

Nouveaux gisements à Stelléroides dans le Kimméridgien supérieur (Calcaires en plaquettes) du Jura méridional : Ain, France

Autor(en): **Enay, R. / Hess, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **63 (1970)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163877>

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.

Nouveaux gisements à Stelléroïdes dans le Kimméridgien supérieur (Calcaires en plaquettes) du Jura méridional — Ain, France¹⁾

Par R. ENAY²⁾ et H. HESS³⁾

RÉSUMÉ

Les auteurs font connaître et décrivent de nouvelles découvertes de Stelléroïdes faites dans les calcaires en plaquettes du Kimméridgien supérieur de Brénaz et de Culoz (Ain, France). De Brénaz vient un spécimen unique d'*Ophiopetra* cf. *lithographica* HESS décrite en 1962 d'un premier gisement distant d'une dizaine de kilomètres de celui de Brénaz. A Culoz, une série de restes d'Ophiures a été trouvée, attribués à *Ophiopsammus* ? *kelheimensis* (BOEHM), ainsi qu'une étoile de mer, *Pentasteria* (*Archastropecten*) *infirma* (FRAAS). Ces restes, très modérément disloqués, ont dû être enfouis rapidement. On discute la biostratonomie en comparaison des Ophiures des calcaires lithographiques de Bavière et du Callovien inférieur de la Voulte-sur-Rhône. Il semble probable que l'enfouissement des Stelléroïdes de Brénaz et de Culoz a pris place non loin de l'endroit où ils ont vécu.

ABSTRACT

New discoveries of asterozoans from the slaty limestones of the Upper Kimeridgian of Brénaz and Culoz (Ain, France) are described. At Brénaz, a unique specimen of *Ophiopetra* cf. *lithographica* HESS has been found. Numerous remains of this species were originally described from a locality situated about ten kilometers from Brénaz. At Culoz, more than 20 specimens of an ophiuroid have been found which are assigned to *Ophiopsammus* ? *kelheimensis* (BOEHM). A single specimen of the starfish *Pentasteria* (*Archastropecten*) *infirma* (FRAAS) has also been discovered.

These asterozoans which are only moderately disjointed if at all, must have been buried within a short period. After a discussion of the biostratonomy and comparisons with the lithographic limestones of the Swabian and Franconian Alb, as well as with the Lower Callovian shales of la Voulte-sur-Rhône, it is concluded that the fossils occur not far from the site at which they originally lived.

Il y a quelques années (ENAY et HESS, 1962) nous avons signalé la découverte d'Ophiures dans la partie supérieure des calcaires en plaquettes kimméridgiens du Haut-Valromey. Récemment, les mêmes niveaux ont fourni de nouveaux restes d'Ophiures et une étoile de mer dans deux autres localités.

¹⁾ Nous avons bénéficié de l'aide matérielle du Fonds national suisse de la recherche scientifique pour les travaux des photographies et des dessins. Les photographies ont été faites par M. R. Friedli (Bâle) tandis que les dessins ont été exécutés par M. O. Garraux (Bâle).

²⁾ Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences de Lyon et Centre de Paléontologie stratigraphique associé au C.N.R.S., 69, Lyon, France.

³⁾ Im Gerstenacker 8, 4102, Binningen, Suisse.

Les deux gisements nouveaux sont dans le massif du Grand Colombier, anticlinal qui borde vers l'Est le synclinal crétacé du Valromey et s'accolé au Nord au massif (ou plateau) de Retord (voir Carte géologique de la France à 1/80000, N° 160, Nantua, 3^e éd.).

Le *gisement de Brénaz* est sur la bordure occidentale du massif, à une dizaine de kilomètres en ligne droite de celui des Abergements décrit en 1962. Depuis Brénaz la route forestière du Golet de la Biche traverse une série du Jurassique supérieur déversée et formant le flanc ouest du pli. Près de la Grange de Léaz elle entaille les calcaires en plaquettes plongeant de 60 à 70° vers l'Est; de là on les suit en direction le long du chemin qui rejoint le Col de Richemont vers le Nord jusqu'à la Grange d'Aimoz (et au delà). Le gisement se trouve sur la feuille à 1/20000 de Saint-Rambert N° 8 (I. G. N. XXXII-30, coord. 863670-112150, cote 1070).

Une Ophiure unique, mais d'une conservation admirable, appartenant à l'espèce décrite en 1962, a été découverte par P. COTILLON.

Le *gisement de Culoz* appartient au flanc oriental du Grand Colombier. Il est dans la paroi qui termine le pli au Sud et domine le cirque de Culoz, au lieu-dit «Rocher de Milvendre». La nouvelle route qui rejoint celle venant d'Anglefort pour gagner la Croix du Colombier entaille les niveaux fossilifères dans le dernier des lacets assurant le franchissement de la falaise calcaire du Jurassique supérieur (feuille à 1/20000, Rumilly N° 1, I. G. N. XXXIII-31, coord. 867850-101800, cote 750).

L'un de nous a recueilli *in situ* plusieurs plaquettes calcaires avec des restes d'Ophiures, ainsi qu'une petite étoile de mer.

Avec ces nouvelles trouvailles et une meilleure connaissance des conditions de gisement, surtout à Culoz, il devient possible d'approfondir les problèmes d'écologie des populations de Stelléroïdes dans un environnement périrécifal.

L'ensemble du matériel a été étudié par H. HESS qui avait déjà examiné les premières collectes. Nous remercions Mlle A. M. CLARK du British Museum pour l'envoi des spécimens d'*Ophiopeza fallax* et d'*Ophiopsammus yoldii*. Les termes utilisés pour les descriptions sont les mêmes que ceux déjà employés antérieurement (ENAY et HESS, 1962).

Le matériel fait partie des collections du Département des Sciences de la Terre de la Faculté des Sciences de Lyon avec les numéros 76212 à 76235.

1. *Ophiopetra* cf. *lithographica* HESS (Planche I)

Description

L'unique échantillon de Brénaz (76.212) montre la face ventrale (diamètre du disque: 7 mm, longueur des bras env. 35 mm). Sur le disque, les écailles de la face ventrale ont disparu pour la plus grande partie. Malheureusement, la décomposition a aussi attaqué le squelette buccal: les boucliers buccaux et les plaques adorales ne sont plus conservés.

Les écailles de la face dorsale visibles de dessous sont plutôt petites et imbriquées. Sur le bord ainsi que sur le milieu du disque elles semblent être un peu plus grandes. Les boucliers radiaux ne sont conservés qu'en partie: ils semblent être un peu moins longs que la moitié du radius du disque. Les plaques génitales sont en forme de baguette avec rainure ventrale. Les écailles génitales sont moins bien visibles, elles sont en forme

de banane et plates. Les dents sont faibles. Quelques papilles buccales sont encore attachées aux plaques orales, ces papilles sont assez semblables aux dents.

Les bras sont constitués par 65–70 segments. Les plaques ventrales ainsi que les pores tentaculaires sont développées sur toute la longueur des bras. C'est seulement vers l'extrémité des bras que les plaques latérales entrent en contact. Ces plaques sont finement striées en travers. Des écailles tentaculaires foliacées sont conservées par endroit. Il n'est pas possible de vérifier leur nombre (1 ou 2?). Sur les parties distales des bras quelques piquants sont encore conservés. Il semble que leur nombre n'ait pas dépassé 3 ou 4, et leur longueur correspond à celle d'un segment. Ces piquants sont donc très semblables à ceux de l'holotype d'*Ophiopetra lithographica* en tenant compte de leur position (ENAY et HESS, 1962).

Rapports et différences

L'échantillon malheureusement unique décrit ci-dessus montre une ressemblance très nette avec *Ophiopetra lithographica* des mêmes couches. Les caractères ayant une importance systématique (boucliers radiaux et autres plaques de la couverture du disque, squelette buccal et squelette des bras) correspondent bien à ceux des échantillons du Petit-Abergement.

Le développement un peu plus prononcé des plaques ventrales chez l'échantillon de Brénaz peut être expliqué par la différence de taille. Le nombre des écailles tentaculaires ne peut être fixé chez l'échantillon en question; elles ont toutefois l'air d'être plus larges que chez le matériel antérieurement décrit. Malheureusement, les piquants proximaux des bras, caractère décisif pour une détermination sûre, ne sont pas préservés.

Cette Ophiure montre les traits du genre *Ophiopetra* et il est vraisemblable qu'elle appartient à l'*Ophiopetra lithographica* malgré les quelques différences énumérées.

2. *Ophiopsammus? kelheimensis* (BOEHM, 1889) (Fig. 1, 2)

Description des échantillons ⁴⁾

Les Ophiures de Culoz, qui appartiennent toutes à la même espèce, se trouvent sur les 17 plaques énumérées ci-dessous (76.214–76.230). Avec trois exceptions (76.224, 76.228 et 76.230) l'état de conservation des fossiles laisse beaucoup à désirer, par une tendance à recristallisation de la roche ainsi que des fossiles.

76.214: Quelques bras et une partie du disque (aspect dorsal) sont visibles. Les boucliers radiaux sont petits et se touchent, le bras débute par une incisure où semblent se trouver quelques papilles ou granules. Boucliers radiaux et autres plaques du disque sont couverts d'une granulation fine.

76.215: Cette plaque contient un individu jeune (diamètre du disque: 25 mm, longueur des bras: env. 10 mm) et quelques bras d'un individu plus grand. Sur ces bras, dont l'aspect dorsal se montre en forme de faite, quelques piquants fins et courts sont encore conservés.

⁴⁾ Quelques échantillons nouveaux ont été récemment trouvés (76.231–76.235) qui n'apportent cependant rien de nouveau. Ces échantillons montrent de nouveau que les Ophiures ne se trouvent pas seulement sur l'une des faces des plaquettes.

76.216: Quelques bras (aspect ventral).

76.217: Sur les deux bras (aspect ventral) on peut distinguer des plaques ventrales et des pores tentaculaires développées aussi sur la partie distale des bras.

76.218: Individu qui montre la face dorsale (diamètre du disque 9 mm). On ne peut distinguer aucun détail.

76.219: Disque d'un diamètre d'env. 10 mm, aspect ventral. Pas de détail.

76.220: Face dorsale d'un disque (diamètre: 5 mm) qui ne montre pas de détails.

76.221: Empreinte d'un disque (9 mm) et de la plus grande partie des bras (longueur au moins 50 mm), par endroit les parties distales des bras sont encore conservées (aspect ventral).

76.222: Empreinte d'un disque (diamètre 8,5 mm) avec bras encore préservés par endroit (aspect dorsal).

76.223: Deux fragments de bras, aspect dorsal.

76.224: Cette plaque montre trois bras et une partie du disque qui sort de la gangue. La conservation des plaques dorsales et latérales des bras est bonne. Sur les côtés des plaques latérales, qui sont largement séparées par les dorsales, on peut distinguer au moins trois piquants fins et appliqués dont la longueur n'atteint guère celle d'un segment. Les plaques latérales sont finement striées transversalement. Les plaques dorsales présentent la forme d'un toit. Les boucliers radiaux ne sortent guère de leur couverture de granules. L'entrée des bras dans le disque est marquée d'une incisure bordée de quelques granules plus grands.

76.225: Deux bras, aspect ventral.

76.226: Sur cette plaque on peut distinguer la face ventrale d'un disque qui montre les plaques orales grêles.

76.227: Un disque (ventral) et des bras en mauvais état de conservation.

76.228: Cette plaque montre des restes d'Ophiures sur les deux faces. Sur l'un, on voit un disque dorsal (diamètre 8 mm) avec les bras, le tout sans détails. Sur l'autre face se trouve un bon échantillon. Il montre plus de la moitié d'un disque à aspect ventral (voir fig. 1), trois bras proximaux et un bras distal. Sur le disque, on peut distinguer un bouclier buccal un peu prolongé vers l'extérieur, accompagné de deux plaques adorales. Ces plaques n'entrent pas en contact direct sur le côté proximal du bouclier buccal. Les plaques orales portent encore les dents plutôt faibles et quelques papilles buccales. Celles-ci sont contigües, acuminées à proximité des dents tandis que celles situées plus à l'extérieur sont plus ou moins arrondies. Une ou deux des papilles buccales extérieures sont plus grandes et attachées aux plaques adorales qui montrent en cet endroit une concavité nette. En outre, il y a deux papilles assez grandes en forme d'épine courte qui sont situées à l'extrémité distale de la fente buccale, devant la première plaque ventrale. Le deuxième tentacule est situé entièrement dans la fente buccale. L'espace interbrachial du disque est couvert par une granulation fine et serrée. Sous cette granulation on peut distinguer de petites plaques imbriquées.

Sur les bras, les plaques ventrales sont bien développées, elles séparent les plaques latérales jusque vers l'extrémité des bras. La zone de contact est pourtant assez étroite.

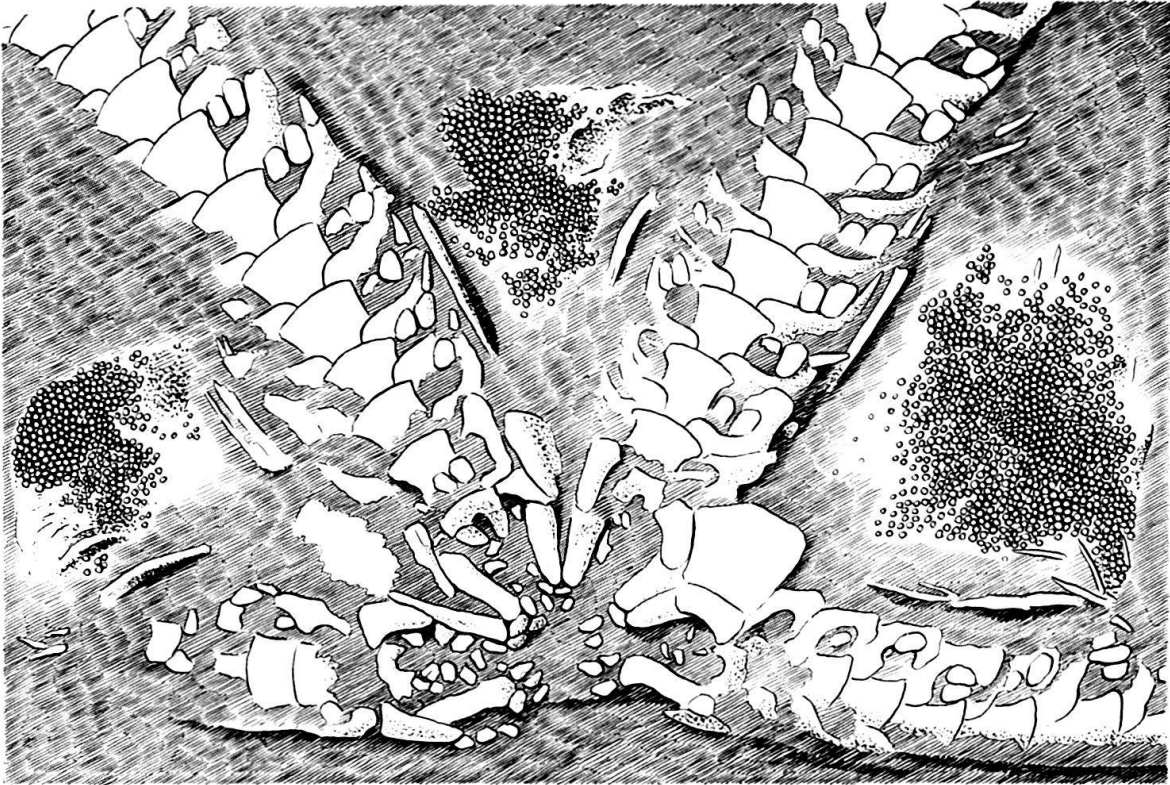


Fig. 1. *Ophiopsammus ? kelheimensis* (BOEHM), partie du disque à aspect ventral avec deux bras proximaux. 12,5 X. Kimméridgien supérieur, Culoz (Ain). Collection du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, N° 76.228.

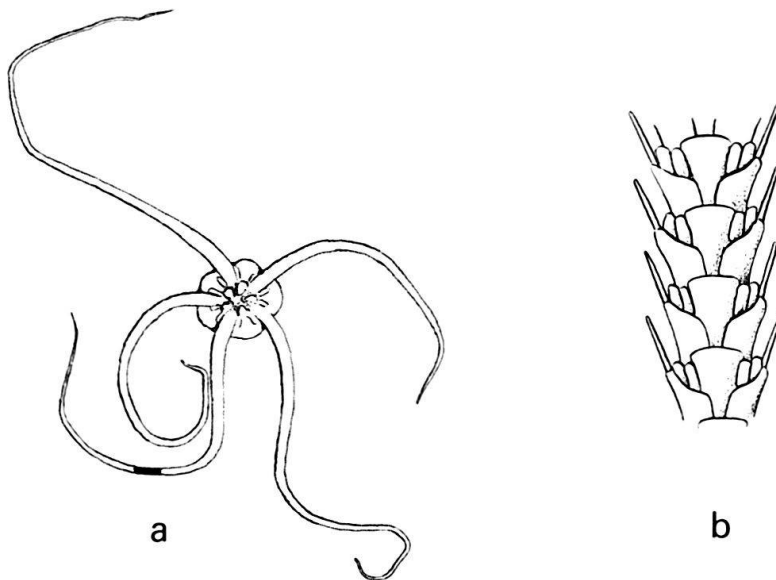


Fig. 2. *Ophiopsammus ? kelheimensis* (BOEHM), aspect général (face ventrale) (a=gr. nat.) et détail de la partie moyenne d'un bras (partie noire) (b=12,5 X). Kimméridgien supérieur, Culoz. Collection du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, N° 76.230.

Les pores tentaculaires sont bien visibles. Dans la partie proximale des bras on peut distinguer deux écailles tentaculaires squamiformes dont l'externe touche l'épine la plus ventrale. Les plaques latérales semblent être plutôt minces. Elles portent environ trois piquants fins qui n'atteignent guère la longueur d'un segment brachial. La surface externe des plaques latérales est très finement striée transversalement.

76.229: Deux bras assez longs (env. 35 mm) qui montrent la face dorsale en forme de faîte.

76.230: Il s'agit d'un échantillon complet qui montre la face ventrale (fig. 2) (diamètre du disque: 8 mm, longueur des bras: 55 mm). Cet échantillon a été dégagé à l'aide du jet de sable (poudre de dolomite) et de ce fait les structures fines sont moins visibles que sur l'échantillon 76.228 (fig. 1). Pourtant les éléments du squelette sont tout à fait comparables dans les deux échantillons. Les papilles buccales sont au nombre de six. Les fentes génitales sont particulièrement bien visibles dans cet échantillon, les écailles génitales forment un relief prononcé. Dans la partie moyenne des bras, les écailles tentaculaires sont toujours bien visibles (fig. 2b).

Caractères de l'espèce

Il s'agit donc en résumé d'une espèce de taille moyenne, avec diamètre du disque jusqu'à 10 mm et la longueur des bras supérieur à 50 mm. Les boucliers radiaux sont petits et se touchent; ils sont, comme le reste du disque, couverts d'une granulation fine et serrée. Les bras débutent par une incisure sur le côté dorsal du disque, devant les boucliers radiaux. Les boucliers buccaux sont un peu allongés vers l'extérieur et, sur leur côté proximal, les plaques adorales n'entrent pas en contact direct. Les dents sont plutôt faibles; les papilles buccales forment une série contigüe dont les externes sont plus grandes et plus arrondies que les internes. Le pore du deuxième tentacule se situe dans la fente buccale. Sur les bras, les plaques ventrales et les pores tentaculaires sont bien développés jusque vers l'extrémité des bras; il y a deux écailles tentaculaires dont l'externe touche l'épine ventrale. Les plaques latérales, finement striées, portent au moins trois piquants courts et appliqués. Les plaques dorsales sont bien développées et tectiformes.

Rapports et différences

Les faibles piquants brachiaux ainsi que l'aspect dorsal des bras éloignent cette espèce de l'*Ophiopetra lithographica*. Par contre, il y a beaucoup de ressemblance avec deux espèces des calcaires lithographiques d'Allemagne, *Geocoma carinata* (MUNSTER) et *Ophiocten kelheimense* BOEHM.

Les bras des deux espèces sont très semblables ainsi que la couverture du disque (écailles couvertes d'une granulation fine). Sur le disque on peut tout de même constater quelques différences. Chez les échantillons de *G. carinata* que j'ai pu examiner moi-même, le disque est toujours très petit par rapport à la longueur des bras (p.e. 5 mm sur 50 mm). Par contre, les trois échantillons plus grands de la plaque qui porte l'holotype d'*Ophiocten kelheimense* BOEHM (1889, pl. V, fig. 8) (voir ENAY et HESS, 1962, p. 668) ont un diamètre du disque entre 6 et 8 mm avec une longueur de bras inférieure à 50 mm. Chez l'Ophiure de Culoz, il y a un rapport de 8–10 mm (disque) à 50–55 mm (bras).

Les plaques adorales des Ophiures en question ressemblent davantage à celles d'*O. kelheimense*, tandis que chez *G. carinata* elles sont loin d'être en contact (HESS, 1960, fig. 35). Finalement, les incisures dorsales sont bien reconnaissables chez l'espèce de Culoz. Il est donc très probable qu'il s'agit d'*Ophiocten kelheimense* BOEHM.

Avec ces nouvelles trouvailles d'*Ophiocten kelheimense* on peut procéder à une discussion plus raisonnable de la position systématique de cette espèce. On peut constater les différences suivantes entre l'espèce en question et le genre *Ophiocten*:

- disque couvert de granulation aussi sur le côté ventral chez *O. kelheimense* (différence déjà remarquée par BOEHM),
- pore du deuxième tentacule située dans la fente buccale chez l'espèce fossile,
- plaques ventrales plus développées chez les échantillons fossiles.

L'ensemble des caractères montre qu'il s'agit d'une espèce des Ophiodermatidae et non des Ophiuridae (auxquels *Ophiocten* appartient). Parmi les Ophiodermatidae c'est le genre *Ophiopeza* PETERS qui doit d'abord être considéré.

Il est vrai que ce genre a été placé en synonymie de *Pectinura* par CLARK (1909) et d'autres. Pourtant MORTENSEN (1940) et A. M. CLARK (1968) ont montré qu'il faut retenir *Ophiopeza*. Un genre très voisin, *Ophiopsammus* LÜTKEN doit aussi être considéré. Suivant la discussion d'A. M. CLARK (1968), *Ophiopsammus* (type: *O. yoldii*) se distingue facilement d'*Ophiopeza* (type: *O. fallax*) par ses plaques brachiales dorsales beaucoup plus larges et carénées. Par la suite, le nombre des piquants brachiaux est réduit chez *Ophiopsammus*. Chez notre espèce les plaques dorsales sont moins larges que chez *Ophiopsammus* mais aussi carénées, et leur bord distal est aussi rectiligne. Chez les deux genres vivants, les écailles tentaculaires sont relativement plus petites de même que les plaques adorales. Les papilles buccales d'*O. kelheimense* ressemblent davantage à celles d'*Ophiopsammus yoldii*. Nous préférons donc placer notre Ophiure dans le genre *Ophiopsammus* avec un point d'interrogation à cause de certaines différences pourtant pas grandes. Ces différences ne sont du reste pas étonnantes puisque les genres récents ne se distinguent que peu et doivent être caractérisés par un nombre très restreint de détails.

Deux espèces fossiles ont été attribuées à *Ophiopeza*. Il s'agit d'*Ophiopeza portei* GUILLAUME (1926) du Bathonien du Calvados et d'*Ophiopeza ferruginea* (BOEHM, 1889: voir COTTREAU, 1929) du Bathonien de Vögisheim (Breisgau), du Calvados et d'Alençon (Orne). Les couches correspondantes ont été déposées dans des conditions littorales.

Le développement plus grand des plaques adorales éloigne *Ophiopsammus ? kelheimensis* d'*Ophiopeza portei*, tandis que *Ophiopeza ferruginea* possède des encoches dorsales munies de papilles, (les espèces récentes d'*Ophiopeza* ne montrent pas de papilles aux encoches à l'intersection des bras et du disque). Les écailles tentaculaires d'*O. ferruginea* ne sont malheureusement pas bien connues; chez *O. portei* il y en avait deux.

L'*Ophiopsammus ? kelheimensis* possédait une granulation dense sur le disque; chez les autres espèces mentionnées et surtout chez *O. portei* cette granulation a largement disparu. Une espèce de l'Hauterivien de Neuchâtel (voir page 1070) a aussi un disque fortement granulé et se rapproche des trois espèces discutées ci-dessus, mais il y a des différences assez nettes pour l'établir comme espèce nouvelle.

Ce type d'Ophiures se trouve donc bien représenté dans le Jurassique et le Crétacé inférieur et il semble hors de doute qu'une partie des Ophiodermatidae récents peut être dérivée directement de ces formes fossiles.

3. *Pentasteria (Archastropecten) infirma* (FRAAS, 1886) (Planche II)

Description

L'étoile de mer (76.213) présente sa face dorsale, le radius du disque étant de 7 mm et le radius des bras de 24 mm. La partie distale d'un des bras est tombée en pièces et les morceaux du squelette se sont éloignés jusqu'à 40 mm du centre du disque. Avant la préparation (Planche II, fig. 1) on ne voyait que les plaques marginales dorsales, les plaques terminales et les carinales des bras. De plus, on pouvait distinguer le bord dorsal de quelques plaques inframarginales.

Après nettoyage au jet de sable (à l'aide de poudre de dolomite) le fossile se présente comme sur la fig. 2, planche II. Le relief est causé par la voûte ambulacraire et les plaques orales, structures résistantes à la déformation.

Les plaques marginales dorsales, bien qu'assez hautes, présentent une forme quadratique. Leur surface, ainsi que celle des autres plaques dorsales du disque et des bras, est couverte de granules uniformes. Il n'est pas possible de vérifier si les plaques dorsales sont paxilliformes (c'est-à-dire munies d'une base aplatie qui supporte une tige).

Les plaques marginales ventrales ainsi que leurs piquants sont bien visibles. Ces piquants semblent être aplatis et un peu plus longs qu'une plaque marginale. Par endroit, on peut distinguer deux piquants par plaque, mais il n'est pas possible de vérifier si leur nombre a été plus élevé.

Rapports et différences

L'étoile de mer appartient à la famille des Astropectinidae dont l'un de nous a traité les formes fossiles en monographie (HESS, 1955). Par l'absence de piquants sur les marginales supérieures, le fossile doit être placé dans le genre *Pentasteria* et le sous-genre *Archastropecten* (HESS, 1960 a). Pour la détermination spécifique, il faut se tourner vers les Astérides trouvés dans les calcaires lithographiques de Bavière: *Pentasteria (Archastropecten) infirma* (FRAAS) du Weisser Jura de Sozenhausen près Ulm et *Pentasteria (Archastropecten) elegans* (FRAAS) des calcaires lithographiques de Solnhofen, ainsi que de Cerin: *Pentasteria (Archastropecten) lithographica* (THIOLLIERE) (de LORIOU, 1895). Des deux espèces de Bavière, l'étoile de mer de Culoz ressemble davantage à *P. infirma* par sa plaque terminale plutôt petite et ses plaques marginales quadratiques même dans la région interbrachiale. De même, la courbe interbrachiale caractéristique de *P. infirma* se retrouve chez l'Astéride de Culoz.

Chez *P. lithographica*, connue malheureusement que par sa face ventrale, les piquants sont très courts et les plaques marginales (inférieures) plus larges que longues dans la région interbrachiale. C'est surtout par ce dernier caractère que l'étoile de mer de Culoz semble s'éloigner de *P. lithographica*. Même en tenant compte que la

connaissance des piquants infra-marginaux de toutes ces formes laisse encore beaucoup à désirer, on peut tout de même attribuer ce spécimen à *Pentasteria infirma* avec une certaine confiance.

4. Conditions de gisement – Remarques paléoécologiques.

Depuis notre publication de 1962, l'un de nous, étudiant les formes coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (R. ENAY, 1965), a nettement distingué celles-ci des formations à polypiers occupant le bord interne de la chaîne. Les calcarénites avec colonnes construites de Saint-Germain-de-Joux sont l'un des deux faciès de remplissage « d'une zone isolée en arrière d'un ensemble construit linéaire allongé en direction NNE-SSW... » correspondant respectivement au chenal et à la barrière récifale qui le sépare de la haute mer. Les calcaires en plaquettes, lithographiques (Cerin, Creys, Morestel) ou bitumineux (Saint-Champ, Armailles, Orbagnoux), occupent la même situation et ont la même signification que les formations de Saint-Germain-de-Joux.

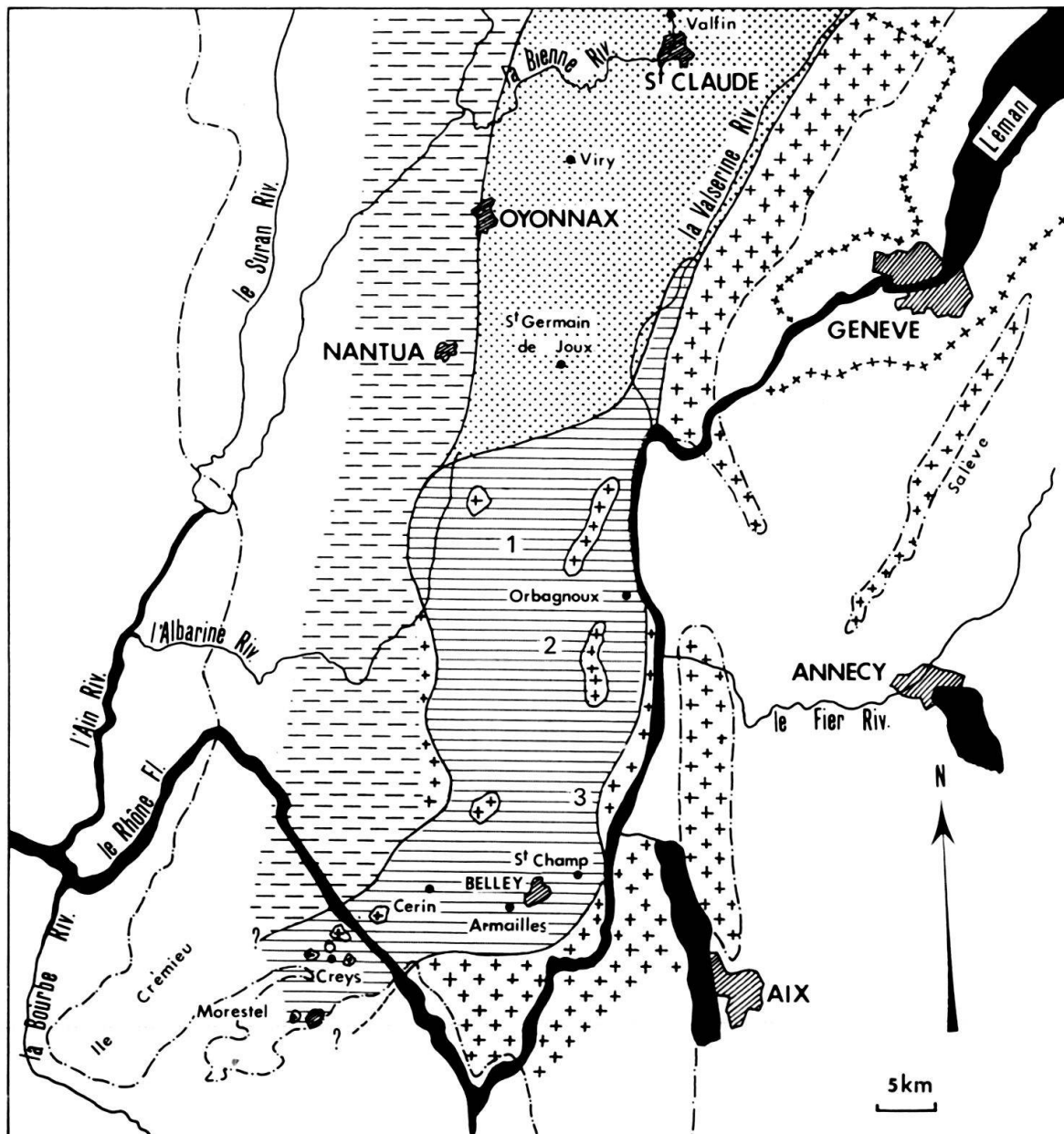
Les gisements de calcaires en plaquettes avec Ophiures actuellement connus occupent des situations différentes dans le chenal par rapport à la barrière récifale (voir fig. 3).

Des deux gisements nouveaux, celui de Brénaz, comme celui des Abergements, est dans le domaine des calcaires en plaquettes à faciès lithographique; ces deux gisements sont relativement éloignés des formations récifales de la barrière. Le faciès est identique: calcaire en plaquettes relativement épaisses (0,05 à 0,10 m), séparées par des lits marneux minces, gris à la cassure, jaunissant à l'air, parfois bicolores, à grain très fin. L'unique exemplaire collecté à Brénaz est à la surface d'une plaquette; il est regrettable que son orientation ne soit pas connue car il montre la face ventrale.

Le gisement de Culoz (fig. 4) est dans la partie supérieure de la falaise en grande partie inaccessible en dehors du tracé de la nouvelle route. L'existence des calcaires en plaquettes avec le faciès bitumineux était établie par de rares échantillons collectés en éboulis par A. FALSAN et dont l'origine exacte était inconnue.

Le Kimméridgien supérieur est surtout représenté par des calcaires compacts, en bancs épais ou massifs, correspondant au faciès construit du bord interne de la chaîne. Il n'a pas été observé de polypiers en place ici, mais l'accès est difficile en dehors du tracé de la route. Par contre, des colonies sont visibles plus au Nord, sur la ligne de crête portant les points culminants du massif. Dans cette direction, la falaise, bien nette au-dessus de Culoz, perd de son individualité et les masses construites forment des reliefs (Pierre Amion, Pierre Fillola) curieusement isolés au milieu d'un environnement de prairies sans relief installées sur un sol d'altération qui ne laisse pas voir le substratum. Immédiatement en contre-bas, dans le flanc inverse chevauché, les calcaires en plaquette bitumineux existent à Virieu-le-Petit, sur le chemin des Granges de Fivole, et au-dessus de Chavornay, au pied de la falaise de Planapose.

Tous ces éléments suggèrent une proximité plus grande de la barrière, confirmée par la coupe visible le long de la nouvelle route qui montre l'intrication étroite des différents faciès. Les calcaires en plaquettes y apparaissent deux fois séparés par des calcaires bio-détritiques blancs ou crème, mal stratifiés: une première fois à la partie inférieure de la falaise, avec le faciès bitumineux et sans fossile jusqu'ici; une deuxième fois dans le haut de la falaise où est le gisement.









-  Calcaires à polypiers compacts, en lentilles alternant avec des formations non coralliennes au Salève.
-  Calcaires «oolithiques» et colonnes construites à polypiers.
-  Calcaires bitumineux, en plaquettes ou lithographiques.
-  Calcaires organogènes variés souvent dolomitiques.
-  Jurassique supérieur absent ou caché.
-  Limite des affleurements Jurassiques.

Fig. 3. Répartition des principaux faciès et des gisements à *Stelléroïdes* du Kimméridgien supérieur du Jura méridional (1 = Petit-Abergement, 2 = Brénaz, 3 = Culoz).



Fig. 4. Le gisement à Stelléroïdes de Culoz, Ain (dessin d'après photographie) – 0: lit à plantes et Ophiures, 1: bancs à lamellibranches.

Il est remarquable qu'à Brénaz, où le faciès est identique à celui des Abergements, on retrouve la même espèce, *Ophiopetra lithographica*. A Culoz, gisement plus proche du domaine récifal, en eau sans doute moins profonde, cette espèce est remplacée par *Ophiopsammus ? kelheimensis*. De même, *Pentasteria lithographica* a été trouvée dans le faciès lithographique à Cerin, tandis qu'à Culoz on rencontre une autre espèce du même genre, *P. infirma*. Il est d'ailleurs difficile de tirer des conclusions de ces deux échantillons uniques. Parmi les Ophiures récentes, les Ophiodermatidae (auxquelles a été rapporté *O. kelheimensis*) comprennent pour la plupart des espèces littorales. Il n'est pas possible de préciser la distribution bathymétrique d'*Ophiopetra lithographica*, espèce (et genre) connue seulement à l'état fossile. Au contraire, la connaissance du milieu de sédimentation devrait nous apporter des indications sur l'éthologie de ces formes sous réserve qu'elles aient bien vécu là où nous les trouvons maintenant.

C'est à Culoz que les conditions de gisement sont les mieux connues. D'après ce qu'on peut voir, les calcaires en plaquettes sont ici totalement circonscrits par les calcaires massifs de faciès subrécifal, sinon récifal. On peut envisager très sérieusement le dépôt dans des parties déprimées de la construction corallienne à la manière des « Schüsseln » du Weisser Jura ε et ϑ de Souabe (A. ROLL, 1933, 1934). Cette situation expliquerait la dolomitisation qui envahit plus ou moins le sédiment original et se traduit par l'aspect sableux et la cassure finement grenue des échantillons; elle est responsable également de l'état de conservation souvent défectueux des restes d'Ophiures signalé plus haut. Dans l'ensemble, le faciès est bien celui des calcaires en plaquettes mais, dans le détail, la stratification n'est pas aussi régulière. Des paquets de plaquettes d'ordre centimétrique passent latéralement à un ensemble plus largement stratifié (bancs de 0,10) en même temps que l'épaisseur totale augmente (de 0,15–0,20 à 0,60). Une compensation des épaisseurs s'établit entre les ensembles successifs.

De même, la lithologie est assez différente à la fois de celle du faciès lithographique de Cerin et de celle du faciès bitumineux d'Armailles-Orbagnoux. A l'oeil, en surface ou à la cassure, le calcaire présente un aspect sableux ou finement grenu dû en partie à la dolomitisation secondaire. Sur la tranche des plaquettes, surtout après altération, une fine lamination apparaît. En lame mince il s'agit d'une pelmicrite renfermant des fragments d'algues et de rares foraminifères plus ou moins bien conservés. La lamination correspond à une différence dans la taille des pellets et la dolomitisation épouse cette lamination avec une intensité maximale dans les parties les plus grossières.

Assez fréquemment, certains bancs ou plaquettes sont recouverts par une pellicule d'épaisseur millimétrique moulant étroitement la surface de contact, quelquefois soudée par place à celle-ci, mais s'en séparant aisément le plus souvent. On doit y voir un dépôt très bref effectué sur une surface déjà évoluée au cours d'une période d'arrêt de sédimentation plus ou moins longue. Ceci semble en accord avec l'observation des restes organiques ou des traces.

Les restes d'organismes sont presque toujours liés aux surfaces de banc ou à ces pellicules. A l'intérieur de certains bancs épais existent quelquefois des lits à débris végétaux se traduisant par une surface de discontinuité et de plus grande fissilité. Ces débris végétaux se rencontrent à plusieurs niveaux, en particulier de part et d'autre d'un lit centimétrique qui est aussi le gîte principal des Ophiures. Le degré de fragmentation des végétaux est partout supérieur à celui des restes connus dans d'autres

gisements à paléoflores des calcaires en plaquettes. On peut invoquer des conditions locales de sédimentation et, surtout, l'éloignement vis à vis des zones émergées fournissant le matériel végétal, les « basses îles récifales boisées » de P. de SAINT-SEINE (1949).

Les Ophiures existent au moins à deux niveaux, d'après un exemplaire trouvé en éboulis à la surface d'un banc épais de 0,10. Les formes étudiées ont toutes été collectées de part et d'autre du lit centimétrique à débris végétaux abondants. Les individus sont souvent complets mais on trouve aussi quelquefois des bras détachés ou des fragments de bras. Ils sont disposés sur l'une ou l'autre face des plaquettes ou bien à la surface inférieure ou supérieure des niveaux situés de part et d'autre du lit à végétaux. Les exemplaires recueillis se présentent autant par leur face dorsale (12 ex.) que par leur face ventrale (11 ex.), ce qui pour une partie d'entre eux correspond à une fossilisation « à l'envers ». Ceci est confirmé par les plaquettes qui ont pu être orientées lors du prélèvement. A ce titre une plaquette portant un exemplaire sur chaque face est particulièrement significative: les deux individus présentent la même face, dorsale ici. Il en résulte que *les Ophiures de Culoz ont été, soit déplacées et retournées après leur mort sur place, soit apportées déjà mortes et, dans ce cas, n'ont pas vécu là où nous les trouvons maintenant.*⁵⁾

Enfin, un certain nombre de surfaces de bancs ou de plaquettes (qui, jusqu'ici, n'ont pas livré d'autres restes) portent des coquilles de lamellibranches ou de gastropodes et des pistes diverses laissées à la surface du sédiment pendant une période de non dépôt ou de sédimentation ralentie. Les lamellibranches présentent leurs deux valves ouvertes, la face interne tournée vers le haut, opposées et réunies au niveau du crochet. Le ligament était donc encore présent et maintenait les valves en connexion lors de l'enfouissement des coquilles, ce qui est en accord avec l'enfouissement rapide des Ophiures déduit de l'état de conservation des restes. Quelques valves ont leur face externe convexe vers le haut et ont été manifestement « retournées » comme ont pu l'être les cadavres d'Ophiures également.

L'examen attentif des pièces établit que la plupart des échantillons ont été enfouis intacts; seuls quelques uns, et parmi eux les exemplaires figurés sur les planches I et II, montrent des squelettes modérément disloqués. Il s'agit donc de conditions d'enfouissement semblables à celles des Ophiures du Petit-Abergement (ENAY et HESS, 1962, p. 667), mais l'enfouissement semble avoir été pour la plupart des échantillons plus rapide, quelques jours au plus.

Ces trouvailles d'Ophiures dans les calcaires en plaquettes du Jura méridional rappellent beaucoup celles de *Geocoma* des calcaires lithographiques de Bavière et aussi les Ophiures encore mal connues du Cénomaniens du Liban (HESS, 1960b). Il faut aussi rappeler les couches à *Ophiopinna elegans* (HELLER) du Callovien de la Voulte-sur-Rhône (SAYN et ROMAN, 1928; HESS, 1960b). Toutes ces localités sont caractérisées par la richesse en necton et plancton et la pauvreté en benthos ainsi qu'en traces (JEFFERIES et MINTON, 1965; BARTHEL, 1964; ROGER, 1946; etc.).

Pour les calcaires lithographiques de Bavière, une sédimentation tranquille dans des bassins à eau hypersaline et stagnante, partiellement encerclés par des récifs, a

⁵⁾ Au Petit-Abergement (ENAY et HESS, 1962, p. 662) les individus présentant la face dorsale (11 ex.) sont plus nombreux que ceux montrant la face ventrale (5 ex.) mais on ne peut tirer de conclusions les plaques n'ayant pas été orientées.

été proposée récemment par BARTHEL (1964). L'opinion contraire de MAYR (1967) et, avant lui, de la plupart des auteurs, à savoir que la conservation de beaucoup des fossiles ne peut être expliquée que par une mise à sec partielle de bassins peu profonds a été réfutée par BANTZ (1969) après une étude des Echinides trouvés dans ces couches.

Toutefois, GROISS (1967) et aussi BANTZ proposent un milieu marin normal pour une série des bassins. Les *Geocoma carinata* du bassin de Schamhaupten (avec la localité de Zandt qui a fourni la plupart de ces fossiles) sont citées par BANTZ,⁶⁾ (loc. cit., p. 30) comme preuve d'une vie sur le fond.

Les travaux récents de l'Université d'Erlangen sur les calcaires lithographiques accentuent la diversité des différents bassins sédimentaires. Pour le bassin qui a fourni les Ophiures, une sédimentation assez tranquille, interrompue que par quelques glissements sous-marins, semble probable (BAUSCH, 1963).

Alors que les Echinides ont vécu sur les récifs et ne sont parvenus dans les calcaires en plaquettes que par accident (sauf peut-être *Pedina lithographica*), les *Geocoma* semblent plutôt constituer un élément autochtone du fond vaseux. Cela peut être déduit de leur nombre considérable ainsi que de leur conservation toujours intacte.

Des conditions analogues doivent être acceptées pour les calcaires en plaquettes de Cerin (SAINT-SEINE, 1948) et pour le Cénomaniens du Liban (ROGER, 1946). Il est remarquable que les Ophiures sont presque les seuls représentants du benthos dans les couches mentionnées ci-dessus. Le Callovien de la Voulte-sur-Rhône, lui aussi, a fourni de très nombreuses Ophiures. L'un de nous a proposé que ces Ophiures ont été enfouies à l'état vivant et tuées probablement par asphyxie (HESS, 1960 b). Et pourtant, la transformation remarquable, chez *Ophiopinna elegans*, des piquants brachiaux moyens en forme de «plumes» n'a pu être expliquée d'une manière satisfaisante par une adaptation à la vie fouisseuse. D'autre part, les bras filiformes avec leur structure délicate exclut très certainement tout pouvoir de natation à l'aide des muscles intervertébraux. Il ne paraît pas impossible que ces piquants aient pu aider *Ophiopinna elegans* à mener une vie partiellement flottante, donc pélagique. (Les piquants ont-ils peut-être même servi comme rames?). Aucune Ophiure des mers actuelles est pélagique, mais des piquants en forme de plumes sont également inconnus chez les espèces récentes.

Pour *Geocoma carinata* des calcaires lithographiques de Souabe on a donc proposé un enfouissement d'animaux déjà morts (BARTHEL, 1964, p. 58) ainsi qu'une vie sur le fond même (WALTHER, 1904). En vue des opinions différentes concernant la composition de l'eau dans les bassins sédimentaires (teneur en O₂ et H₂S, salinité) la présence de benthos ainsi que de traces sur le fond serait d'une importance primordiale. Or,

⁶⁾ Dans une lettre personnelle, Monsieur le Dr. H. U. BANTZ précise qu'il a tiré cette opinion du travail de WALTHER (1904). Cet auteur mentionne d'avoir observé des traces laissées par des *Geocoma*, observations qui n'ont pas été confirmées par MAYR (1967, p. 9: «Dass mehrere Geocomen eine Lage eingenommen haben, die man als Kriechstellung deuten kann, lässt sich leicht bestätigen. Kriechspuren, die im Sediment sichtbar wären, konnte ich dagegen weder in der Eichstätter Sammlung noch in anderen Sammlungen entdecken.»). Une lettre toute récente de Monsieur le Dr. G. VIOHL (Eichstätt) constate qu'aucune plaque dans la collection de la Hochschule à Eichstätt laisse voir des traces de *Geocoma*. Ce manque est confirmé par le fermier de la carrière de Zandt. Sans de nouvelles observations, il n'est pas possible de préciser le mode de vie des *Geocoma* d'après la biostratigraphie seulement. H. U. BANTZ ajoute dans sa lettre que les calcaires en plaquettes de Zandt se trouvent à la bordure Ouest du bassin de Schamhaupten, donc près du récif.

d'après les recherches de HESS à la Voulte et d'après les auteurs qui ont examiné les calcaires lithographiques de Bavière, les traces d'animaux fouisseurs sont extrêmement rares, sinon absentes, dans ces sédiments. Ce fait parlerait plutôt pour des conditions défavorables à une vie du benthos. Il semble peu probable d'attribuer aux Ophiures une tolérance même plus grande que celle des animaux fouisseurs les plus hardis (Annélides). D'après BARTHEL (1964), les trouvailles fameuses de *Mesolimulus* fossilisés à la fin de leur traces dans la boue calcaire, peuvent être expliquées par la tolérance extraordinaire de ces animaux vis à vis des différences de température de l'eau et de salinité. La tolérance des Echinodermes n'est pas aussi grande. L'espèce la plus résistante semble être l'Ophiure *Ophiophragmus filigraneus* (LYMAN) qui peut survivre en eau saumâtre (THOMAS, 1961). Il est remarquable qu'on ne trouve, dans les gisements de Bavière, presque que des oursins réguliers et qu'il s'agit toujours de trouvailles très rares, alors que les *Geocoma* se trouvent fréquemment dans un des bassins.⁷⁾ D'après leur structure, les Ophiures n'ont pu vivre sur les récifs mais plutôt sur un fond vaseux. Il existe du reste d'autres gisements de calcaires stratifiés à grain très fin, qui n'ont fourni que des restes d'Ophiures (HESS, 1970).

Si on rejette donc l'hypothèse d'un transport plus ou moins long des animaux déjà morts (calcaires lithographiques) ou peut-être pélagiques (Callovien de la Voulte) il faudrait supposer une colonisation rapide des bassins de sédimentation par les Ophiures pendant une période plus favorable.

En tout cas, un enfouissement sur place des animaux vivants, comme cela a été décrit récemment pour une espèce de *Pentasteria* (HESS, 1968), semble exclu pour les Stelléroïdes du Jura méridional.

Addendum

Dans une publication récente, (BARTHEL, 1970) confirme que les conditions écologiques ont du être léthales dans les bassins sédimentaires des calcaires lithographiques. *Geocoma carinata* n'est pas mentionnée dans ce travail mais M. BARTHEL, dans une lettre personnelle, exprime l'opinion que les Ophiures ont été enfouies alors qu'elles étaient déjà mortes. Cette énonciation est fondée sur le fait que les Ophiures n'ont laissé aucune trace de vie. Une trouvaille récente semble démontrer que l'Ophiure venait au fond à l'état rigide; l'animal a donc du être desséché avant d'être enfoui (SCHAIRER et JANICKE, sous presse).

OUVRAGES CITÉS

- BANTZ, H.-U. (1969): *Echinoidea aus Plattenkalken der Altmühlalb*. Erlanger geol. Abh. Heft 67.
 BARTHEL, K.W. (1964): *Zur Entstehung der Solnhofener Plattenkalke (unteres Untertithon)*. Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont, hist. Geol. 4, 37 (München).
 – (1970): *On the deposition of the Solnhofen Lithographic Limestone (Lower Tithonian, Bavaria, Germany)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 135 (1).
 BAUSCH, W. M. (1963): *Der Obere Malm an der unteren Altmühl. Nebst einer Studie über das Riffproblem*. Erlanger geol. Abh. Heft 49.
 BOEHM, G. (1889): *Ein Beitrag zur Kenntnis fossiler Ophiuren*. Ber. naturf. Ges. Freiburg 4.

⁷⁾ Quelques rares Echinides réguliers sont connus également dans les calcaires bitumineux d'Armaillies et Orbagnoux (A. FALSAN et E. DUMORTIER, 1873) et dans les calcaires lithographiques de Cerin (P. de LORIOU, 1895).

- CLARK, A. M. (1968): *Notes on Some Tropical Indo-Pacific Ophiotrichids and Ophiodermatids (Ophiuroidea)*. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool. 16, 277.
- CLARK, H. L. (1909): *Notes on some Australian and Indo-Pacific Echinoderms*. Bull. Mus. comp. Zool. Harvard 52, 107.
- COTTREAU, J. (1929): *Echinodermes du Bradfordien des environs d'Alençon (Orne)*. Bull. Soc. géol. France (4) 29, 463.
- ENAY, R. (1965): *Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain)*. Bull. Soc. géol. France, (7) 7, 23.
- ENAY, R., et HESS, H. (1962): *Sur la découverte d'Ophiures (Ophiopetra lithographica n.g.n.sp.) dans le Jurassique supérieur du Haut-Valromey (Jura méridional)*. Eclogae geol. Helv. 55/2.
- FRAAS, E. (1886): *Die Asterien des weissen Jura von Schwaben und Franken*. Palaeontographica 32 (Stuttgart).
- GROISS, J. TH. (1967): *Mikropaläontologische Untersuchungen der Solnhofener Schichten im Gebiet um Eichstätt (Südliche Frankenalb)*. Erlanger geol. Abh. Heft 66.
- GUILLAUME, L. (1926): *Ophiopeza Portei, Ophiure nouvelle du Bathonien supérieur de Ranville (Calvados)*. Bull. Soc. géol. France (4) 26, 117.
- HESS, H. (1955): *Die fossilen Astropectiniden (Asteroidea)*. Schweiz. Paläont. Abh. 71.
- (1960a): *Über die Abgrenzung der Astropectiniden-Gattungen Pentasteria Valette und Archastropecten Hess*. Eclogae geol. Helv. 53/1.
 - (1960b): *Neubeschreibung von Geocoma elegans (Ophiuroidea) aus dem unteren Callovien von La Voulte-sur-Rhône (Ardèche)*. Eclogae geol. Helv. 53/1.
 - (1968): *Ein neuer Seestern aus den Effingerschichten des Weissensteins (Kt. Solothurn)*. Eclogae geol. Helv. 61/2.
 - (1970): *Ein neuer Schlangenstein (Aplocoma mutata n. sp.) aus dem Hettangien von Ceilhes (Hérault) und Bemerkungen über «Ophioderma» squamosa aus dem Muschelkalk*. Eclogae geol. Helv. 63/3.
- JEFFERIES, R. P. S., et MINTON, P. (1965): *The Mode of Life of two Jurassic Species of "Posidonia" (Bivalvia)*. Palaeontology 8, 156.
- LORIOU, P., de (1895): *Etudes sur quelques Echinodermes de Cirin*. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon 6.
- MAYR, F. X. (1967): *Paläobiologie und Stratinomie der Plattenkalke der Altmühlalb*. Erlanger geol. Abh. Heft 67.
- MORTENSEN, T. (1940): *Echinoderms from the Iranian Gulf. Asteroidea, Ophiuroidea and Echinoidea*. Dan. scient. Invest. Iran 2, 55-110.
- ROGER, J. (1946): *Les invertébrés des couches à poissons du Crétacé supérieur du Liban*. Mém. Soc. géol. France (NS) 23, Fasc. 2, Mem. 51.
- ROLL, A. (1933): *Über den Oberen Malm der südwestlichen Frankenalb*. Centralbl. Min., Geol., Paläont., Stuttgart, B, 10, 553.
- (1934): *Form, Bau und Entstehung des Schwammstotzen im süddeutschen Malm*. Palaeont. Zeitschr., Tübingen, 16, 3/4, 197.
- SAINT-SEINE, P., de (1949): *Les poissons des calcaires lithographiques de Cerin (Ain)*. Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, fasc. II.
- SAYN, G., et ROMAN, F. (1928): *Monographie stratigraphique et paléontologique du Jurassique moyen de la Voulte-sur-Rhône*. Trav. Lab. Géol. Faculté Sc. Lyon, Fasc. 13, Mém. 11.
- THOMAS, L. P. (1961): *Distribution and Salinity Tolerance in the Amphiuroid Brittlestar, Ophiophragmus (LYMAN, 1875)*. Bull. Marin. Sc. Gulf and Caribbean 11 (1).
- WALTHER, J. (1904): *Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet*. Jenaische Denkschriften 11 (Haeckel-Festschrift). Jena.

Planche I

Ophiopetra cf. *lithographica* HESS, face ventrale (orale). 3,25 X.

Kimméridgien supérieur, Brénaz (Ain).

Collection du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon,
N° 76.212.

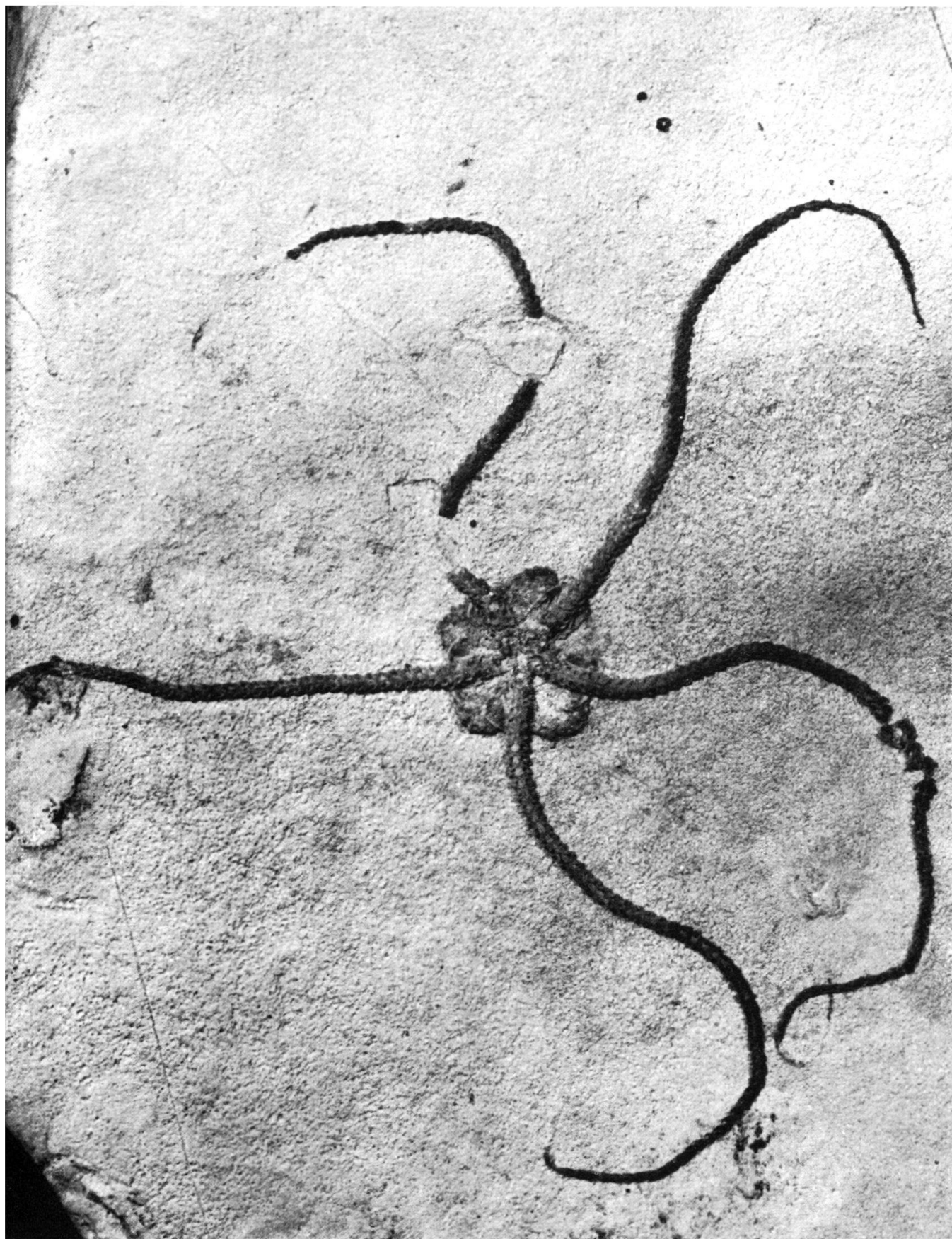


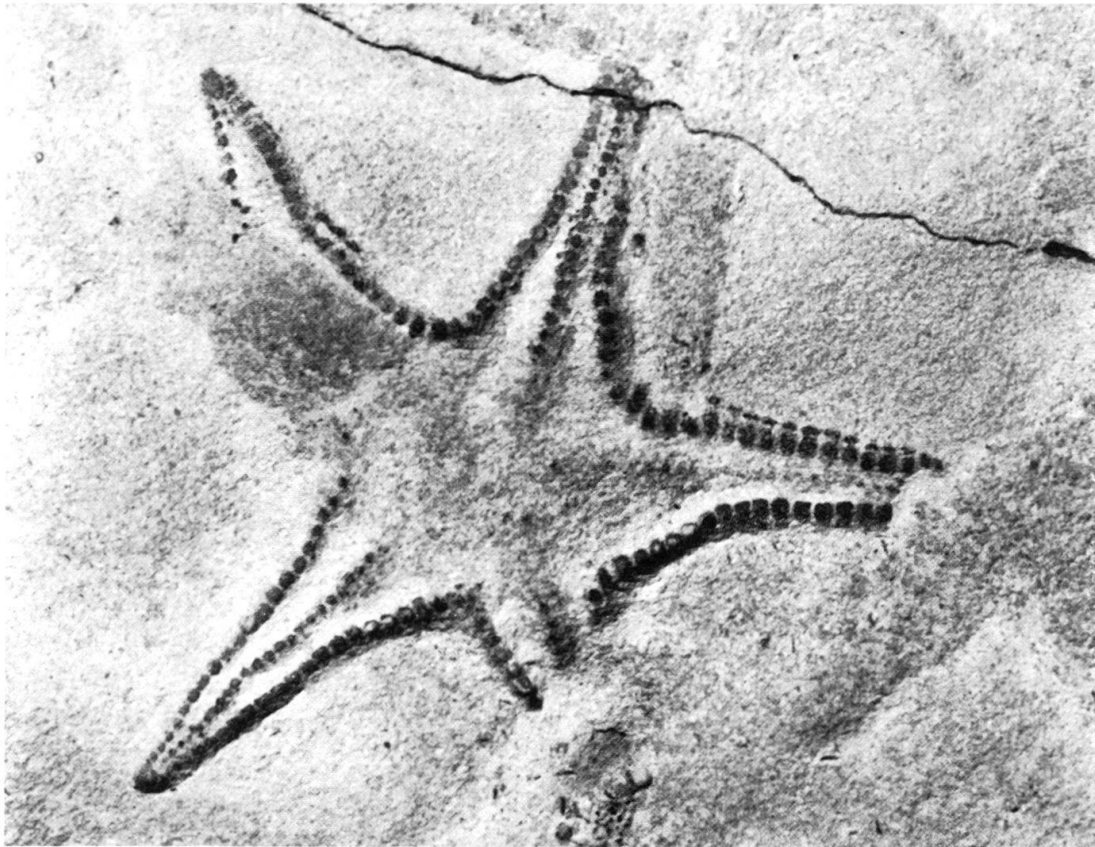
Planche II

Pentasteria (Archastropecten) infirma (FRAAS), face dorsale (aborale). 2,2 X.
Kimméridgien supérieur, Culoz, (Ain).

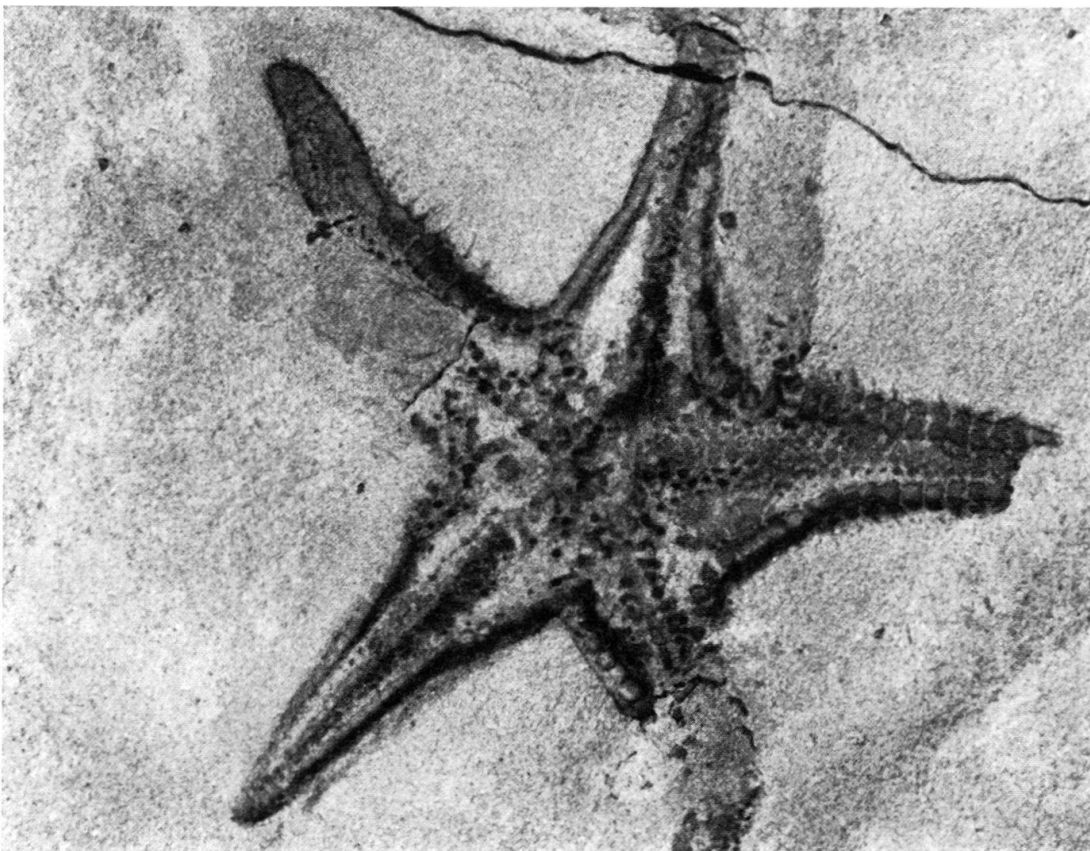
Fig. 1: avant préparation

Fig. 2: après préparation.

Collection du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon,
N° 76.213.



1



2

