

Lithologie des sédiments

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **6 (1938-1941)**

Heft 3

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ce débordement reprenant la direction N ou N-E des assauts précédents? Un des aspects de la dernière régression n'est-il pas un glacier insuffisant à franchir le Jorat, n'y envoyant plus que ses eaux de bordure, et qui, s'amointrissant encore par la suite, ramenant à lui ses eaux et celles du versant rhodanien, s'allongeait encore beaucoup plus loin dans la direction de Genève? Il n'est pas exclu que les nombreux blocs erratiques de Vernand ne relèvent d'une telle origine, n'étant que les dépôts marginaux d'un glacier semblable ou d'un lobe débordant, alors que la région joratienne était entièrement dégagée. Une dernière réoccupation ne dépassant pas cette amplitude ne peut-elle fort bien avoir eu lieu? Auquel cas la moraine supérieure du Jorat n'aurait plus rien de commun avec cette dernière glaciation.

Cette étude, on le constate, pose plus de questions qu'elle n'en résout, ce à quoi l'exiguïté du territoire auquel elle s'applique la conduisait fatalement. Si l'on est trop souvent tenté, en glaciologie quaternaire, de retourner la proposition de Buffon: «observer les faits pour qu'ils nous donnent des idées», il n'en reste pas moins qu'un malheureux aspect de cette discipline c'est que de pauvres faits — d'ambiguës et minimes particularités locales — y suggèrent trop d'idées.

CHAPITRE II

Lithologie des sédiments

Parmi les nombreux cas de nomenclature abusive ou erronée de roches sédimentaires, le terme de *molasse* occupe une place de premier rang. On désigne couramment par là non seulement les *grès feldspathiques à ciment calcaire* (22, p. 166) répondant en propre à cette définition, mais aussi l'ensemble des sédiments tertiaires du bassin périalpin, allant des grès de toutes sortes aux marnes, des marnes aux argiles et de celles-ci aux calcaires avec une foule de variétés intermédiaires. Certes la molasse *sensu stricto* domine dans cette formation, mais l'emploi trop généralisé de ce vocable ajoute encore à l'idée d'uniformité qu'on se fait généralement de ce faciès.

Au contraire, la distinction des diverses variétés lithologiques permet d'aborder l'analyse de la sédimentation de ce bassin, si monotone de prime abord, et d'en reconstituer dans une certaine mesure la paléogéographie. Pour peu qu'on s'y

attache d'une manière suivie, l'étude micrographique des molasses et du cortège des roches intercalées apparaît féconde, et dans cet ensemble dépourvu de fossiles caractéristiques, elle sera sans doute la clef de la stratigraphie.

Dans sa magistrale étude des roches sédimentaires siliceuses de France, L. Cayeux (22) a décrit plusieurs exemples de molasses de Suisse française. On lui doit d'avoir fixé les caractères synthétiques de cette roche et défini son entité pétrographique. Les jalons ainsi posés nous ont été fort précieux au cours des recherches que nous avons poursuivies sur ce sujet. Ces recherches, notre intention n'est pas d'en donner ici le total. D'ailleurs, tout en attendant beaucoup, ne faisons-nous qu'y débiter, sans avoir réussi jusqu'à présent à surmonter toutes les difficultés techniques que pose une telle étude. Aussi bien nous limiterons-nous pour l'instant à fixer et définir un nombre restreint de types principaux choisis dans l'ensemble des sédiments et nous ramènerons à eux toutes les variétés. Ce faisant, nous ne débordons ni du cadre du territoire étudié, ni du caractère avant tout géologique de ces recherches. On voudra bien ne point voir dans cet essai une classification définitive; il est fort probable, en effet, que des travaux plus étendus amèneront à créer d'autres termes.

Le classement que nous avons adopté présente les défauts inhérents aux coupures arbitrairement établies dans toute série dont les éléments de distinction varient progressivement. Les types décrits ont été rangés dans l'ordre d'accroissement des dimensions des éléments détritiques essentiels, c'est-à-dire les quartz et les feldspaths. Etant donné que la granulation est, généralement, fine au bas de la formation, pour croître ensuite dans les sédiments plus jeunes, cette description débutera par les types du Chattien et de l'Aquitainien pour se terminer par ceux du Burdigalien, sans pour cela que leur ordre soit strictement chronologique. Du reste les références d'origine données dans chaque cas permettront de replacer ces divers types dans la série stratigraphique décrite au chapitre suivant. Ajoutons qu'outre les types les plus représentatifs, nous avons donné la description de quelques variétés particulières spécialement significative pour l'histoire de la sédimentation.

Nous avons introduit le terme de *macigno*, inusité jusqu'ici dans le bassin miocène suisse¹, pour désigner des grès feldspathiques calcaréo-argileux, d'une grande fréquence, répon-

¹ H. Schardt et A. Favre ont employé ce terme autrefois, mais dans un sens différent, pour désigner les grès du Flysch.

dant à la définition qu'en a donnée L. Cayeux (22, p. 169).

Quant aux conclusions de cette étude, elles s'intègrent dans celles de la stratigraphie auxquelles nous les avons réunies dans le dernier chapitre.

1^{er} TYPE: CALCAIRE ARGILEUX.

Origine: La Chamberonne, sous Les Vaux (voir coupe 2).
Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 98\%$.

Ce type de sédiment est localisé dans le Chattien et la base de l'Aquitaniens. Son importance rapportée à l'ensemble des sédiments est extrêmement faible. C'est un calcaire gris-brun ou rosé, en couches de quelques centimètres de puissance, terminant à la partie supérieure les complexes argilo-marneux.

La pâte de la roche est des plus homogène et présente une grande ténacité. Des ponctuations de calcite claire trahissent à la loupe la présence d'organismes. De fines zébrures plus ou moins foncées parcourent la roche sans entrecroisement et parallèlement à la surface. La couche dont relève l'échantillon décrit est très étendue, ondulée dans son ensemble et les zébrures participent à cette ondulation, il ne s'agit donc pas ici de ripple-marks; de plus, les surfaces limites de la couche sont lustrées et striées. Il semble donc que cette roche, de nature lithologique si particulière dans ce milieu gréseux, ait subi un effort de compression postérieurement à la consolidation ou au cours de celle-ci.

Au microscope, la pâte de ce calcaire apparaît extrêmement fine, coupée par de nombreuses et minces traînées ondulantes de substance grise qui n'est autre que de l'argile, à défaut de toute matière organique. D'ailleurs des particules argileuses souillent uniformément la pâte, lui donnant un aspect général grisâtre.

Les *tiges et oogones de Chara* sont fréquentes et se présentent sous forme de sections étoilées presque toujours dépourvues de leurs tubes corticaux. Cette décortication très générale semble indiquer un flottage prolongé de ces algues.

Les seuls témoins de la faune sont de nombreux *Ostracodes* à test mince. Les individus sont d'ordinaire entiers, rarement écrasés. Pourtant de fréquents débris de carapace sont répartis dans toutes les préparations sur le fond grisâtre desquelles ils dessinent de fines lignes blanches.

L'intérieur des tiges de *Chara* et des carapaces d'*Ostracodes* est rempli de calcite claire, largement cristallisée, dépourvue des impuretés de la pâte. Le fait que ces organismes n'ont

pas été écrasés par la sédimentation rapide des grès superposés indique un remplissage secondaire et une consolidation rapidement effectués.

Ces calcaires, localisés à l'W du bassin, correspondent à des dépôts particulièrement tranquilles d'eau douce ou lagunaire chargée de carbonate de chaux, hors d'atteinte de la sédimentation détritique se poursuivant à l'E. Ces phases d'arrêt quasi total de l'apport détritique, extrêmement rares dans l'histoire sédimentaire du bassin, ont deux causes essentielles: le comblement presque achevé des fosses de sédimentation, antérieur à une brusque rupture d'équilibre réamorçant l'acheminement des matériaux grossiers, d'autre part une grande distance des embouchures fluviales, ou tout au moins de la partie rapide des cours d'eau. Dès l'Aquitaniens inférieur, on ne constate plus de ralentissements aussi accentués de la sédimentation.

2^{me} TYPE: VASE ARGILO-CALCAIRE BIGARRÉE (MARNE)

Origine: La Petite-Chamberonne (v. coupe 7).

Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 24\%$.

Par son aspect extérieur, cette vase consolidée de composition essentiellement argileuse et calcaire diffère passablement du calcaire argileux précédent. Elle est beaucoup plus fréquente que ce dernier et termine le plus ordinairement les complexes argilo-marneux de l'Aquitaniens surtout vers la base de l'étage. Dans les affleurements où elle forme couche imperméable, elle est le plus souvent gorgée d'eau d'imbibition. Son aspect est alors tout à fait celui d'une marne. La teneur fort élevée, quoique très variable, en matière argileuse, l'impossibilité de recourir sans cesse à l'analyse microscopique par suite des difficultés inhérentes à la préparation de sections minces de roches si peu cohérentes, et surtout la multitude des variétés, nous ont conduit à désigner très souvent les roches de ce type par le terme courant de *marne*.

Cette roche est d'aspect schisteux, disposition dont l'origine tient à la proportion variable du liant calcaire et aussi à la présence de fines bandes essentiellement argileuses. Ce dernier caractère est aisément reconnaissable à ceci qu'un fragment de la roche salit les doigts, ce qui ne se produit jamais avec le type précédent.

Aucun organisme n'apparaît dans cette vase et nous avons acquis, par un échantillonnage abondant, la certitude qu'elle doit en être ordinairement dépourvue. Le fond de la roche n'est plus une pâte, mais une série de grains de calcite enclo-

sant entre eux de la matière argileuse grise. Les grains de calcite sont clairs et exempts d'impuretés; ils ont relégué ces dernières sur leur pourtour, indiquant par là que leur développement est postérieur au dépôt. L'ensemble est ainsi un mélange uniforme et constant, une boue consolidée par la recristallisation de la calcite, avec substance argileuse prédominante.

Certaines de ces vases renferment de la substance sapropélique disséminée, d'où l'on doit conclure, malgré l'absence d'organisme, à l'existence de matière organique, à tout le moins végétale, dans le milieu régénérateur.

La bigarrure : Cette roche est bigarrée, et ce phénomène est si fréquent dans les séries chattiennes et aquitaniennes qu'il convient de le décrire une fois pour toutes. L'aspect bigarré, ou bariolé, est dû au voisinage dans la roche de plages ou zones de teintes diverses, généralement deux pour un même sédiment, qui sont d'une part le gris plus ou moins bleuâtre, de l'autre le brun-jaunâtre, rougeâtre ou violacé. Ces plages ne sont pas limitées par les plans de stratification, mais se montrent au contraire toujours indépendantes de ces derniers.

Il est remarquable que plus le sédiment bigarré est fin, plus aussi les teintes y sont accentuées. La coloration des argiles bigarrées est intense, elle s'atténue dans les marno-grès et les grès fins et disparaît à partir des grès moyens. Dans les formations contenant des argiles rouges ou brun-rouge, on retrouve la même tonalité dans les bigarrures. Ainsi les plages rouges des bigarrures et le rouge des argiles du Chattien sont d'une teinte violacée, ce sont les *argiles lie-de-vin* de la région de la Venoge ou de la Morge, tandis que le rouge de l'Aquitainien se rapproche de la teinte brique.

Les grès burdigaliens, plus rarement ceux de l'Aquitainien, renferment de nombreux fragments ligniteux à pyrites plus ou moins décomposées. Cette décomposition engendre autour du fragment, par diffusion de l'oxyde de fer, une auréole dégradée de teinte rouille. C'est d'un processus semblable, pensons-nous, que résulte la bigarrure, et les plages grises ou gris-bleu représentent les zones de teinte originelle non atteintes par la diffusion des hydroxydes. Cette teinte de fond demeure constante dans les bigarrures violentes où seule la couleur des hydroxydes est accentuée.

Il semble donc que la diffusion se soit plus largement effectuée dans les sédiments à granulation grossière. De fait, il est des grès à gros éléments de teinte gris-jaune moins fréquente que le gris ou le gris-verdâtre habituel, dans lesquels la substance colorante atteint à une répartition uniforme.

D'autre part, la proportion de matière organique (feuilles) renfermée devait être plus élevée dans les sédiments fins, argiles ou marno-grès correspondant à une durée de dépôt supérieure, que dans les grès à gros éléments. Par suite, la concentration des hydroxydes y est plus forte.

Il n'est pas rare de rencontrer au microscope, dans les sédiments fins du type des vases, au centre des plages rougeâtres, de fines taches annulaires fortement colorées qui sont des sections de concentrations sphéroïdales d'hydroxydes pouvant faire croire à la présence de tiges ou d'organismes tubulaires.

3^e TYPE: ARGILE NOIRE.

Origine: La Mèbre, au Bouzinet (v. coupe 12).

Aquitanien. $\text{CaCO}_3 = 18\%$.

Nous rangerons ici les argiles puisque dans l'ordre de stratification des complexes grés-marneux elles sont subordonnées aux sédiments précédents. D'autre part, alors que les éléments détritiques bien caractérisés n'apparaissent pas dans ces derniers, les argiles étudiées en présentent les premiers indices sous forme de paillettes de muscovite très réduites.

Les argiles noires, bien moins fréquentes que les autres argiles versicolores, leur sont généralement superposées et il est assez rare de trouver au sommet d'un même complexe argilo-marneux une récurrence du faciès argileux habituel sur une argile noire. La puissance des bandes argileuses noires n'excède pas d'ordinaire une dizaine de centimètres.

Le microscope y décèle de nombreuses paillettes de dimensions réduites à 0,05 mm. en moyenne qui sont surtout de la muscovite, rarement de la chlorite ou d'autres phyllites. Ces paillettes brillantes s'aperçoivent du reste à l'œil nu sous un éclairage approprié. Le fond de la roche est de la kaolinite en lamelles subrectangulaires de très petite taille mêlée à une substance grise abondante, d'aspect colloïdal, contenant sans doute d'autres éléments argileux amorphes que le microscope ne permet pas d'identifier, alliés à des particules limoneuses d'origine détritique extrêmement ténues.

On découvre aussi de fréquents corpuscules d'aspect ligniteux, sans trace de fossiles végétaux, et cette argile dégage souvent une odeur sapropélique. Quelle est l'origine de cette matière organique? Seraient-ce les mêmes feuilles qu'on retrouve si fréquemment enrobées dans les grès qui, au cours d'une sédimentation beaucoup moins rapide, se seraient entièrement décomposées, ou faut-il y voir l'indice de l'envahisse-

ment par une faune planctonique d'eaux clarifiées à certaines périodes de sédimentation calme? L'analogie avec certains débris ligniteux des grès à gisements de feuilles semble favoriser la première hypothèse, tandis que l'absence totale d'organismes infirme la seconde.

4^e TYPE: ARGILE ROUGE.

Origine: La Mèbre, au Bouzinet (v. coupe 12).

Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 3\%$.

Ce type d'argile est beaucoup mieux représenté que le précédent. Il n'abonde pas cependant, et reste localisé à la partie supérieure des complexes argileux. Il n'est pas rare pourtant, et c'est là une chose fort curieuse, d'observer de minces intercalations lenticulaires d'argile rouge dans des bancs de grès, correspondant à des périodes d'arrêt de dépôt des éléments gréseux et de leur ciment calcaire.

La teinte de ces argiles, nous l'avons dit, est en liaison avec celle des taches rouges des argiles et marnes bigarrées. Par continuité, on est amené à faire remonter l'origine de cette coloration à du fer organique provenant essentiellement de feuilles ou d'autres substances végétales ligneuses qui jouent un si grand rôle dans la molasse. Fossilisées dans les grès par suite du dépôt rapide de ceux-ci, elles étaient, dans le cas des argiles, entièrement décomposées et non fossilisées lors d'une sédimentation extrêmement lente.

L'apparence microscopique de cette argile est tout à fait analogue à celle de l'argile noire, à ceci près que les corpuscules ligniteux sont absents et que les hydroxydes de fer colorent encore vivement les préparations.

De toutes les variétés pétrographiques du bassin, celle-ci est la plus dépourvue de carbonate de chaux. Nul doute que cette absence de ciment calcaire ait contribué à accélérer et à compléter les transformations de la substance organique incluse.

D'autres types d'argiles versicolores, jaunes, bleuâtres, grises ou bigarrées existent encore. A la teinte près, ils sont analogues à ceux que nous venons de décrire, aussi ne nous y attarderons-nous pas. Dans l'ordre des dépôts, ces argiles sont le plus souvent subordonnées aux précédentes, et les particules détritiques tendent à y augmenter de taille. Elles sont, d'ailleurs, beaucoup plus fréquentes et en couches plus épaisses. Elles rentrent pour la plupart dans la catégorie des argiles maigres.

La teneur en CaCO_3 est des plus variables et à toutes ces argiles correspondent des types respectifs d'argilo-marnes et de marnes.

Toutes ces argiles sont localisées dans les étages inférieurs: le Burdigalien en est entièrement dépourvu dans notre région.

5^e TYPE: CALCAIRE ARGILO-GRÉSEUX BIGARRÉ.

Origine: La Mèbre (v. coupe 8).

Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 51\%$.

Ce type est extrêmement répandu dans l'Aquitaniens où il forme des bancs épais. Il est placé dans les complexes grésomarneux, le plus ordinairement, au-dessus des grès fins dont on ne le distingue d'ailleurs qu'au microscope. Il est toujours bigarré, de teintes assez vives, gris et jaune ou bleu et brun, d'un aspect un peu terne dû à l'argile, résistant à la cassure, homogène et compact. De larges lames de mica blanc sont visibles à l'œil nu dans la masse. A la loupe, la granulation due aux éléments détritiques apparaît déjà sans qu'on puisse nettement déterminer les éléments.

La majeure partie de la roche est une gangue calcaire largement cristallisée, englobant de la matière argileuse entre les grains de calcite. Dans ce ciment primordial, de nombreux éléments détritiques sont clairsemés. Ce sont avant tout des quartz subanguleux, d'une taille allant de 0,02 à 0,15 mm., et des feldspaths altérés parmi lesquels domine l'orthose. La muscovite est fréquente, en lames d'une taille supérieure à celle des autres éléments. On y distingue aussi de minces fragments de calcaires grenus. A part une ou deux tourmalines à angles émoussés, on ne constate l'existence d'aucun minéral particulier ou dense, ni d'aucune espèce d'organisme.

C'est là le dépôt d'une eau riche en carbonate de chaux, à sédimentation détritique ralentie.

6^e TYPE: GRÈS (MACIGNO) TRÈS FIN ARGILO-CALCAIRE BIGARRÉ.

Origine: La Mèbre (v. coupe 8).

Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 18\%$.

Il diffère à peine du type précédent par l'aspect extérieur et il est aussi extrêmement répandu, formant des bancs épais, situés à la partie supérieure ou médiane des complexes grésomarneux. Il s'en distingue aisément cependant, par sa cohésion plus faible provenant de la présence d'argile et de l'abondance moindre du ciment. A l'œil nu, il présente l'aspect granulé sans que les grains s'individualisent bien nettement.

Les quartz sont de tailles très diverses, des plus minces fragments jusqu'à 0,1 mm., et sont en moyenne plus arron-

dis que dans la généralité des grès. Les autres minéraux constituants sont des feldspaths divers toujours altérés, dont il ne subsiste souvent qu'une trame emplie de matières phylliteuses. Certains de ces éléments se noient entièrement dans le ciment, et leur forme première ne se distingue plus. Il est certain qu'une foule de petits feldspaths ont été englobés de la sorte après entière transformation en phyllites, en agrégats quartzeux ou granules de calcite. Des lamelles de muscovite, beaucoup plus grandes que les autres éléments, sont tordues entre les grains détritiques.

Le ciment est composé de calcite grenue, à laquelle se mêle une notable quantité d'argile uniformément répartie, entourant les grains ou enclose à leur intérieur. Quelques fragments de substance ligniteuse opaque ou translucide, dont les contours s'évanouissent dans le ciment, ont été partiellement dissous et leur matière brunâtre s'est dispersée dans la roche au hasard des interstices. Elle donne lieu ainsi à des taches plus ou moins foncées, de l'ensemble desquelles naît la bigarrure. On note déjà dans ces grès fins la présence de minéraux lourds fragmentaires, tourmaline, zircon, magnétite, etc.

Le caractère le plus saillant de cette roche est l'hétérogénéité des éléments jointe à la multiplicité des tailles, ne témoignant d'aucun classement par la vitesse de chute, comme c'est ordinairement le cas dans les molasses où les éléments détritiques appartiennent pour la plupart à un certain ordre granulométrique dépendant de la distance à la côte. Ce mélange suggère l'idée d'un dépôt en eaux calmes et peu profondes après décantation des parties sableuses grossières et au voisinage du bord opposé du bassin, obstacle à la dispersion des particules les plus fines. Il ne doit donc pas, à ces bancs gréseux, correspondre de formation argileuse au large.

Ce type et le suivant, qui sont tous deux des grès calcaires à forte teneur d'argile, répondent donc à la définition des *macignos* auxquels il convient de rapporter une part importante des sédiments du bassin oligocène. Au cours de la description de ces derniers, nous avons fréquemment usé de ce terme pour désigner de tels grès. D'autre part, pour indiquer leur caractère de transition continue entre les grès et les marnes des complexes sédimentaires, nous avons employé, pour certaines de leurs variétés, les termes de *grès marneux* ou *marno-grès*.

7^e TYPE: GRÈS (MACIGNO) FIN CALCARÉO-ARGILEUX BIGARRÉ.

Origine: La Mèbre (voir coupe 9).
Aquitaniens marin. $\text{CaCO}_3 = 25\%$.

La structure macroscopique, confuse dans les types précédents, apparaît clairement et les éléments de la roche sont déterminables à l'œil nu. La teinte générale est grise, mais à y regarder de près, la bigarrure est encore nette malgré l'effacement des couleurs plus avancé que dans les sédiments fins déjà décrits.

Les éléments sont de tailles bien mélangées, atteignant pour les quartz jusqu'à 0,3 mm., avec une moyenne de 0,1 mm. Les contours des minéraux essentiels, quartz et feldspaths, sont les plus arrondis de tous les grès étudiés. Les feldspaths, à macles polysynthétiques serrées, sont surtout basiques et plus altérés que dans les sédiments précédents. Quelques grains de quartz sont associés par groupe de deux ou trois et montrent un accroissement secondaire. La décomposition étant moindre, les phyllites sont peu représentées, ce sont surtout des chlorites et de la muscovite toujours en grandes lamelles.

La gangue de calcite grenue est chargée en matière argileuse, passablement moins toutefois que dans le type précédent. Les fragments ligniteux sont rares et leurs contours nets. Leur substance n'a presque pas envahi la roche. Nous avons découvert dans ce grès un foraminifère (*Rosalina*) qui n'est pas remanié mais partiellement brisé, et deux ou trois autres fragments paraissant appartenir au même genre. En outre, quelques grains de glauconie sont disséminés dans la roche.

Cette roche est donc aussi un vrai *macigno*, plus grossier et plus calcaire que le précédent, dont il se distingue à première vue par sa structure plus grenue et sa cohésion plus élevée. Sa consolidation paraît avoir été plus rapide. Il est à remarquer que sa calcarité est faible comparativement à la majorité des dépôts du bassin et que pourtant on y trouve des foraminifères ne présentant pas trace de dissolution. Cette constatation contredit l'hypothèse souvent admise de la dissolution des fossiles dans la molasse postérieurement à la fossilisation. Si tel était le cas, en effet, ces organismes ténus, dans une roche peu calcaire, auraient été détruits en premier lieu.

8^e TYPE: GRÈS LIGNITIFÈRE.

Origine: Rogény près Assens (v. coupe 16).

Aquitaniens. $\text{CaCO}_3 = 37\%$.

Il représente un faciès particulier des grès moyens ou fins, assez répandu dans le Chattien et l'Aquitaniens, où il ne constitue jamais des masses importantes. C'est à prime abord un grès d'une teinte bistre sombre ou quelquefois bleutée, plaqueté, dont la schistosité est déterminée par des empreintes charbonneuses de feuilles disposées en lits. A la surface des plaquettes apparaissent toujours de nombreux débris végétaux noirâtres.

La composition est celle d'une molasse moyenne ordinaire, pauvre en feldspaths. C'est la gangue qui domine, englobant de fins fragments ordinaires de roches calcaires et une assez forte proportion de substance argileuse. Uniformément répartis dans la roche, on distingue de nombreux fragments de matière ligniteuse, entièrement opaques, noirs en lumière réfléchie, de dimension fort variable allant de la fine ponctuation à la taille moyenne des minéraux détritiques. Cette substance organique a circulé dans la roche, s'insinuant entre les grains dont elle souligne les contours, pénétrant jusqu'aux clivages des feldspaths, la gangue en est entièrement imprégnée.

La proportion élevée d'éléments détritiques volumineux ne permet pas de supposer que le dépôt se soit effectué dans des zones marécageuses. Il semble que les substances organiques décomposées ou le sapropèle n'y aient pas pris part et que toute la matière charbonneuse soit d'origine ligneuse. En somme ce n'est là qu'une variété des dépôts à feuilles caduques si fréquents dans la molasse. Ici la proportion de ces dernières est particulièrement élevée; elles ont subi en outre une fragmentation dont la cause mécanique nous échappe, et qui n'est peut-être que la trituration par les vagues au cours de la décomposition.

9^e TYPE:

GRÈS («MOLASSE GRISE») AQUITANIENS A GROS ÉLÉMENTS.

Origine: La Mèbre (v. coupe 8).

 $\text{CaCO}_3 = 22\%$.

Le faciès lithologique représenté par ce type est le plus répandu dans la série communément désignée par le terme de *Molasse grise de Lausanne*, c'est-à-dire l'Aquitaniens. C'est un grès homogène gris-clair, sableux, friable au toucher, qui forme à lui seul d'imposantes assises. Le fond de la roche est blanchâtre, piqueté de nombreuses granulations sombres qui sont

surtout des éléments calcaires et des chlorites foncés dont l'ensemble donne le ton caractéristique de la formation.

L'examen microscopique y révèle une foule d'éléments divers dont la détermination ne peut toujours être menée à chef. Le quartz en grains anguleux ou subarrondis domine avec une taille moyenne de 0,3 mm. Cette taille peut varier, d'ailleurs, sans que pour cela l'aspect de la roche se modifie sensiblement. D'ordinaire, la granulation est plus grossière à la base des bancs sans que la composition globale en soit modifiée, ainsi les quartz y atteignent-ils 0,65 mm. Des assemblages de deux ou trois grains de ce minéral ne sont pas rares; il arrive même qu'on y distingue un accroissement secondaire indiquant des quartzites originaux. Enfin les individus des agrégats quartzeux d'altération des plagioclases peuvent atteindre une taille comparable à celle des plus fins éléments détritiques.

Les feldspaths sont de toutes sortes et abondent, en moindre proportion que les quartz. Le microcline, en particulier, est bien représenté. Quelques-uns, en faible proportion et presque toujours de l'orthose, sont parfaitement clairs, mais pour la plus grande part, ils témoignent d'une altération plus ou moins avancée. Celle-ci se traduit avant tout par la formation d'agrégats quartzo-phylliteux, rarement par le développement d'inclusions de calcite dans les lamelles hémitropes des plagioclases. La phyllitisation se trahit au début par l'apparition dans les plans de clivage de fines ponctuations chatoyantes en lumière polarisée. A vrai dire, cette substance est parfois si ténue qu'elle reste constamment grise, analogue à de la matière argileuse, sans que le microscope permette d'en déceler l'état cristallin. C'est là le stade de début, après quoi l'altération se propage avec une préférence marquée pour g_1 , et les fines paillettes secondaires de muscovite, parfois de chlorite, s'individualisent mieux. Tous les degrés d'avancement existent, jusqu'au terme ultime qui est le remplacement total de l'individu primitif par des agglomérats de phyllites orientées en tous sens, auxquels se mêlent des granulations de calcite et des agrégats de granules quartzeux à orientations diverses rappelant les associations de certains quartzites fins. Le voisinage d'individus à altérations diversement avancées a conduit L. Cayeux (22) à admettre que la transformation n'a pu se produire *in situ* et qu'elle remonte à la roche-mère. Pour certains d'entre eux, cependant, qui sont entièrement transformés et partant très hétérogènes, il semble difficile d'admettre que le transport fluviatile et la sédimentation aient pu s'effectuer sans dissociation des agrégats de natures diverses; aussi peut-on ad-

mettre que le phénomène se poursuit postérieurement au dépôt. Rien n'indique, d'ailleurs, que sa marche se continue parallèlement dans des éléments à divers stades d'avancement, et sans doute des feldspaths à quartzo-phyllitisation avancée lors de leur dépôt ont-ils pu continuer leur évolution au sein du sédiment sans pour cela que des éléments sains et compacts aient subi une altération comparable.

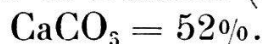
Les autres éléments constituants ou accessoires de la roche sont variés. Ce sont des fragments arrondis de calcaires grenus, ferrugineux, siliceux, quelquefois des fragments d'oolithes, des micas détritiques surtout représentés par de la muscovite en grandes lamelles souvent tordues. La biotite est beaucoup plus rare, sans doute est-elle passée à l'état de chlorite. Cette dernière abonde, et c'est elle que plus d'un auteur avait en vue en parlant de molasse glauconieuse, sans songer que cette erreur de détermination classait un sédiment considéré comme limnal dans les dépôts marins. La glauconie, dans le grès aquitainien, est exceptionnelle, et nous n'avons réussi jusqu'ici, en dehors des cas de remaniement, à en déceler avec sûreté la présence qu'à deux niveaux seulement.

Les minéraux denses¹ sont de toutes sortes, bien que souvent difficiles à déterminer par suite de l'absence générale de formes géométriques, et dispersés de telle manière qu'on n'en peut saisir l'ordre de distribution. Ce sont: magnétite, grenats, tourmaline, rutile, épidote, zircon, hornblende, pyrite, sphène, d'autres encore. Ces minéraux se retrouvent toujours dans les molasses sitôt que la granulation de celles-ci devient un peu grossière, et tout ce qu'on en peut dire est que leur taille reste en relation avec celle des éléments du grès environnant.

Le ciment est toujours de la calcite grenue à l'exclusion de toute substance argileuse, et sa proportion est considérable. On ne peut distinguer d'éléments de calcite proprement détritique.

10^e TYPE: GRÈS (MOLASSE) BURDIGALIEN A ÉLÉMENTS CLASSÉS.

Origine: Ruisseau de Bérallaz (sur Montherond).



C'est le type dominant et le plus caractéristique parmi toutes

¹ Les recherches concernant cette catégorie de minéraux ont porté pour chacun des grès décrits ici à la fois sur le résidu de décalcification par HCl étendu et sur les plaques-minces. Ces minéraux se retrouvant de manière quasi constante dans toutes les molasses nous ne les avons pas cités dans chaque cas. Voir la liste générale et sa signification au paragraphe des roches-mères, p. 175.

les variétés de grès burdigalien, coquillier ou non. Il est assez dur, de grain homogène, et ne renferme pas de galets. De nombreux débris ligniteux disséminés et dont la substance a circulé dans les interstices, ont donné au gris de la roche une tonalité jaune-brunâtre chaude.

Ce grès forme des bancs épais et étendus, à granulation longuement persistante en hauteur. On y découvre certes des éléments de tailles diverses, mais une moyenne domine d'une certaine grandeur. Ainsi les quartz de l'échantillon mesurent en général 0,35 mm. Cette moyenne des tailles est elle aussi sujette à variation, et l'on a de la sorte des grès à éléments classés fins, moyens, ou gros.

Au microscope, ce type est un des plus beaux exemples de molasse qui se puisse voir. Des quartz subarrondis en individus simples ou quelquefois composés, des feldspaths de toutes sortes à tous les degrés possible d'altération, de nombreuses phyllites: muscovite, biotite, chlorites diverses, quelques grains de glauconie, des éléments calcaires détritiques, sont enrobés dans une gangue calcaire des plus pures, largement cristallisée, et très abondante, sans trace d'argile. Le cortège des minéraux denses se révèle d'une grande variété: magnétite, zircon, grenats, tourmaline, andalousite, etc.

Dans la succession idéale des dépôts à partir des embouchures, des conglomérats aux argiles et calcaires, ce grès se situe dans une zone de décantation bien déterminée, d'où le nom qui lui a été attribué. Il suppose un certain éloignement du rivage; il suppose aussi, à l'inverse du suivant, qu'aucun obstacle n'entravait le flottage des éléments plus fins vers le large.

11^e TYPE.

GRÈS (MOLASSE) BURDIGALIEN A ÉLÉMENTS NON-CLASSÉS.

Origine: Froideville (carrières).

$\text{CaCO}_3 = 53\%$.

C'est une molasse gris-foncé, plus dure que la précédente, de granulation très hétérogène à première vue, subconglomératique, dont les éléments caillouteux calcaires atteignent jusqu'à 8 mm. Les empreintes coquillières y sont soit en calcite secondaire, soit à l'état de simples moulages.

La principale caractéristique de ce grès est la grande variabilité de taille des éléments, allant pour le quartz du fragment le plus fin jusqu'à 0,7 mm. Les feldspaths, de même, sont de toutes grandeurs avec une proportion élevée des types acides et une altération en général moins avancée que dans la

roche précédente. Les autres minéraux détritiques, fragments de roches calcaires et minéraux accessoires ou lourds, ont aussi toutes les dimensions. De grandes lamelles de muscovite et fréquemment de biotite sont froissées entre les éléments.

La grande compacité de cette roche, outre l'abondance du ciment calcaire, tient à l'intime mélange des matériaux facilité par la diversité des tailles, tous les vides possibles étant entièrement comblés. Il est à remarquer, malgré les dimensions très réduites de certains fragments, que la matière argileuse proprement dite est tout à fait absente.

La glauconie est fréquente. De toutes les molasses étudiées c'est bien ce type qui en contient le plus; on en découvre toujours deux ou trois grains dans le champ du microscope. Elle se présente sous son aspect habituel en grains arrondis, ou encore elle tapisse les loges de Foraminifères brisés.

Nous concluons de la multiplicité des tailles de ces éléments que cette roche, comme le type 6, s'est déposée dans un bassin restreint où un obstacle, qui ne doit être autre que la rive opposée aux embouchures, empêchait les éléments fins de flotter au large. La décantation préalable s'est donc bornée à la chute des plus gros cailloux. La présence des plus petits de ces derniers, intercalés dans des roches à granulation plus fine, est l'indice soit d'un rapprochement des embouchures, soit de l'existence de courants d'apport plus violents. Pourtant les matières limoneuses et argileuses ne se sont pas déposées. Sans doute les courants du bras de mer burdigalien les entraînaient-ils latéralement vers des zones élargies.

12^e TYPE: GRÈS CHLORITEUX A ÉLÉMENTS REMANIÉS.

Origine: Froideville (carrières).

Burdigalien. $\text{CaCO}_3 = 19\%$.

C'est une variété très particulière de grès burdigalien en bancs minces à stratification entrecroisée et même discordante. alternant avec des molasses du type 11. Il est de teinte vert foncé, très friable, et de grain homogène, opposant par ce dernier caractère un contraste marqué aux molasses dans lesquelles il s'intercale, dont les éléments sont toujours de taille très variable et non-classés.

Les quartz subarrondis forment le 1/5^e de la roche et mesurent en moyenne 0,15 mm. Les feldspaths sont parmi les plus décomposés qui se puissent voir et leurs éléments d'altération forment à eux seuls une partie essentielle du ciment. On trouve par-ci par-là un élément lourd, quelques grains de

glauconie, et surtout de la chlorite détritique en éléments assez volumineux et n'intéressant pas le ciment. C'est cette chlorite, et non pas la glauconie, bien insuffisante, qui donne à la roche sa teinte verte. Cette remarque est valable, d'ailleurs, pour tous les grès molassiques.

Des grains de calcite isolés dans la roche paraissent avoir été déplacés en cours de croissance. Ces grains sont purs, puis témoignent sur leur pourtout d'une seconde croissance englobant de fins corpuscules argileux, et passent périphériquement au ciment. Ce dernier est peu abondant, les éléments se touchent et l'on ne peut parler ici, comme nous l'avons vu pour la majorité des molasses, d'un ciment primordial. Il s'agit là plutôt d'un remplissage par circulation en cours de diagenèse. Quelques fragments ou sections endommagés de Globigérines y sont enrobés.

Cet ensemble de caractères nous conduit à considérer cette roche comme un grès secondaire, composé d'éléments remaniés ayant appartenu antérieurement à d'autres molasses sédimentées puis reprises par des courants sous-marins. Le second dépôt s'est effectué rapidement dans des points bas très localisés, lors des modifications de l'horizontalité du fond dont témoignent les discordances de stratification.

13^e TYPE: GRÈS-CALCAIRE COQUILLIER GROSSIER.

Origine: Aillérens sur Moudon.

Burdigalien. $\text{CaCO}_3 = 71\%$.

C'est un des sédiments les plus grossiers du Jorat, les éléments y atteignent une taille de 3 à 4 mm. Il contient de fines alternances de grès fin le recoupant en dalles.

Les éléments détritiques sont surtout de grands quartz (0,6 mm.) anguleux, et bien moins fréquemment de l'orthose, du microcline, des feldspaths tricliniques décomposés. Les micas sont presque totalement absents par suite de leur décantation moins rapide que celle des éléments gréseux grossiers. Le ciment de calcite est particulièrement pur.

De nombreuses sections de test coquillier sont remplacées par deux alignements d'éléments de calcite allongés partant des bords de la section et se rejoignant suivant une ligne médiane. Il arrive que la jonction ne se soit pas opérée, un vide subsiste alors entre les deux alignements cristallins, dont les éléments se terminent par des pointements.

Les débris d'organismes sont fréquents, ce sont des spicules, des foraminifères incomplets, surtout des Globigérines et des

fragments de Lithothamnies: dans ce milieu marin stable, la vie réapparaisait sous diverses formes. Les grains de glauconie sont abondants.

La calcarité de ces grès est renforcée, pour une part importante, par la présence de coquilles, sans que la proportion de ces dernières soit comparable à celle du type suivant. La grande taille des éléments détritiques paraît indiquer une corrélation entre leur dépôt et une poussée orogénique alpine.

14^e TYPE: CALCAIRE COQUILLIER GRÉSEUX (LUMACHELLE).

Origine: Cornier sur Moudon.

Burdigalien. $\text{CaCO}_3 = 86\%$.

Ce type représente un cas particulier, une concentration extraordinaire de débris coquilliers de lamellibranches dans un enrobement gréseux grossier à calcarité dominante, observable seulement dans la partie haute du Burdigalien, où il forme des bancs minces dans des grès calcaires à coquilles clairsemées.

Les sections microscopiques sont principalement occupées par des fragments de test recristallisés qui représentent l'élément constitutif de la roche. Les grains de calcite du ciment sont de toutes tailles et décroissent progressivement par place jusqu'à ne plus s'apercevoir. Dans les substitutions au test, par contre, les grains sont volumineux, très généralement maclés et clivés.

Les éléments détritiques gréseux sont cantonnés par plages entre les zones de calcite substituée au test. Les quartz sont grands (0,5 mm.), très anguleux, et les amas grenus sont fréquents. Les feldspaths, orthose, microcline, basiques, sont très décomposés, ces derniers surtout, jusqu'à en être totalement gris. D'autres, complètement minés, par plages microcristallines de quartz agglomérés mêlés à des phyllites, s'associent à de la matière argileuse et à de nombreux et fins éléments de calcite pour constituer le ciment. Celui-ci contient quelques débris de Foraminifères parmi lesquels nous avons pu reconnaître une Globigérine, et des fragments d'algues se rattachant aux Lithothamnies.

Il arrive que la pseudomorphose du test conserve des traces de la structure primitive, et les plans de division lamellaire se poursuivent à travers les différents grains de calcite sous forme de fines inclusions de matière pigmentaire de nature probablement organique. Ils dessinent des lignes incurvées parallèles, cloisonnées en cellules, correspondant à la couche lamelleuse des Lamellibranches.

De nombreux vides tapissés de cristaux de calcite subsistent entre les fragments enchevêtrés des coquilles. Cette roche, assurément, n'a pas subi de fortes pressions.

CHAPITRE III

Stratigraphie descriptive

INTRODUCTION

Voici, très brièvement résumé, l'état de nos connaissances chronologiques sur le tertiaire du plateau vaudois, plus particulièrement de la région de Lausanne, où les découvertes de faunes et flores ont été relativement abondantes.

Des trois termes classiques de la Molasse suisse: *Molasse d'eau douce inférieure*, *Molasse marine*, *Molasse d'eau douce supérieure*, seuls les deux premiers y sont représentés. Ils s'y présentent sous l'aspect de quatre formations principales toujours considérées par les auteurs comme se succédant sans transition :

1° Sur le substratum crétacé et le Sidérolithique éocène une formation à faciès variable, probablement saumâtre, comprenant des grès, marnes et calcaires (*Molasse rouge*), pauvre en restes organiques. Elle affleure dans le bord de la Molasse subjurassienne peut-être contemporaine d'une partie de la Molasse subalpine (*Molasse rouge de Vevey et du Bouveret*).

2° Une formation marno-gréseuse, à argiles et calcaires d'eau douce à *Chara*, *Planorbis* et *Limnées* et à *Helix* (*Plebecula*) *Ramondi*, BRGT. La molasse à *Potamides margaritaceus*, BROU. de St-Sulpice semble en occuper la base. Cette formation constitue une bonne partie des territoires de l'W du canton, dans les vallées de la Venoge et de l'Orbe.

Cette molasse à *H. Ramondi* a fourni à Rochette (*Molasse à lignites*) une belle faune de Vertébrés terrestres et d'eau douce (*Anthracotheirus valdense*, KOW., *A. minus*, CUV., *Trionyx valdensis*, *T. rochetti*, PORTIS, *Emys lignitarium*, PORTIS, *E. Laharpi*, *E. Charpentieri*, PICT. et HUMBERT, etc.). Les gisements de plantes du Moulin Monod et de Rivaz, dans la Molasse chevauchante et conglomératique, se rattachent à cette formation, de même que, pour une part au moins, les *conglomérats du Pélerin*.