Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 14 (1961)

Heft: 2

Artikel: Oolithes remaniées, brisées et régénérées dans le Mississippien des chaînes frontales, Alberta Central, Canada

Autor: Carozzi, Albert V.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739573

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: 15.07.2025

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

OOLITHES REMANIÉES, BRISÉES ET RÉGÉNÉRÉES DANS LE MISSISSIPPIEN DES CHAINES FRONTALES, ALBERTA CENTRAL, CANADA

PAR

ALBERT V. CAROZZI

RÉSUMÉ

Des oolithes curieuses provenant de la formation de Turner Valley (Mississippien) des Chaînes frontales de l'Alberta central sont décrites en détail. Elles montrent de fines couches concentriques fibro-radiées dues à des phénomènes normaux d'oolithisation alternant avec des zones de calcite sombre cryptocristalline, d'épaisseur variable, correspondant à l'incorporation d'une calcilutite.

Ce matériel calcitique indifférencié forme d'ailleurs aussi bien le noyau original des oolithes que la roche finale dans laquelle on les trouve dispersées.

La structure interne particulière des oolithes décrites témoigne de remaniements faisant partie d'un cycle de phénomènes sédimentaires qui s'est répété au moins quatre fois. Ce cycle est le suivant: oolithisation — dépôt dans une calcilutite — remaniement. Les oolithes soumises à ces conditions particulières ont souvent été affectées par des actions dynamiques syn-sédimentaires qui ont accompagné ou immédiatement suivi les processus d'oolithisation.

Les impacts ont soit fissuré les oolithes sans séparer les corps originaux en fragments distincts, soit brisé les oolithes une fois en demi-sphères surtout ou deux fois en fragments plus petits et de forme variable. Ces divers types de débris soumis à des phases ultérieures d'oolithisation et de remaniement ont engendré des corps oolithiques complexes qui ont même pu être fissurés à nouveau avant leur dépôt final.

ABSTRACT

Peculiar oolites from the Turner Valley Formation, Mississippian of the Front Ranges, Central Alberta, are described in detail. They display layers of fine concentric and fibro-radiated rings due to normal oolitization processes alternating with zones of dark cryptocrystalline calcite of variable thickness corresponding to calcilutitic coatings. This undifferentiated material is identical to the one building the cores of the oolites as well as the groundmass in which they are found scattered at the present time.

This peculiar structure of the oolites indicates reworking processes belonging to a cycle of sedimentary processes which has been repeated at least four times. The cycle is as follows: oolitization—deposition in a calcilutite—reworking.

Oolites submitted to such peculiar conditions have often undergone the effect of synsedimentary dynamic actions which accompanied or immediately followed oolitization.

The mechanical impacts have either generated cracks inside the oolites without breaking them apart into distinct fragments, or have broken the oolites once in half-spheres mostly, or twice into smaller fragments of variable shapes. These different kinds of fragments submitted to additional phases of oolitization and reworking have generated complex oolitic bodies which may even have undergone further cracking before final deposition.

Position géographique et stratigraphique.

La région étudiée se trouve dans le bassin de drainage de la Ram River, elle est limitée au S par la Clearwater River et au N par la North Saskatchewan River. Cette zone qui comprend les trois chaînes frontales des Montagnes Rocheuses se place entre les latitudes de 51° 50′ N et 52° 15′ N et les longitudes de 116° 00′ W et 116° 25′ W (fig. 1).

Trois coupes stratigraphqiues détaillées ont été effectuées dans le groupe de Rundle, Mississippien (Walpole et Carozzi, 1961). La coupe dite *North Ram River* (NRR) se place à environ 2 miles au S de la gorge taillée par la North Ram River dans la première chaîne. La coupe dite *South Ram River n° 1* (SRR 1) est placée sur le flanc nord de la vallée creusée par la South Ram River dans la troisième chaîne, à environ 13 miles au S de la coupe précédente.

La coupe dite *South Ram River n° 2* (SRR 2) se trouve près du bassin de réception de la South Ram River où celle-ci entaille la quatrième chaîne, à environ 3 miles au SE de la coupe de South Ram River n° 1.

Les oolithes remaniées, brisées et régénérées qui font l'objet de ce travail sont bien développées dans la coupe de North Ram River. Elles caractérisent un niveau de calcilutite (microfacies 5) dans le cycle 5 entre 1040′ et 1050′, en correspondance avec un maximum général de la taille des oolithes qui atteint 1,40 mm à 1045′. Cette zone particulière se trouve dans la partie inférieure de la formation de Turner Valley et suit immédiatement un changement de faciès indiquant une rapide diminution de profondeur correspondant à un passage d'un milieu marin franc à un milieu lagunaire.

Ces oolithes curieuses sont également présentes dans la coupe de South Ram River n° 2 dans des conditions identiques à celles de la coupe précédente, à savoir dans un niveau de calcilutite à 1222′ aussi en coïncidence avec un maximum général de la taille des oolithes atteignant ici 1,65 mm.

Cette zone se trouve être l'équivalent exact de celle de la coupe de North Ram River et suit également une diminution rapide de profondeur.

Il importe de noter que ces oolithes remaniées, brisées et régénérées ne sont pas présentes dans la coupe de South Ram River n° 1 en position stratigraphique équivalente. En effet, dans cette dernière coupe, la diminution de profondeur n'apparaît pas si prononcée et n'a pas atteint le milieu lagunaire peu profond rencontré dans les deux autres coupes.

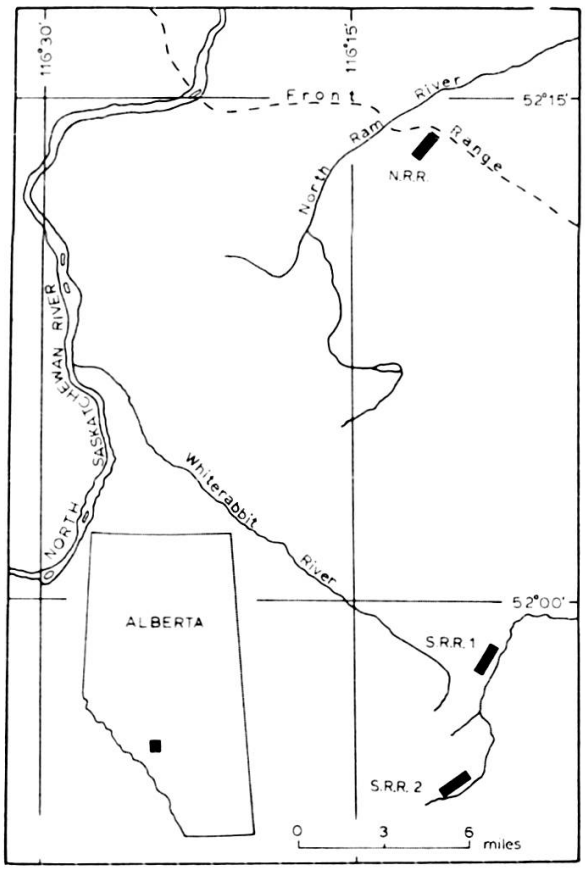

Fig. 1.
Position géographique des coupes étudiées.

Nous pouvons d'ores et déjà conclure que ces oolithes curieuses ont pris naissance dans des conditions semblables et seulement dans les deux coupes où l'on observe un changement rapide du milieu marin à lagunaire. Nous reviendrons plus loin sur ces conditions génétiques.

Description lithologique générale.

Le niveau contenant les oolithes remaniées, brisées et régénérées est une calcilutite à texture légèrement pelletoïdale dans laquelle on rencontre

également des oolithes normales simples ou composées et des galets de calcaire oolithique.

Tous ces composants détritiques sont largement dispersés dans la pâte de fond. Celle-ci montre par endroits un début de recristallisation sous forme de rhombohèdres de calcite bien développés, isolés ou concentrés en aggrégats. Les rhombohèdres n'affectent que rarement les oolithes, en général ils forment des concentrations annulaires autour d'elles. Dans les quelques cas où la recristallisation a affecté les oolithes, les rhombohèdres apparaissent concentrés dans les noyaux ou dans une ou plusieurs couches concentriques particulières.

Des contacts stylolithiques recoupent la roche et ont fortement affecté dans certains cas la préservation des corps oolithiques. Il s'agit cependant d'un phénomène tardif post-sédimentaire sans aucune relation avec le problème examiné dans ce travail.

Oolithes remaniées et régénérées.

La plupart des oolithes rencontrées dans les niveaux étudiés sont formées par des alternances de zones concentriques présentant deux textures microscopiques entièrement différentes. Un premier type de texture correspond à l'association d'un nombre variable de fines couches concentriques et fibroradiées de teinte claire typiques des processus normaux d'oolithisation. Le second type de texture est représenté par des bandes de calcite cryptocristalline, sombre et indifférenciée semblable en tous points à la pâte de fond calcilutitique de la roche dans laquelle les oolithes se trouvent actuellement.

Tandis que la largeur des bandes a fine structure concentrique et fibroradiée est assez uniforme, celle des bandes de calcite sombre indifférenciée ne l'est pas, introduisant toujours des irrégularités dans l'allure générale des corps oolithiques qui tendent à devenir excentriques. Il est important de noter que les noyaux de la plupart de ces oolithes sont également formés par du matériel calcitique sombre et cryptocristallin semblable à celui des bandes qui viennent d'être décrites.

Cette structure interne formée d'alternances de zones calcitiques différenciées et indifférenciées a été à juste titre considérée par L. Cayeux (1935, p. 226, pl. XIII, fig. 49 et 50, pl. XVII, fig. 66) comme typique d'oolithes ayant subi plusieurs phases successives de remaniement et d'oolithisation. En d'autres termes, des oolithes normales ont été déposées dans une calci-

lutite, puis extraites par remaniement de celle-ci en emportant avec elles une quantité variable du sédiment adhérant à leur surface et enfin soumises à une nouvelle phase d'oolithisation.

L'abrasion mécanique pendant le remaniement varie dans d'assez fortes proportions. Lorsqu'elle a été faible, des oolithes prennent naissance dont la structure interne est excentrique ou des plus irrégulières (fig. 2, A). Souvent l'abrasion a été capable d'éliminer les irrégularités de l'encroûtement de calcilutite dont les contours extérieurs peuvent devenir parfaitement arrondis (fig. 2, B, C). Dans les cas d'abrasion avancée, il ne subsiste plus qu'un segment de calcilutite en forme de croissant ou de petits lambeaux discontinus (fig. 2, D, F). Il est évident que l'abrasion mécanique peut éliminer entièrement un encroûtement de calcilutite donné effaçant à jamais toutes traces du phénomène de remaniement correspondant. D'ailleurs, il est fort possible que des oolithes aient été extraites de la calcilutite telles qu'elles ont été incorporées du fait qu'elles se comportent comme des corps étrangers.

Dans ces deux derniers cas, les fines couches concentriques de calcite appartenant à deux générations d'oolithisation apparaissent superposées l'une à l'autre de façon normale bien que leur genèse ait été en fait interrompue par une phase de remaniement.

Il ne fait aucun doute que de tels phénomènes sont d'une extrême banalité dans la construction des édifices oolithiques mais doivent souvent passer inaperçus. Cependant, un examen microscopique attentif de certaines oolithes remaniées permet d'observer des groupes de fines couches concentriques et fibroradiées recoupant en biseau aigu les couches sous-jacentes semblables (fig. 2, G). Cette structure résulte d'une abrasion intense pendant une phase de remaniement qui non seulement a éliminé la croûte de calcilutite qui aurait pu être présente, mais entamé localement les couches concentriques sous-jacentes. Une telle structure qui paraît affecter surtout les grosses oolithes est le seul indice positif de phénomènes de remaniement lorsque la couche de calcite sombre et cryptocristalline qui leur correspond a été éliminée.

Les phénomènes de remaniement n'ont pas seulement libéré des oolithes plus ou moins encroûtées par la pâte de fond de calcilutite, mais ont également engendré des galets de calcilutite contenant plusieurs oolithes qui en général n'ont pas été recoupées par les limites des galets (fig. 2, E). Ceux-ci qui témoignent d'une cimentation rapide de la calcilutite, sont en général assez grands, de forme irrégulière et peuvent subir à leur tour des phases

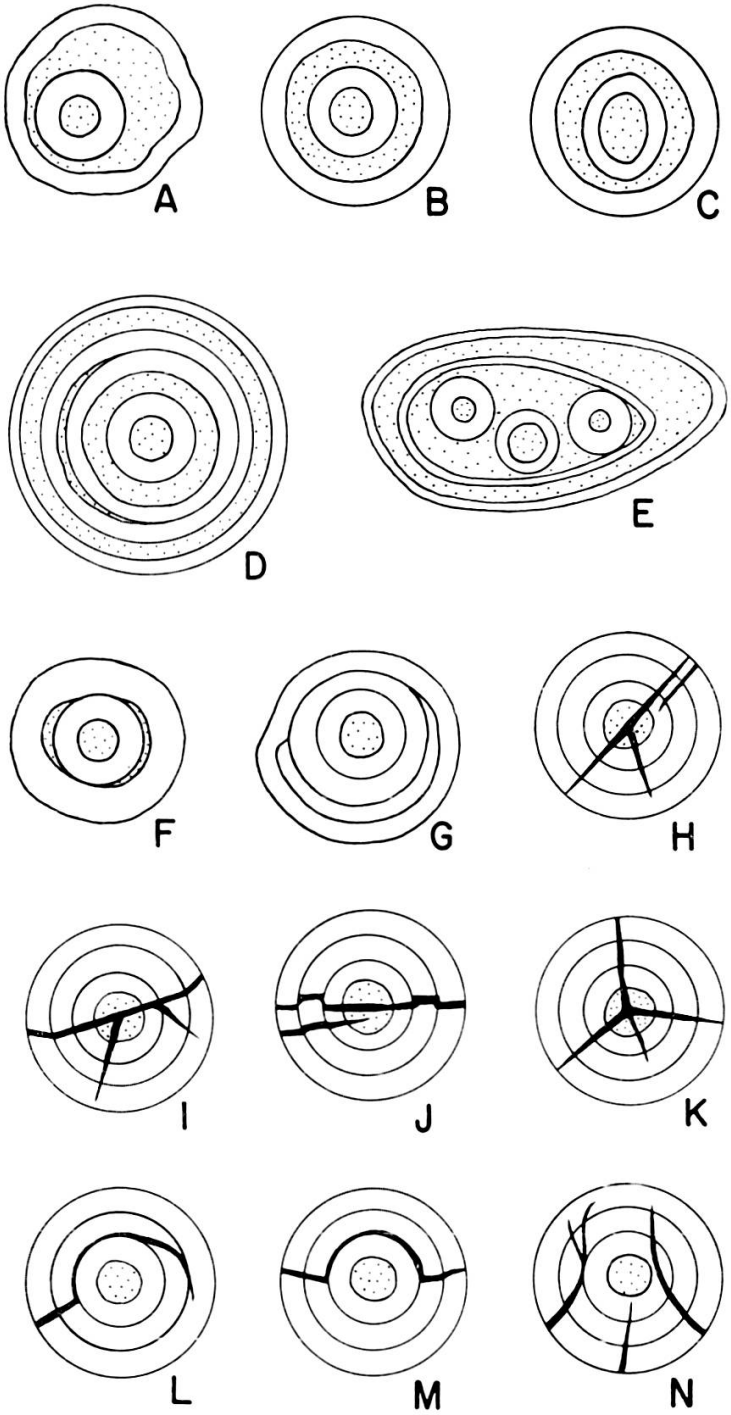

Fig. 2.

A à G: Types schématiques d'oolithes remaniées.
H à N: Types schématiques de réseaux de cassures.
Les couches de calcite sombre indifférenciée sont représentées par du pointillé; les couches à fine structure concentrique et fibroradiée sont laissées en blanc. Le remplissage de calcite secondaire hyaline des cassures est en noir. Voir texte pour détails complémentaires.

ultérieures de remaniement et d'oolithisation. Cependant, leurs couches concentriques sont minces et irrégulières ou font localement défaut à la suite d'actions érosives. De telles conditions sont caractéristiques des composants soumis à des processus d'oolithisation et dont la taille dépasse largement celle des grains les plus fréquents d'un sédiment donné (Carozzi, 1957, p. 33).

Quelques oolithes composées formées par deux ou trois individus inclus sous une enveloppe oolithique commune ont également été observées; leur comportement ne diffère pas de celui des oolithes remaniées déjà décrites.

L'étude des oolithes remaniées a révélé jusqu'à trois couches de calcite sombre et cryptocristalline intercalées entre quatre séries de couches finement concentriques et fibroradiées (fig. 2, D). Une telle architecture interne implique qu'autour d'un noyau de calcilutite s'est répétée quatre fois la succession suivante: phénomènes d'oolithisation — dépôt dans une calcilutite — remaniement, à l'exception que l'histoire s'est terminée avec la quatrième phase de dépôt dans la roche où les oolithes se trouvent actuellement.

Notons que Cayeux (1935, p. 226) a signalé des oolithes à deux couches de calcite sombre et indifférenciée dans le calcaire hettangien de St-Paul-le-Jeune en Ardèche. Il est évident qu'il s'agit toujours d'un nombre minimum de répétitions de la succession: oolithisation — dépôt — remaniement, à savoir celles démontrées par la présence de couches de calcite sombre et cryptocristalline. Au fur et à mesure que les corps oolithiques augmentent de taille, l'épaisseur des fines couches concentriques correspondant aux phases successives d'oolithisation diminue de façon générale. Cette évolution normale provient de l'augmentation de la taille des corps qui rend leur oolithisation de plus en plus difficile (Carozzi, 1960, p. 240).

L. Cayeux (1935, p. 227) insiste également sur le fait que dans tous les cas qu'il a étudiés, la pâte de fond de calcilutite dans laquelle on trouve les oolithes actuellement est identique en tous points au matériel sombre et cryptocristallin formant les noyaux et les zones intercalées entre les fines couches concentriques. Cette observation est entièrement valable pour les exemples étudiés ici. Elle implique que les phénomènes de remaniement, d'oolithisation et de dépôt de calcilutite se sont produits à proximité immédiate l'un de l'autre et ont pu se succéder localement de façon cyclique avec la plus grande facilité. Peut-être sont-ils une expression de variations saisonnières de l'agitation des eaux à profondeur faible et sensiblement constante.

L'agitation la plus forte en milieu saturé correspondrait aux phénomènes d'oolithisation qui, comme nous le verrons plus loin, se sont terminés souvent par la rupture de certaines oolithes. Une agitation plus modérée correspondrait à la dispersion des oolithes et de leurs fragments dans une boue de calcilutite dont la texture témoigne de l'existence d'un milieu calme. L'agitation reprendrait ensuite avec le remaniement de la calcilutite et des oolithes qu'elle contient pour conduire à une nouvelle phase d'oolithisation.

Oolithes remaniées, brisées et régénérées.

Ces types d'oolithes sont caractéristiques des coupes étudiées. L. Cayeux (1935, p. 225, pl. XIII, fig. 49, pl. XIV, fig. 51), après avoir examiné des calcaires oolithiques marins de tous les âges affirme qu'en général les oolithes brisées par action mécanique pendant la sédimentation sont des raretés. Rappelons cependant que les oolithes et pseudoolithes déformées *plastiquement* pendant la sédimentation sont bien plus répandues qu'on ne l'avait supposé (Carozzi, 1961); il pourrait en être de même des oolithes brisées.

Avant de discuter l'évolution des divers types de fragments engendrés par les phénomènes de rupture, il convient de décrire les propriétés générales des réseaux de cassures qui ont affecté les oolithes. Ces cassures qui peuvent atteindre le nombre de quatre à cinq dans une oolithe donnée, sont essentiellement rectilignes ou légèrement ondulées, souvent mais pas nécessairement en position radiale. Quelques-unes de ces cassures peuvent être parallèles entre elles, mais le plus souvent elles se recoupent sous des angles variables.

Ces cassures peuvent présenter leur largeur maximale au milieu de l'oolithe et devenir de plus en plus étroites radialement, ou présenter leur largeur maximale à la périphérie de l'oolithe et se coincer vers l'intérieur (fig. 2, H). Enfin, elles peuvent être de la même largeur sur toute leur longueur. Les cassures sont toujours remplies par de la calcite secondaire hyaline, leurs épontes sont bien définies et parfois la calcite de remplissage contient de petits fragments anguleux détachés des bordures.

Il apparaît statistiquement que la forme de rupture la plus fréquente correspond à une ou deux cassures principales radiales auxquelles sont associées quelques fines cassures secondaires recoupant obliquement les précédentes (fig. 2, H, I) Ce système occasionne la rupture des oolithes en demi-sphères avec possibilité de ruptures ultérieures en segments plus petits le long des cassures secondaires. Un second aspect de la rupture des oolithes

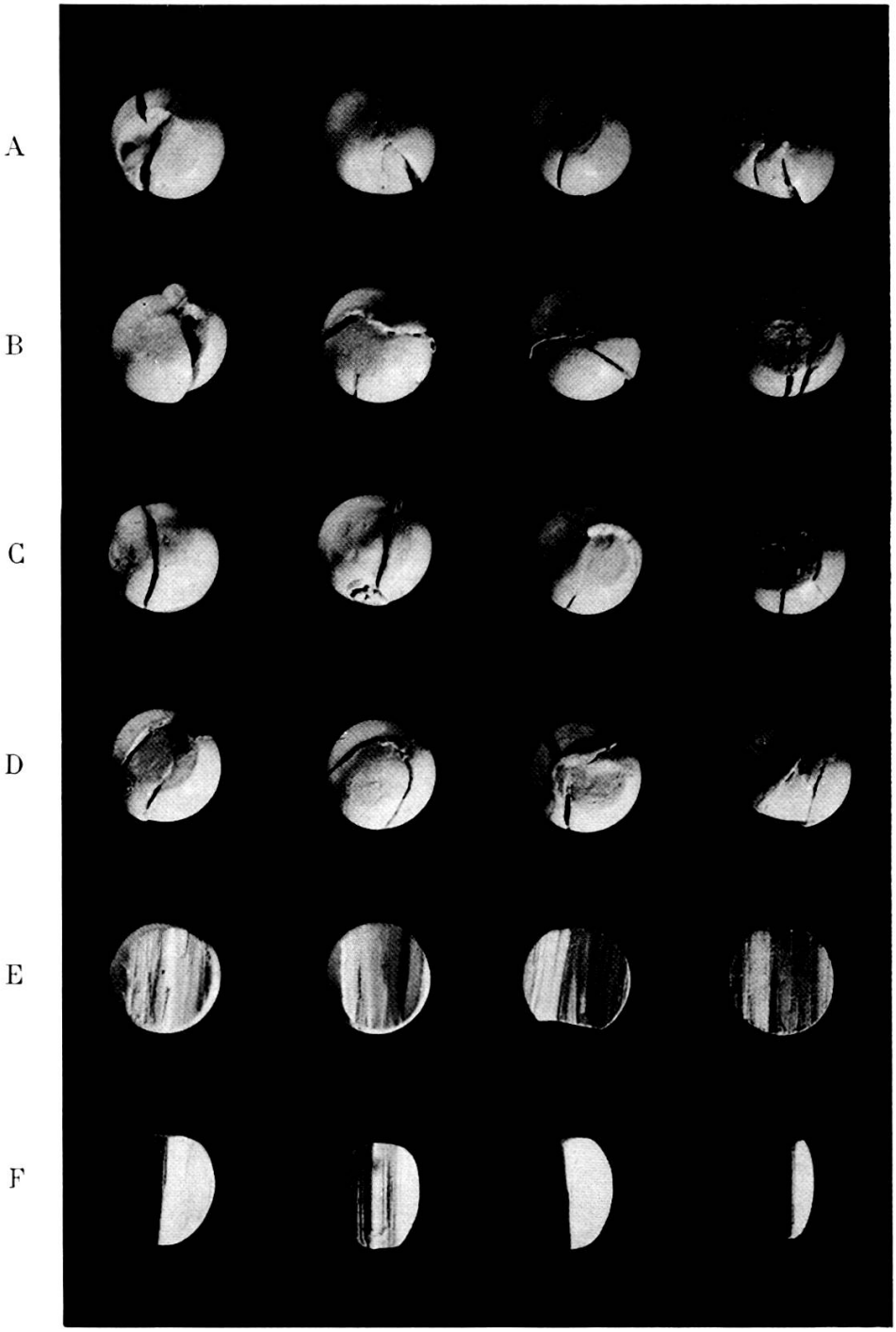

Fig. 4.

Types de réseaux de cassures obtenus expérimentalement par l'action d'un choc violent sur de petites sphères de bois (diamètre: 2 cm).

A à D: Réseaux de cassures.

E et F: Fragments obtenus.

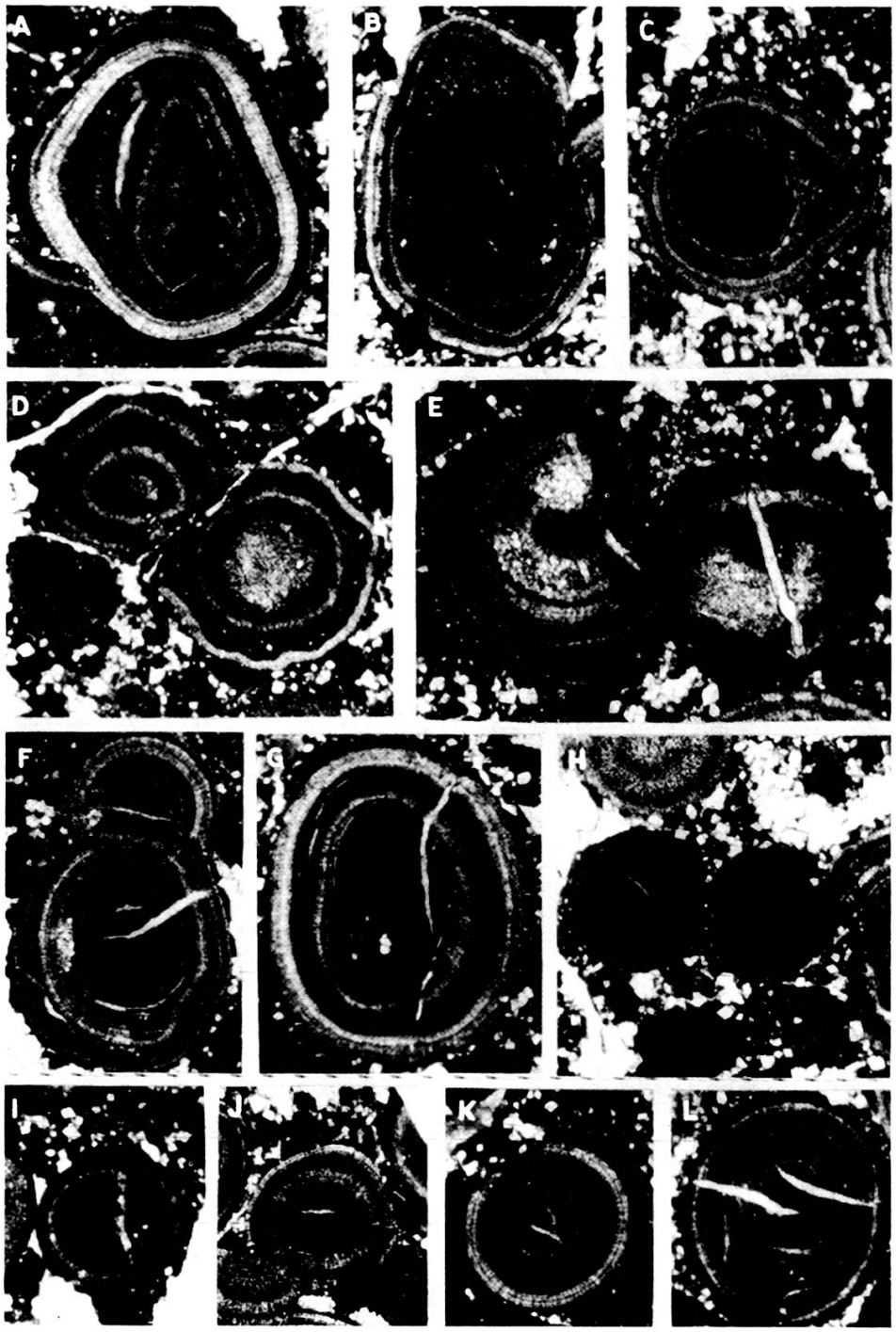

Fig. 5.

A à D: Oolithes remaniées et régénérées.
E à L: Oolithes remaniées et régénérées avec cassures naissantes.
Nicols non croisés, x 16.

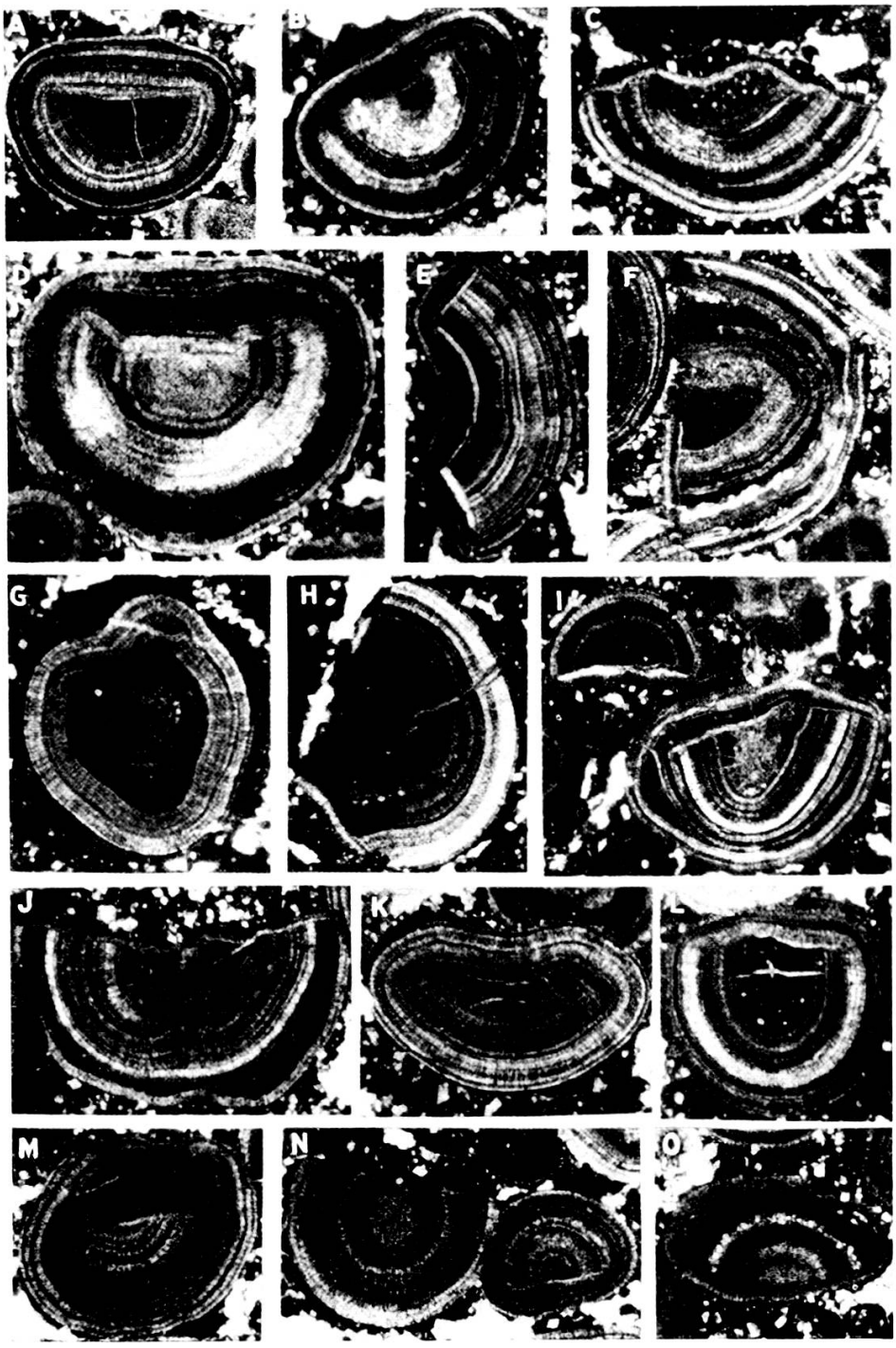

Fig. 6.

A à O: Oolithes remaniées et régénérées ayant subi une phase de rupture. Nicols non croisés, x 16.

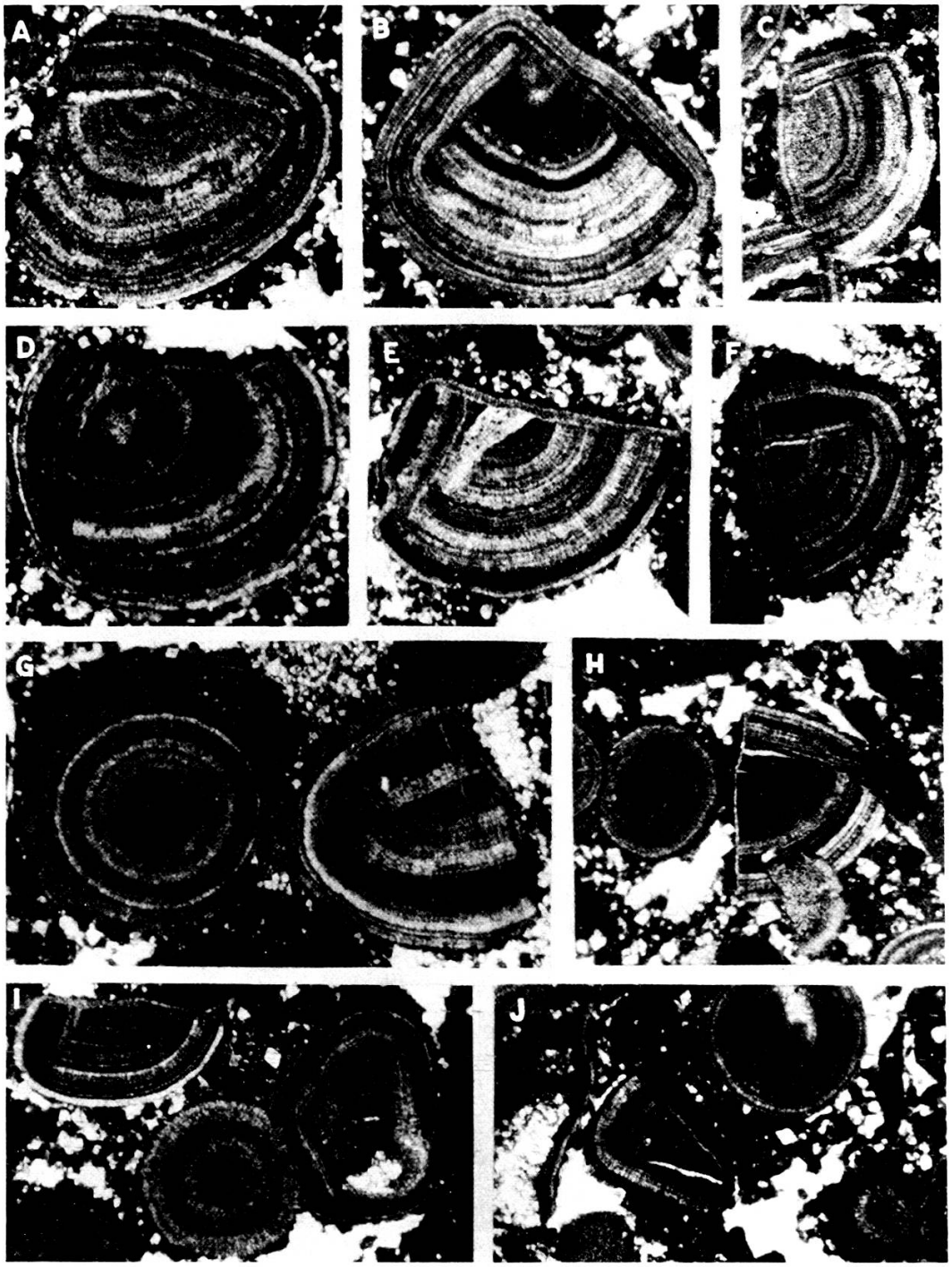

Fig. 7.

A à J: Oolithes remaniées et régénérées ayant subi deux phases successives de rupture. Nicols non croisés, x 17.

est représenté par un système de trois cassures principales radiales avec quelques fines cassures secondaires recoupant obliquement les premières (fig. 2, K). Ce système conduit à la rupture des oolithes en tiers de sphères plus ou moins parfaits.

Par rapport aux systèmes de cassures, les oolithes se comportent en général comme des corps rigides et homogènes en dépit de leur structure interne concentrique. Cependant, dans quelques cas, les cassures montrent des changements locaux d'orientation lorsqu'elles recoupent un groupe donné de couches concentriques qui ont réagi de façon différente aux efforts de rupture. Ces changements de direction sont répétés symétriquement de part et d'autre du noyau (fig. 2, I, J) et parfois correspondent aux couches concentriques extérieures. Enfin, dans d'autres cas, ont pris naissance des réseaux compliqués de fines cassures à forte courbure et qui souvent suivent sur une certaine distance les limites entre couches concentriques dont certains segments peuvent être détachés de cette manière (fig. 2, L, M, N).

Il a été possible de reproduire expérimentalement par l'action d'un choc violent sur des petites sphères de bois, tous les systèmes de cassures observés sous le microscope et de noter qu'en général les cassures s'irradient à partir des points d'impact (fig. 4). La fréquence des formes obtenues a également été la même que celle observée sous le microscope. En effet, les fragments les plus fréquents ont été des demi-sphères, suivis par des segments plus petits ($^1/_3$, $^1/_4$ ou $^1/_6$ de sphères) obtenus par rupture directe ou par fragmentation secondaire des demi-sphères. Enfin, les petits segments de forme très variable dus à des réseaux complexes de fines fractures se sont présentés avec la fréquence la plus faible.

L'identité entre les réseaux de cassures observés sous le microscope et ceux obtenus expérimentalement semble indiquer que les oolithes ont été brisées par des actions mécaniques synsédimentaires qui ont accompagné ou suivi immédiatement les processus d'oolithisation.

Il convient de subdiviser les oolithes remaniées, brisées et régénérées en quatre groupes principaux:

a) Oolithes fissurées montrant des cassures naissantes qui n'ont pas réussi à séparer les corps originaux en fragments distincts.

b) Oolithes ayant subi une phase de rupture.

c) Oolithes ayant subi deux phases de rupture.

d) Oolithes brisées et ultérieurement fissurées.

Oolithes fissurées.

Dans ces oolithes, les cassures sont nombreuses et fines, très variable de forme et souvent branchues. Il est évident que la multiplicité et la finesse des cassures ont empêché une fragmentation complète des oolithes, aucune fracture n'ayant été capable en apparence de recouper la totalité d'un corps oolithique donné.

Il est possible de déterminer l'âge relatif des différentes cassures en observant leurs rapports géométriques avec les groupes de couches fibro-radiées ou de calcite sombre cryptocristalline qu'elles recoupent. Dans la plupart des cas, on observe que les cassures prennent naissance au contact entre les couches fibro-radiées et celles de calcite indifférenciée qui les surmontent; en d'autres termes à la fin d'une phase d'oolithisation donnée (fig. 3, A). Il est fréquent de rencontrer plusieurs générations de cassures se recoupant l'une l'autre sous des angles quelconques (fig. 3, B).

Dans les oolithes où les couches de calcite sombre cryptocristalline ont été éliminées par abrasion mécanique pendant les remaniements, ces derniers peuvent être marqués par la position des points de départ des cassures. Cependant ces relations géométriques ne démontrent pas nécessairement les remaniements, mais donnent seulement la succession dans le temps des phases de rupture (fig. 3, C, D).

Les oolithes fissurées et préservées comme telles sont en général, dans un dépôt donné, de petite ou de grande taille. Cette observation s'explique par le fait que les actions dynamiques synsédimentaires ont un moindre effet sur les particules très petites ou très grandes qui sont ainsi rarement brisées de part en part. L'abondance de petites oolithes fissurées dans certains galets de calcilutite s'explique de la même façon.

Oolithes ayant subi une phase de rupture.

Parmi les oolithes brisées, ce sont les plus fréquentes. Elles apparaissent sous le microscope comme des un sixième, un quart, un tiers de sphères et très souvent comme des demi-sphères (fig. 3, E, F, G). Pour ces dernières, il n'est pas toujours possible d'affirmer qu'il s'agisse véritablement de demi-oolithes car des segments plus petits peuvent donner des coupes identiques. Cependant, la présence dans la plupart de ces corps de fissures naissantes obliques rappelle très fortement les demi-sphères obtenues expérimentalement (fig. 3, G).

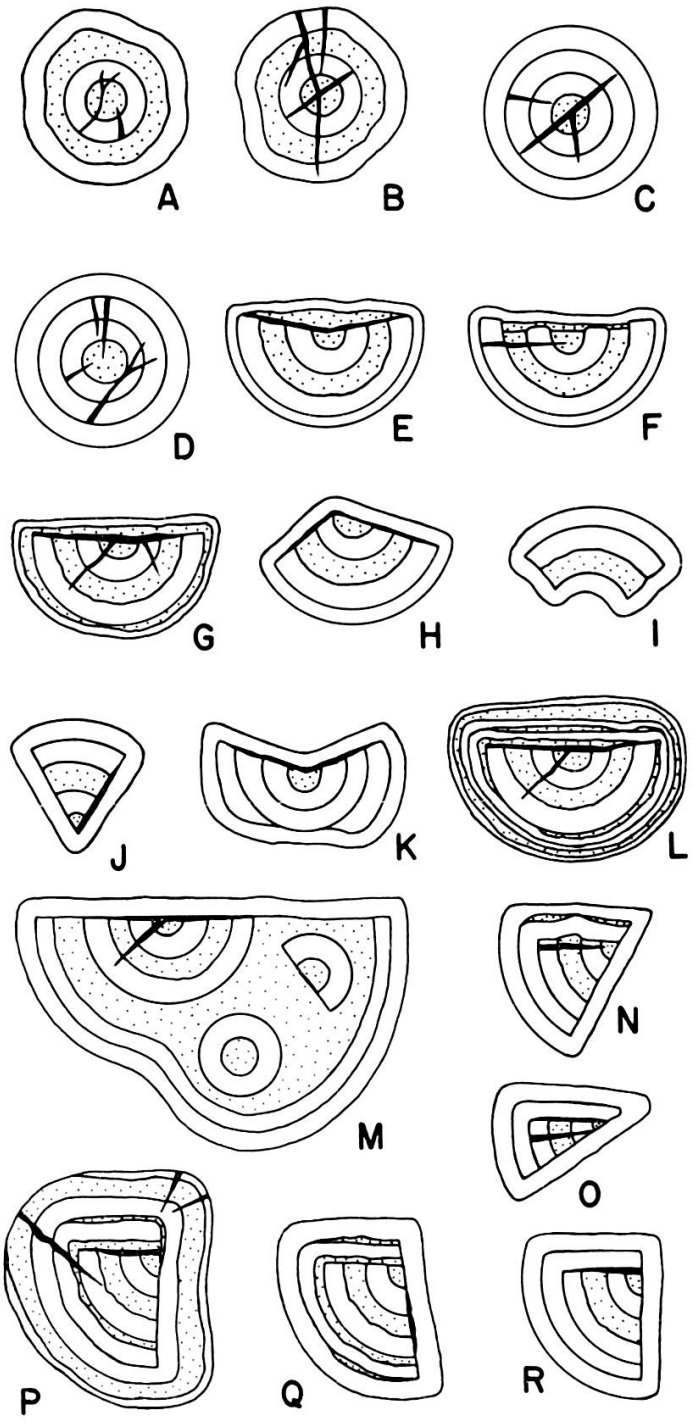

Fig. 3

A à D: Illustration schématique de l'âge relatif des cassures.
E à M: Types schématiques d'oolithes ayant subi une phase de rupture.
N à R: Types schématiques d'oolithes ayant subi deux phases de rupture.
Même légende graphique que pour figure 2. Voir texte pour détails complémentaires.

Ces fragments d'oolithes offrent tous les caractères de détail de ceux qui seraient libérés par les divers types de cassures déjà décrits. Certains débris peuvent présenter des encroûtements de calcilutite d'épaisseur variable sur tout leur pourtour ou seulement des lambeaux irréguliers remplissant les dépressions de leur surface extérieure (fig. 3, E, F, G). Enfin, dans de nombreux cas, les zones de calcite sombre font défaut soit à la suite d'une abrasion complète, soit parce que les débris ont été extraits de la calcilutite tels qu'ils avaient été incorporés (fig. 3, H, I, J). Dans ces deux cas, les fines couches de la première phase d'oolithisation post-rupture sont superposées directement à celles de la précédente le long de la surface originale des oolithes ou les recoupent le long des surfaces de rupture.

Dans d'autres oolithes, les couches concentriques de la première génération post-rupture, en général relativement minces, montrent des épaississements locaux comblant les irrégularités des surfaces sur lesquelles elles reposent. Parfois, les deux générations de couches concentriques se recoupent localement sous un angle aigu à la suite d'une forte abrasion pendant la phase de remaniement intermédiaire (fig. 3, K).

Naturellement ces fragments d'oolithes peuvent montrer à leur intérieur des alternances de fines couches concentriques et de zones de calcite indifférenciée indiquant des phases précédentes de remaniement. Ils peuvent également, et sans subir d'autres ruptures, devenir à leur tour les noyaux d'oolithes plus grandes en s'entourant de nouvelles enveloppes concentriques ou de calcite cryptocristalline, en cas de remaniements ultérieurs.

Les corps oolithiques construits autour des fragments d'oolithes résultant d'une seule phase de rupture montrent après cette dernière jusqu'à trois générations successives de fines couches concentriques séparées ou non par des zones de calcite sombre et cryptocristalline (fig. 3, L).

Il importe de noter que les surfaces de rupture limitant les fragments d'oolithes montrent très souvent un liséré de calcite hyaline correspondant à une partie du remplissage calcitique des cassures le long desquelles les oolithes se sont fragmentées. Cela indique que les phénomènes de rupture ont dû s'effectuer dans de nombreux cas en deux étapes. D'abord a eu lieu une fissuration des oolithes suivie du remplissage des fissures par de la calcite hyaline. Cette cicatrisation n'a pas empêché nombre d'oolithes de se briser par la suite le long des mêmes cassures et au travers de leur remplissage calcitique. La rapidité de formation de ce dernier nous paraît être une indication du milieu saturé dans lequel oolithisation et ruptures ont eu lieu.

Le comportement des galets de calcilutite contenant des oolithes normales, fissurées ou brisées et libérés par les phénomènes de remaniement est semblable à celui des oolithes individuelles. Ces galets ont été en général brisés après la première phase d'oolithisation qui s'est développée autour d'eux (fig. 3, M) et les fragments ainsi créés ont été ensuite entourés par les dépôts des phases ultérieures. Les couches intercalaires de calcite indifférenciée sont dans la plupart des cas absentes ou très réduites.

Il est intéressant de noter que les surfaces de rupture de ces galets lorsqu'elles recoupent les oolithes placées à leur intérieur le font systématiquement suivant des directions radiales (fig. 3, M). Celles-ci représentent des fissures préexistantes dans les oolithes que les plans de fracture des galets ont emprunté. D'ailleurs leur tracé au travers des oolithes est souvent souligné par de fins lisérés de calcite hyaline.

Dans les cas étudiés, nous n'avons pas rencontré de galets brisés plus d'une fois sans doute du fait de la grande taille qu'ils atteignent à la suite de la superposition des fines couches concentriques correspondant aux phases d'oolithisation successives.

Oolithes ayant subi deux phases de rupture.

Elles sont moins fréquentes que les oolithes soumises à une phase de rupture mais cependant très caractéristiques des niveaux étudiés. Elles apparaissent en général comme des un quart ou un sixième de sphères. Leur forme indique avec évidence qu'elles ont pris naissance à partir d'oolithes préalablement brisées en demi-sphères et contenant des fissures secondaires le long desquelles la seconde rupture a eu lieu (fig. 3, N à R).

En d'autres termes, ces fragments d'oolithes ont été brisés à nouveau après la phase d'oolithisation qui a suivi leur première rupture. Les fragments ainsi créés montrent autour d'eux jusqu'à deux générations successives de fines couches concentriques séparées ou non par des zones intermédiaires de calcite sombre et cryptocristalline (fig. 3, P, Q, R).

Le second épisode de fragmentation est clairement mis en évidence par les caractères des fines couches concentriques de la première phase d'oolithisation qui a suivi celui-ci. En effet, ces couches recoupent le long des surfaces de rupture celles des générations précédentes, tandis qu'elles leur sont parallèles partout ailleurs (fig. 3, N à R).

Dans de nombreux fragments, les surfaces le long desquelles s'est produite la seconde rupture, montrent des lisérés de calcite hyaline toujours

limités à l'intérieur des contours de la demi-sphère résultant de la première phase de rupture (fig. 3, O à R). En outre, on observe d'autres fines cassures remplies de calcite hyaline qui n'ont en apparence réagi à aucune action dynamique ultérieure (fig. 3, O). Ces observations indiquent clairement que le second épisode de rupture n'a fait qu'utiliser les zones de faiblesse dont l'origine remonte à la première phase de fissuration.

Les couches concentriques des deux dernières phases d'oolithisation sont en général plus minces que celles des autres; elles sont souvent réduites à une seule couche par phase qui peut même manquer localement (fig. 3, P).

Oolithes brisées et ultérieurement fissurées.

On constate parfois que des oolithes ayant subi un ou deux épisodes de rupture ont été en outre fissurées à la fin des dernières phases d'oolithisation par des actions dynamiques syn-sédimentaires. Celles-ci n'ont en apparence pas été capables de briser encore une fois de part en part ces corps oolithiques complexes et de taille appréciable.

Ces fissures tardives sont limitées le plus souvent aux points de rayon de courbure minima des oolithes (fig. 3, P). Elles sont relativement simples, de direction générale radiale et tendent à se coincer vers l'intérieur en suivant parfois sur une certaine distance les structures internes concentriques.

Conclusions.

Les oolithes remaniées, fissurées, brisées une ou deux fois et brisées puis fissurées forment un ensemble cohérent de structures sédimentaires. Elles indiquent par leurs caractères internes qu'elles ont toutes été affectées, d'une manière ou d'une autre, par de nombreuses répétitions d'un cycle de processus sédimentaires. Ce cycle comporte les phases suivantes: oolithisation accompagnée ou non de ruptures par des actions dynamiques syn-sédimentaires — dépôt dans une calcilutite — remaniement.

Les divers types de corps oolithiques décrits dans ce travail résultent en fait des modalités de distribution dans le temps des phénomènes de rupture et de leur interférence avec les processus d'oolithisation et de remaniement. Des exemples semblables ont été décrits en Europe sous le nom de « hiatus-oolithes » par G. Berg (1944, pp. 14-25, 45-49, fig. 5-41, 59-65) dans des calcaires et des minerais de fer oolithiques et considérés également comme le résultat de phénomènes mécaniques.

Aux Etats-Unis, des exemples dans le Mississippien de l'Iowa (Biggs, 1961, Thomas, 1960) ont été attribués, sans arguments convaincants, à une recristallisation diagénétique « in situ ». Cependant, l'origine mécanique

Fig. 8.

Oolithes brisées et régénérées en formation actuelle, Grand Lac Salé, Utah. Nicols non croisés, x 62.

A, B, C, E, H: Côte SW d'Antelope Island (localités 1 et 2, Carozzi, 1957, p. 41).

D, F, G: Promontory Point (*idem*, localité 4, p. 42).

C et G ont un noyau formé par un grain de quartz, D par un fragment de micaschiste, les autres oolithes ont des noyaux carbonatés ou invisibles.

de ces types d'oolithes est démontrée par leur abondance parmi les oolithes aragonitiques actuellement en formation dans les eaux agitées du Grand Lac Salé, Utah (fig. 8), en particulier dans les fractions relativement fines

de ces sédiments. Ces oolithes brisées et régénérées ne présentent cependant pas de zones de calcilutite intercalaire car elles ont été continuellement soumises aux processus d'oolithisation et de rupture mécanique sans phases de dépôt temporaire dans des boues calcaires fines qui ne peuvent se déposer qu'au large des plages.

Septembre, 1961.

Department of Geology.
University of Illinois.
Urbana, Illinois.

BIBLIOGRAPHIE

BERG, G., 1944, Vergleichende Petrographie oolithischer Eisenerze, Reichsamt f. Bodenf., *Archiv für Lagerstättenforschung*, Heft 76, 128 p.

BIGGS, D. L., 1961, Pseudo-detrital texture in limestones. Mimeographed, Dept. of Geology, Iowa State University, Ames, Iowa; aussi *Geol. Soc. America Bull.*, 1958, 69, p. 1535 (abstract).

CAROZZI, A. V., 1957, Contribution à l'étude des propriétés géométriques des oolithes — L'exemple du Grand Lac Salé, Utah, U.S.A. *Bull. Institut National Genevois*, vol. 58, pp. 1.-51.

—— 1960, *Microscopic Sedimentary Petrography*. John Wiley and Sons, New York, 485 p.

—— 1961, Distorted oolites and pseudoolites. *Jour. Sed. Petrology*, vol. 31, pp.262-274.

CAYEUX, L., 1935, *Les roches sédimentaires de France — Roches carbonatées*. Paris, Masson & Cie, 447 p.

THOMAS, J. A., 1960, *Guidebook for the twenty-fourth Annual Tri-State Field Conference*. North-Central Iowa. Mimeographed, Dept. of Geology, Iowa State University, Ames, Iowa.

WALPOLE, R. L. et A. V. CAROZZI, 1961, Microfacies study of the Rundle Group (Mississippian) of the Front Ranges, Central Alberta, Canada. *Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologists*, vol. 45, pp. 1810-1846.