossile, si ce n'est une grande espèce de *Serpule* que M. Pittier a trouvée dans les environs de Château-

d'œx. Son état de conservation ne permettait pas de la déterminer et je ne la cite que parce que les couches rouges de la Simmenfluh ont aussi fourni des *Serpules*, outre les *Inocerames* et *Echinides*.

Il ne nous reste donc aucun autre criterium que la détermination exacte des fossiles marins de la Simmenfluh. Or, comme les assises des couches rouges du Pays-d'Enhaut sont la continuation de celles de Wimmis, on pourrait soutenir qu'elles appartiennent au même terrain, savoir au *crétacé supérieur*.

Ajoutons à cette considération le fait que les Foraminifères de nos couches sont les mêmes que ceux qui accompagnent les fossiles sénoniens de la Simmenfluh.

Je crois donc pouvoir soutenir que *tous les dépôts de couches rouges du Pays-d'Enhaut, ainsi que les calcaires gris qui les accompagnent, renfermant les mêmes Foraminifères dans toute leur épaisseur, doivent être réunis en un même ensemble, sans qu'on puisse affirmer qu'ils appartiennent exclusivement au crétacé supérieur (sénonien)*.

Voici pourquoi j'ajoute cette restriction. Il est parfaitement reconnu ¹ que les assises du gault renferment les mêmes espèces de Foraminifères que les couches de Seewen (sénonien); ces espèces sont simplement groupées d'une façon différente; dans le gault, il y a prédominance des *Polythalamiens* (*Textularia*, *Nonionina*), tandis que dans le calcaire de Seewen ce sont les *Monothalamiens* (*Lagena*) qui sont en plus grand nombre. Il n'en est pas de même pour les couches rouges, où il y a tantôt prédominance des uns, tantôt des autres, sans distinction de niveaux. Par contre, il reste toujours le fait irréfutable qu'on ne pourra établir des niveaux particuliers (étages) dans la série des couches rouges, tant qu'on n'y trouvera pas d'autres fossiles que les Foraminifères. Dès lors, il est possible, et même vraisemblable, que la série des couches rouges représente à la fois le *crétacé supérieur (sénonien)* et le *crétacé moyen (gault)*, sans qu'on puisse assigner aucune limite certaine entre ces deux terrains. Il n'est, du reste, pas absolument nécessaire que ces subdivisions, créées pour d'autres régions, trouvent leur application partout. La stratigraphie, plus que tout autre science, n'est soumise sous ce rapport à aucune loi.

Les espèces de Foraminifères que j'ai constatées jusqu'à pré-

¹ Heer, *Monde primitif*, 1872, p. 247.

sont dans les diverses couches du crétacé supérieur sont les suivantes :

Lagena sphærica, Kaufm.

» *ovalis*, Kaufm.

Textularia globulosa, Ehrb.

Nonionina cfr. *Escheri*, Kaufm.

» *globulosa*, Ehrb.

Oligostegina lævigata, Kaufm.

Ces espèces sont les mêmes que celles du calcaire de Seewen, décrites par Kaufmann dans le *Monde primitif de la Suisse*, par O. Heer. Les couches rouges du Pays-d'Enhaut renferment en outre 4 ou 5 espèces bien plus rares que je n'ai pu déterminer, faute d'échantillons isolés et de matériaux de comparaison.

Fréquence et distribution des Foraminifères dans les assises du crétacé supérieur. L'examen d'environ 150 échantillons de roche m'a montré que ces six espèces de Foraminifères sont réparties très différemment suivant les niveaux et surtout suivant les localités. Leur fréquence n'est pas la même dans les *couches rouges* que dans le *calcaire de Seewen*, où, d'après M. Kaufmann, les deux espèces de *Lagena* sont les plus abondantes. Celles-ci sont au contraire relativement *très rares* dans notre crétacé et manquent même dans plus d'une localité. Elles y sont remplacées par l'*Oligostegina lævigata*, qui affecte toutes les formes et dimensions possibles et comprend souvent à elle seule les neuf dixièmes des individus. Cette circonstance semble prouver qu'une partie des couches rouges caractérisées par la fréquence des *Oligostegina* et des *Nonionina*, représente dans notre région le crétacé moyen (gault et Cénomanién). Mais ce n'est qu'une supposition peu fondée, car sur plus d'un point les *Oligostegina* sont aussi fréquentes dans les couches supérieures que dans les couches inférieures, sans que pour cela les *Lagena* soient moins rares dans ces dernières. Souvent même, ce sont précisément les assises les plus supérieures qui renferment le plus d'*Oligostegina* et de *Nonionina*.

Voici la liste des espèces, avec indication de leur fréquence, dans les différentes localités et dans les différents niveaux, quand il y a lieu d'en distinguer :

Lagena sphærica, Kauf. (Kaufmann in Heer, *Monde primitif de la Suisse*, p. 241, fig. 106). Cette espèce est une des

plus rares avec la suivante. Elle n'est pas toujours facile à reconnaître, surtout lorsqu'on a affaire à des échantillons polis. La bouche n'est ordinairement pas visible et l'on est alors tenté de confondre cette espèce avec des coupes incomplètes de *Nonionina* ou d'*Oligostegina*. Je l'ai rencontrée dans les localités suivantes :

Dans le calcaire gris : La Dent, la Frasse et les Cullayes près Château-d'Æx; — le Rodomont; — la Chuantze, où elle est rare mais bien caractérisée; — le pont des Praises et le Vanel près Rougemont, les Sciernes Goncet au sud de ce village; — la Chenau-Rouge au pied de la Gummfluh; — Corbeyrier.

Dans le calcaire rouge : La Chenau-Rouge; — Sonlemont; — Leysin et Fayday au pied des Tours d'Aï, où elle est très rare; — dans la roche dite Marbre du Chable rouge, près Corbeyrier; — près d'Allières dans la vallée de l'Hongrin.

Il est assez remarquable que cette espèce se rencontre plus fréquemment dans la roche grise que dans la rouge.

Lagena ovalis, Kaufm. Espèce plus rare que la précédente. — Dans la roche rouge à Sonlemont, Leysin et Fayday; dans le marbre du Chable rouge; Corbeyrier.

Je ne l'ai jamais rencontrée dans le calcaire gris.

Textularia globulosa, Ehrb. (*Monde primitif*, p. 144, fig. 109). Espèce des mieux caractérisées, facile à reconnaître grâce à sa structure remarquable. Elle est relativement fréquente et l'on en trouve toujours sur les fragments polis des coupes assez nettes pour en permettre une détermination certaine. Lorsqu'on a soin de polir la roche dans le sens de la stratification, on peut être sûr de n'avoir presque que des coupes longitudinales, qui sont tout à fait identiques à celles des figures 109 *a* et *c* de l'ouvrage cité. D'autres coupes ne montrent qu'une série de chambres, elles appartiennent à des échantillons coupés dans le sens de la plus faible épaisseur.

Cette espèce est aussi fréquente dans la roche rouge que dans la grise. Je l'ai rencontrée aux endroits suivants : Col du Mont; — la Dent; la Chaudanne; — les Cullayes; — les Rayes, dans l'assise rouge inférieure; — le Pissot, dans l'assise rouge supérieure; — les Teises-Jœurs; le Rodovanel, où elle est très commune dans un calcaire gris compact; — la Chuantze, dans le calcaire gris, où elle est rare; — les Mossettes, surtout dans le

calcaire gris; — Vanel, dans ce même calcaire; — Pont des Praises, où elle est excessivement commune dans la roche rouge; — la Chenau-Rouge, dans un calcaire blanc, rare; — Marbre du Chable rouge et calcaire gris de Corbeyrier, commune dans les deux; — Allières et Montbovon, abondante dans la roche rouge.

Nonionina Escheri, Kaufm. (*Monde primitif*, p. 245, fig. 110). C'est la plus rare des deux espèces de *Nonionina*. Elle est facile à reconnaître par sa chambre centrale polygonale. Le microscope ne donne pas une certitude absolue sur l'identité de cette espèce; je l'indique avec doute, car je n'ai pu l'obtenir isolée. Il peut arriver que la *N. globulosa* prenne l'aspect de la *N. Escheri* lorsqu'elle n'est pas coupée exactement suivant son plan d'enroulement, mais qu'elle l'est parallèlement à celui-ci, de façon à ce que les chambres centrales, qui sont très petites, ne soient pas atteintes; elle paraît alors posséder une chambre centrale *polygonale*, remplie par la roche encaissante et, par conséquent, de couleur plus foncée que celle des autres chambres.

J'ai reconnu des coupes ayant la forme de la *N. Escheri* dans le calcaire rouge et dans les assises grises, où elles sont toujours accompagnées de la *N. globulosa* bien caractérisée. Vu l'incertitude où je me trouve sur l'identité de cette espèce, je ne citerai pas de localités.

Nonionina globulosa, Ehrb. (*Monde primitif*, p. 246, fig. 111). Cette espèce est la plus certaine et ne manque nulle part, quoiqu'elle ne soit pas toujours abondante. Elle se montre distinctement sur les surfaces polies dans le sens des strates. Le fossile, très aplati, est d'habitude couché sur une de ses faces. Lorsqu'on polit la roche transversalement à la stratification, les coupes sont transversales et montrent l'accroissement des chambres, presque circulaires, depuis le centre vers les bords. D'ordinaire les deux coupes sont visibles sur la même surface polie, les individus étant toujours en assez grand nombre.

La *N. globulosa* est aussi fréquente dans la roche rouge que dans la grise. Elle est surtout abondante dans les localités suivantes :

Dans les couches rouges : Col du Mont; la Dent; Chaudanne; Rocher de la Raye, dans les trois assises; Gorge de Pissot, id.; Sciernes Goncet; Leysin, Fayday, Corbeyrier; Allières, etc.

Dans les couches grises : Pont Turrian ; Teises-Jœurs ; Rodovanel ; Tesailles ; Chuantze ; Mosettes ; Vanel, etc.

Oligostegina lævigata, Kaufm. (*Monde primitif*, p. 243, fig. 108). Si je conserve ici ce nom créé par M. Kaufmann, c'est parce qu'il est très commode pour désigner des formes de Polythalamiens résultant de la réunion de deux ou de trois chambres à parois plus ou moins épaisses et très nettement perforées comme chez les Nonionines. M. Kaufmann, en donnant la description de l'*Oligostegina lævigata*, dit qu'il est possible que ces formes ne soient que de jeunes Nonionines.

Je n'ai plus aucun doute sur ce point : l'*Oligostegina lævigata* n'est pas une espèce définitive, mais une *forme passagère* que doivent revêtir toutes les Nonionines et les Textulaires. La nature des parois et la forme des chambres sont rigoureusement les mêmes. Qu'on retranche à une Nonionina ou à une Textularia toutes les chambres sauf les deux ou trois premières, et l'on aura une forme identique à celle des Oligostegina. Ces dernières ne doivent avoir que deux ou trois chambres au maximum. Or j'en ai souvent vu qui en avaient quatre, il me paraît évident que ces quatre chambres ne sont que le commencement d'une Nonionine. Ce sont ces groupes de deux ou trois chambres qui forment la majorité des Foraminifères de presque tous les gisements. La roche en est souvent tellement remplie que les coquilles se touchent. Elles affectent toutes les dimensions possibles. Les plus petites se composent de deux chambres accolées, ayant l'aspect d'un 8. On est surpris de retrouver au centre des Nonionina de petites chambres circulaires tout à fait semblables à celles-ci. Les plus grosses ont ordinairement deux chambres d'inégale grandeur, dont l'une est plus déprimée que l'autre ; ce sont vraisemblablement les *dernières chambres* de Nonionines dont le commencement a été brisé ou n'a pas été atteint par la coupe. Partout où il y a des Nonionina on trouve aussi des Oligostegina.

Il est inutile de détailler le nom des localités où cette forme de Polythalamiens se rencontre de préférence ; *il n'est pas un morceau de roche qui n'en contienne pas.*

Quant aux autres espèces, je ne les connais que par quelques individus que j'ai remarqués sur les surfaces polies de mes échantillons. L'une d'elles, assez fréquente, est formée de 2 ou

3 chambres polygonales carénées sur les angles ¹. D'autres, plus rares, appartiennent aux genres *Nodosaria* et *Frondicularia*.

J'ai trouvé dans le calcaire rouge de la Dent, sur Château-d'Ex, un seul individu d'une espèce particulière présentant une grande chambre centrale circulaire, autour de laquelle se groupent dix petites chambres qui forment un simple tour fermé.

Si l'on retranche du nombre des espèces l'*Oligostegina lævigata* et la *Nonionia Escheri* qui est incertaine, on verra que le crétacé supérieur du Pays-d'Enhaut renferme 4 espèces certaines de Polythalamiens dont deux seulement, savoir les *Nonionina globulosa* et *Textularia globulosa*, sont d'une fréquence notable. Par sa grande abondance l'*Oligostegina lævigata* pourra tenir lieu de forme caractéristique, à défaut des deux espèces précédentes, lorsqu'elles ne se trouvent pas assez bien conservées.

CHAPITRE VII

Terrain néocomien ou crétacé inférieur.

Les terrains néocomiens, si bien développés dans les chaînes extérieures des Alpes des cantons de Fribourg, Berne, etc., ne présentent qu'une importance secondaire dans le Pays-d'Enhaut.

M. le Dr V. Gilliéron ² qui a fait d'importantes recherches dans les Alpes fribourgeoises, a pu reconnaître dans le néocomien de Monsalvens cinq niveaux différents qui se distinguent surtout par leur faune. Mais ces niveaux ne peuvent pas tous être assimilés aux étages néocomiens du Jura, comme on a pu le faire pour ceux des Hautes-Alpes. Le niveau supérieur de Monsalvens semble correspondre à l'*urgonien inférieur*. La faune qu'il renferme est formée d'un mélange d'espèces urgoniennes inférieures et d'espèces hauteriviennes. Plusieurs de ces fossiles sont étrangers aux facies méditerranéens et rapprochent singulièrement cette faune de celle du néocomien du Jura. Partant de là, on peut admettre que le néocomien des Alpes romandes présente toute la série des terrains du crétacé inférieur, à l'exception de l'*urgonien supérieur* qui est, par contre, d'une

¹ Heer, *Monde primitif*, p. 241, fig. 105 à gauche, espèce indiquée sans nom.

² Alpes fribourg. et Monsalvens. — Mat. cart. géol. suisse, 1873, livre XII, § 72.

constance remarquable dans les Hautes-Alpes. Par quoi ce dernier terrain est-il donc représenté? Est-ce par une partie des couches rouges? Ou bien y a-t-il lacune stratigraphique, soit par suite d'une émerision, soit à cause de la grande profondeur de la mer? Ce sont des questions auxquelles il est bien difficile de répondre. Il est cependant une circonstance qui semble parler en faveur de l'émerision, c'est que très souvent le contact entre les couches rouges et le néocomien ne présente aucune transition, et qu'il est subit comme si les premières s'étaient déposées bien longtemps après le néocomien.

L'inverse a lieu entre le jurassique supérieur (malm) et le néocomien. Le passage de l'un à l'autre est presque insensible et il est souvent fort difficile de reconnaître une limite, même approximative, entre ces deux terrains. De là vient qu'on les a confondus pendant longtemps.

Le néocomien n'existe, au Pays-d'Enhaut, que dans une seule chaîne, celle de Cray, qui limite notre territoire au N-W. Ce terrain présente des caractères fort différents suivant qu'on passe d'un versant de cette chaîne à l'autre; il est très puissant et assez fossilifère sur le versant N-W. Dans la vallée de Château-d'Œx, il est représenté par un calcaire homogène, gris-bleuâtre, disposé en minces couches qui renferment des concrétions pyriteuses et des rognons siliceux (chailles), placés dans le sens de la stratification. Il y atteint une épaisseur de 50-60 mètres. Sa puissance est bien plus grande dans le pli médian de la chaîne de Cray, au Vanil-Noir et dans la vallée des Morveys, où elle n'est pas inférieure à 150 mètres.

Les fossiles y sont très rares; on y rencontre quelques Bélemnites qu'on peut rapporter avec quelque certitude au *B. pistilliformis*.

Ce n'est pas sans hésitation que j'ai placé dans le néocomien, plutôt que dans le jurassique supérieur, ces couches qui sont presque dépourvues de fossiles. Je l'ai fait sur l'autorité de M. Gilléron, qui a exploré en même temps que moi la vallée de Château-d'Œx. Je ne désespère pas d'y trouver tôt ou tard des fossiles qui confirmeront cette manière de voir.

J'ai examiné au microscope plusieurs fragments de roche néocomienne. Elle ne renferme d'habitude aucune trace de Polythalamiens, ou bien ce sont des débris de parois tout à fait informes. Un échantillon, provenant d'une couche remplie de chailles qui affleure au pied de la *Vausseresse*, près Château-

d'Œx, renfermait des *Fronicularia* et une *Nonionina* à grande chambre centrale circulaire. Ces deux espèces sont bien distinctes de celles des couches rouges.

Extension du terrain néocomien dans les Alpes romandes.

Le néocomien ne dépasse pas la chaîne de Cray au S-E. Il existe dans toutes les chaînes extérieures jusqu'au bord des Alpes et se retrouve au-delà du lac Léman, dans le Chablais, où il a été reconnu par MM. Gilliéron ¹ et E. Favre.

Le néocomien fait totalement défaut dans les chaînes des Gastlosen, du Rubli et de la Gummfluh, qui sont au sud de celle de Cray; les couches rouges y reposent directement sur le malm.

Il est remarquable que le crétacé inférieur manque précisément dans ces mêmes chaînes où les *couches à Mytilus* du dogger sont si bien développées. Il y a là un singulier rapport entre les dénivellations anciennes et le dépôt de couches relativement récentes !

CHAPITRE VIII

Terrain jurassique supérieur ou Malm.

Comme le crétacé, le jurassique supérieur se développe d'une manière très irrégulière dans les différentes chaînes du Pays-d'Enhaut. La stratigraphie se simplifie à mesure qu'on s'avance depuis le bord des Alpes vers le pied des hautes chaînes intérieures.

Le contraste entre les deux chaînons si rapprochés de Cray et des Gastlosen est des plus surprenants. La nature pétrographique et l'épaisseur du malm se trahissent d'une manière remarquable par l'aspect extérieur des montagnes qu'il forme.

A. Malm de la chaîne de Cray.

Le jurassique supérieur de cette chaîne peut se subdiviser assez nettement en 4 niveaux, auxquels on ne peut pas toutefois assigner la valeur d'étages. Ce sont :

¹ *Sur le terr. néoc. des chaînes ext. des Alpes des deux côtés du Léman.* Arch. Bibl. univers., XXXVIII, 1870, p. 255, et *Verhandlungen der Naturf. Ges. Basel*, 1871, vol. V, p. 453.

1. La couche noduleuse (tithonique?).
2. Le calcaire à chailles siliceuses.
3. Le calcaire noduleux rouge ou gris.
4. Le calcaire à ciment.

1. **Tithonique.** MM. Gilliéron et E. Favre ont découvert dans les Alpes fribourgeoises un terrain particulier auquel ils ont donné le nom de *tithonique*, mot créé par Oppel. Le *tithonique* représenterait en quelque sorte un étage à part, probablement contemporain de la partie supérieure du malm, mais bien distinct de celui-ci par sa faune qui a souvent un certain rapport avec celle du néocomien méditerranéen, dont elle renferme quelques espèces. Comme ce terrain ne se trouve que dans les Alpes, M. Moesch avait proposé de l'appeler *groupe alpinique*. Mieux vaudrait l'appeler *étage alpin*, comme l'a fait M. Baltzer. Dans tous les cas, le *tithonique* n'est pas un terrain particulier; c'est un *facies* représentant la partie supérieure du malm.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter la valeur des subdivisions établies dans le tithonique. M. Neumayr y distingue deux niveaux, l'un inférieur qui correspondrait aux couches de Solenhofen, l'autre supérieur, d'âge portlandien. Cette subdivision n'est pas applicable dans la plus grande partie des Alpes. Ainsi, M. Gilliéron n'a pu distinguer ces deux niveaux dans les Alpes fribourgeoises.

Dans le chaînon de Cray, ce terrain n'est représenté que par une seule couche qui n'a livré jusqu'ici qu'un seul fossile. Cette couche devrait affleurer aux environs de Paray-Charbon, où M. Tawney aurait trouvé la *Terebratula Catulloi*. Sans vouloir mettre en doute la découverte de ce géologue anglais bien connu, je dois avouer que je n'ai jamais pu trouver ce fossile dans la région qu'il indique. M. E. Favre¹ le cite dans les couches noduleuses exploitées près de Grand-Villars, qui sont intermédiaires entre le jurassique supérieur et le néocomien. J'ai vainement cherché une roche semblable dans les environs de Château-d'Ex; le calcaire gris du néocomien repose toujours directement sur le calcaire à chailles du malm. Si le tithonique existe dans le chaînon de Cray, ce ne peut être que sur le versant méridional et non sur celui de Château-d'Ex, ou bien le fossile en question ne provient pas d'une couche noduleuse.

¹ E. Favre. *Massif du Moléson*. Arch. Bibl. univers. XXXIX, p. 206. 1870.

2. **Calcaire à chailles siliceuses.** C'est le Châtelkalk par excellence. Il forme la masse principale du malm de la chaîne de Cray. Mais cette *masse* est réduite à fort peu de chose, car elle atteint à peine 50 mètres sur le versant méridional de cette chaîne, soit sur le flanc droit de la vallée de Château-d'œx. Elle augmente sensiblement d'épaisseur vers le nord. Dans le pli médian de la chaîne, le malm est déjà suffisamment développé pour former l'abrupte paroi de Paray. Il est encore plus épais dans la vallée de Mont-Bovon.

Les bancs dont est formé le massif du calcaire à chailles ont une épaisseur variant d'un à plusieurs mètres; ils sont remplis de rognons siliceux informes, disposés dans le sens de la stratification. Ces rognons, souvent très gros, sont composés à l'intérieur de silice grise, amorphe et translucide, tandis qu'ils sont revêtus à l'extérieur d'une couche blanc-jaunâtre.

Les fossiles sont rares dans le calcaire à chailles; on n'y trouve que des Bélemnites, souvent très bien conservées (*B. semisulcatus*). Je n'y ai jamais vu la moindre trace des *Aptychus* qui se trouvent au pied du Mont-Arvel, dans le prolongement S-W de la chaîne de Cray, accompagnés d'Ammonites de la zone à *tenuilobatus*.

3. **Calcaire noduleux, rouge ou gris.** (Calcaire grumeleux de M. E. Favre.) Ce niveau est assez constant à la base du massif du calcaire à chailles. Son épaisseur ne dépasse pas 10-15 mètres, quoiqu'elle soit plus considérable dans d'autres régions. C'est une assise entièrement formée de nodules calcaires gris, contenus par une pâte *gris-bleuâtre* ou *rouge*. Cette variation de couleur tient probablement à une différence de combinaison du fer qui serait à l'état de carbonate dans le calcaire gris et à l'état d'oxyde dans le calcaire rouge. La roche entière prend une coloration rouge ou grise, suivant la couleur de la pâte qui entoure les nodules. L'une et l'autre de ces deux teintes pénètrent souvent dans l'intérieur des nodules qui ne sont pas cependant de même nature que le ciment.

Les fossiles provenant de cette couche sont tantôt rouges, tantôt gris. Comme les nodules et les fossiles ne présentent pas à leur intérieur une coloration aussi vive que celle de la pâte qui les entoure, il est à supposer qu'ils étaient primitivement gris.

M. E. Favre ¹ qui a décrit les fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises, établit deux niveaux de *calcaire grumeleux*, l'un *rouge, plus ancien*, l'autre *gris, plus récent*, qui sont tous deux superposés au calcaire à ciment. Ce savant comprend aussi dans cette classification quelques gisements du Pays-d'Enhaut dont les fossiles sont conservés au Musée de Lausanne. Pour ma part, il m'a été impossible de distinguer ces deux niveaux dans le calcaire noduleux de cette région. En ceci, je suis d'accord avec M. Gilliéron, qui n'a non plus pu faire cette distinction dans les Alpes fribourgeoises.

La couche noduleuse affleure presque sans interruption au pied de l'arête de Dorenaz et dans le cirque de Paray. Nous l'avons suivie, M. Th. Rittener et moi, sur une longueur de plus de 300 mètres. Nous avons pu nous assurer qu'il n'y avait pas lieu de distinguer deux niveaux de calcaire noduleux dans cette localité. La couche, épaisse de 10 à 12 mètres au plus, est tantôt *grise*, tantôt *rouge*; ces deux teintes se remplacent, *alternativement*, sans affecter le moins du monde une couche particulière. Sur une certaine longueur seulement, un banc de calcaire gris, compact, s'interpose au milieu du calcaire noduleux et le divise en deux couches qui ont la même couleur gris-bleuâtre. Ce banc disparaît et reparaît d'une façon irrégulière, en s'amincissant dans ses extrémités; il forme donc une lentille compacte au milieu du lit noduleux. La couleur ne peut donc aucunement servir à faire reconnaître un niveau; dans la même couche, les deux teintes passent de l'une à l'autre et s'enchevêtrent fréquemment, de sorte que la roche prend un aspect bariolé.

J'aurai voulu démontrer, par l'étude des fossiles, que la teinte n'influence nullement sur la répartition des espèces, comme le pense M. Favre. Malheureusement les restes organiques sont rares dans les couches noduleuses du Pays-d'Enhaut et, malgré les recherches réitérées auxquelles nous nous sommes livrés, mon ami Rittener et moi, nous n'avons recueilli qu'un petit nombre de mauvais fossiles, Ammonites, Bélemnites et Brachio-podes, etc., appartenant bien aux espèces décrites par M. Favre.

Il est néanmoins remarquable que M. E. Favre soit parvenu à une conclusion aussi importante. Cela peut provenir de deux

¹ *Foss. du terr. oxford. des Alp. fribourg.* — Mém. Soc. pal. suisse, vol. III, 1876.

circonstances. Je ferai d'abord remarquer que dans aucun des gisements dont les fossiles ont été étudiés par M. E. Favre, on n'a pu trouver jusqu'à présent le calcaire rouge et le calcaire gris réunis. Les gisements à fossiles rouges sont le plus souvent fort distants de ceux à fossiles gris. Or rien ne prouve que les différences de ces deux faunes ne proviennent pas de la distance horizontale qui sépare les gisements. De plus j'ajouterai que plusieurs de ces gisements étaient inconnus à M. Favre et que la plupart des fossiles ont été fournis par des collectionneurs dont les indications ne méritent pas toujours la plus entière confiance. Ceci s'applique surtout aux fossiles de la collection Ooster¹ et à ceux du Musée de Lausanne qui sont indiqués comme provenant de Paray Charbon, Paray Dorenaz, Dorenaz, etc. Le fait que nous n'avons pu découvrir qu'un très petit nombre de fossiles dans ces gisements, où les couches présentent cependant de grandes surfaces recouvertes de débris, me fait supposer que les nombreux échantillons qui sont indiqués comme venant de là, ont été recueillis ailleurs.

D'après la nature de ses fossiles, le calcaire noduleux rouge et gris doit représenter l'ensemble du terrain oxfordien, c'est-à-dire ce qu'on appelle maintenant *étage argovien*, et en particulier la zone à *Am. transversarius* (couches de Birmensdorf).

La subdivision de ce calcaire en deux niveaux reste à vérifier, surtout pour notre région. Je veux bien croire que les fossiles *représentent* deux niveaux distincts; mais qu'ils proviennent de *deux couches distinctes*, c'est ce qu'il faudra démontrer stratigraphiquement. Il est en tout cas certain que la *couleur des fossiles ne peut être d'aucun poids dans le contrôle des niveaux*. Cette vérification ne peut se faire qu'au moyen de fossiles recueillis par des personnes entendues et dignes de foi, et non sur des indications dont la sincérité peut être mise en doute.

Il est intéressant de constater que le *facies noduleux* de l'argovien manque totalement dans les chaînes qui se trouvent au sud de celle de Cray et qui sont justement celles où existent

¹ Plusieurs gisements cités par M. E. Favre, d'après les fossiles de la collection Ooster, se trouvent dans des localités où il n'y a de couches rouges que celles du crétacé supérieur.

Je dirai, à cette occasion, qu'une bonne partie des fossiles de ce niveau, et en particulier presque tous ceux du Musée de Lausanne, ont été recueillis par un nommé Cardinaux, de Châtel-St-Denis, qui s'est rendu coupable, jusqu'à preuve du contraire, de plus d'une fausse indication.

les *couches à Mytilus*. M. E. Favre¹ avait cru voir un correspondant du calcaire noduleux dans une roche bréchiforme qui se trouve à la base des couches à *Mytilus*. Depuis qu'il est prouvé que ces dernières sont d'âge bathonien, cette supposition tombe d'elle-même.

Il est aussi prouvé que les gisements oxfordiens indiqués par M. Ooster à Perte-à-Bovay, Persagne et Rodoché (Rodosex) sont une invention d'un chercheur de fossiles peu scrupuleux, car les couches rouges de ces localités appartiennent au crétacé supérieur.

4. Calcaire à ciment. Je partage l'incertitude de MM. Gilliéron et Favre au sujet du niveau de ce terrain. Je crois pouvoir distinguer dans la chaîne de Cray, au-dessous du calcaire noduleux gris et rouge, un niveau correspondant au *calcaire à ciment* exploité près de Plagnières (Châtel-St-Denis). C'est un calcaire gris, assez homogène, alternant avec des couches marneuses, qui affleure au pied de l'arête de Paray-Dorenaz et près du col de Crau sous Planachaux. J'y ai trouvé :

Belemnites hastatus, Blnv. (abondant).

Ammonites plicatilis.

Ces deux fossiles sont étrangers au bathonien (couches de Klaus); ils se trouvent, par contre, dans le calcaire à ciment.

Il est donc possible que ce terrain corresponde à la zone à *Lamberti-cordatus*. Telle est aussi l'opinion de M. Gilliéron. Mais ces quelques fossiles ne permettent pas de décider si ce terrain forme la base de l'argovien, ou s'il doit être compris dans la zone à *Lamberti-cordatus*, et, par conséquent, rentrer dans le dogger.

B. Malm des chaînes des Gastlosen, du Rubli et de la Gummfluh.

Dans ces trois chaînes, le jurassique supérieur forme d'habitude un seul massif dans lequel il n'y a pas lieu d'établir des subdivisions. C'est un calcaire gris, devenant de plus en plus foncé vers la base.

Jusqu'à présent, ce n'est qu'à l'extrémité N-E de la chaîne des Gastlosen qu'on a pu constater une faune remarquable,

¹ Moléson, loc. cit.

dont la richesse contraste étrangement avec la stérilité habituelle de cette assise. C'est la faune du *corallien de la Simmenfluh*, que M. Fischer-Ooster crut d'abord d'âge crétacé, à cause de la ressemblance de la *Terebratula Moravica* avec certaines Térébratules de la Tourtia. M. Ooster reconnut le premier la vraie position de ce terrain; il l'assimila aux *couches de Stramberg* (tithonique supérieur).

Le gisement de la Simmenfluh se trouvant tout à fait en dehors de notre région, je me borne à l'indiquer.

D'autre part, je n'ai aucun indice certain sur le correspondant de cette couche dans le Pays-d'Enhaut.

1. Chaîne des Gastlosen. Dans toute l'étendue de cette arête, le malm ne forme qu'un seul massif de calcaire gris, homogène, dont la puissance varie entre 150 et 200 m. La structure de ce calcaire est tout à fait massive, de sorte qu'il est souvent difficile de distinguer la disposition des bancs. Les fossiles y sont extrêmement rares.

Vers le haut du massif, la roche devient légèrement grenue et l'on peut y reconnaître par-ci par-là quelques fragments de fossiles méconnaissables. M. Gilliéron, avec qui j'ai eu le plaisir d'examiner cette roche à la Laitmaire, pense qu'elle correspond peut-être au calcaire coralligène de la Simmenfluh, sans qu'on puisse appuyer cette supposition par des preuves paléontologiques.

Vers le bas, à l'approche des couches à *Mytilus* (dogger), la roche prend une teinte plus foncée et devient assez fortement bitumineuse pour répandre sous le choc du marteau une odeur fétide très intense. Il n'est pas possible de tracer une limite précise entre ces deux terrains.

Le malm des Rochers de la Braye, au sud de Château-d'Œx, conserve les mêmes caractères et les mêmes allures; aucun feuillet marneux ne vient l'interrompre. Dans de telles conditions, il est impossible de subdiviser ce terrain et il faut le considérer comme représentant à la fois tous les étages du malm, y compris l'argovien.

2. Chaînon du Rubli. Ici le malm est bien plus développé que dans l'arête des Gastlosen. Sa puissance dépasse ordinairement 200 mètres et peut arriver jusqu'à 300 m. Sa structure est moins massive et la disposition en bancs sensiblement mieux

marquée; mais les autres caractères pétrographiques sont les mêmes. Des lits marneux, feuilletés et plaquetés, s'intercalent souvent entre les assises calcaires. Partout les fossiles déterminables font défaut. Sur un seul point, au Rocher du Midi, qui termine à l'ouest le chaînon du Rubli, j'ai trouvé quelques moules de gastéropodes fort mal conservés et indéterminables dans une assise de calcaire en plaquettes appartenant aux couches supérieures du malm.

Le *Rocher du Midi* semble se prolonger à l'ouest par l'arête escarpée du *Mont d'Or*, entièrement formée de malm qui se rapproche infiniment par sa nature pétrographique de celui de la première arête. Il est composé de lits de calcaire gris-clair, très peu fétide. On voit par-ci par-là quelques couches marneuses sans fossiles.

Les couches inférieures au malm ne sont visibles ni dans l'un ni dans l'autre de ces deux tronçons de chaîne.

3. **L'arête découpée de la Gummfluh** est formée par un puissant massif de malm qui dépasse encore en épaisseur celui du Rubli. Sa couleur est bien plus claire. C'est un calcaire compact, gris ou presque blanc, ne répandant pas sous le choc l'odeur fétide qui caractérise le malm des deux chaînes précédentes. Les bancs sont disposés régulièrement, leur épaisseur varie de un à plusieurs mètres. Si le malm de cette arête diffère pétrographiquement de celui du Rubli, il s'en rapproche par sa stérilité presque absolue. Je n'y ai trouvé qu'une mauvaise empreinte de *Pecten* recueillie dans des éboulis.

Le malm semble s'arrêter au sud de la Gummfluh. Nous avons vu que le crétacé supérieur s'arrête aussi sur le flanc nord de ce chaînon et que le néocomien ne dépasse pas la chaîne du Mont-Cray. On se demande si le jurassique supérieur passe au-dessous de la puissante masse de flysch qui remplit le fond de bateau compris entre les *Hautes-Alpes* et l'arête de la Gummfluh qui est la plus rapprochée *des chaînes extérieures des Alpes*. Certaines circonstances semblent indiquer que ce terrain s'arrête ou plutôt s'éteint peu à peu à l'approche du pied des Hautes-Alpes. Au col du Pillon, le *flysch* éocène repose directement sur le *lias*. On a signalé sur plusieurs points des Ormonts des affleurements de dogger au milieu du flysch. J'ai fait connaître celui du toarcien dans le flysch d'Aigremont. Cet affleurement se continue au pied de Cha-

mossaire sous forme d'une longue bande bordée de flysch sur ses deux côtés.

D'autre part, les bouleversements qu'ont dû subir les couches de toute cette région expliquent suffisamment ces étranges affleurements de lias au milieu du flysch, dans le voisinage presque immédiat des chaînes de malm (affleurement d'Aigremont, du Dard sous Chamossaire, etc.). J'ai déjà mentionné le contact mécanique, dû à un glissement, du lias avec la corneule et le gypse éocènes, près du Pont de la Tine sous Exergillod (vallée de la Grande-Eau), dans le voisinage immédiat du malm. Comment le singulier affleurement du lias, qui se trouve en dessous de Chamossaire, a-t-il pu se former au milieu d'une synclinale couchée (prof. XII)? C'est là une énigme aussi difficile à deviner que celle de la formation de la *montagne liasique des Almes* au milieu de la vallée synclinale du Reposoir, près de Maglan (Haute-Savoie). Peut-être ces affleurements de lias sont-ils les vestiges d'anciennes voûtes complètement disloquées, sortes de *klippen* par où les lias seraient sortis en dépassant le malm et en pénétrant dans le flysch?

Quoi qu'il en soit, il est assez probable qu'il y a des lacunes dans le jurassique supérieur de la région occupée par le flysch du Niesen. Ceci devient d'autant plus certain que le malm fait constamment défaut sur toute la longueur du pied des Hautes-Alpes, où le lias est en contact avec le flysch. J'exposerai plus loin mon opinion sur le rôle que paraît avoir joué cette région pendant une bonne partie des périodes secondaires et tertiaires.

CHAPITRE IX

Terrain jurassique inférieur ou dogger.

Le dogger des Alpes du Pays-d'Enhaut se divise en *deux facies* bien distincts. Le jurassique inférieur de la chaîne du Mont-Cray, puissant de plus de 300 m., est caractérisé par les fossiles habituels à ce niveau (Céphalopodes), tandis que celui des chaînes des Gastlosen, du Rubli et de la Gummfluh ne présente qu'une série de couches d'une épaisseur très réduite, contenant une faune qui n'a pas une seule espèce commune avec le dogger de la chaîne de Cray. Ces couches remarquables sont les *couches à Mytilus*.

Ce changement de facies se fait d'une manière très frappante.

Un kilomètre à peine sépare la chaîne du Mont-Cray de celle des Gastlosen, et cette distance serait à peine triplée si l'on pouvait rétablir les couches dans leur position primitive.

I. Dogger de la chaîne de Cray.

Dogger à Zoophycos.

Malgré son épaisseur, ce terrain est loin de présenter les nombreuses assises et la riche faune qui caractérisent le dogger du Jura. Il est d'une uniformité remarquable et ses caractères pétrographiques restent sensiblement les mêmes dans toute l'épaisseur des couches. On peut cependant y distinguer deux niveaux caractérisés par leurs fossiles, mais confondus orographiquement.

1. Le **bathonien ou dogger supérieur** est représenté par le facies particulier aux Alpes latérales. Il correspond aux *couches de Klaus de von Hauer* et à la *dalle nacrée* du Jura.

Ces couches sont ordinairement de couleur gris-foncé. Ce sont des bancs de calcaire grenu qui alternent avec des feuillets marno-schisteux.

Les lits durs deviennent très souvent oolithiques, surtout à la partie supérieure, où leur teinte est parfois roussâtre. Des fragments de Crinoïdes n'y sont point rares et font ressembler ce terrain à certaines couches du Jura. L'épaisseur des lits varie de 0^m,3 à 1 m. et au-delà.

Dans la partie moyenne, la roche prend une teinte plus foncée et les marnes l'emportent en importance sur les couches dures.

Vers le bas de l'assise, le calcaire prédomine de nouveau; sa texture devient grossièrement grenue; il contient des grains de quartz translucide, arrondis et diversement teintés, ainsi que des petits cristaux de ce minéral.

Les fossiles ne sont pas rares dans les couches de Klaus. Ils sont plus fréquents dans les couches marno-schisteuses que dans les bancs calcaires. Ce sont exclusivement des *Ammonites*, des *Bélemnites* et quelques *Bivalves*. On trouve sur la surface des bancs calcaires de presque tous les niveaux de ces grandes empreintes énigmatiques, formées de lignes rayonnantes.

tes, arquées, qu'on attribue à des algues marines du genre *Zoophycos* (*Taonurus* ou *Cancellophycus*). Ces empreintes deviennent un peu plus rares vers le haut et disparaissent avec le calcaire oolithique.

Les couches de Klaus contiennent fréquemment des feuillets de *charbon brillant*, auquel on ne peut attribuer un niveau fixe. La roche qui les renferme répand sous le choc une odeur bitumineuse. J'ai pu reconnaître des formes végétales dans ces traces charbonneuses; leur état de conservation est cependant trop mauvais pour qu'on puisse voir si ce sont des plantes marines ou des plantes terrestres. Elles sont très fréquentes dans les couches marneuses qui affleurent au-dessous du calcaire oolithique et qui alternent avec les bancs grenus à *Zoophycos*. On en trouve beaucoup à Dorenaz et à Parey-Charbon. Peut-être cette dernière localité doit-elle son nom aux feuillets de houille qui ne sont pas rares près des éboulis au pied des rochers de Paray.

Le dogger supérieur se montre sur toute l'étendue du tronçon de la chaîne de Cray compris dans le Pays-d'Enhaut; il présente partout les mêmes caractères. Ses plus beaux affleurements se trouvent au pied de l'arête des Tours de Dorenaz, dans le cirque de Paray, dans les ruz de la Vausseresse et de la Lévrax et surtout au pied de la Dent de Corjon, sous Planachaux. Je n'ai vu aucune trace de charbon dans cette dernière localité.

Fossiles des couches de Klaus.

Ces fossiles ont été recueillis en partie par moi, en partie par des personnes du Pays-d'Enhaut, qui ont bien voulu me les communiquer. Ils sont peu nombreux et appartiennent à un petit nombre d'espèces.

M. E. Favre indique en dessous du sommet du Mont-Cullan un gisement qui lui a fourni de nombreuses Ammonites. Je regrette de n'avoir pu visiter cette localité qui se trouve en dehors de ma carte.

Les fossiles que j'ai constatés dans les couches de Klaus sont les suivants :

Sphenodus cf. longidens, Ag. Cuves.

Petit échantillon engagé dans un fragment de calcaire qui provient probablement du niveau inférieur au calcaire oolithique. Coll. Pittier.

Belemnites Gillieron, Mayer. Ruisseau de la Tine sous Corjon.

Dans un lit de marne dont il ne m'a pas été possible de déterminer la position exacte. J'y ai trouvé des fragments d'Ammonites indéterminables.

Ammonites sp. (Sub-Backariæ?)

Grande Ammonite commune dans les couches de Klaus. Elle est ordinairement écrasée. Cuves, Coll. Burnier-Paray-Dorenaz, de ma collection.

Am. Humphriesianus, Sow. Ruisseau de la Tine. Coll. Burnier.

Am. tripartitus, d'Orb. Cuves. Coll. Burnier.

Pleuromya, spec. ind. Ruisseau de la Tine.

Apiocrinus, spec. Paray-Dorenaz.

Zoophycos scoparius, Fischer-Ooster. Partout.

2. Bajocien. J'indique ce niveau dans le dogger de la chaîne de Cray d'après une faune de Céphalopodes, découverte il y a quelques années près du chalet de *Paquier-Burnier*, en dessus de Rossinières. Le groupement des espèces, qui sont contenues dans une seule couche, indique à la fois le niveau à *Humphriesianus* et celui à *Murchisonæ*.

La roche fossilifère est un calcaire noduleux, presque noir, très dur et disposé en bancs irréguliers. Les fossiles y sont souvent très mal conservés. Les empreintes de *Zoophycos* y sont presque aussi abondantes que dans les couches de Klaus. Les principaux affleurements de cette roche se trouvent dans le cirque de Paray, en dessous des chalets de ce nom, dans la plupart des ruz du flanc sud de la chaîne de Cray, au Paquier-Burnier, près Rossinières, et dans le ravin au dessus des Planches, sous Planachaux. Le Paquier-Burnier est le seul gisement qui ait fourni des fossiles déterminables.

D'après ses fossiles, cette zone correspondrait assez bien aux couches bajociennes des Verraux, dont M. E. Favre a cité les fossiles ¹.

Fossiles du bajocien.

J'ai examiné un assez grand nombre de fossiles provenant du Paquier-Burnier. Ils ont été recueillis par M. le professeur Renevier et par un nommé Hercod, de Château-d'Œx. Le gise-

¹ Moléson, loc. cit.

ment est recouvert actuellement; la roche fossilifère avait été mise à nu pour la construction d'un chalet.

Voici la liste des espèces :

Belemnites cf. Blainvillei, d'Orb., commune.

Ammonites Humphriesianus, Sow., très abondante, plusieurs formes et variétés.

Amm. Murchisonæ, Sow., assez rare.

Amm. cf. concavus (?), Sow. Un seul échantillon, trop mal conservé pour être déterminé avec certitude.

Amm. tatricus, Pusch, commune.

Par la fréquence de l'*Ammonites Humphriesianus*, la faune du Paquier-Burnier accuse un âge plus récent que le bajocien proprement dit. Il est intéressant de voir se mélanger des espèces qui, dans d'autres régions, marquent d'habitude deux niveaux très tranchés et même assez distants l'un de l'autre. Ce fait n'est, du reste, pas insolite dans les Alpes; il se répète pour l'oxfordien, le néocomien, etc.

II. Dogger des chaînes des Gastlosen et du Rübli.

Couches à Mytilus.

Ce terrain est sans contredit le plus intéressant des chaînes extérieures des Alpes. N'est-il pas étrange que dans la chaîne des Gastlosen, qui est cependant si rapprochée de celle de Cray, le niveau du dogger soit représenté par des assises qui n'ont absolument rien de commun avec le dogger à *Zoophycos*, si ce n'est leur âge, car leurs caractères pétrographiques et les fossiles qu'elles renferment sont entièrement différents.

Depuis 1827, époque où B. Studer a signalé pour la première fois la faune remarquable des *couches à Mytilus et à charbon*, celles-ci ont été placées, sous le nom de *kimmeridgien*, dans le jurassique supérieur par la plupart des géologues et des paléontologues qui s'en sont occupés. Elles sont loin cependant d'être d'âge kimmeridgien; elles appartiennent au jurassique inférieur et représentent l'étage bathonien dont elles sont un facies particulier, un *facies littoral*. Pareille assertion semblerait bien peu fondée, si elle n'était soutenue que par des preuves stratigraphiques. Aussi ai-je hâte de dire qu'elle n'émane pas direc-

tement de moi, mais bien de M. de Loriol¹, qui vient de publier une étude paléontologique importante sur les fossiles des couches à *Mytilus*. Il ressort de cette étude que la faune des couches à *Mytilus* ne *renferme aucune espèce du jurassique supérieur*, et qu'à part un certain nombre d'espèces nouvelles, elle est entièrement composée d'espèces bathoniennes.

Il n'était certainement pas facile d'arriver à des résultats si importants. Le mauvais état de conservation des fossiles, qui sont d'habitude à l'état de moule, *l'absence totale de Céphalopodes* et d'*Echinides* (à l'exception d'une seule espèce propre à ce facies), un groupement des espèces pareil à celui qu'on observe dans le kimmeridgien du Jura, ont été tout autant d'obstacles qui font comprendre pourquoi cette faune est restée pendant si longtemps une énigme indéchiffrable et pourquoi tant de géologues, y compris l'auteur de ces lignes, ont été plongés dans une erreur dont il était temps de sortir ! Mais cette erreur est bien excusable, car, qui aurait voulu s'opposer aux déterminations de Voltz, J. Thurmann, P. Merian, Oppel, etc., qui tous ont déclaré que la faune des couches à *Mytilus* marquait un niveau voisin du kimmeridgien.

J'ai reconnu cinq niveaux bien distincts dans la plupart des gisements des couches à *Mytilus* du Pays-d'Enhaut. Ce sont du haut en bas :

- A. Le niveau supérieur à *Modiola*.
- B. Le niveau à *Myes* et à *Brachiopodes*.
- C. Le niveau à *Modiola* et à *Hemicidaris alpina*.
- D. Le niveau à fossiles triturés et à polypiers.
- E. Le niveau à matériaux de charriage.

¹ *Etude paléontologique et stratigraphique des couches à Mytilus des Alpes vaudoises*, par P. de Loriol et H. Schardt, in « Mém. Soc. pal. suisse, » vol. X, 1883.

Acta Soc. helv. sc. nat., 1883, et *Arch. sc. phys. et nat.*, t. X, p. 514-518.

Le mémoire cité renferme les plus amples documents sur la stratigraphie des couches à *Mytilus*. Quelques modifications exceptées, les pages qui suivent en sont un extrait très abrégé.

Voir aussi le même mémoire pour la description des fossiles.

A. Niveau supérieur à *Modiola*.

Je n'ai été amené à établir ce niveau qu'en dernier lieu, et dans une seule chaîne, celle du Rubli. Il n'est pas douteux qu'on parvienne à le constater aussi dans d'autres localités.

C'est une zone puissante de 10-15 mètres environ, formée d'alternances de lits schisteux, plaquetés et marneux, renfermant de nombreuses empreintes de *Modiola imbricata*.

C'est surtout dans l'une des couches à la base de l'assise que ce fossile est très fréquent, remarquable surtout par ses dimensions allant jusqu'à 12 centimètres de longueur. Quelques *Myes* très mal conservées l'accompagnent.

Cette zone est séparée des autres couches à *Mytilus* par une assise de calcaire massif de 15 à 20 mètres d'épaisseur, que j'avais désignée d'abord par la lettre A, comme formant la base du Malm. D'après ce qui vient d'être dit, il n'en est pas ainsi. On trouve cette zone supérieure à *Modiola* le mieux développée dans la région septentrionale des Rochers à Pointes, au sommet même du *Rocher à Pointes*, à la *Videmautte* et au-dessus de la *Mariaz*, à l'est de la pointe du Rubli.

B. Niveau à *Myes* et à *Brachiopodes*.

C'est le niveau le plus constant des couches à *Mytilus*, car il se retrouve avec les mêmes caractères dans tous les gisements qui me sont connus.

C'est une couche épaisse de trois mètres environ, de nature calcaréo-marneuse, de teinte grise ou gris foncé, suivant les gisements et répandant au choc une forte odeur bitumineuse. Quelquefois cette assise est interrompue vers son milieu par une faible couche plus marneuse, riche en petits fossiles (*Brachiopodes*, *Ostracés*, *Lima*, *Mytilus*, etc.), tandis que le reste contient plus particulièrement de gros fossiles (*Pholadomyes*, *Homomyes*, *Ceromyes*, etc.). Cette couche, si peu puissante qu'elle soit, renferme une faune très remarquable non-seulement par l'abondance des *Myes* et des *Brachiopodes*, rares dans les autres niveaux, mais surtout par un certain nombre d'espèces qui lui sont *exclusivement* propres, ainsi :

Pholadomya texta, Ag.;

Homomya valdensis et *laitmairensis*, P. de Loriol;

La plupart des *Ceromya* (*C. concentrica*, *plicata*, etc.);

La plupart des *Cardium* et *Unicardium* ;
Mytilus laitmairensis, P. de Loriol ;
La plupart des *Lima* ;
Eligmus polytypus, Desl. ;
Rhynchonella Orbiguyana, Oppel, etc., ne se trouvent que dans le niveau B.

Pholadomya texta, *Mytilus laitmairensis*, *Eligmus polytypus* caractérisent surtout ce niveau et n'en dépassent pas les limites.

Les *Modiola imbricata* et *Hemicidaritis alpina*, qui abondent dans le niveau C et le premier dans le niveau A, sont les deux très rares dans la couche B et ne s'y rencontrent ordinairement qu'à l'état de débris.

Les fossiles de ce niveau sont aussi nombreux en espèces qu'en individus, car ils forment à eux seuls la presque totalité des fossiles des couches à *Mytilus*. Tous les autres niveaux ne renferment qu'un nombre très restreint d'espèces.

Gisements. La couche à Myes et à Brachiopodes se trouve dans tous les gisements du Pays-d'Enhaut. Son épaisseur est presque partout la même. Elle présente au *Mont-Laitmaire* près Château-d'Œx son développement typique. Les fossiles y sont nombreux et assez bien conservés. Une petite zone marneuse au milieu de la couche est surtout riche en *Mytilus laitmairensis*, *Eligmus polytypus*, *Lima*, etc. On peut poursuivre cette couche sur une grande longueur en dessous de la *Grand'-Combe*, au pied des rochers faisant face à Château-d'Œx.

Au *Rocher de la Raye*, la couche à Myes est moins riche qu'à la Laitmaire; elle se divise en deux lits, l'un calcaire, l'autre marneux; ce dernier renferme seul des fossiles un peu nombreux. Ce sont les mêmes qu'à la Laitmaire.

C'est avec le même caractère qu'on trouve cette couche au pied du *Gros-Rocher* et de la *Dent de Savigny*.

Dans la *chaîne du Rubli*, ce n'est que dans le tronçon à l'est du vallon de la Gérine qu'on trouve les couches à *Mytilus*. Le niveau B se poursuit, sous forme d'une bande presque ininterrompue, depuis le Rocher-Pourri à travers le Creux de Pralet, le Rocher à Pointes, le Creux d'Entre-deux-Sex jusqu'au pied du Rubli et au-delà de celui-ci, en passant à mi-hauteur de l'escarpement. Les fossiles y sont nombreux, mais mal conservés, à cause du bouleversement plus intense des couches. La roche est également plus foncée qu'ailleurs.

D'autres affleurements, dont les conditions ne sont guère meilleures, quant à la conservation des fossiles, se trouvent dans les couches affaissées de l'escarpement sud du *Rocher à Pointes* et de la *Videmanette*.

L'arête du *Rocher du Midi* n'offre aucun affleurement de couches à *Mytilus*. Celles-ci se présentent cependant tout près de là, aux *Rochers de Coumattaz*, où j'ai constaté le niveau B avec *Myes*, *Mytilus laitmairensis*, etc.

Le seul gisement des Alpes vaudoises en dehors de notre carte se trouve au *Vuargny*, dans la vallée de la Grande-Eau. Outre les fossiles habituels, le niveau B renferme dans cette localité une multitude d'*Ostracés*, parmi lesquels une espèce, l'*Ostrea vuargnensis*, est surtout abondante. Cette couche renferme en outre de nombreux débris de végétaux (*Zamites Renevieri*, *Thuites Itieri*).

C. Niveau à *Modiola* et à *Hemicidaris*.

Ce niveau est facile à reconnaître par sa disposition en bancs nombreux, minces et séparés par des feuillets marno-schisteux qui rappellent parfois les couches de l'argovien du Jura. Sa puissance est de 10 à 12 mètres et varie suivant les gisements. C'est dans ce niveau qu'on trouve ordinairement du charbon, soit en minces couches, soit tout simplement comme traces de tiges de végétaux, plus ou moins distincts (*Thuites Itieri*, etc.). Ce niveau renferme de rares débris de vertébrés, tels que dents de poissons (*Strophodus*) et de sauriens. Un mollusque (*Modiola imbricata* Sow.) et un oursin (*Hemicidaris alpina*) y sont très abondants, mais limités presque exclusivement à certains bancs qui en sont pétris, tandis que d'autres en paraissent tout à fait dépourvus ou n'en présentent que de rares traces.

Les fossiles caractéristiques sont :

Natica Minchinhamptonensis, P. de Lor.;
Modiola imbricata, Sow.; très commune;
Modiola Sowerbyana, Lycett; assez commune;
Ostrea costata, Sow.; commune;
Hemicidaris alpina, Ag. tests, et radioles communs.

En somme, ce niveau ne renferme pas de fossiles qui lui appartiennent exclusivement, car ils se retrouvent tous dans le niveau B, où ils sont, à l'exception de *Natica Minchinhampto-*

nensis et de l'*Ostrea costata*, rares ou mal conservés. Le petit nombre des espèces est compensé par la fréquence des individus; la *Modiola imbricata* est parfois d'une abondance prodigieuse.

Gisements. Les caractères du niveau à *Modiola* et à *Hemicidaris* sont un peu moins constants pour les différents gisements que ceux du niveau B.

Au *Mont Laitmaire* il offre, au gisement de la *Grand'Combe*, une puissance de près de 12 mètres. Ce sont des alternances de lits de calcaire gris avec des couches marneuses. La couche supérieure, gris-bleuâtre et feuilletée, renferme seule des *Modiola Sowerbyana* et *Ceromya concentrica*. Une seule couche, de 0^m,70 d'épaisseur, est riche en *Modiola imbricata* et *Hemicidaris alpina*. Toutes les autres couches sont pauvres en fossiles.

Au *Rocher de la Raye*, le niveau C commence par un lit marneux très riche en *Modiola imbricata* et *Hemicidaris alpina*. Le milieu de l'assise est pauvre en fossiles; ce sont des calcaires en lits réguliers. Vers le bas, on trouve une marne noire, schisteuse et feuilletée, charbonneuse, remplie de valves ouvertes de *Modiola imbricata* ayant conservé le test. Il semble que ces mollusques sont morts en place et que les valves se sont ouvertes ensuite, car elles sont toutes, à peu d'exceptions près, tournées du même côté. Des marnes schisteuses et un lit de charbon feuilleté forment la base du dépôt.

Dans les gisements de la *chaîne du Rubli*, le niveau C est surtout remarquable par une couche de calcaire délitable foncé, de 0^m,30 d'épaisseur, qui est pétri de *Modiola imbricata* de la petite variété et d'une espèce de *Perna* (*P. cfr. rugosa Lycett?*) plus rare. Cette couche se voit le mieux au pied de la cime du Rubli, dans le Creux d'Entre-deux-Sex.

A la *Videmanette*, elle est remplacée par un lit marneux gris, de 0^m,80 d'épaisseur, dans laquelle la *Modiola imbricata* est accompagnée de l'*Ostrea costata*, les deux en grand nombre.

Le gisement du *Vuargny*, dans la vallée de la Grande-Eau, offre aussi le niveau C assez riche en fossiles. Le bouleversement des couches ne permet pas d'indiquer l'épaisseur des lits qui en font partie. L'un des lits est remarquable par la fréquence de l'*Ostrea costata* et du *Hemicidaris alpina*; ce dernier fossile se trouve écrasé à la surface des bancs, quelquefois avec des radioles en place. Un autre banc plus inférieur est plutôt riche en échantillons bien conservés de *Modiola imbricata*.

D. Niveau à fossiles triturés et à polypiers.

Les couches que je comprends sous ce nom sont en général assez constantes dans la série des couches à *Mytilus*. Elles sont composées d'une multitude de bancs calcaires, séparés par de faibles strates marneuses, feuilletées, parfois formées presque entièrement de débris de fossiles divers, tels : que fragments de tests de *Modiola imbricata*, débris de tests et de radioles de *Hemicidaris alpina*, petits *Ostracés* (*O. costata*), etc. On peut citer comme tout à fait caractéristique pour ce niveau la petite *Astarte rayensis*, dont les valves séparées couvrent souvent la surface des plaques calcaires et schisteuses. On peut même appeler le niveau D celui de l'*Astarte rayensis*.

Dans toutes les localités ce niveau contient des *polypiers* souvent très bien conservés et appartenant à des espèces nouvelles. Ils n'ont pas de position fixe et leur fréquence est très variable. Tantôt ils sont limités à un seul banc, où ils sont alors très nombreux, tantôt ils sont disséminés dans toutes les couches et mélangés aux autres débris de fossiles. Le *charbon*, qui n'occupe du reste pas de place fixe dans les couches à *Mytilus*, se trouve aussi dans le niveau à fossiles triturés.

Gisements. Les couches de ce niveau sont dans les différentes localités de nature assez dissemblable autant dans leur nature lithologique que considérées au point de vue de la fréquence des fossiles.

L'épaisseur des couches qui représentent le niveau D arrive à la *Laitmaire* au-delà de 20 mètres. C'est surtout vers le bas que les lits prennent l'aspect typique et présentent des feuillets dont la surface paraît souvent comme pavée de valves brisées d'*Astarte rayensis* et de *Modiola imbricata* (Grand'Combe). Les polypiers ne sont également pas très rares.

La partie inférieure de ce niveau présente une coupe très nette au-dessus de *Monchalon*, sur le versant sud du Mont-Laitmaire. Plusieurs couches sont riches en *polypiers*, d'autres sont remplies de débris de *Hemicidaris*, *Modiola*, *Ostrea costata*, etc.

Le chemin qui conduit depuis Gérignoz au hameau des Granges, près Château-d'Ex, fait voir une coupe très intéressante d'une partie des couches à *Mytilus*. On n'y voit que la partie inférieure du niveau D à cause d'un glissement des couches qui a produit l'oblitération des niveaux supérieurs des couches à

Mytilus et établi le contact entre le massif calcaire et les couches à fossiles triturés. La première couche visible en dessous du massif calcaire est un lit marneux gris ou jaune froissé et feuilleté, rempli de débris de *Modiola*, *Astarte rayensis*, *Ostrea*, etc. En dessous d'une série de couches (env. 13 m.), pauvres en fossiles, vient un lit marneux avec *Modiola*, petits bivalves et *Gastéropodes* (*Nerinea*?) mal conservés. Il repose sur une couche de 30 cm. de *charbon graphitoïde*, à cassure brillante, onctueux au toucher. C'est un charbon assez dense qui brûle mal; il renferme beaucoup de matière calcaire et de pyrite. Un banc calcaire (0^m,50) sépare ce lit des couches que j'attribue au niveau E.

Au Rocher de la Raye le niveau D présente son développement le plus typique. Deux séries (20 m.) d'alternances de couches marneuses et calcaires, remplies de débris des fossiles habituels à ce niveau, en forment la majeure partie. L'*Astarte rayensis* y est surtout très bien conservée. A la base de l'assise se trouve un banc de calcaire jaune rempli de *polypiers*. L'un des gisements du Rocher de la Raye (près de l'endroit coté 1878 m.) offre ce banc passablement décomposé. Ses débris recouvrent le sol, entremêlés aux polypiers déjà dégagés de la roche. Ce gisement est si riche que nous y avons recueilli, M. Rittener et moi, plus de 500 polypiers, pour la plupart en bon état. M. le professeur Koby, qui en a entrepris l'étude, y a reconnu non moins de 25 espèces, toutes nouvelles. Il est à remarquer que la détermination générique de ces polypiers s'oppose quelque peu au résultat de l'étude paléontologique des Mollusques, car, à ce que m'écrit M. Koby, les genres auxquels appartiennent ces coraux sont plutôt propres aux terrains jurassiques supérieurs, tandis que plusieurs genres toujours représentés dans les dépôts bathoniens de tous pays manquent complètement à ce niveau. (Pl. IV, fig. 16 et 18.)

La *chaîne du Rubli* renferme aussi le niveau à fossiles triturés et à polypiers bien représenté. Ses couches ont une épaisseur totale d'une vingtaine de mètres; leur aspect est le même qu'ailleurs, à part la couleur qui est souvent un peu plus foncée. Outre les fossiles habituels, on y trouve de rares polypiers. Vers le bas existe un banc de charbon terreux de près d'un mètre d'épaisseur.

Je n'ai pas pu constater le niveau D avec certitude dans la *vallée de la Grande-Eau*. Au *Vuargny* on voit parfois des lits

avec débris de crinoïdes analogues à ceux de la Videmanette. Au-dessus du *Pont de la Tine*, j'ai constaté une couche marneuse remplie de tests blancs indéterminables qui pourrait appartenir à ce niveau. Elle se trouve en dessous d'un banc renfermant des fossiles du niveau B.

C'est avec un peu plus de certitude que j'attribue au niveau D des alternances de bancs calcaires et de marnes qu'on trouve en dessous du *Ponty* et des *Afforets* sur la route d'Aigle au Vuargny. Ces couches sont intermédiaires entre le toarcien et le calcaire massif du malm. On trouve dans les couches marneuses de nombreux débris d'Echinodermes, en particulier des fragments de radioles d'oursins, tout à fait semblables à ceux du *Hemicidaris alpina*.

Je ne sais à quel terrain qu'il faut attribuer une marne grise feuilletée, très homogène et délitable, qu'on trouve près du Vuargny. Elle semble être inférieure aux couches à *Mytilus*. La surface des plaques montre des empreintes très nettes dont la forme rappelle celle d'aiguilles de Conifères.

E. Niveau à matériaux de Charriage.

Ce niveau est bien moins constant dans ses caractères que tous les autres et cela n'est, du reste, pas surprenant. Je place sa limite supérieure là où les fossiles marins des couches à *Mytilus* apparaissent pour la première fois. Car les couches du niveau E sont elles-mêmes dépourvues de fossiles marins.

J'ai constaté dans toutes les localités des environs de Château-d'Œx que les couches à fossiles triturés reposent sur des assises sableuses, schisteuses ou argileuses, accompagnées de lits de conglomérats et de brèches calcaires à fragments dolo-mitiques, auxquels se joignent fréquemment des couches de charbon plus ou moins pur.

Toutes ces couches sont absolument dépourvues de fossiles marins, elles portent au plus haut degré l'empreinte d'une formation terrestre. On est parfois tenté, à cause de leur nature arénacée, de les rattacher au flysch, erreur qui serait d'autant plus facile à commettre, que des phénomènes orographiques ont, en plusieurs points, porté ces deux terrains dans des positions telles qu'ils semblent se succéder en séries régulières. J'ai cependant reconnu la présence de ces couches détritiques dans

des positions où il est impossible de les confondre avec les dépôts éocènes, quelque grande que soit leur ressemblance. On y trouve en outre le *Zamites Renevieri*, plante de la famille des Cycadées, qui est renfermé au Vuargny dans la couche B! Ainsi on ne peut en douter, *les couches à Mytilus reposent sur un terrain à facies terrestre.*

Dans bien des localités la base des couches visibles est une brèche calcaire qui prend habituellement un aspect presque identique à la *brèche éocène de la Hornfluh*, si bien que l'œil le plus exercé ne saurait la distinguer.

Gisements. Au gisement de la *Grand'Combe* (Laitmaire) le niveau E passe au niveau à *Astarte rayensis* par une assise schisteuse et marneuse reposant sur un banc de conglomérat calcaire. Des lits de grès calcaire et siliceux puissants de plus de 10 mètres constituent presque la totalité des couches visibles. Il renferme de nombreux débris de végétaux charbonneux (*Zamites*). Un nouveau banc de conglomérat ferme la série au bas. La suite n'en est pas visible et on trouve un peu plus bas, le calcaire du malm déjeté plongeant sous la montagne et s'appuyant sur le flysch.

Le *grès à végétaux* occupe une grande surface à l'est du sommet de la Laitmaire, près du chalet du même nom, où il s'élève sous forme d'une petite arête au-dessus de conglomérats calcaires qui s'appuient sur le flysch. Il est peu différent de celui de la *Grand'Combe*. C'est un grès grossier, calcaire et siliceux jaune ou gris, rempli de traces charbonneuses. Il a quelquefois l'aspect d'une mollasse grossière. L'un des bancs, plus fin et plus marneux, qui affleure près d'une source au N du chalet, renferme de belles empreintes du *Zamites Renevieri*. Au-dessus du grès à *Zamites* viennent des argiles grises, jaunes ou blanchâtres avec nodules ferrugineux et quelques lits peu épais de charbon terreux.

C'est sur le chemin de *Gérignoz* aux *Granges* que l'on trouve la coupe la plus complète des couches avec matériaux charriés. J'ai mesuré non moins de 25 lits divers, parmi lesquels sept couches de charbon plus ou moins pur. Elles sont accompagnées de couches schisteuses, argileuses, ferrugineuses et siliceuses et de quelques lits bréchiformes, calcaires, parfois tuffacés, ressemblant alors à de la corgneule. Un lit de grès sableux gris renferme des empreintes de tiges de végétaux parmi les-

quelles j'en ai reconnu plusieurs appartenant au *Zamites Renevieri*. Vers le bas les lits de poudingues et de brèches se répètent plus fréquemment et la dernière couche visible est un calcaire bréchiforme foncé.

Cette répétition de couches de même nature me fait supposer que nous avons là un *dépôt terrestre*, formé dans une lagune ou dans un marais dans l'intérieur d'une île bathonienne.

Au *Rocher de la Raye* (fig. 17 et 18, pl. IV), le banc à polypiers repose sur un lit d'argile ferrugineuse renfermant dans son milieu un lit de charbon. Un grès siliceux à traces de végétaux (*Zamites* ?) en forme la base. A ce grès succède un banc de conglomérat calcaire, épais d'environ 10^m, qui pourrait appartenir au flysch, mais il ressemble trop au même conglomérat de la Laitmaire pour que j'ose l'en séparer sans autres preuves. Il repose sur le crétacé supérieur qui butte contre le jurassique supérieur. (Profil 2.)

Au *Creux rouge*, au pied du sommet du Rocher, des couches d'une argile sableuse jaune se trouvent comprises entre le banc à polypiers et des couches de grès gris qu'on ne saurait méconnaître comme flysch. (Fig. 17, pl. IV.) Au pied du talus on trouve des débris de charbon dont on ne peut voir la couche en place.

Dans l'*arête du Rubli*, je réunis au niveau E des couches sans fossiles, épaisses de plus de 20 mètres, formées dans le haut de nombreux bancs calcaires peu épais et alternant avec des couches marneuses et schisteuses. Vers le bas vient une marne argileuse jaune et grise, reposant sur un lit de *poudingue* à matériaux calcaires grossiers. Ce lit est en contact avec des bancs calcaires et dolomitiques.

Des couches sableuses foncées occupent ce même niveau au Rocher à Pointes. (Fig. 15, pl. IV.)

Nature et âge du substratum des couches à *Mytilus*.

En présence des terrains extraordinaires qui forment le niveau E, il serait intéressant de constater quel doit être le substratum des couches à *Mytilus* et en particulier des roches détritiques qui en forment la base ? Les gisements du Pays-d'Enhaut m'ont refusé toute réponse à cette question. Dans la chaîne du Rubli (Rocher pourri), les conglomérats reposent sur des bancs calcaires d'aspect dolomitique qui semblent avoir fourni les matériaux des premiers. Malheureusement la voûte totalement

écrasée de cette chaîne ne laisse pas affleurer le terrain sur lequel ces couches reposent.

Les dislocations de l'arête des Gastlosen (Rocher de la Raye et Laitmaire) rendent inutile toute recherche dans cette direction. La forme des dislocations de ces montagnes nous donne cependant un indice sur la nature pétrographique du terrain qui doit former le substratum des couches à *Mytilus*; en effet, ce terrain a dû être de *consistance marneuse*, comme l'est le lias supérieur; c'est cette condition seule qui a pu permettre la formation des plis écrasés et des chevauchements extraordinaires de ces chaînes (voir profils 1 à 6 et chap. XVII). Cette supposition ne permet cependant l'établissement d'aucune hypothèse sur l'âge de ce terrain marneux qui doit servir de base aux couches à *Mytilus*. Elle acquiert pourtant beaucoup de probabilité par le fait bien connu et souvent cité qu'à la Simmenfluh le lias se trouve à une faible distance *en dessous* des couches à *Mytilus*. Le contact de ces couches avec le rhétien à *Avicula contorta*, visible au Vuargny, est non moins concluant, quoique ce soit un *contact mécanique* dû à un glissement des couches. Les deux terrains présentent une disposition visiblement discordante. (Prof. 12.)

S'il ne nous est ainsi pas possible d'établir par des preuves directes que les couches qui forment le substratum des couches à *Mytilus* ne peuvent être que celles du *lias*, un nombre de *preuves indirectes* d'égale valeur viennent s'y substituer. On peut voir le contact du lias (toarcien à fucoïdes) et du malm en bien des endroits de la vallée de la Grande-Eau; la route d'Aigle au Sépey entame alternativement ces deux terrains. Au Vuargny seulement on voit les couches à *Mytilus* entre deux, mais là il y a contact mécanique. Aussi la disposition des couches à radioles de *Hemicidaris*, près des Afforets, *entre le toarcien et le malm*, n'est pas suffisamment claire pour pouvoir constituer une preuve incontestable. Les bouleversements dans la vallée de la Grande-Eau sont trop intenses pour qu'il y ait de la chance à y trouver la solution du problème posé.

Afin d'examiner la limite des terrains jurassiques et du lias dans une région moins bouleversée que la vallée de la Grande-Eau, j'ai exploré les rochers à l'occident d'Aigle, au dessus d'Yvorne. J'ai pu constater et suivre sur une grande longueur la *superposition normale du malm au toarcien*; les bancs plon-

gent légèrement au S-E. *Les couches à Mytilus font donc défaut entre deux.*

L'âge du toarcien est déterminé par de nombreuses algues marines bien conservées, telles que *Chondrites alpestris*, *Helminthopsis labyrinthica*, *Palaeodictyon alpinum*, etc.

Pris dans leur ensemble, ces faits ne laissent guère de doutes sur l'âge des couches à *Mytilus*. Elles doivent être intermédiaires entre le malm et le toarcien et peuvent manquer par places.

Considérations sur la succession (des facies) dans les couches à *Mytilus*.

La présence de dépôts détritiques et de charriage à la base des couches à *Mytilus* indique des conditions extraordinaires au début de la formation de ce terrain. Pour expliquer ce phénomène, il faut admettre que vers la fin de l'époque liasique ou au commencement de l'époque jurassique, certaines régions ont été émergées sous forme d'îles peu élevées et entourées d'une mer peu profonde, avec une large grève sur laquelle l'eau roulait et brisait des fragments de roches détachés de la rive. Les plantes terrestres et les lits de charbon qui se trouvent dans tous les niveaux des couches à *Mytilus* sont la preuve évidente de l'existence de terres émergées pendant le dépôt de ces terrains; leur distribution devait être parallèle aux chaînes actuelles. La succession des lits fossilifères des couches à *Mytilus* marque un mouvement d'affaissement consécutif. Sur la plage, recouverte d'une mer peu profonde et souvent agitée, s'établissent des colonies de Madréporaires dont les débris se mélangèrent à ceux des Mollusques et Echinides.

Le niveau à *Modiola* et *Hemicidaris* indique une mer moins agitée. Les fossiles ne sont plus brisés et les *Modiola* surtout paraissent avoir vécu en grand nombre avec des Echinides, des Ostracés et quelques Gastéropodes et Brachiopodes. Quelques localités seulement semblent avoir été occupées par un facies plutôt vaseux. Pendant ce temps, les îles n'étaient pas disparues; preuves sont les nombreux restes de végétaux distincts ou amassés en lits plus ou moins épais.

La constance remarquable de la faune du niveau B, et son caractère qui est partout le même, nous fait voir un moment où le facies vaseux s'était étendu sur toute la région en voie d'af-

faissement. Les Myes l'emportent en nombre sur les autres espèces, mais parmi ceux-ci les *Mytilus*, Limes, Ostracés, grands Trichites et Brachiopodes rappellent toujours une mer pas très profonde. Des débris de végétaux terrestres venant d'îles en voie de submersion sont venus se mêler aux fossiles marins. L'immersion totale paraît avoir eu lieu peu après la fin du dépôt de la couche B.

Les Myes et les grandes *Modiola* du niveau A témoignent d'une mer sensiblement plus profonde. Le grand massif calcaire du malm doit s'être formé à une grande profondeur, il n'y avait alors plus de terres émergées.

La persistance de régions émergées, durant l'époque où se formait le niveau B, nous fournit un renseignement précieux : il est bien naturel que ces points-là ne peuvent être occupés par les couches à *Mytilus* ; ceci explique clairement pourquoi ces couches font si souvent lacune, comme sur Aigle et Yvorne, et sur quelques points de la vallée de la Grande-Eau.

Il est surprenant qu'on n'ait encore cité jusqu'à présent aucune trace de fossiles d'eau douce, terrestres ou saumâtres, bien certains, dans les couches à *Mytilus*, ce qui semblerait démontrer l'absence de cours d'eau dans ces îles et leur faible élévation au-dessus de la mer. Il serait cependant bien étrange que de si importants dépôts de restes de végétaux terrestres aient pu se former sans être accompagnés d'animaux extra-marins. Je ne serais donc pas surpris d'en découvrir tôt ou tard dans quelques gisements.

III. Dogger de la chaîne de la Gummfluh.

L'aspect du Dogger de cette chaîne est assez différent de celui des couches à *Mytilus* de l'arête voisine du Rubli. En dessous de l'énorme massif calcaire du malm, se voient des bancs calcaires et marneux gris-foncé ou noirs. Ces bancs sont pauvres en fossiles. J'y ai trouvé, près de la pointe du *Brecaca*, sur la pente sud, une marne grenue qui renferme, outre divers fossiles indéterminables, des radioles d'oursins tout à fait voisins de ceux du *Hemicidaris alpina*, ainsi que de petites huîtres, mal conservées, que j'attribue assez sûrement à l'*Ostrea costata* des couches à *Mytilus*.

CHAPITRE X

Terrain liasique.

Les terrains de ce groupe n'affleurent que dans la chaîne de Cray; ils sont assez bien développés aux environs de Rossinières, dans la vallée transversale de la Sarine qui coupe profondément cette chaîne. Le lias s'y divise en deux assises très distinctes : la supérieure, essentiellement marno-calcaire, correspond *au toarcien* (sens étendu); l'inférieure, formée d'un massif calcaire, représente le *lias inférieur* ou *sinémurien*. Le rhétien paraît manquer.

Lias supérieur, Toarcien.

L'ensemble des assises que je réunis sous ce nom atteint une épaisseur de 150 à 200 mètres. Leur nature pétrographique les rend très semblables aux couches du dogger qui les surmontent et la limite qui les sépare est incertaine et fort difficile à tracer.

Le toarcien des environs de Rossinières est en grande partie formé de bancs calcaires alternant avec des schistes marneux. La roche, de couleur gris-foncé, prend une teinte plus claire sous l'influence des agents atmosphériques. Elle contient de nombreuses empreintes d'algues marines, visibles sur la surface des plaques, lorsque celles-ci ont été exposées à l'air assez longtemps pour que la couleur noire des empreintes se dessine nettement sur la roche. Ces algues, très voisines de celles du flysch, sont accompagnées de cette même espèce de *Zoophycos* qui se trouve dans le dogger.

Les deux principaux gisements de ces couches se montrent, l'un sur le sentier qui conduit de Rossinières à Cuves, l'autre dans un ravin au-dessus des Planches, sur la rive gauche de la Sarine.

Les espèces que j'y ai constatées sont les suivantes :

Helminthopsis labyrinthica, Heer.

Empreintes charbonneuses très semblables à celles de l'*Helminthoidea labyrinthica* du flysch.

Helminthopsis intermedia, Heer.

J'indique cette espèce avec doute, le seul échantillon que j'en possède étant très mauvais.

Palaeodictyon alpinum, Heer.

Très commun aux Planches près Rossinières. Cette petite plante a une ressemblance extrême avec le *P. textum* des schistes éocènes; aussi les couches qui les renferment ont-elles été souvent réunies au flysch. Peut-être cette distinction spécifique n'est-elle basée que sur des considérations stratigraphiques, car les différences qui séparent ces deux espèces ne sont pas appréciables.

Zoophycos scoparius, Fischer-Ooster.

Ces couches à fucoïdes forment un niveau très constant dans le lias supérieur; elles ont même une très grande extension. Je les ai observées sur la route d'Aigle au Sépey, où elles affleurent tantôt au-dessous des couches à *Mytilus*, tantôt directement sous le malm. Les empreintes sont les mêmes que celles de Rossinières. La *Theobaldia circinalis*, bien reconnaissable par son enroulement en forme de crosse, y est cependant mieux caractérisée. J'ai déjà eu l'occasion de citer ces fossiles dans le toarcien des environs de Bex, où les couches qui les renferment sont accompagnées de schistes contenant des Ammonites et des *Posidonomya Bronni*.

Il n'y a que fort peu de fossiles dans le toarcien de Rossinières; je n'en connais que quelques *Posidonomya Bronni* trouvés dans les couches schisteuses qui accompagnent les couches à fucoïdes. Du reste, les affleurements de ce terrain sont rares, à cause de sa nature marneuse très favorable au développement de la végétation.

On trouve à la base du toarcien une assise de marne noduleuse renfermant des moules de bivalves; elle affleure sur le chemin qui conduit de Rossinières à Cuves, sur la rive droite de la Sarine. La roche répand sous le choc une odeur fétide très intense; elle contient même des traces de *bitume visqueux*, qui pénètre dans les fissures. M. Gilliéron, qui a visité ce gisement et qui a eu la bonté d'examiner les fossiles que j'y ai recueillis, y a reconnu les espèces suivantes :

Mactromya, espèce non décrite, mais indéterminable. C'est le fossile le plus abondant de cette couche.

Pleuromya crassa, Ag. L'état de conservation de ces moules ne permet pas une détermination tout à fait certaine.

M. Gilliéron a trouvé dans cette couche deux fragments d'Ammonite appartenant probablement à l'*Ammonites anguinus*, Rein., qui caractérise la *pierre fétide* à *Posidonomyes* de la Franconie.

Lias inférieur, Sinémurien ¹.

Peu en dessous de la couche à *Mactromyes* apparaît un massif de calcaire gris qui forme un escarpement. Les bancs sont visibles sur les deux rives de la Sarine et l'on peut les poursuivre avec facilité à cause de leur disposition en gradins. Ils sont homogènes et réguliers à la partie supérieure. Vers le bas, on ne distingue plus qu'une seule masse, épaisse de 30 mètres au moins, de calcaire gris ou rouge, presque entièrement formé de fragments roulés de *Crinoïdes*, qui lui donnent une texture spathique. Malgré l'abondance de ces fragments, il est très difficile de trouver des articles entiers, car ils sont ordinairement si bien cimentés dans la roche qu'on ne peut les extraire. J'ai cependant pu m'assurer qu'ils appartenaient au genre *Apiocrinus*. Le calcaire qui les renferme rappelle à première vue le calcaire ou *marbre de la Tinière*; il affecte les mêmes teintes rouges ou grises que ce dernier.

Cette assise se distingue sans peine du lias supérieur par sa nature pétrographique. Comme elle repose sur de la corgneule, je crus d'abord qu'elle appartenait peut-être à l'étage *rhétien*; mais la détermination des Ammonites renfermées en assez grand nombre dans le calcaire spathique n'a pas confirmé cette présomption.

Les fossiles dont la détermination a été possible sont :

Ammonites planicosta, Sow. (*Am. capricornus nudus*, Quenst.), petit échantillon parfaitement typique.

Ammonites raricostatus, Ziet. M. Gilliéron, qui a examiné cette Ammonite, reconnaît qu'elle ne se rapporte pas tout à fait au type, l'accroissement des tours étant un peu plus rapide que chez l'*Am. raricostatus*. Elle se relie à cette dernière par une légère quille, tandis que l'aplatissement du côté ventral et quelques plis secondaires la rapprochent de l'*Amm. planicosta*. Peut-être cet échantillon n'appartient-il ni à l'une ni à l'autre de ces espèces.

Ammonites fimbriatus, Sow. Recueillie par M. Gilliéron. Caractérise le sinémurien supérieur (lias β de Quenstedt).

Rhynchonella cf. tetraëdra, Sow.

Waldheimia sp. Echantillon unique, très voisin de la *Waldh.*

Waterhousi, Dav., décrite par Deslongchamps (*Pal. française*, Brach. jur. pl. XXI). Les formes sont un peu plus prononcées

¹ Teinte lilas foncé, Pl. IV, prof. 8.

que celles des échantillons figurés. Le pli frontal est plus accusé; les autres caractères sont bien les mêmes.

Belemnites, *Turbo* (2 sp.), *Pecten* (2 sp.), etc., indéterminables.

D'après ces fossiles, le calcaire spathique de cette assise correspondrait plutôt à la partie supérieure du sinémurien qu'au lias tout à fait inférieur.

La corgneule de Rossinières.

On trouve en dessous du calcaire spathique un terrain très voisin de la corgneule; cette roche affleure dans la cluse de Rossinières, au-dessus du village de ce nom, et dans le ravin des Planches sur la rive gauche de la Sarine. C'est une roche dolomitique, celluleuse, mais non bréchiforme, et par conséquent bien distincte de la corgneule éocène.

Il est à remarquer que le rhétien n'existe pas entre cette corgneule et le sinémurien, d'où l'on pourrait conclure qu'il est représenté par la corgneule. Mais je ne suis pas à même de trancher la question. Il est possible que cette corgneule soit triasique, et c'est à cette possibilité que se borne tout ce que nous pouvons savoir sur l'âge de ce terrain.

Cette corgneule étant le terrain le plus inférieur et conséquemment le plus ancien qui soit visible dans le Pays-d'Enhaut, c'est avec elle que se terminera l'étude stratigraphique.

Considérations sur les changements de facies dans les terrains des Alpes du Pays-d'Enhaut.

Il ressort des pages précédentes qu'il y a d'une chaîne à l'autre des changements de facies remarquables, tandis que les terrains d'une même chaîne présentent au contraire une grande constance dans leurs caractères. On peut tirer de là d'importantes conclusions.

Le facies d'un dépôt doit varier considérablement suivant la profondeur de l'océan et suivant les accidents du sol sous-marin et l'éloignement des côtes.

Puisque nous avons pu constater qu'il y avait, à partir des terrains jurassiques, des changements de facies très frappants dans les différentes chaînes du Pays-d'Enhaut et dans les Alpes

romandes en général, il est à présumer que *les inégalités du sol sous-marin étaient déjà, à cette époque, distribuées parallèlement aux chaînes actuelles*. L'alignement des gisements du bathonien à Mytilus et des terres émergées, qui ont existé pendant la formation de ce terrain, indique avec la plus grande évidence que *la direction du plissement du sol était déjà déterminée à la fin de l'époque liasique*.

Faisons, en outre, remarquer les différences d'épaisseur qu'on peut observer dans un même étage ou massif, suivant qu'on le mesure sur l'un ou l'autre flanc d'une même chaîne. Un coup d'œil jeté sur les profils, qui sont faits assez exactement à l'échelle, rendra la chose des plus intelligibles. Le malm en montre un exemple frappant.

Le crétacé supérieur et le néocomien présentent souvent des lacunes qu'on ne peut expliquer que par le fait que ces terrains ne se sont pas déposés, ou qu'ils sont représentés par une assise qui se confond avec les étages voisins.

L'existence de chaînes émergées, pendant l'époque éocène, suffit pour expliquer l'absence, sur plus d'un point, des couches du crétacé supérieur qui ont pu être facilement enlevées par l'érosion.

S'il existe, dans les Alpes romandes, de grandes différences entre des terrains de même âge, ces différences deviennent bien plus frappantes, lorsqu'on compare la série stratigraphique de notre région avec celle des hautes chaînes calcaires du massif de l'Oldenhorn et des Diablerets. Ces deux régions sont très rapprochées et cependant les terrains qui les composent n'ont rien d'analogue. Prenons, par exemple, les terrains crétacés. Le néocomien des chaînes extérieures ne peut pas se diviser en étages comme celui du Jura. Mais qu'on franchisse le Pillon, et l'on trouvera dans les hautes chaînes intérieures des terrains néocomiens dont l'étage inférieur correspond au valangien; à celui-ci succède le néocomien moyen, puis le calcaire urgonien à Rudistes. L'Urgonien est à son tour recouvert par l'aptien, le gault et le cénomanien, terrains dont il n'existe pas la moindre trace dans les Pré-Alpes, à moins de les faire représenter par une partie des couches rouges. Il y a donc une différence si tranchée entre les terrains crétacés qui affleurent des deux côtés du col liasique du Pillon et ceux qui lui font suite au N-E et au S-W, qu'on a peine à s'en expliquer les causes. Les terrains éocènes présentent des différences un peu moins considérables.

Le terrain nummulitique et le grès de Taveyannaz des chaînes intérieures font absolument défaut dans les chaînes extérieures.

Il semblerait que les terrains de ces deux régions si rapprochées se soient déposés *dans des bassins tout à fait indépendants l'un de l'autre*. Et, si l'on considère que sur toute la longueur de cette zone étroite qui les sépare (col de la Croix, col du Pillon, Krinnen, Trüttlipass, etc.), soit le flysch, soit le gypse et la corgneule, reposent directement sur le lias et plus rarement sur le dogger, tandis que le lias touche directement au calcaire nummulitique ou à l'urgonien du pied des hautes chaînes, on serait en droit d'affirmer que *c'est précisément cette remarquable zone de lias qui a formé, pendant toute la période crétacée et probablement aussi pendant la fin de la période jurassique, une sorte d'isthme entre les deux bassins*, isthme qui n'était pas nécessairement continu sur toute la longueur de cette zone.

Mais, à part cette lacune stratigraphique, rien ne prouve que la zone liasique ait été émergée; aucune formation terrestre ne l'accompagne. Toutefois, il ne faut pas laisser hors de vue que le flysch présente des couches tout à fait semblables sur les deux côtés de cette zone et l'on peut admettre que la mer éocène a effacé toute trace de formations terrestres en recouvrant momentanément l'isthme étroit qui séparait les deux bassins éocènes.

Cette zone de lias joue, en outre, un rôle orographique très remarquable. Sa disposition actuelle est loin de pouvoir donner une idée de ce qu'elle pouvait être autrefois. De nombreux bouleversements et écrasements en ont tellement modifié la disposition primitive, qu'elle forme aujourd'hui une dépression entre les chaînes du flysch et les Hautes-Alpes calcaires. Ces bouleversements expliquent divers contacts extraordinaires qui se sont produits par suite de glissements, conséquences du refoulement. La présence du gypse et de la corgneule qui l'accompagne ordinairement est encore une singulière coïncidence. La corgneule, roche détritique bréchiforme, indique le voisinage de terres émergées à l'époque de sa formation et le gypse nous prouve qu'il existait pendant une longue période, sur toute l'étendue de cette zone, de nombreuses lagunes où se sont formés des dépôts de gypse et d'anhydrite salifère.
