

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 66 (1954-1957)  
**Heft:** 290

**Artikel:** Un cas d'oolithisation en faciès détritique  
**Autor:** Bersier, A. / Vernet, J.-P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-274722>

#### 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:** 13.01.2026

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

## Un cas d'oolithisation en faciès détritique

PAR

A. BERSIER et J.-P. VERNET

(Séance du 29 juin 1955)

553.313

La formation d'oolithes en milieu calcaire marin est banale, mais il est exceptionnel de l'observer en faciès détritique et plus rare encore, voire paradoxal, de la rencontrer dans un dépôt gréseux effectué, selon toute vraisemblance, en milieu limnal ou saumâtre. Les auteurs ont donc pensé que la description et la discussion d'un cas de ce genre pouvaient être versées avec quelque profit au dossier déjà volumineux, mais toujours ouvert, de la genèse des oolithes.

Il s'agit d'un grès polygénique assez grossier, d'un type commun et abondamment représenté dans la série molassique alpine, dont certains grains ont servi, sans distinction ni préférence de nature minéralogique, de nucléus à des oolithes bien individualisées et parfois monstrueuses. Le milieu de sédimentation n'était donc pas particulièrement pourvu de matière calcaire.

### SITUATION ET POSITION STRATIGRAPHIQUE.

Ces grès oolithiques affleurent sur le bord du Léman (lac de Genève) devant le village de St-Sulpice, 5 km à l'W de Lausanne, tout près de l'abbaye romane des X-XII<sup>e</sup> siècles, bon repère sur le croquis de situation (fig. 1).

Le fond du lac, devant la rive, est une plateforme rocheuse dénudée par les vagues. Sa profondeur, jusqu'à quelques dizaines de m de la rive, ne dépasse pas 0,5 à 1 m sous le niveau moyen du lac. Elle est donc partiellement émergée lors des étiages les plus bas. Les couches molassiques qui la constituent, grès, marnes, calcaires, sont inclinées de 25 à 30° au SE. Elles affleurent donc par leurs tranches, de duretés inégales. Les têtes de couches calcaires et gréso-calcaires les

plus dures forment de longues crêtes saillantes de 20 à 30 cm de hauteur, laissant entre elles des cannelures à la place des marnes tendres. Ces saillies dessinent des lignes parallèles partant du rivage et visibles assez loin vers le large. C'est là un bel exemple d'abrasion lacustre sur des matériaux inégalement résistants.

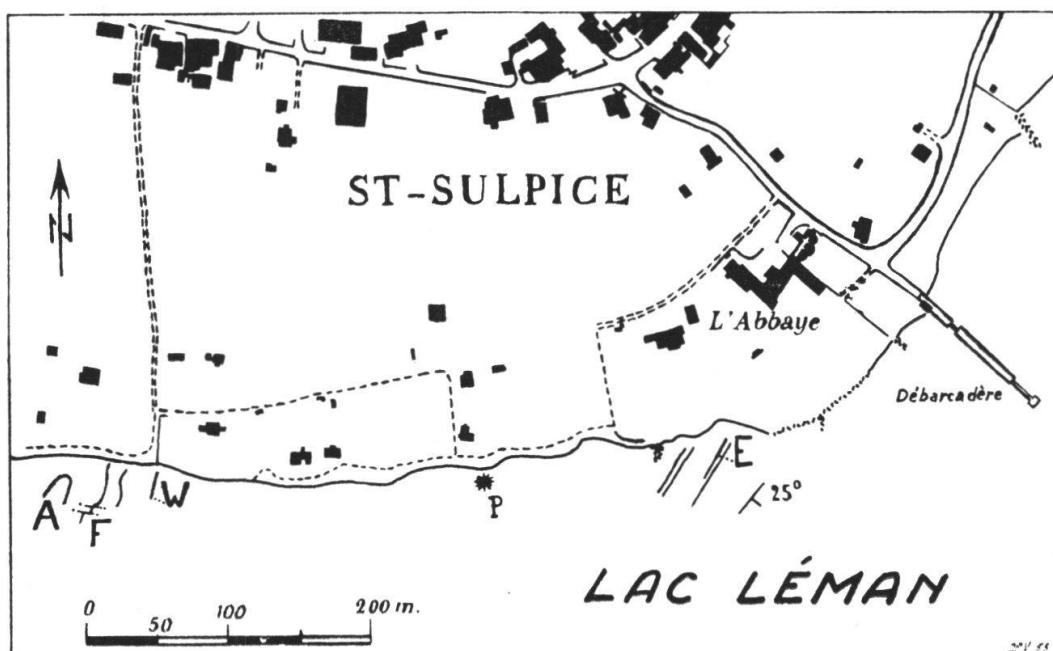


FIG. 1. — Plan de situation des deux affleurements de grès oolithiques dans le lac Léman, 5 km à l'W de Lausanne.

W :	affleurement ouest	E :	affleurement est
A :	petit anticlinal	F :	failles
P :	couche à <i>Potamides margaritaceus</i> , BROCCARD		

Il est donc possible d'obtenir là, sous l'eau, des profils stratigraphiques d'autant plus utiles que la terre ferme, au voisinage, et sur une très grande étendue, est fort dépourvue d'affleurements. Ces profils sont lacunaires, puisque dans les cannelures ou dépressions marneuses se forme un dépôt, faible mais gênant, de galets et de limons.

Ce fond de lac, 500 m à l'W de l'abbaye, montre la présence d'un petit anticlinal coupé de failles dont la forme en plan est soulignée par la crête d'un petit banc calcaire, qui dessine une parabole ouverte vers le large et dont le sommet atteint presque la grève. 25 m vers l'E, son flanc est coupé d'une petite faille NS dont la trace se suit assez bien sous l'eau, et tourne au SW à une vingtaine de m de la rive. Dès cette faille et vers l'E les têtes des couches inclinées au

SE se succèdent, sans révéler d'autre accident, jusque devant l'abbaye.

C'est dans cette série que se trouvent deux horizons distincts de grès oolithiques. Le premier, ou *affleurement W*, est une cinquantaine de m à l'E de l'anticinal. Les bancs de grès qui le constituent étaient bien visibles au bord de l'eau, il y a une vingtaine d'années, date de la première observation, et formaient le soubassement d'un mur de protection des terres. Le profil, relevé alors, a été depuis caché sous des déblais et le grès oolithique n'apparaît plus que sur le fond et l'extrême bord du lac. Il était le suivant, d'E en W, c'est-à-dire de bas en haut :

1. Grès gris-bleu à débris de plantes	90
2. Grès gris moyen, sombre	40
3. Grès gris-clair, moyen	65
4. Grès gris moyen dur	30
5. » » tendre, altéré	85
6. <i>Grès oolithique</i> dur	35
7. » » tendre, altéré	80
8. » » dur	45
9. Grès tendre non-oolithique	100
10. <i>Grès oolithique</i> dur	60
Pendage général	30°

Le second, ou *affleurement E*, est 400 m à l'E du premier et au S de l'abbaye. Les têtes de grès ne sont visibles que dans le lac, une dizaine de m au large de la grève. On peut relever là d'E en W, soit de bas en haut, le profil qui suit. Le premier des trois chiffres indique en cm *l'épaisseur visible* de la partie affleurante du banc, le second *la largeur de l'affleurement* et le troisième *la largeur de la lacune en creux* jusqu'à la petite crête affleurante du banc suivant.

1. Grès fin argileux	cm : 10/30/90
2. Grès fin calcaire	13/30/—
3. Marne grise à débris coquilliers, dure	35/75/—
4. Grès fin argileux à Hélicidés	20/30/30
5. Marne plaquetée grise	10/15/780
6. Marne » »	5/10/75
7. Grès marneux	10/35/65
8. Grès fin sombre	10/30/75
9. Grès lité sombre	8/20/160
10. Grès à fins débris de plantes	10/50/60
11. Grès moyen et marne dure plaquetée	25/55/10
12. Grès grossier	15/35/75
13. Grès moyen	25/70/25

14. Grès à traces de plantes	15/40/20
15. <i>Grès oolithique</i>	18/50/80
16. » »	28/75/110
17. Calcaire d'eau douce, 2 bancs	18/65/75
18. Grès moyen sans oolithes	5/35/40
19. Grès fin	8/20/...
Pendage général	25-30°

Les deux bancs gréseux oolithiques sont séparés par une série de couches puissante de 150 m environ. La dissemblance des profils auxquels ils appartiennent et la régularité des pendages entre les deux points montrent clairement qu'il ne s'agit pas d'une répétition d'affleurement par faille. C'est bien deux phénomènes d'oolithisation distincts quoique semblables qui se présentent ici.

Cette épaisse série molassique comprend les termes lithologiques banaux : grès grossiers, grès fins argileux, marnes diverses, avec quelques bancs de calcaire d'eau douce à minces veinules ligniteuses. Mais si ces derniers témoignent impérieusement de leur caractère limnal, la qualification de « Molasse d'eau douce » ne peut être étendue à toute la formation. Il s'y trouve en effet, à mi-distance entre les deux grès oolithiques un affleurement à *Potamides margaritaceus*, BROCCARD, *Cyrena ovalina*, DESHAYES, et *C. Charpentieri*, LOCARD. On trouve également sur la rive, 1,2 km à l'E, devant Les Pierrettes, des grès à mêmes *Potamides*. Ce sont des espèces d'eau saumâtre. La nappe lacustre avait donc des accointances marines.

Rappelons qu'une même association de *Potamides* et *Cyrènes* est connue à Epautheyres près d'Yverdon, à un niveau qui semble être à peu près le même que celui de St-Sulpice. D'autres indices marins ont été relevés, à des niveaux inférieurs, à Bavois et au Chamblon. Le caractère paralique de cette série chattienne (Chattien moyen probable) est donc assez certain.

#### DESCRIPTION DES OOLITHES.

La première observation est que les grès ne sont pas entièrement oolithisés. Les corps oolithiques à nucléus détritiques sont disséminés dans un sédiment gréseux dont les grains ne présentent aucune trace d'enveloppe.

ques l'aient été antérieurement avec destruction ultérieure des

Il faut exclure la supposition que les grains non-oolithiques envoient des enveloppes. D'un tel énoyautage, il subsisterait des témoins d'enveloppes plaqués contre les anciens noyaux, et l'on trou-

verait inévitablement des termes intermédiaires entre oolithes intactes et grains entièrement décortiqués. La grande majorité des grains ne portent aucune trace d'oolithisation et n'ont aucune raison d'avoir été des noyaux.

Dans les grès les plus riches la proportion entre grains pourvus d'une enveloppe et grains sans enveloppe est de 1/3.

Le *diamètre moyen* des oolithes, mesuré sur 300 individus, est de 0,54 mm dans l'affleurement W et de 0,40 mm dans l'affleurement E.

#### LES NOYAUX.

On ne constate pas de différence de nature, forme et taille, entre les nucléus et les grains ordinaires. La plupart sont en quartz, comme les grains du sédiment normal. Mais l'oolithisation s'est faite indistinctement et sans préférence autour de grains de toute nature : quartz unique, agrégats quartzeux de quartzites, silex, hornblende, feldspaths frais et altérés, microcline, grains de calcaires détritiques divers, débris de micaschistes fins. Quant à la forme, grains libres et nucléus sont également anguleux ou subanguleux, ni plus ni moins émoussés. Les comparaisons statistiques de tailles donnent une moyenne de 0,27 mm sur 100 nucléus et de 0,14 mm sur 100 grains libres.

#### LES ENVELOPPES CORTICALES.

Elles présentent une grande diversité dans le nombre et la texture des feuillets. Mais elles ont à peu près toutes un caractère commun et dominant : l'aspect que revêt en majorité partie, et parfois en totalité, le calcaire qui les forme. C'est une pâte calcique finement grenue, assez semblable à celle du ciment du grès, mais faite de grains nettement plus fins, dont le diamètre moyen est d'environ 0,002 mm, tandis qu'il est de 0,004 mm pour les grains du ciment. De plus, dans toutes les oolithes, cette pâte est d'une teinte gris-beige plus foncée que celle du ciment. Cette coloration est due à un pigment très tenu de matière organique charbonneuse et probablement aussi à l'altération de son fer. La différence de grain et de coloration fait ressortir nettement en foncé le contour des oolithes sur le fond de la roche.

Certaines couronnes sont entièrement faites de cette pâte cryptocrystalline, homogène et non différenciée en couches successives. Mais la plupart montrent deux ou plusieurs couches, peu distinctes, ou nettement marquées.

Dans le cas le plus simple, c'est un feuillet plus foncé ou plus clair qui se dessine de manière floue à l'intérieur de la zone homogène, se situant dans une position quelconque, aussi bien du côté du noyau qu'à la périphérie. C'est le plus souvent par une zone sombre que l'oolithisation a commencé. Mais nombre d'exemplaires ont au contraire une première et fine enveloppe hyaline immédiatement superposée au noyau.

La plupart des couronnes montrent une série de feuillets bien distincts, soit par variation de l'intensité du pigment, soit par changement du grain de leur pâte calcitique. Si chez le plus grand nombre des oolithes à couronnes différenciées le nombre des feuillets ne dépasse guère trois, il en est qui en comptent jusqu'à dix.

On ne trouve donc pas dans les couronnes un ordre de stratification réglé. Chaque oolithe est à cet égard un cas particulier.

#### LES CAUSES DE DIVERSIFICATION DES FEUILLETS.

##### 1. Différences de grosseur dans le grain cristallin.

Dans une oolithe prise comme exemple, la première couronne large de  $25 \mu$ , est faite de grains homogènes de calcite inférieurs à  $1 \mu$ . Dans la deuxième couronne, les grains sont beaucoup plus hétérogènes : dans une pâte de grains de  $1-2 \mu$  s'individualisent des grains de toutes tailles atteignant jusqu'à  $10 \mu$ , mono ou polycristallins, formant des taches claires.

La matière interstitielle sombre, probablement argileuse, est plus dense dans les agrégats de grains très fins ; son abondance opacifie la couronne. Dans les agrégats plus grossiers, elle est plus rare. Elle s'ajoute donc à l'effet de diffraction de la multitude des grains cristallins pour donner aux couronnes finement grenues un aspect plus sombre.

La variation de ces deux facteurs engendre à elle seule une multitude de possibilités dans l'aspect clair ou sombre des couronnes.

##### 2. Différences de texture.

Des feuillets clairs, généralement minces et nettement délimités, se présentent aux forts grossissements sous deux aspects :

Les uns sont formés de grains alignés et espacés laissant place entre eux à la gangue finement granulaire et sombre. Les autres sont formés de fibres rayonnantes à hautes biréfringence, de l'ordre de  $0,5 \mu$  de diamètre et longues de 5 à  $20 \mu$ , à allongement positif, qui sont de la calcite. Ces fibres ne laissent pas entre elles de place à la matière intersti-

tielle sombre et forment de ce fait des couches claires. On trouve aussi dans le ciment, hors des cortex oolithiques, de semblables groupements de fibres.

Sur les oolithes seules, de telles couches fibreuses laisseraient croire qu'elles marquent un stade de développement d'où la matière noirâtre aurait été absente, donc à une modification passagère du milieu de sédimentation. Mais leur existence dans le ciment également, où cette matière était présente quoiqu'en moindre abondance, et où les couches fibreuses sont aussi claires, montre que le développement des fibres a exclu la matière colorante.

Dans certaines enveloppes l'épaisseur des couches fibreuses claires n'est pas uniforme. Dans les oolithes ellipsoïdales, il est fréquent que la couche soit mince (fibres courtes) sur les côtés et s'épaississe (fibres longues) dans les bouts. On peut alors observer que les fibres étroites de la zone mince s'élargissent et passent à de gros grains calcitiques clairs qui donnent à la couronne l'aspect d'un chapelet. Les fibres semblent s'être recristallisées là en grains ; les enveloppes claires en chapelet de grains ont pu être à l'origine finement fibreuses.

Ces enveloppes claires occupent indifféremment toutes les positions entre le noyau et la périphérie. Il en est de directement superposées au noyau.

### 3. Différence d'abondance du pigment.

Des couches noires foncées, parfois continues, le plus souvent en segments séparés, ou crénelées, intercalées entre les couches plus claires, paraissent nettement délimitées aux faibles grossissements. Mais grossies de 5-600 fois, elles se résolvent en une concentration de particules noires, opaques, anguleuses, dans une pâte calcitique extrêmement fine dont les plus gros grains n'atteignent que  $1 \mu$ , les plus fins n'étant plus séparables. Ce pigment ou cette poussière noire paraît alors former des amas nuageux passant progressivement à la pâte plus claire. Ce n'est en réalité qu'une illusion due à l'impossibilité de la mise au point optique simultanée sur toute l'épaisseur de la préparation. Avec un objectif à immersion et en faisant varier la mise au point par niveaux successifs, les grains de pigment s'individualisent tous les uns après les autres. La plupart ont une taille de l'ordre du  $\mu$ , les plus gros atteignent  $3 \mu$ , les plus fins sont à la limite de la visibilité. La grandeur des grains de pigment est ainsi semblable à celle des grains calcitiques qui les enrobent.

### LE POURTOUR DES OOLITHES.

La netteté du contact entre l'oolithe et les éléments ou le ciment du grès ambiant est variable. Pour certaines — surtout lorsque le grain calcique de l'écorce est de même taille que celui du ciment — la distinction entre grains de celui-ci et de celle-là n'est pas possible. La surface granuleuse du ciment se juxtapose exactement à celle de l'écorce, sans solution de continuité. La différence entre les deux se borne à celle de la teinte, plus foncée dans l'oolithe. Mais si le grain de l'écorce est plus fin que celui du ciment, ce qui est le cas général, la limite est nette et l'oolithe fait bien figure de corps étranger dans le ciment. L'inverse se présente aussi quelquefois.

Le contact, fréquent, entre deux oolithes jointives est particulièrement significatif. Il y a toujours interpénétration plus ou moins profonde, selon une ligne dentelée souvent soulignée par une concentration de pigment noir. C'est un phénomène semblable à celui des microstylolithes des calcaires ampéliteux. Il y a eu amorce de stylolithisation par dissolution, probablement lors du tassement du sédiment gréseux.

Les *oolithes impressionnées* abondent. Des quartz détritiques pénètrent plus ou moins profondément dans les cortex jusqu'à venir s'appuyer directement sur les noyaux. La cupule d'impression moule exactement le pourtour de l'intrus. Ce dernier a pu parfois profiter d'une entaille préexistante, mais il l'a étroitement ajustée à sa forme, sans ménager de vide où le ciment ait pu se faufiler.

Les contours des écorces sont souvent déchiquetés, entaillés et sertis par le ciment. C'est l'indication nette d'un transport et d'une abrasion des oolithes. Cette décortication est plus ou moins prononcée. Certaines fois l'usure a pu être régulière et simule des oolithes embryonnaires à une seule couche. Mais en y regardant de près, des lambeaux d'une ou deux couches enlevées se retrouvent encore. De rares débris d'oolithes ont été observés de même qu'un individu écrasé sur place avec couronnes fracturées en secteurs. Son noyau de grès fins marneux n'a pas résisté à la compaction. Par ailleurs on ne peut savoir, avec des oolithes si diverses dont beaucoup étaient ovoïdes à l'origine, s'il y a eu des déformations par compression *in situ*. Il semble bien que ces concrétions étaient déjà dures lors de leur dépôt.

### OOLITHES GÉMINÉES.

Les oolithes polynucléées ne sont pas rares (1 % environ), et sont un trait caractéristique de cette formation. Elles renferment soit 2 noyaux dans la plupart des cas, soit 3, 4 et même 5. Ils sont généralement de tailles apparentes assez semblables, parfois différentes, ce qui relève du hasard de la section mince qui ne passe pas forcément par les plus grands diamètres. La nature minéralogique des noyaux géminés est aussi variée que celle des éléments du grès et diffère d'un noyau à l'autre. Le plus souvent l'accolement s'est fait parallèlement à l'allongement des grains par soudure des corps oolithiques selon leurs plus larges faces (fig. 11 et 12)<sup>1</sup>.

Il arrive que les deux noyaux, ou l'un d'eux seulement, montrent un premier développement oolithique avant accouplement, sous forme d'une ou deux enveloppes qui les entourent seuls, puis les enveloppes suivantes les englobent tous deux. Lorsque ces premières enveloppes individuelles sont présentes, elles ne sont pas pareilles sur les deux individus. On peut pourtant supposer qu'ayant pu se rejoindre, ils avaient, avant leur existence conjointe, mené leur première vie d'oolithe individuelle dans un même lieu, c'est-à-dire dans de pareilles conditions de précipitation du calcaire. C'est l'indice que les facteurs de diversification de la forme et du grain cristallin, de la charge des impuretés, de l'épaisseur des enveloppes, variaient rapidement d'un point à l'autre, peut-être d'un centimètre à l'autre, dans le milieu générateur.

Le plus souvent la première enveloppe commune aux deux grains et la zone mitoyenne qui les sépare sont de la même matière. L'oolithisation était toujours ébauchée avant que les deux individus se soudent et les rencontres se sont faites à des moments divers du développement cortical.

### FRAGMENTS POLYOOLITHIQUES REMANIÉS.

Deux de nos plaques minces contiennent chacune deux ou trois agrégats d'oolithes qui paraissent être à première vue de grandes oolithes à cinq ou six noyaux. Ce sont en fait de simples amas d'oolithes en forme de gros grains roulés,

<sup>1</sup> On peut admettre que les forces capillaires qui maintenaient jointes les deux oolithes lors des périodes de dessiccation avant l'ébauche de leur cimentation, s'exerçaient de préférence et plus intensément entre deux surfaces à peu près planes qu'entre des calottes tangentes.

à pourtour finement déchiqueté, mais non emballés dans une dernière enveloppe corticale englobant l'ensemble.

L'un d'eux, le plus grand (fig. 10), mesure 1,3 mm et ne dépasse donc que de 0,15 mm le diamètre de la plus grande oolithe individuelle observée. Il englobe 2 oolithes à un noyau, 1 oolithe à 2 noyaux bien nette et une autre, au centre, qui semble bien aussi en comporter deux, mais qui sont mal individualisées. Ces corpuscules sont réunis par un ciment gris-beige d'aspect absolument analogue à la matière des cortex habituels. Ce ciment s'étend largement hors des joints des oolithes et forme la majeure partie du pourtour des grains composites. Il se sépare nettement, par sa couleur et ses contours, du ciment du grès.

Ce grain hétéroclite est curieusement traversé de veines claires de calcite grenue hyaline dont le parcours capricieux tantôt contourne une oolithe, tantôt s'infiltra dans une autre en suivant longuement le contact entre noyau et cortex, poussant des apophyses de forme quelconque qui se noyent dans le ciment avant de sortir du grain. Il semble qu'il y ait là fissuration, dislocation, peut-être retrait, mais après consolidation du ciment et des cortex, puis remplissage calcique. Le manque de netteté des bords des veines n'évoque pas de vraies cassures, mais suggère plutôt une dislocation progressive avec remplissage simultané de la place disponible, ce qui pourrait être le fait d'un tassement. Un autre grain composite de 1,05 mm, comportant 3 oolithes simples à 3 ou 4 couronnes différentes par oolithe et 1 oolithe double, n'est pas traversé de bras calciques clairs comme le précédent.

Ces grains composites frappent par la similitude de leur ciment avec les couronnes oolithiques en général, ciment bien différent de celui du grès dans lequel ils ont pris place. On ne peut voir en eux autre chose qu'un fragment du premier sédiment auquel ont appartenu antérieurement les oolithes, non entièrement désagrégé par le remaniement, et qui a pu venir prendre place dans le nouveau dépôt parce que sa taille et sa forme roulée étaient du même ordre que celles des vraies oolithes et relevait du même triage granulométrique par le courant. Ce sont donc, à proprement parler, de *fausses oolithes*.

#### LE MILIEU GÉNÉRATEUR.

De l'analyse des traits intrinsèques des oolithes, nous essayerons de tirer renseignement sur leur mode de formation et leur signification dans le faciès molassique, lequel est apparemment si contraire à la genèse de telles concrétions.

Une première objection est à écarter : celle de la formation *in situ* par concrétion postsédimentaire. Il n'y aurait pas de raison, dans ce cas, que la concrétion ait choisi quelques noyaux seulement, et cela sans préférence de nature. Le développement des couronnes aurait formé des bourgeons entre les obstacles. Des couronnes concentriques n'auraient pu croître que dans des vides circulaires autour des noyaux. On sait que les corps sphériques formés sur place ont une structure sphérolithique, ce qui n'est pas le cas ici. Enfin les enveloppes extérieures ne seraient pas déchiquetées. Ces oolithes sont venues déjà formées dans le sédiment, comme détritus au même titre que les autres grains, elles n'ont fait sur place que s'impressionner et se cimenter.

Pourraient-elles provenir de calcaires oolithiques anciens, comme les autres débris rocheux de toute nature qui ont alimenté les grès molassiques ? Leur origine pourrait alors être recherchée soit dans les Alpes, dispensatrices de la quasi totalité du matériel sédimentaire molassique, soit plus vraisemblablement dans le Jura, plus proche, qui est actuellement à 18 km de St-Sulpice et qui pouvait pousser des caps avancés dans le bassin. Le Jura a fourni à la formation molassique du matériel bien identifié, sous la forme de quelques conglomérats monogéniques calcaires, les gompholites, où les éléments de calcaires oolithiques abondent.

On objecte à cette supposition que les débris de calcaires oolithiques, dans les éléments sableux des molasses, montrent des oolithes cassées de manière quelconque, adhérentes à des témoins de ciment et jamais isolées. Il est vrai que l'altération des calcaires oolithiques peut engendrer des sables entièrement formés d'oolithes, tels qu'on en trouve par exemple au pied des rochers de Kimeridgien récifal de l'affleurement classique de Valfin, près de St-Claude, où l'on ramasse dans le petit ruisseau un sable entièrement oolithique. Un cours de débordement, ou brusquement détourné, aurait pu s'emparer d'une accumulation de ce genre, l'amener et la disperser dans le bassin. Mais ici encore des objections surgissent. Ce sont là des détritus fragiles et solubles vraiment très exposés à la destruction par le transport. Et partout, des oolithes de cette sorte, à gros noyaux détritiques de quartz, feldspaths, et autres minéraux réunis, sont totalement inconnues dans les faciès jurassiens et alpins. Cette origine aussi doit donc être écartée.

Il arrive que des sources d'eau minéralisée puissent engendrer des concrétions de cette sorte. Elles n'en produisent

jamais qu'en petite quantité, tandis que la masse d'oolithes enfermées dans les bancs de St-Sulpice est très grande. Les pisolithes des sources minérales n'ont généralement pas un noyau détritique et possèdent habituellement une structure à la fois concentrique et radiée qui manque ici.

Ces oolites ne peuvent avoir été formées qu'en milieu détritique. Et la diversité de leurs noyaux, la nature de la plupart d'entre eux, montrent un milieu détritique de bordure de chaîne. On pourrait avancer le faciès Flysch, sans l'ombre d'un argument valable, ce qui ne changerait d'ailleurs pas grand'chose au problème posé. *Ces oolites sont molassiques par leur gisement et par la nature, la grandeur et la diversité de leurs noyaux. Elles le sont aussi par la composition de leurs enveloppes, leur teinte et leur pigment charbonneux.* Il y a étroite identité de composition minéralogique entre ces corps sphériques et le ciment ambiant.

Dans quelles conditions, en quel lieu du bassin molassique ont-elles pu se former ? Disons d'abord qu'on l'imagine trop facilement, ce bassin, comme un simple réceptacle à détritus, hâtivement rempli de marnes et grès empilés au hasard des courants. Peut-être en fut-il ainsi à l'Aquitanién. Mais au Chattien, le bassin a pu engendrer des sédiments d'un caractère plus autochtone, charbon, calcaires d'eau douce, révélateurs, sur plusieurs kilomètres d'extension, de zones échappant à l'alimentation détritique massive. Il faut se représenter le bassin chattien non comme une vasque unique, mais un paysage parallique aux multiples aspects avec — hors des zones d'épandage actives, subaériennes ou noyées — des bancs de sable découplant la nappe d'eau en golfes, lagunes, marais, avec aires émergées à végétation.

C'est dans cette gamme de possibilités que devait se trouver un petit bassin, ou un golfe, propre à engendrer une oolithisation autour de grains de sable. Il devait pour cela présenter divers caractères :

La précipitation des calcaires devait s'y effectuer. C'est, en fait, ce qui s'est produit pendant le dépôt des minces couches de calcaires d'eau douce interstratifiées dans les marnes et grès du Chattien. Epaisse de quelques mm ou quelques dcm seulement, elles sont parmi les horizons les plus continus de cet étage<sup>2</sup>, déposés dans de larges nappes à l'a-

<sup>2</sup> A. BERSIER. Sédimentation molassique: Variations latérales et horizons continus à l'Oligocène. *Eclogae geologicae helveticae*, vol. 38, no 2, 1945.

bri des apports détritiques. Les minces couches de charbon de cette formation sont toujours associées à ces calcaires, dans lesquels elles sont souvent et finement interstratifiées. Cette association, fréquente dans la molasse subalpine, est connue aussi dans le Chattien du Plateau, où les nombreux bancs calcaires contiennent de minces filets charbonneux et des débris de plantes.

Il y eut donc des lacs où se précipitaient à la fois de la vase calcaire et des débris de matière végétale. L'opposition entre milieu acide provoqué par la décomposition de ces matières et milieu alcalin de précipitation du carbonate de chaux n'est que théorique. On connaît présentement dans des lacs et marais du Plateau suisse le dépôt simultané de tourbe et de craie lacustre.

C'est donc dans une nappe lacustre peu profonde, analogue à celle où s'élaborèrent temporairement les fines intercalations de calcaires d'eau douce de la Molasse chattienne que nous recherchons le milieu de précipitation du calcaire des enveloppes<sup>3</sup>. Cette nappe était alimentée aussi en débris végétaux qui, triturés par le clapotis et moulus par les grains détritiques en mouvement, se sont pulvérisés en pigment colorant les cortex. Végétaux palustres développés dans la nappe elle-même, ou feuilles mortes des nombreuses espèces à feuilles caduques pullulant sur les aires exondées, la matière végétale abondait dans le bassin molassique. On y connaît de belles flores fossiles, et les débris de plantes déchiquetés et lignitisés (faciès « paille hachée ») y forment de nombreux amas. Les pigments des oolithes et des ciments y représentent un état de division de la matière végétale beaucoup plus poussé qu'on ne l'avait constaté jusqu'ici.

La reconstitution du milieu de précipitation du cortex à pigment, pour hypothétique qu'elle soit, ne rencontre donc pas de difficulté en Molasse.

<sup>3</sup> Un échantillon portant la mention « Sable agglutiné. Molasse. Moulin de Daillens » a été déposé en 1925 au Musée géologique de Lausanne par W. Custer. Il a tout à fait l'aspect et la compacité d'un calcaire d'eau douce beige, teinté de matière organique. Mais il est entièrement constitué d'oolithes bien calibrées d'un diamètre uniforme d'environ 1,3 mm, à noyaux détritiques simples ou multiples d'environ 0,2 mm de diamètre et à enveloppes concentriques fines et bien formées.

Le ruisseau de Daillens, où se trouvent deux moulins, dégage de petits affleurements dans la Molasse chattienne contenant plusieurs minces bancs de calcaire d'eau douce. Malgré de minutieuses recherches, nous n'avons pu retrouver l'affleurement de Custer, qui se situe probablement dans l'escarpement rocheux au SE de Daillens, et doit avoir été recouvert de terre et de végétation. L'échantillon appartient à un banc de 2 cm d'épaisseur.

## PLANCHE I

*Légendes des fig. 2 et 3.*

FIG. 2. — Aspect d'ensemble du grès, avec oolithes de structures et de tailles variées. La plupart des grains détritiques sont dépourvus d'enveloppe corticale. Les oolithes sont plus ou moins profondément impressionnées par les grains détritiques libres. Les enveloppes extérieures sont discontinues et déchiquetées. Gross. 10 $\times$ . Lum. nat.

FIG. 3. — Groupe d'oolithes à noyaux détritiques variés. Au centre, un noyau décortiqué impressionnant les deux oolithes qui l'enserrent. Gross. 52 $\times$ . Lum. nat.

## PLANCHE II

*Fig. 4 à 9. Gross. 52 $\times$ . Lum. nat.*

FIG. 4. — Oolithe à 9 enveloppes régulières et équidistantes.

FIG. 5. — Oolithe à couronne foncée, faite d'une série d'enveloppes peu distinctes, chargées de pigment. Des grains cristallins grossiers simulent par place une structure radiée. Le noyau est un agrégat de quartz microlithique.

FIG. 6. — Oolithes à nucléus anguleux de quartz. La première enveloppe circonscrit exactement le nucléus.

FIG. 7. — Groupe d'oolithes dont deux sont profondément décortiquées et l'une écrasée.

FIG. 8. — Oolithe géminée à pourtour déchiqueté.

FIG. 9. — Oolithe plurinucléée montrant les différentes étapes d'agrégation.

## PLANCHE III

*Fig. 10 à 12.*

FIG. 10. — Pseudoolithe, fragment roulé probable du dépôt primitif générateur des oolithes. Gross. 52 $\times$ . Lum. nat.

FIG. 11 et 12. — Oolithes géminées, avec accollement selon les faces allongées des grains.

PLANCHE I

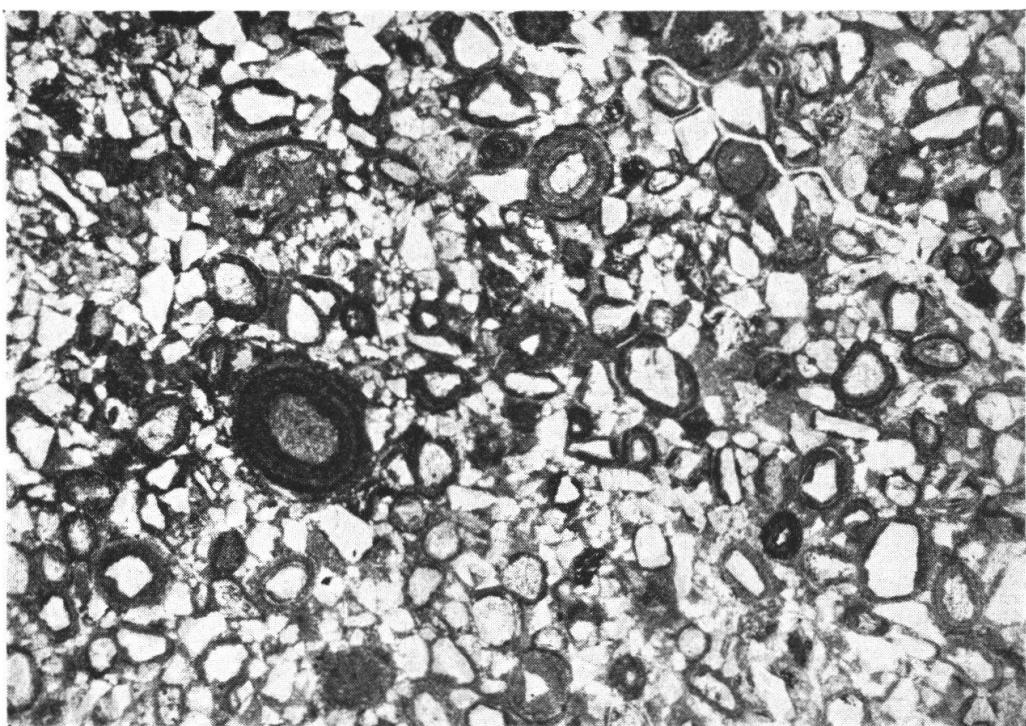


FIG. 2.

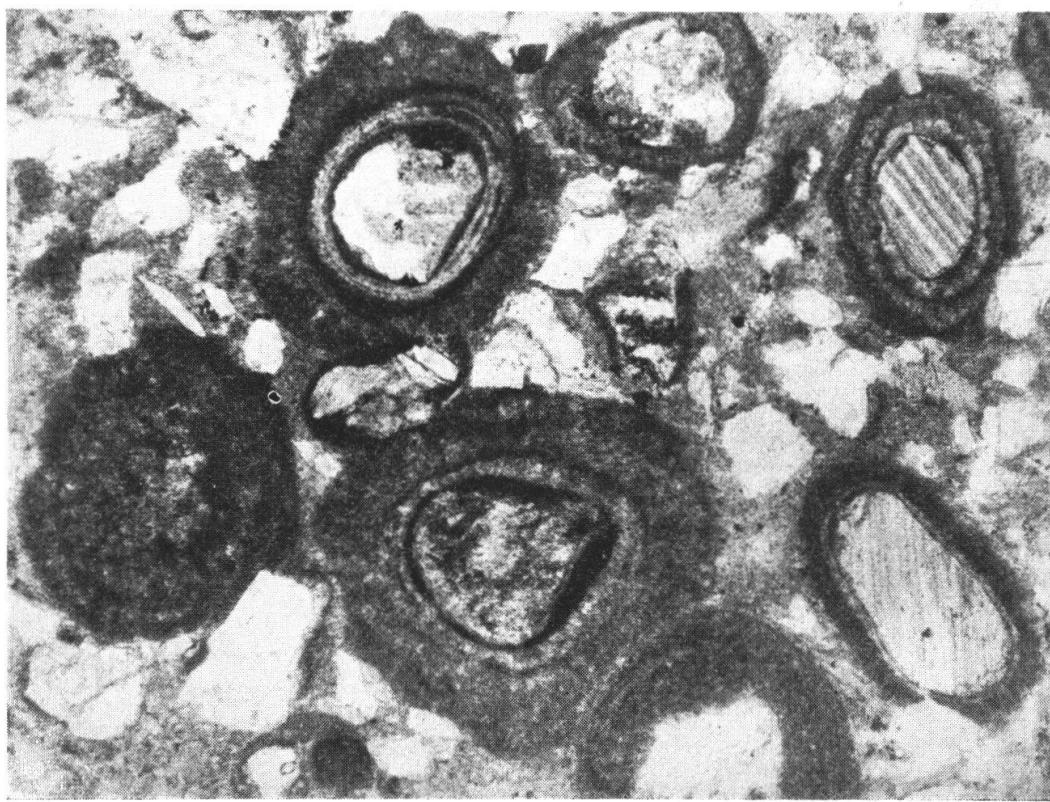
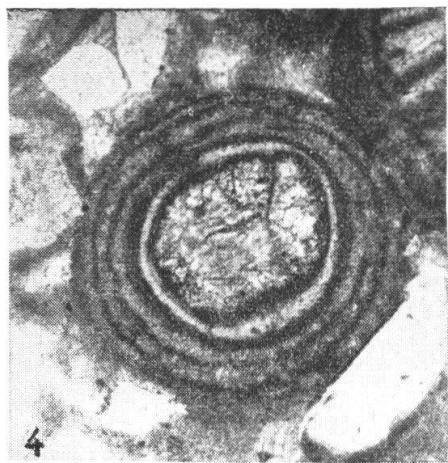


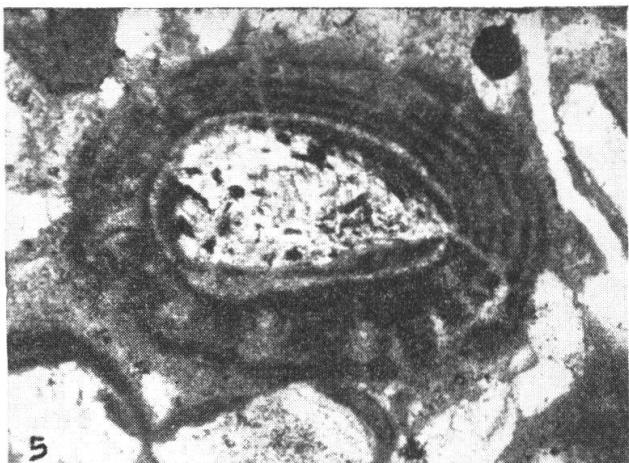
FIG. 3.



PLANCHE II.



4



5



6



7



8



9

FIG. 4 à 9.



PLANCHE III.



FIG. 10.

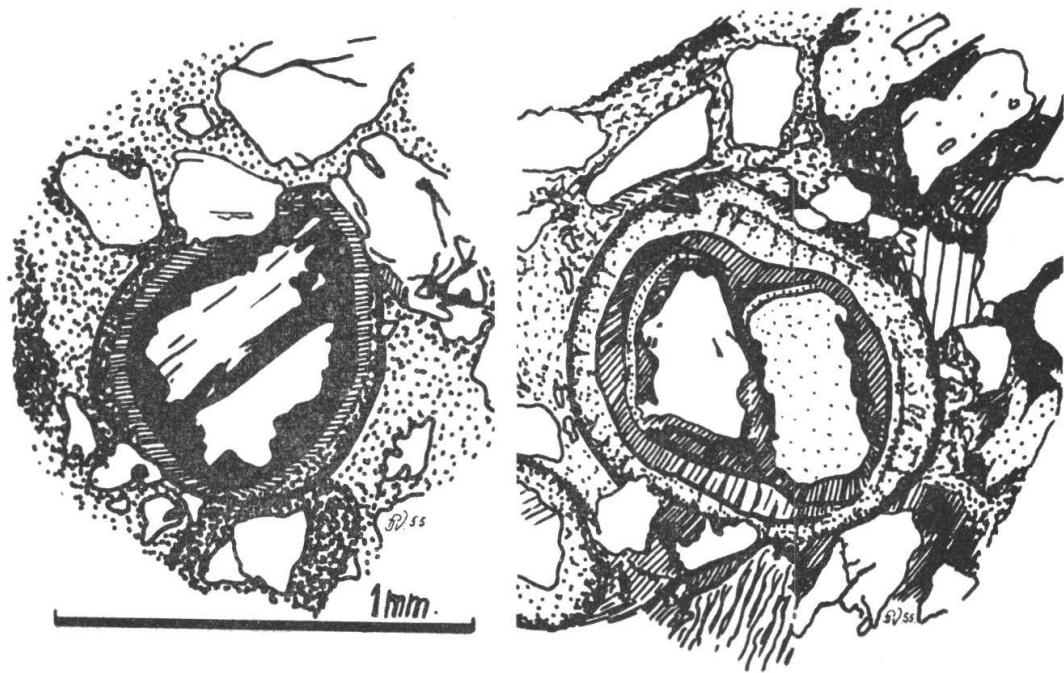


FIG. 11 et 12.



Deux conditions furent encore nécessaires à l'oolithisation : la présence de noyaux détritiques grossiers et l'agitation des eaux. Là les possibilités se présentent en foule. Les grains détritiques dont la présence est un peu insolite dans le sédiment calcaire, ont pu y être introduits incidemment par une divagation fluviale, le débordement temporaire d'un bras voisin, ou par le vent qui les aurait prélevés sur une plage ou une aire d'épandage asséchée voisine. Peut-être étaient-ils déjà présents sur le fond et les bords du marais quand l'éloignement subit du courant ou du bras qui les avait amenés permit que s'ébauchât la précipitation calcaire.

L'agitation des eaux, déplaçant continuellement les corps oolithiques en voie de concrétion et s'opposant à leur cimentation, est un facteur plus indispensable encore de toute formation d'oolithes. Comment put-elle s'entretenir dans les nappes où s'élaboraient les calcaires d'eau douce ? On imagine plus volontiers ces milieux comme tranquilles, avec des fonds vaseux peu favorables au roulement des oolithes. Seule la grève avec le mouvement des vagues, l'alternance de l'humectation et de la dessiccation, paraît avoir pu réaliser cette condition, ce qui restreint considérablement la zone favorable du bassin générateur. Sans doute touchons-nous là le motif principal de la rareté de l'oolithisation dans semblable faciès.