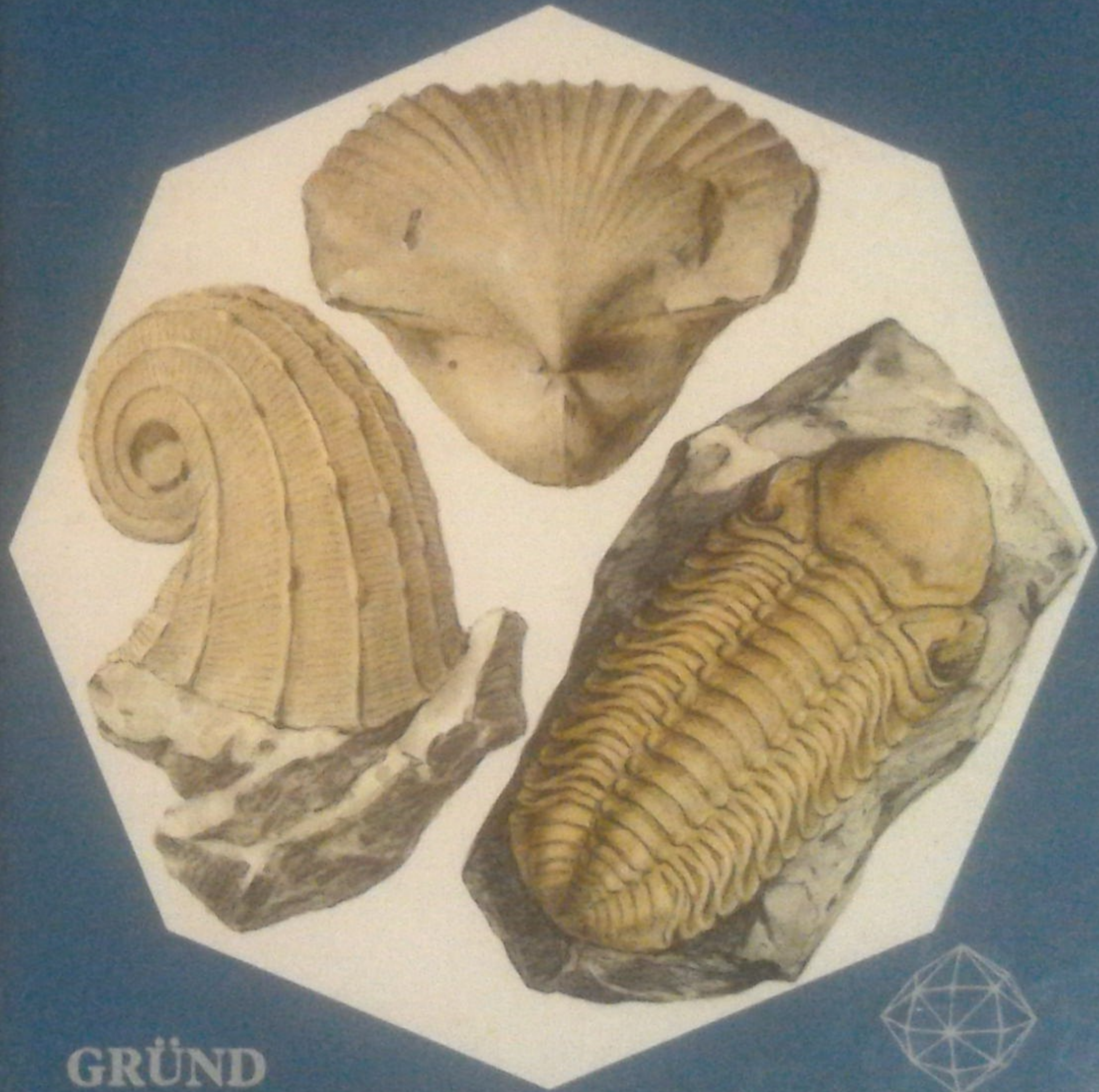


Fossiles



GRÜND



Fossiles

Texte de Rudolf Prokop

Illustrations de Vladimír Krb

Gründ

Traduction de Jean et Renée Karel
Arrangement graphique par Miloš Lang
© 1981 by ARTIA, Prague
Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre
par quelque procédé que ce soit, et notamment
par photocopie ou microfilm, est strictement interdite
sans autorisation écrite des Éditions Artia.
Et pour la traduction française:
© 1981 by GRÜND, Paris
ISBN 2-7000-1805-2
Printed in Czechoslovakia by Svoboda, Prague
3/15/05/53-01

Qu'est-ce que la paléontologie?

Une définition précise et rapide de la paléontologie est, de nos jours, assez difficile. La paléontologie est, en effet, une science relativement récente et en pleine évolution. Les points d'application des recherches et les relations avec les autres sciences naturelles se multiplient et deviennent plus complexes. En principe, on peut définir la paléontologie comme la science de la vie et de ses manifestations au cours des périodes géologiques écoulées. Elle étudie surtout les restes matériels des organismes et les traces qui ont subsisté de leur activité. Mais elle ne peut étudier les traces et les résultats de l'activité des organismes dont la forme originelle a disparu, et qui ont donné par exemple le graphite, la houille, le bitume et autres roches d'origine organique, dispersées dans les sédiments, tels que les carbonates et sulfates. Ces catégories de restes organiques et de traces d'existence d'animaux et de plantes sont du domaine d'autres sciences.

La paléontologie est une science très récente, mais son histoire constitue un excellent exemple des erreurs, des tâtonnements et des découvertes faites par l'esprit humain. L'homme préhistorique ne s'intéressait pas aux fossiles, il avait surtout le souci de sa survie; les fossiles trouvés par hasard ne constituaient pour lui que des parures ou des talismans. Mais curieusement, on a constaté qu'il connaissait les trilobites, considérés aujourd'hui comme très intéressants. On a trouvé, en France, dans un collier datant de la fin de l'âge de pierre, parmi des coquilles de gastéropodes du tertiaire, un très bel exemplaire de *Paradoxides gracilis*, originaire du cambrien moyen de Bohême. On peut donc supposer qu'il existait, à l'époque néolithique, un troc de fossiles intéressants.

Pendant l'Antiquité, la paléontologie n'existait pas comme science, car elle ne concernait pas directement l'homme, au contraire de la botanique (plantes médicinales) ou de la zoologie (animaux domestiques ou gibier). On n'accordait aucune importance aux fossiles que l'on trouvait. Quelques savants, seuls, s'y sont intéressés et les plus curieux se sont interrogés sur leur origine. Certains philosophes grecs, il y a plus de 2500 ans, avaient, néanmoins, parfaitement compris la nature des fossiles et les considéraient comme des restes de la vie à l'époque où la terre était recouverte par la mer. Mais les conceptions les plus erronées régnaient aussi; on considérait les fossiles comme produits par une force créatrice (*vis plastica*) existant dans les roches ou bien on pensait que l'action de la lune et des étoiles faisait naître dans la boue et les solutions salées des formes semblables à des os ou des coquilles d'animaux. Le philosophe grec Aristote (384—322 avant J.-C.) avait une conception curieuse: il pensait que, des mucosités et

du limon, peuvent naître, par génération spontanée (*generatio aequivoca*) des corps vivants organisés. Aristote ayant été considéré pendant tout le Moyen Âge comme la seule source de connaissance de la nature, on a cru jusqu'au milieu du XVIII^e siècle que les fossiles étaient les produits d'une génération spontanée. L'enseignement officiel a rejeté l'explication correcte de l'origine des fossiles qui avait été avancée par les philosophes de l'Antiquité ou par certains grands esprits de la Renaissance, comme Léonard de Vinci ou Bernard Palissy.

À l'aurore du XVIII^e siècle, on se rendit compte enfin que l'origine des fossiles n'était pas aussi simple. En creusant le sol pour divers travaux, on avait trouvé un très grand nombre de fossiles et de nombreux savants se mirent à les décrire et à les comparer avec les organismes vivants. Par contre, ils laissèrent de côté la question de l'origine de ces restes. L'enseignement traditionnel avait encore une influence prépondérante. Georges Buffon (1707—1788) était entré en conflit avec la faculté de théologie de la Sorbonne et avait dû revenir sur ses conceptions sur l'évolution des espèces et leur transformation sous l'influence du milieu.

C'est ainsi que, à cette époque, se sont accumulés les matériaux paléontologiques, mais ils n'ont été ni classifiés, ni analysés. La paléontologie n'était pas encore une science et l'on ne savait pas l'importance des fossiles pour la datation des couches — la chronologie géologique —, ni pour les sciences biologiques. La collecte des fossiles était devenue une mode et la plupart des collectionneurs les rassemblaient surtout comme des curiosités naturelles, ou dans un but esthétique.

Les conceptions n'ont changé qu'à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, au moment du développement des sciences naturelles. C'est alors qu'on exhuma les conceptions des savants des siècles passés et les chercheurs se fièrent plus à leurs expériences et à leurs propres analyses qu'à l'enseignement reçu.

Ainsi furent créées les bases de la paléontologie scientifique et furent formulées les lois paléontologiques générales qui ont encore cours de nos jours.

Le géologue anglais William Smith (1769—1839) établit que chaque couche géologique a ses fossiles caractéristiques, grâce auxquels on peut les distinguer et que, par conséquent, les couches renfermant des fossiles analogues sont du même âge. Cette loi des fossiles analogues est à la base de la biostratigraphie, qui est l'un des fondements des recherches géologiques.

Georges Cuvier (1769—1832), qui enseignait à Paris l'anatomie comparée, a formulé une autre loi importante, celle de corrélation qui, à partir de la forme et de la structure d'un seul os, permet de juger de

celles des autres os de l'animal et, éventuellement, de la structure du squelette.

L'apport de J.-B. Lamarck (1744—1829) est inappréciable bien qu'il ait été longtemps sous-estimé. Ses études lui permirent de dégager des conclusions générales sur l'évolution de la vie sur la terre, sur les changements progressifs de la faune, depuis les animaux primitifs vers des animaux organisés et jusqu'à l'homme, sur l'influence du milieu, sur l'apparition d'espèces nouvelles et la disparition des anciennes, et toute une série d'autres conceptions révolutionnaires devenues le fondement de la paléontologie actuelle.

Joachim Barrande (1799—1883) fut un des hommes exceptionnels de la paléontologie du siècle dernier. Le *Système silurien du centre de la Bohême* est une œuvre énorme sur la faune du primaire en Bohême: elle reste à l'origine des travaux des paléontologues du monde entier.

La fin du XIX^e siècle et le XX^e siècle ont vu l'essor général de la paléontologie. Il apparaît qu'aucune science ne peut être séparée des autres, et que les diverses sciences de la nature se pénètrent et se complètent, à cause de l'évolution de la création et de la diversité de la nature.

Cette relation avec les autres sciences et, en particulier avec la géologie, a suscité un débat pour savoir si la paléontologie moderne est du domaine de la biologie ou de la géologie. On considère actuellement la paléontologie comme une science biologique; c'est une biologie historique, complétant les sciences biologiques qui concernent la nature actuelle; elle est plus complexe, car, dans ses recherches, elle doit tenir compte du facteur temps. La complexité est grande si l'on considère qu'elle étudie les faunes et les flores qui se sont succédées, depuis près de 3,5 milliards d'années sur la terre.

Jusqu'à présent, la paléontologie a toujours été rattachée à la géologie. Il est bien évident que, sans la connaissance des processus géologiques, il ne serait pas possible de concevoir les conditions d'existence de la vie des temps passés, ni les facteurs qui ont influé sur son évolution jusqu'à aujourd'hui. Par contre, les sciences géologiques, surtout les travaux sur le terrain, n'obtiendraient pas de résultats satisfaisants sans les découvertes de la paléontologie.

D'autres spécialités interviennent encore; la paléontologie (ou encore la paléobiologie) collabore étroitement avec la géophysique, la géographie, l'océanologie, l'écologie (science des relations mutuelles des organismes avec leur milieu), etc. Le paléontologue actuel ne ressemble, ni par ses méthodes ni par le but de ses recherches, à ses prédécesseurs qui ont classé, décrit et mis en ordre les matériaux fondamentaux des études ultérieures: les fossiles.

Nature et formation des fossiles

Un fossile, pour être considéré comme tel, doit répondre à certaines conditions. Les fossiles sont des restes d'organismes, d'empreintes ou de traces qui se sont conservés dans les roches depuis les temps anciens. Un fossile doit être la preuve matérielle de l'existence d'un organisme jadis vivant, renseigner sur son aspect et sa structure, être enfoui dans des sédiments et être antérieur à l'époque historique.

Les vrais fossiles, restes d'un corps (ou d'une partie de ce corps: dent, os, coquille) n'ayant pas subi de modifications ou très légères, sont assez rares. En particulier, dans les sédiments très anciens ou dans les roches qui ont subi des modifications pendant des millions d'années, on ne trouve qu'exceptionnellement ce genre de fossiles. Il existe, néanmoins, des exceptions. On trouve, par exemple, dans les sables meubles des environs de Leningrad, des plaques libres de brachiopodes, du genre *Obolus*, formées de phosphate de chaux et qui ont gardé leurs couleurs et leur éclat. Il ne s'agit pourtant pas de sables récents. Ils ont été déposés par une mer de l'ordovicien, il y a plus de 450 millions d'années. On connaît les fossiles vrais, constitués par les cadavres de mammouths congelés dans les glaces sibériennes ou encore les squelettes de vertébrés fossilisés dans le bitume du gisement de Rancho la Brea, en Californie.

Le type le plus courant de fossiles, au sens large du mot, concerne les objets chez lesquels, au cours de la fossilisation, ou après elle, ont disparu tous les restes de l'organisme originel. La roche ne fournit alors qu'une empreinte de la forme de ce dernier, plus ou moins parfaite, ou de son relief (interne ou externe). L'enveloppe est souvent dissoute au cours du processus de fossilisation et remplacée par un minéral (calcite, aragonite, pyrite, etc.) qui restitue en général parfaitement son aspect original. On trouve aussi, en abondance, des noyaux internes qui résultent de la pénétration d'un sédiment mou dans la cavité de l'enveloppe où les parties molles se sont décomposées. Il durcit au cours des temps et conserve ainsi la forme et la morphologie de la cavité, autrement dit la surface interne de l'enveloppe. Après complète dissolution de l'enveloppe, la surface externe et les sculptures superficielles sont conservées dans l'empreinte. Il est donc important de récolter les deux parties, le noyau et l'empreinte, autrement dit, le positif et le négatif.

Ce ne sont pas seulement les restes des organismes vivants ou leurs moulages que l'on considère actuellement comme des fossiles, mais aussi les manifestations de leur activité, qui peuvent nous apprendre beaucoup sur la vie des êtres fossilisés. On classe dans cette catégorie de fossiles toutes les traces susceptibles d'être laissées par un animal

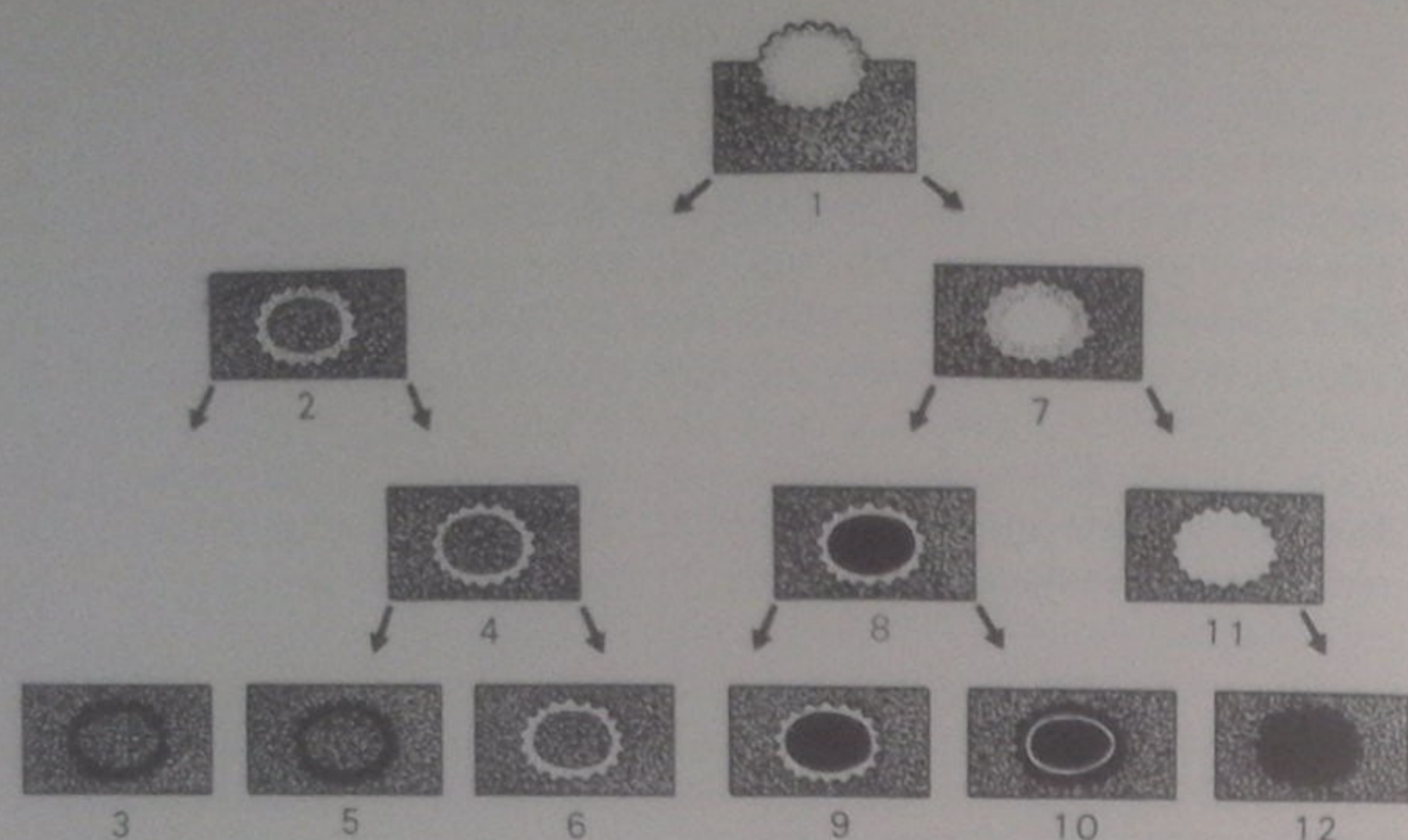
qui a grimpé, qui a foré, qui a rongé, qui a bâti, etc. De telles traces trahissent souvent l'existence d'animaux dont on n'a rien retrouvé. Par exemple, les feuilles que l'on trouve dans les argiles secondaires ont souvent les bords rongés en demi-cercle. C'est la trace caractéristique d'une fourmi du genre *Atta*, qui vit encore aujourd'hui en abondance dans les forêts tropicales. Cette fourmi ne s'est pas conservée dans l'argile, mais ces feuilles rongées ainsi prouvent qu'elle existait déjà au secondaire.

Par contre, on ne considère pas comme fossiles des formations d'origine anorganique, telles que les dépôts océaniques de boue, les agrégats buissonnants d'oxyde de fer ou de manganèse dans les fissures (dendrites) que les amateurs prennent souvent pour de la mousse fossilisée, et tous les artefacts, c'est-à-dire les objets travaillés par l'homme. Ceux-ci concernent l'archéologie.

Nous avons donc vu ce que sont les fossiles et comment ils se forment, mais une infime partie des corps vivants se transforme en fossiles. On peut facilement se rendre compte de la faible probabilité de conservation d'une plante ou d'un animal mort. Leurs restes servent à la nourriture d'autres organismes, ou bien se décomposent et disparaissent rapidement. Seules risquent de se conserver les parties dures: dents, os, coquilles, bois ou fruits. Les organismes constitués seulement de tissus mous, tels que les méduses, certains vers, les fleurs ou encore les parties molles du corps et les organes internes ne se conservent que dans des conditions exceptionnellement favorables. Très souvent, les parties molles et des parties apparemment plus dures disparaissent rapidement. La décomposition des dépouilles ne s'effectue pas partout à la même vitesse sur la terre ferme; relativement lente dans les régions polaires, elle est extrêmement rapide sous les tropiques. Dans la mer, les restes sont rapidement détruits par les bactéries, par d'autres animaux, et par des processus chimiques ou mécaniques, comme le mouvement des eaux.

Supposons qu'un reste organique ait surmonté tous les obstacles. Un certain nombre d'autres conditions doivent intervenir pour rendre possible sa fossilisation.

Ce reste doit être rapidement recouvert de sédiments qui le protègent de la décomposition produite par l'atmosphère ou l'hydrosphère, ainsi que des processus naturels de décomposition biologique. Les sédiments constituent aussi une protection contre les dégâts mécaniques. Dans la mer, une couche protectrice de sédiments se forme beaucoup plus vite, aussi trouve-t-on un beaucoup plus grand nombre de fossiles d'animaux marins que d'animaux terrestres.* Sur la terre ferme, certains phénomènes naturels se produisent qui constituent une chance pour le paléontologue, mais ils sont relativement rares. Ce



Ce diagramme montre les différentes possibilités de fossilisation des enveloppes: 1 — enveloppe partiellement enterrée dans les sédiments; 2 — enveloppe entièrement enterrée et remplie de sédiments; 3 — la matière de l'enveloppe est progressivement remplacée par un autre matériau et l'on obtient une pseudo-morphose (moule externe) et un moule interne; 4 — le matériau de l'enveloppe est dissous; 5 — l'enveloppe originelle est remplacée par un autre matériau, on obtient une pseudo-morphose (moule externe) et un moule interne; 6 — l'espace occupé précédemment par l'enveloppe reste libre et l'on obtient un moule interne libre et une empreinte; 7 — enveloppe entièrement enterrée dans les sédiments; l'intérieur reste vide; 8 — l'intérieur de l'enveloppe est rempli par un autre sédiment; 9 — l'enveloppe dissoute, on obtient un moule interne libre et une empreinte; 10 — le matériau de l'enveloppe est remplacé par un autre matériau; il en résulte une pseudo-morphose et un moule interne; 11 — le matériau de l'enveloppe a disparu et l'on a seulement une empreinte; 12 — le volume occupé par l'enveloppe et son contenu est complètement remplacé par un autre matériau et l'on obtient une pseudo-morphose.

sédiment d'origine: pointillé sombre
matériau d'origine de l'enveloppe: pointillé clair
sédiment de remplacement (minéral ou roche): noir.

sont les tempêtes de sable, les inondations, les éruptions volcaniques; elles fournissent suffisamment de matériau, par exemple de la cendre fine, pour recouvrir rapidement et fossiliser les dépouilles des plantes ou des animaux.

La composition pétrographique des sédiments qui recouvrent les restes organiques est très importante pour la formation et la survie des fossiles. Les sédiments à grains fins et les sédiments imperméables sont toujours plus favorables que les sédiments à gros grains.

La composition chimique des sédiments et ses rapports avec celle de l'organisme sont également fort importants. Par exemple, les coquilles calcaires des mollusques tombés dans des eaux acides, ou dans des boues contenant de l'acide sulfhydrique, se décomposent très rapidement. Par contre, dans un sédiment calcaire, la composition chimique du milieu et celle de l'organisme sont mutuellement favorables et les chances de fossilisation sont grandes.

La résistance naturelle de certains organismes aux agressions du milieu joue également un grand rôle. Il est évident qu'un cadavre d'éléphant ou de rhinocéros a plus de chances de se conserver et de se fossiliser qu'un petit cadavre de grenouille ou de souris. De même, les coquilles massives se conservent mieux que les coquilles fines, les branches et les troncs ligneux que les fruits tendres. Les animaux ou les plantes dépourvus de squelette interne ou externe, ont peu de chance de se fossiliser.

Les autres facteurs qui concourent à la formation d'un fossile sont: la pression (le poids des roches accumulées), la température (elle ne doit pas être trop élevée pour ne pas détruire les restes organiques), et l'existence de solutions minérales favorables qui, en circulant dans les roches, remplacent progressivement les tissus organiques. Les plus favorables et aussi les plus fréquentes sont les solutions de carbonate de chaux et d'acide silicique.

Le dernier facteur est le temps qui permet à toutes les influences décrites ci-dessus de s'exercer et aux processus de se dérouler.

Le résultat de tous ces processus et influences est la fossilisation des restes organiques. Mais les fossiles, surtout ceux des périodes géologiques les plus anciennes, se trouvent dans des roches qui ont subi un grand nombre de transformations au cours des bouleversements géologiques qui se sont produits dans l'écorce terrestre. Les roches ont été plissées, cassées, comprimées, étirées et leur structure s'est souvent modifiée. Cette modification a entraîné celle des fossiles qu'elles renfermaient. Ceux-ci sont laminés, étirés, recristallisés, en même temps que les roches et, souvent, totalement détruits.

Les fossiles sont donc des objets naturels précieux conservés par une suite de circonstances exceptionnellement favorables. Un fossile est finalement un témoignage de la vie, du milieu des époques géologiques éloignées, et de l'évolution de cette vie jusqu'à nos jours. Un témoignage qu'on ne peut recréer et qui, s'il est détruit, fait disparaître le message dont il était porteur. Que nous ne sachions pas encore décoder les messages de nos fossiles et que nous ne les comprenions encore qu'imparfaitement est de peu d'importance. Un jour ils nous deviendront parfaitement clairs.

Tableau des différentes périodes du passé de la Terre

Pour comprendre l'apparition et l'évolution des sociétés animales, dans le cadre de l'évolution générale de notre planète, il est nécessaire de marquer la place de l'ère paléozoïque dans l'ensemble du calendrier géologique. Ce tableau montre la place que notre étude occupe dans la description de l'évolution de la vie sur la Terre.

| Ère | Période | Durée en millions d'années | Age en millions d'années |
|------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------|
| anthropozoïque (quaternaire) | holocène | 2 | 2 |
| | pleistocène | | |
| cénozoïque (tertiaire) | néogène | 63 | 65 |
| | paléogène | | |
| mésozoïque (secondaire) | crétacé | 160 | 225 |
| | jurassique | | |
| | trias | | |
| paléozoïque (primaire) | permien | 345 | 570 |
| | carbonifère | | |
| | dévonien | | |
| | silurien | | |
| | ordovicien | | |
| | cambrien | | |
| protérozoïque | | 1000 | 1570 |
| archéen | | ? | ? |

Il ne suffit pas de diviser le paléozoïque en primaire ancien et en primaire récent. Chaque période a son nom, venu en général de la région où la couche donnée apparaît sous sa forme classique. Dans le primaire ancien, on distingue des périodes qui sont, depuis la plus ancienne jusqu'à la plus récente: le cambrien, l'ordovicien, le silurien et le dévonien; pour le primaire récent: le carbonifère et le permien. Compte tenu du degré d'évolution des groupes d'animaux dominants, on peut considérer le primaire ancien comme l'âge des invertébrés et des poissons, le primaire récent comme celui des amphibiens et des reptiles. Ces divisions apparaissent dans le tableau ci-dessous.

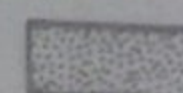

| Ère | Période | | Durée en millions d'années | Age en millions d'années |
|--------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|
| paléozoïque récent | permien | | 55 | 280 |
| | États-Unis: Pennsylvanian | Europe: carbonifère | 45 | |
| | Mississippian | | 20 | |
| paléozoïque ancien | dévonien | | 50 | 345 |
| | silurien | | 35 | |
| | ordovicien | | 70 | |
| | cambrien | | 70 | |
| | | | | 570 |

Une indication pour conclure. Il n'a pas été possible en décrivant les divers groupes d'animaux de l'ère paléozoïque de ne pas utiliser le vocabulaire spécialisé, nécessaire pour la clarté. C'est pourquoi nous avons essayé de l'expliquer dans le texte accompagnant chaque groupe animal. Il est possible également que les noms attribués aux fossiles représentés ne soient déjà plus valables et aient été remplacés par d'autres plus précis. La recherche paléontologique connaît aujourd'hui un tel développement que la détermination des espèces et des

genres change constamment, et un manuel de vulgarisation ne peut complètement en tenir compte. Cela ne modifie en rien l'objet de cet ouvrage. Chacune des espèces présentées est classée dans un embranchement et dans la catégorie systématique immédiatement inférieure.



Répartition des terrains géologiques en France

-  le paléozoïque ancien (cambrien, ordovicien, silurien, dévonien), notamment dans l'évolution marine.
-  le paléozoïque récent (carbonifère, permien), notamment dans l'évolution dulcaquicole continentale.

DESCRIPTIONS DES ESPÈCES

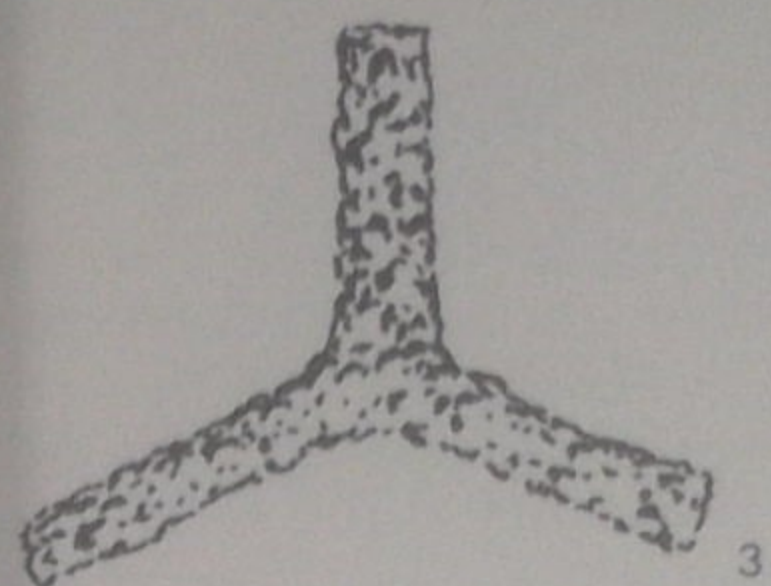
Dans l'énorme groupe des protozoaires, qui, depuis les temps les plus anciens, animent tous les types de milieu de notre planète, nous avons choisi la classe des foraminifères. Ils ont connu leur plus grand développement au secondaire. Leur découverte dans les couches de cette époque a une importance pratique, car elle peut être utilisée dans la prospection pétrolière; mais les espèces du primaire ne sont pas négligeables. Du point de vue de la paléontologie, les seuls types importants sont ceux qui avaient une enveloppe solide, qu'elle soit calcaire, siliceuse ou arénacée (formée de petits grains de matériaux anorganiques). Les espèces marines de foraminifères forment un des éléments de base du plancton, c'est-à-dire des animaux flottant dans les eaux. Il existe aussi des espèces se déplaçant sur le fond (benthos), ou solidement fixées sur lui. La dimension des enveloppes va du microscopique à plusieurs centimètres. La forme des enveloppes est très diverse.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



Les foraminifères les plus abondants dans le primaire récent, sont les fusulines (1) aux tests en spirale, diversement contournés. Elles apparaissent souvent dans la roche comme des grains fuselés (2). Les calcaires à fusulines constituent souvent des dépôts importants, surtout dans les couches du carbonifère, dans le monde entier.

On peut trouver, dans les roches paléozoïques, des fragments ou même de tests entiers simplement ramifiés, sans loge centrale, pouvant atteindre 2 cm. Ils appartiennent aux foraminifères du genre *Rhabdammina* qui étaient fixés sur un fond solide dès le silurien et que l'on trouve encore aujourd'hui dans toutes les mers du globe (3). Seul le milieu dans lequel ils vivaient a changé. Les espèces du primaire vivaient dans les eaux peu profondes du littoral, alors que les espèces actuelles vivent surtout dans les profondeurs de l'océan, dans la zone arctique et subarctique.

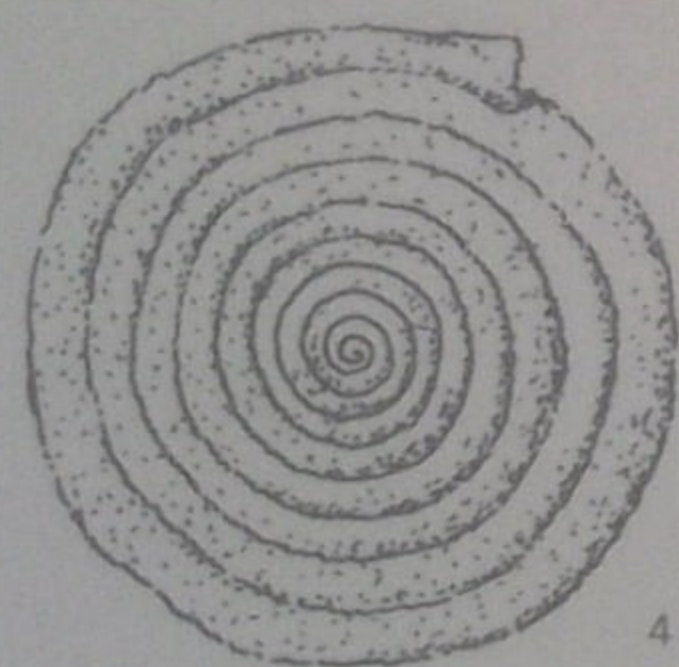


De nombreuses espèces du genre *Ammodiscus*, aux tests en spirales serrées (4), sont également de belle apparence et d'une structure intéressante. Le test est consolidé, à la surface, par un agglomérat de sable fin et il est relativement petit, 5 mm en moyenne. Les espèces les plus anciennes vivaient déjà dans le primaire ancien et se développaient surtout en eau douce. Les espèces actuelles recherchent les zones profondes et fraîches des mers du globe et flottent librement dans les eaux, près du fond.



Dans l'énorme groupe des protozoaires, qui, depuis les temps les plus anciens, animent tous les types de milieu de notre planète, nous avons choisi la classe des foraminifères. Ils ont connu leur plus grand développement au secondaire. Leur découverte dans les couches de cette époque a une importance pratique, car elle peut être utilisée dans la prospection pétrolière; mais les espèces du primaire ne sont pas négligeables. Du point de vue de la paléontologie, les seuls types importants sont ceux qui avaient une enveloppe solide, qu'elle soit calcaire, siliceuse ou arénacée (formée de petits grains de matériaux anorganiques). Les espèces marines de foraminifères forment un des éléments de base du plancton, c'est-à-dire des animaux flottant dans les eaux. Il existe aussi des espèces se déplaçant sur le fond (benthos) ou solidement fixées sur lui. La dimension des enveloppes va du microscopique à plusieurs centimètres. La forme des enveloppes est très diverse.

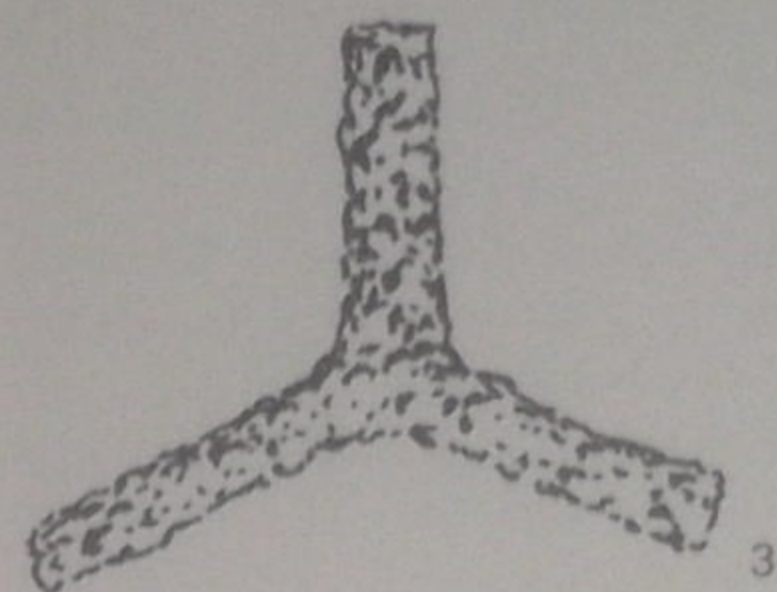
En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



4

Les foraminifères les plus abondants dans le primaire récent, sont les fusulines (1) aux tests en spirale, diversement contournés. Elles apparaissent souvent dans la roche comme des grains fuselés (2). Les calcaires à fusulines constituent souvent des dépôts importants, surtout dans les couches du carbonifère, dans le monde entier.

On peut trouver, dans les roches paléozoïques, des fragments ou même des tests entiers simplement ramifiés, sans loge centrale, pouvant atteindre 2 cm. Ils appartiennent aux foraminifères du genre *Rhabdammina* qui étaient fixés sur un fond solide dès le silurien et que l'on trouve encore aujourd'hui dans toutes les mers du globe (3). Seul le milieu dans lequel ils vivaient a changé. Les espèces du primaire vivaient dans les eaux peu profondes du littoral, alors que les espèces actuelles vivent surtout dans les profondeurs de l'océan, dans la zone arctique et subarctique.



3



1

De nombreuses espèces du genre *Ammodiscus*, aux tests en spirales serrées (4), sont également de belle apparence et d'une structure intéressante. Le test est consolidé, à la surface, par un agglomérat de sable fin et il est relativement petit, 5 mm en moyenne. Les espèces les plus anciennes vivaient déjà dans le primaire ancien et se développaient surtout en eau douce. Les espèces actuelles recherchent les zones profondes et fraîches des mers du globe et flottent librement dans les eaux, près du fond.



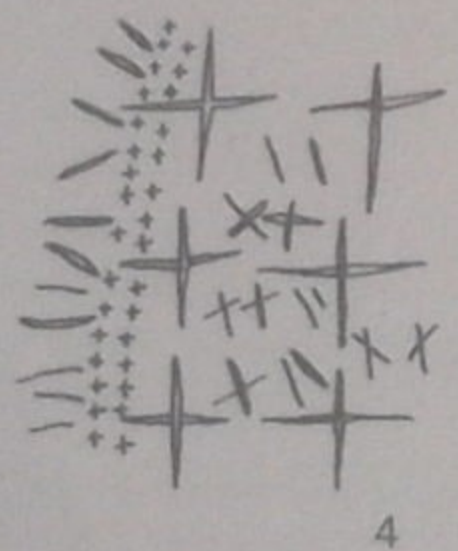
2

Tout le monde connaît les éponges marines, au moins sous la forme de leur squelette corné, utilisé comme éponge de toilette. Peu de gens sont conscients de tenir en main les restes d'un animal, dont l'histoire géologique touche au début du primaire et, peut-être même, plus loin. Les éponges sont les métazoaires les plus primitifs, mais dont le corps ne comporte ni tissu spécialisé, ni organes. Elles ont, en général, une forme de sac, dont la cavité digestive est ouverte et dont les parois sont consolidées par des spicules cornés, calcaires ou siliceux. La plupart des éponges vivent dans les mers et seule une petite partie dans les eaux douces. On les trouve à toutes sortes de profondeur et dans tous les océans. Adultes, elles vivent fixées sur le fond; la forme de leur corps varie souvent suivant le milieu où elles se trouvent. Leur taille varie de quelques millimètres jusqu'à 1,50 mètre. Pour le paléontologue, les plus importantes sont les éponges calcaires (*Calcarea*) et, surtout siliceuses (*Silicea*). Le matériau qui a constitué leur squelette ou, en tous cas, les spicules, a permis leur fossilisation.

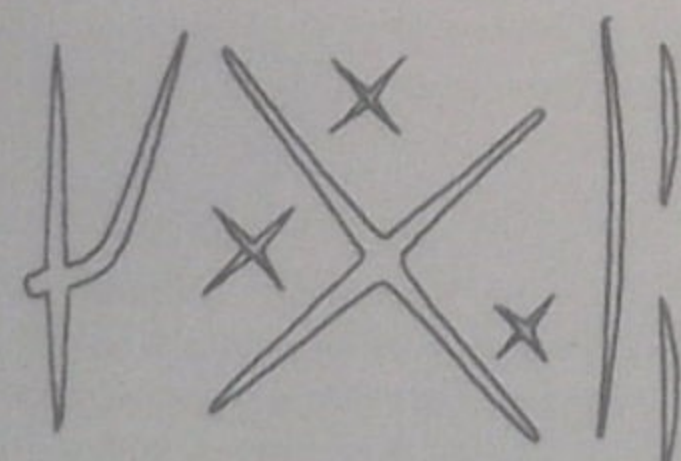
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



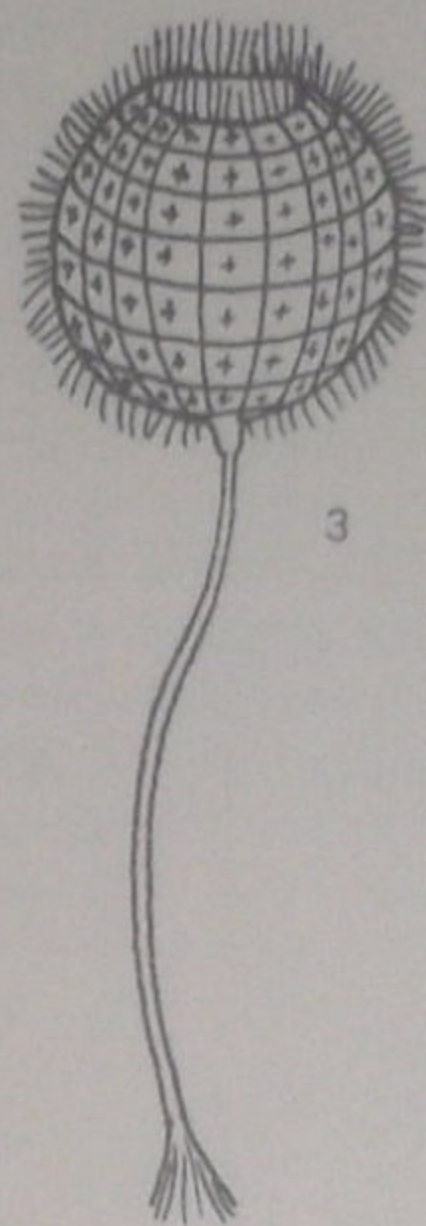
1



4



5



3



2

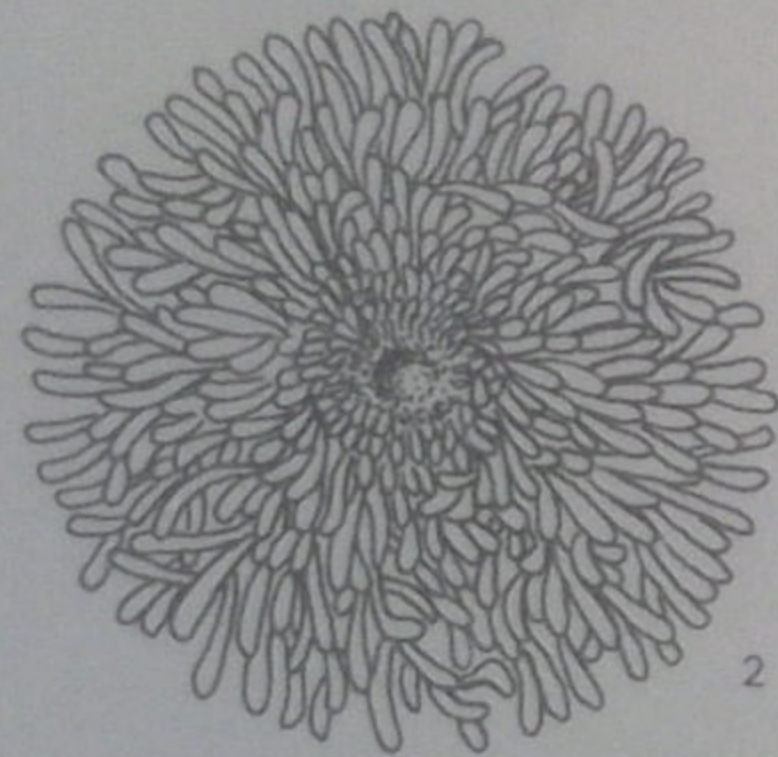
Parmi les éponges siliceuses les plus connues du paléozoïque, on trouve celles du genre *Astylospongia*, au squelette sphérique, formé de spicules massifs et soudés qui constituent un tissu solide. Les parois épaisses portent à leur surface des côtes régulières et des stries qui vont du grand orifice d'excrétion au sommet jusqu'à la base de l'éponge. Ces éponges sont caractéristiques de l'ordovicien et du silurien, dans le monde entier. L'espèce *Astylospongia praemorsa* (1) est abondante dans le silurien allemand.

Les représentants du genre *Hydnoceras*, *Hydnoceras tuberosum* (2), par exemple, ont une structure quelque peu différente. On trouve leurs squelettes dans le dévonien supérieur et le carbonifère aux États-Unis et en France. Ils ont une forme en cornet aux parois minces, formant des saillies sous forme de prolongements bulbeux plus ou moins réguliers. Les parois de ces éponges sont constituées d'une grille régulière de fins spicules, simples et relativement longs.

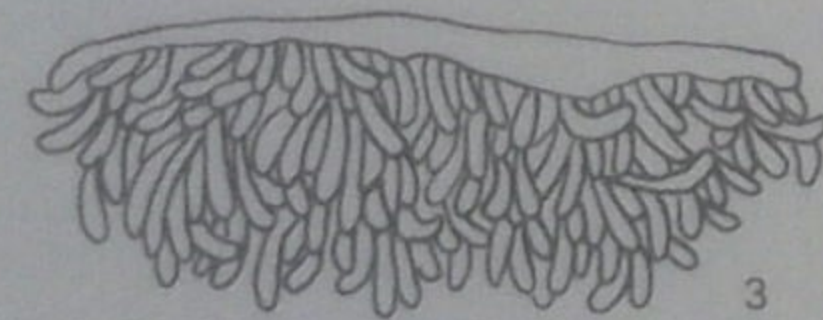
Protospongia mononema (3,4) et *Protospongia novaki* (5) font partie des éponges paléozoïques, aux spicules librement disposés et non soudés dans la paroi. Ces spicules siliceux sont souvent trouvés dispersés dans les roches, depuis le cambrien inférieur jusqu'à l'ordovicien, en Europe, en Amérique du Nord et en Asie.

Les méduses, avec leur corps en cloche, formé d'un tissu gélatineux, n'ont qu'une chance infime de se fossiliser. C'est pourquoi leurs restes sont extrêmement rares, bien qu'on les connaisse depuis 700 millions d'années. Il ne s'agit pas, évidemment, de fossiles vrais, mais de l'empreinte du corps de la méduse (ombrelle) à la surface de sédiments très fins, ou encore de moulages de la partie centrale de la cavité digestive. Les empreintes les plus anciennes de méduses très primitives au point de vue évolution, ont été trouvées dans des terrains protérozoïques du sud-est de l'Australie, dans le gisement d'Ediacara, et, plus tard, dans d'autres pays. Il semble qu'il s'agisse d'individus rejetés par les vagues sur une rive plate et boueuse. Les empreintes sont souvent si nettes que l'on distingue le dessin de la bouche, de la cavité digestive et de la couronne des tentacules à la base du corps. Dans les sédiments primaires, on trouve des empreintes et des moulages de méduses, surtout dans le cambrien des États-Unis et dans l'ordovicien du nord de l'Europe; là encore, ce sont des restes isolés. Ils témoignent néanmoins du foisonnement de la vie dans les mers primaires et de l'origine très ancienne de ces animaux.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



2



3

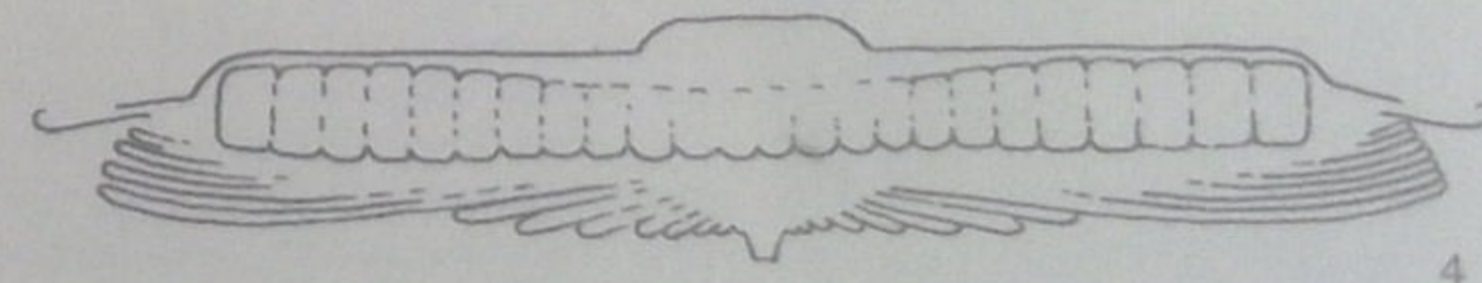
L'un des genres de méduses protérozoïques les plus connues est le *Cyclomedusa* aux rayures concentriques; son corps peut atteindre 20 cm de diamètre, avec une bouche circulaire et centrale parfaitement visible. On en connaît plusieurs espèces en Australie et l'une d'elles, *Cyclomedusa plana* (1), se trouve aussi en Ukraine.



1

Eoporpita medusa est caractérisée par un corps en disque plat, une bouche petite et une couronne de nombreux tentacules qui couvraient pratiquement toute la base de l'ombrelle (2; 3 — vue de côté). Les découvertes dans les fins sédiments précambriens d'Ediacara ont permis de reconstituer la structure du corps de cette espèce et de fabriquer des modèles plastiques de l'animal tout entier.

La coupe schématique transversale de l'ombrelle (4) montre la cavité digestive allongée et les tentacules. Les études ont montré que l'*Eoporpita*, vieille de 700 millions d'années, est très voisine des méduses actuelles, du genre *Porpita*. Dans ce cas, il ne s'agit donc pas seulement d'une curiosité scientifique, mais d'un vénérable fossile vivant.



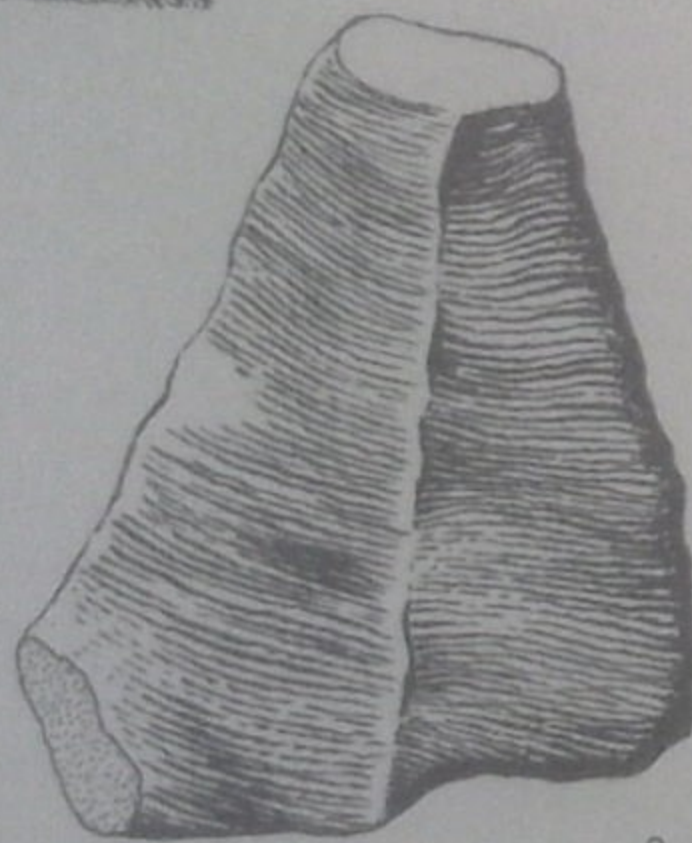
4

Alors que les méduses vraies, avec leur corps mou, pratiquement inaptés à la fossilisation, constituent plutôt, pour les paléontologues, une exception, les représentants de la sous-classe *Conulata* sont particulièrement importants pour le paléozoïque. Ces organismes exclusivement marins possédaient un test très mince, mais très souple, formé d'un tissu voisin de la chitine, mêlé d'un peu de phosphate de chaux. Ce test a, en général, la forme d'une pyramide allongée, aux faces plus ou moins bombées. La surface du test est ornée de raies transversales et d'arêtes souvent combinées avec des dessins longitudinaux. Le mode de vie de ces organismes est également digne d'attention. A l'exception de quelques petites espèces ou de quelques jeunes individus qui se fixaient sur des supports fixes ou flottants, la majorité d'entre eux nageaient activement. C'est pourquoi on trouve leurs restes dans le monde entier, dans les sédiments les plus divers, depuis le cambrien jusqu'au permien. A la fin du primaire, ils ont commencé à disparaître rapidement; les derniers individus se sont éteints au trias.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



3

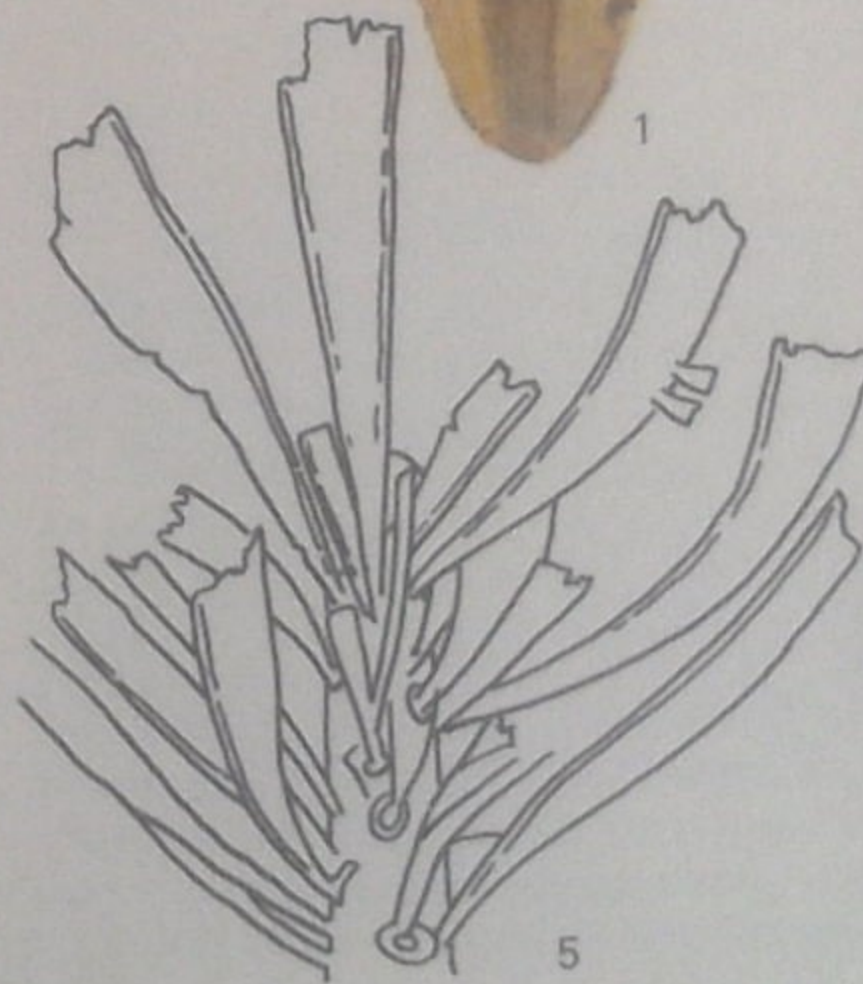


2

Joachim Barrande est l'un des premiers chercheurs à les avoir étudiés. Il a été particulièrement intéressé par les pyramides minces et lisses des tests de l'espèce *Anaconularia anomala* (1), que l'on trouve dans les sables de l'ordovicien moyen du centre de la Bohême. Des espèces semblables [telles que *Conularia niagarensis* dont les tests (2) ont une curieuse structure superficielle (3)], ont été découvertes plus tard dans des couches du même âge, par exemple en France, en Turquie et en Amérique du Nord. Compte tenu de leurs gisements, on peut considérer qu'ils vivaient plutôt dans les mers peu profondes.



1



5



4

D'autres organismes marins, proches parents des précédents, se caractérisent par un test quelque peu différent et par un autre mode de vie. Ils ont un test en cône étroit ou en forme d'aiguille, légèrement incurvé, pourvu parfois d'une base de fixation au sommet du cône. Dès 1847, ils avaient été décrits par J. Hall, sous le nom de *Sphenothallus* (4); on les trouve dans les sédiments les plus divers de l'ordovicien et du silurien, dans le monde entier. On a découvert des colonies entières de sphénothalles fixés sur des objets flottants, tels que les thalles des algues. Les courants marins les ont transportés parfois à de grandes distances. La figure 5 représente *Sphenothallus angustifolius*.

Les anthozoaires forment un grand groupe d'animaux exclusivement marins, urticants, qui vivent solitaires ou en colonies (polypiers). Leurs squelettes cornés ou calcaires (corail) fossilisent facilement et sont souvent à la base de la formation de roches.

Les tétracoralliaires, ou rugueux, n'ont vécu que dans les mers du primaire, mais on les trouvait sur toute la surface du globe. Ils ne formaient pas de vrais récifs comme beaucoup de coraux actuels, mais des peuplements épais, sur un fond peu profond, sous des eaux à fort courant. C'est pourquoi on trouve leurs restes surtout dans les calcaires et beaucoup moins dans les sédiments schisteux ou dans les tufs. Les squelettes calcaires conservés de ces coraux sont en général indépendants et ont toutes sortes de formes; sphérique, cylindrique, plate ou en coupe. Ils se groupaient rarement pour former une colonie. La cavité interne du corail est divisée par des cloisons verticales, disposées en rayons septa. Les planchers sont moins développés ou manquent.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



1

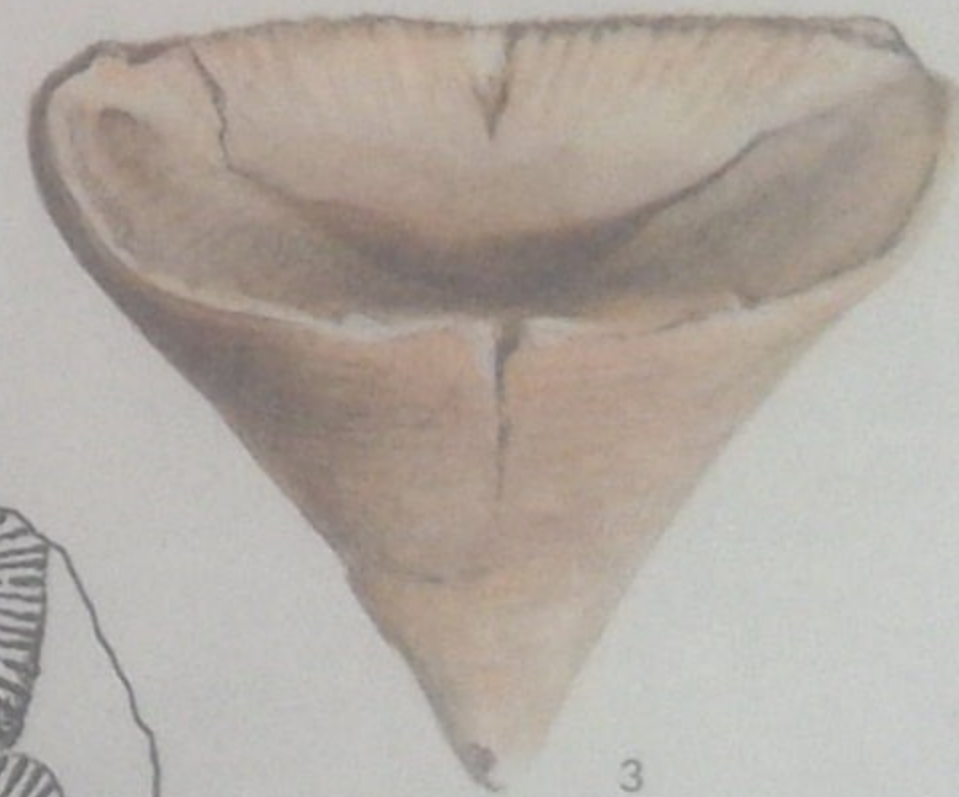
L'exemple caractéristique et abondant de rugueux est l'*Entelophyllum*, connu aussi sous le nom inexact de *Xylodes*. De nombreuses espèces de ce genre sont abondantes dans les calcaires siluriens en Europe, en Amérique du Nord, en Asie et en Australie. Leurs grandes coupes sont indépendantes, isolées, creusées d'une profonde cavité munie de septa minces et très nombreux. *Entelophyllum prosperum* (1) couvrait les fonds peu profonds de la mer silurienne, autour des îles volcaniques du centre de la Bohême.

Keriophyllum tabulatum (2) est une espèce coloniale de tétracoralliaires. Ces coraux et des espèces semblables formaient de grands coussins sur le fond des mers européennes du dévonien moyen. Les jeunes individus s'entremêlaient aux coraux plus anciens, si bien que, dans un même polypier, on peut souvent trouver des individus de formes et de tailles très différentes.

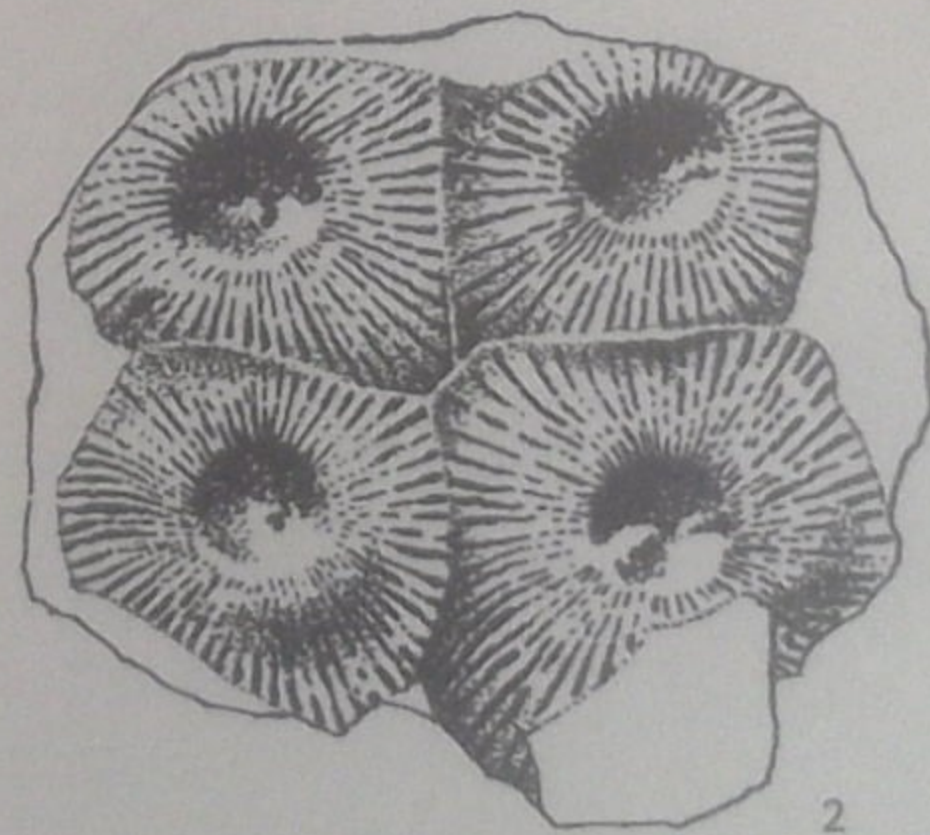
Dans le même ordre, on trouve des espèces très curieuses, comme la *Calceola sandalina*, connue dans les couches du dévonien du monde entier. Le nom latin *sandalina* est tout à fait approprié: ce corail avait, en effet, la forme d'une pointe de sandale et son sommet portait un couvercle plat (3,4). Les septa sont réduits et ne forment que de petites dents sur la paroi postérieure articulée avec les dents du bord postérieur du couvercle. L'ensemble forme une sorte de charnière pour l'ouverture et la fermeture du corail. La forme constante et la grande extension géographique de *Calceola* en font un excellent fossile spécifique des couches du dévonien.



4



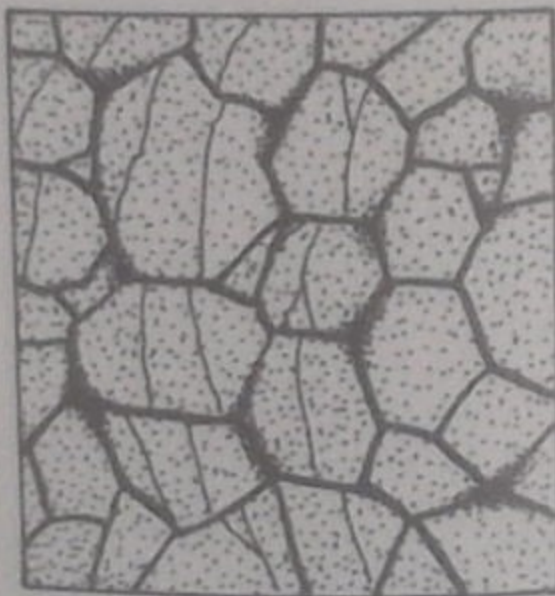
3



2

Comme les tétracoralliaires, les squelettes calcaires des coraux du groupe des tabulés (*Tabulata*) apparaissent dans le monde entier, mais seulement dans les sédiments marins du primaire. Les deux groupes avaient le même mode de vie et on les trouve souvent ensemble. En général, on distingue facilement les tabulés. Ils forment souvent de grosses colonies massives qui ont parfois plus d'un mètre de diamètre. Les colonies sont composées d'un grand nombre d'individus agglomérés; elles ont habituellement une forme de bulbe ou de coussin et souvent sont aussi ramifiées. Les septa verticaux, caractéristiques des rugueux, manquent ou sont atrophiés. Par contre, les cloisons horizontales, les planchers, sont bien développées et souvent très nombreuses. On trouve les tabulés surtout dans le primaire ancien, ils sont déjà en recul dans le carbonifère et le permien. Ils disparaissent à la fin du primaire pour laisser la place, comme les rugueux, aux types modernes de coraux qui existent encore aujourd'hui.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



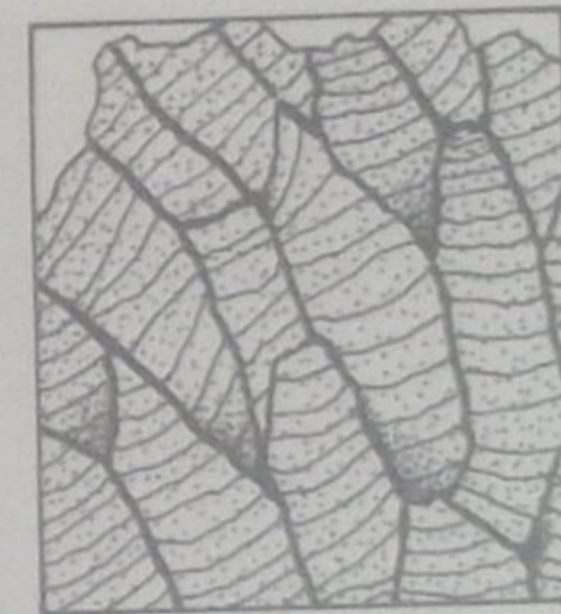
3



2

Le représentant le plus connu des tabulés est le genre *Favosites*, aux longs tubes prismatiques agglomérés de section hexagonale, formant comme une mosaïque à la surface. Les polypiers rayonnants, très apparents à la surface des roches, avaient depuis longtemps attiré l'attention des chercheurs et des collectionneurs et Lamarck avait déjà décrit ce genre caractéristique en 1816. On rencontre *Favosites tachlowitzensis* (1) dans les tufs calcaires du silurien en Europe et de nombreuses espèces semblables dans les couches du même âge aux États-Unis, dans le sud-est asiatique et en Australie.

Halysites catenularia (2) est un autre tabulé, très caractéristique et facilement reconnaissable. Ses polypiers buissonnants sont formés de longs tubes juxtaposés en séries linéaires. En coupe, ils apparaissent sous forme de chaînettes caractéristiques. L'espèce, décrite par Linné, dès 1777, est très nombreuse dans les calcaires siluriens du monde entier.

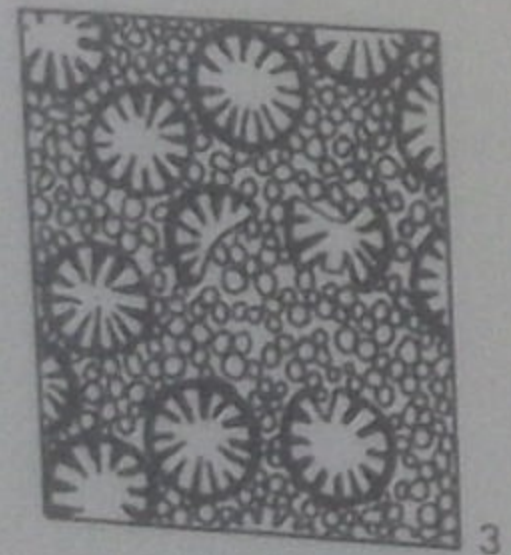


4

Les coupes transversales et longitudinales d'un polypier de *Favosites gothlandicus* montrent la forme polygonale des coraux (3) et les planchers bien développés (4).

Heliolitoidea est une sous-classe de coraux caractéristique et facile à distinguer; ces coraux formaient, avec les tabulés et les tétracoraliaires, d'abondants peuplements sur les fonds éclairés et peu profonds des mers du primaire ou bien autour des récifs de coraux, dans la zone calme qui les entourait. Ils vivaient également en colonie et leurs polypiers bulbeux ou hémisphériques sont reconnaissables parce que, en coupe, on distingue chacun des coraux, assez grands, arrondis, en rosette ou en étoile et séparés des autres par un tissu de petits tubes qui isole les uns des autres. Ces coraux ont des planchers bien développés et de fins septa verticaux. Les héliolites sont répandus dans le monde entier, mais ils n'ont vécu qu'aux débuts du primaire, depuis l'ordovicien supérieur jusqu'au dévonien moyen.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



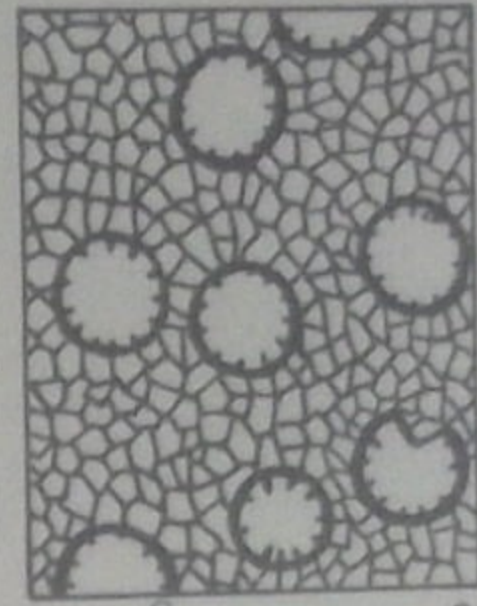
3



4



1



2

Heliolites decipiens (1, 2 — coupe transversale) est une espèce caractéristique que l'on trouve surtout dans le silurien en Europe et en Amérique du Nord. C'est l'un des fossiles les plus abondants dans les tufs du silurien moyen, du paléozoïque de Bohême. Ces coraux ne construisaient pas de récifs, mais occupaient, avec d'autres espèces, les fonds des mers siluriennes à proximité des rivages où l'eau était bien oxygénée par les courants et les vagues.

Helioplasma est un genre d'héliolite que l'on trouve dans le dévonien d'Europe et d'Asie. Des coupes d'*Helioplasma kolihai* (3 — coupe transversale) et d'*Helioplasma aliena* (4 — coupe longitudinale) montrent la structure caractéristique de ce corail. A la différence de l'espèce précédente, les coraux sont plus agglomérés, possèdent des septa bien distincts (les coupes de coraux sont étoilées) et moins de tissu interstitiel. Le genre *héliolites* a des coraux assez grands, arrondis et dont les septa peu apparents sont assez lâches. Les différences entre les deux genres ne tiennent pas seulement à la morphologie des polypiers, mais aussi au mode de vie. A la différence des héliolites du silurien, les hélioplasmes du dévonien vivaient dans une eau plus calme, plus profonde, autour des récifs de corail.

Batostoma poctai

Bryozoa
Trepostomata

Les bryozoaires sont un très vieil embranchement du règne animal. On les trouve dès le cambrien et ils forment encore aujourd'hui une partie importante de la faune marine. Ils sont plus rares dans les eaux douces. Les bryozoaires sont de petits organismes qui forment des colonies calcaires ou chitineuses (zoaries) constituées de très nombreux tests (zoécies) individuels agglutinés. Une colonie mesure jusqu'à 70 cm de diamètre et elle peut avoir diverses formes: en bulbe, en cousin, en disque, ramifiée ou treillagée. Avec les coraux, ces colonies ont souvent formé d'abondants peuplements ou même de petits récifs sur des fonds marins peu profonds couverts d'eaux courantes. Ces bryozoaires n'ont existé qu'au primaire; ils ont atteint leur plus grand développement à l'ordovicien. Leurs colonies massives étaient formées de tubes calcaires accolés, plus ou moins longs, pourvus souvent de cloisons latérales, de sorte que, par leur aspect, ils rappellent les tabulés. Leur étude est très difficile. Pour déterminer une espèce avec certitude, il est souvent nécessaire d'étudier la structure interne complexe à l'aide de coupes en plaques ou lamelles. C'est un groupe que les collectionneurs prisent peu.

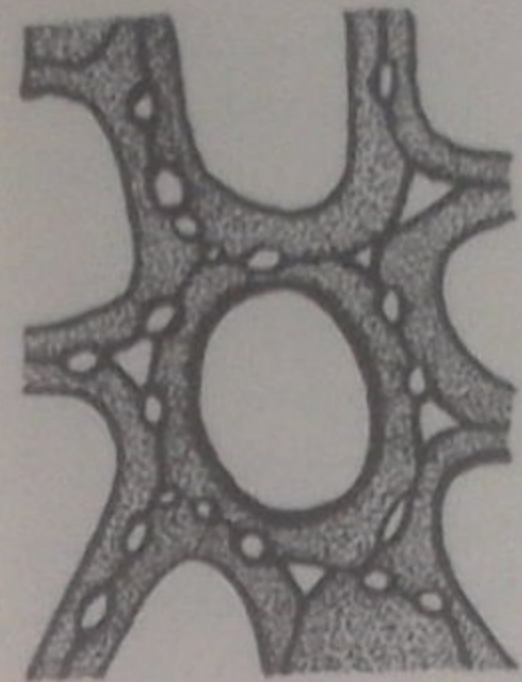
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



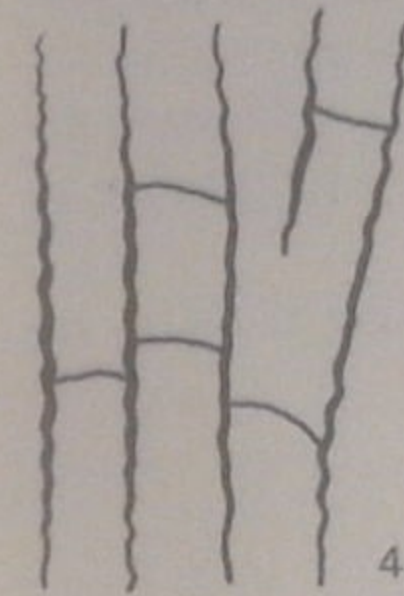
6

Le genre *Batostoma*, aux zoaria buissonnants plusieurs fois ramifiés, est l'un des plus abondants de l'ordre des *Trepostomata* de l'ordovicien. Les *Batostoma*, à la différence des autres genres, recherchaient plutôt les zones calmes des anses marines peu profondes. C'est pourquoi on rencontre leurs restes en général dans les sédiments calcaires argilo-sableux, où ils constituent parfois des horizons importants. *Batostoma poctai* (1) est un fossile caractéristique de l'ordovicien supérieur du centre et du sud-ouest de l'Europe. *Batostoma minnesotense* (2 — coupe transversale du zoarium, 3 — coupe longitudinale) est une espèce voisine de l'ordovicien des États-Unis.

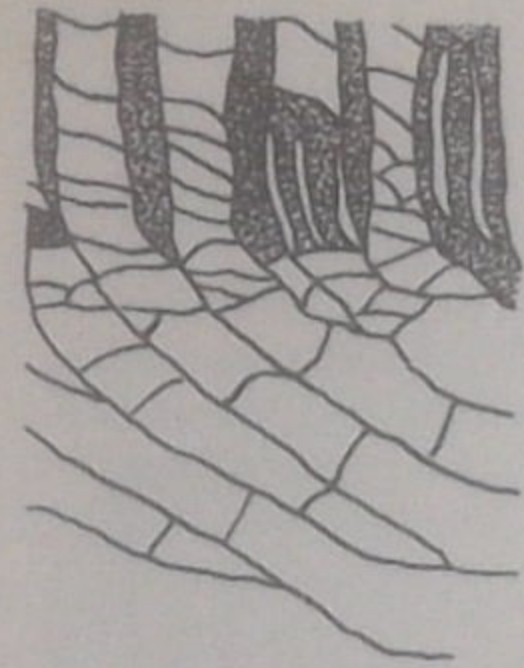
Monotrypa undulata appartient à un autre genre fréquent. Au contraire des précédents, ses zoaria massifs en disques ou en hémisphères, sont composés de



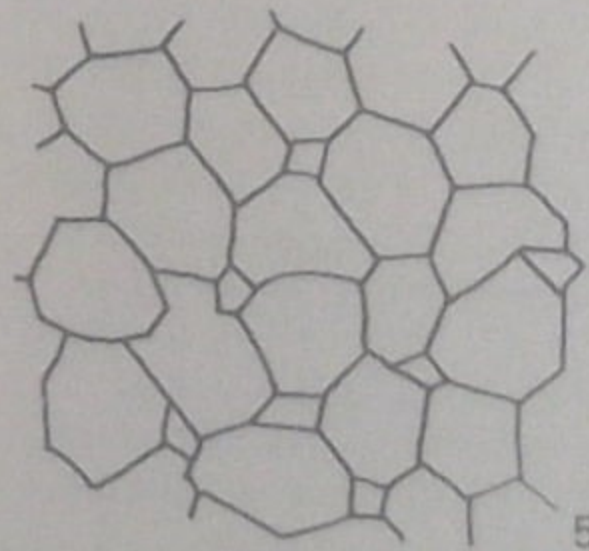
2



4



3



5

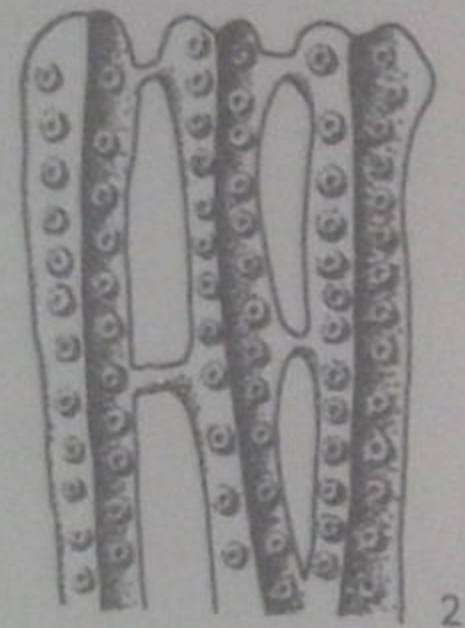


1

zoécies anguleuses aux parois ondulées (4). En coupe transversale, cette zoécie offre le spectacle d'une mosaïque polygonale irrégulière (5). C'est l'espèce caractéristique des sédiments ordoviciens du Canada. Des espèces semblables, telles que *Monotrypa kettneri* (6) ont vécu en Europe et dans le sud-ouest de l'Asie, depuis l'ordovicien jusqu'au dévonien.

Comme *Trepostomata*, *Cryptostomata* est un groupe éteint depuis le primaire. A la différence des colonies massives du groupe précédent, il formait des touffes complexes et treillagées qui, parfois, évoquent la dentelle. Les zoaria sont calcaires, formés de branches principales et de petites ramifications de formes diverses, ou reliés seulement par les branches principales en courbes ondulantes. Le débouché de chaque zoécie se trouve sur les branches et rarement sur les ramifications, sur deux ou plusieurs rangs. Ces organismes apparaissent en général dans les sédiments calcaires et on trouve fréquemment leurs dentelles en compagnie des coraux et autres animaux formateurs de récifs. Le groupe apparaît à l'ordovicien inférieur, atteint son plus grand développement au dévonien et au carbonifère et meurt au permien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

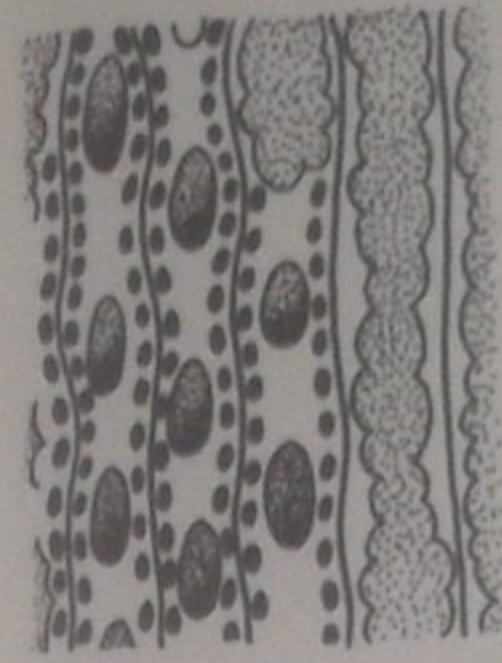


Fenestrellina possède des zoaria en réseau, en forme d'éventails ou d'entonnoirs. C'est l'un des genres les plus caractéristiques et aussi les plus abondants. On trouve deux rangées de zoécies sur les branches principales, alors que les ramifications sont lisses. Ce genre est répandu dans le monde entier depuis le dévonien jusqu'au permien.

Fenestrellina capilosa (1) est un fossile particulier des calcaires du dévonien inférieur que l'on trouve dans les grottes de Koněprusy, en Bohême.

Dans le silurien anglais, on trouve *Fenestella antiqua* (2) qui est une espèce très voisine. La reproduction agrandie du zoarium montre la structure d'un détail de la touffe, c'est-à-dire une partie des branches principales portant deux rangs de zoécies et reliées par des ramifications lisses.

Reteporina prisca (3) fait partie des espèces à structure en fuseau du zoarium où les branches principales se relient directement, sans ramifications (4). C'est une espèce caractéristique des calcaires d'eau douce du dévonien allemand. Des espèces voisines qui ne se distinguent que par quelques détails, apparaissent en abondance depuis le dévonien inférieur jusqu'au carbonifère inférieur en Europe, en Amérique du Nord et en Asie.



4



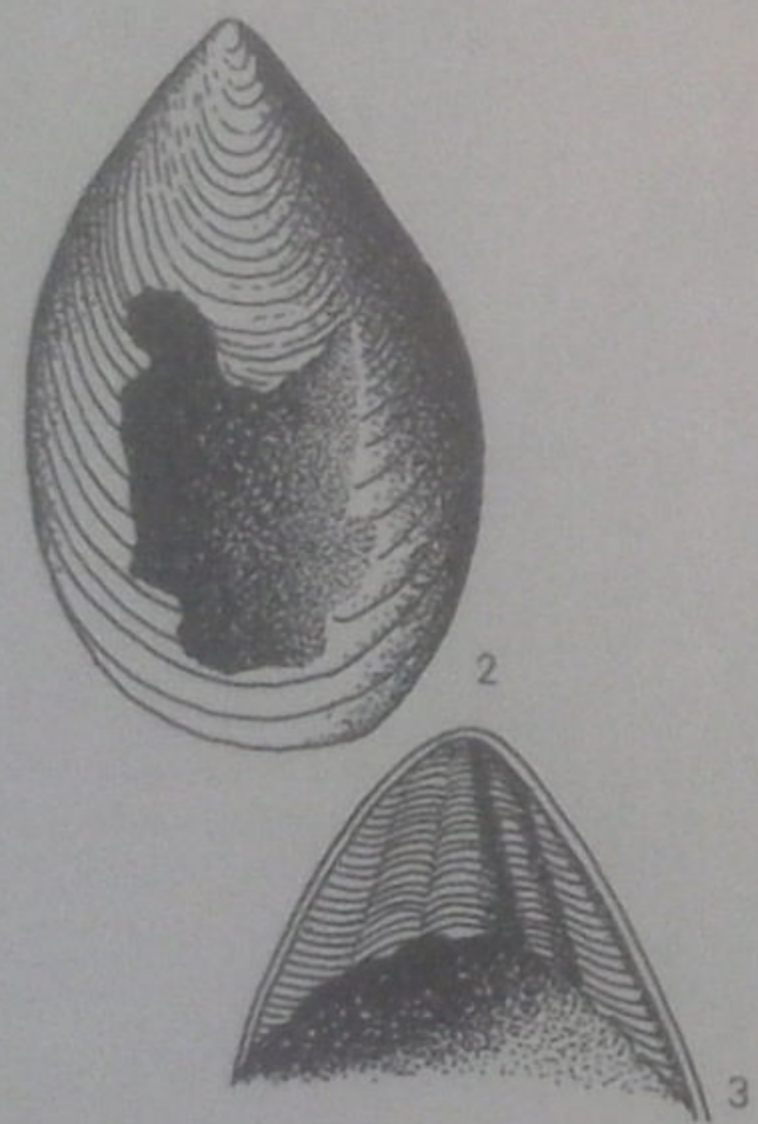
1



3

L'embranchement des brachiopodes, qui existe encore, est apparu au cambrien inférieur. Il groupe des animaux exclusivement marins, au corps recouvert par une coquille formée de deux valves inégales. Les valves sont mobiles, réunies seulement par des muscles chez les inarticulés, par des charnières chez les articulés et comportant alors des dents sur le bord de l'une des valves et des fossettes sur le bord de l'autre. Les brachiopodes ont vécu à diverses profondeurs, fixés par un pédoncule souple. Certaines espèces étaient collées par toute la face ventrale, d'autres reposaient librement sur le fond. Ils absorbaient une nourriture microscopique qu'ils ramenaient vers leur bouche par les mouvements de leurs bras ciliés. Ils ont connu leur plus grand développement au primaire et leurs restes constituent des fossiles spécifiques des diverses couches de cette ère. Au secondaire, les brachiopodes perdent beaucoup de leur intérêt et il n'en reste aujourd'hui que quelques espèces. Les représentants de la classe des inarticulés se reconnaissent à la simplicité de leurs valves. Elles n'ont pas de charnières et ne sont réunies que par des muscles.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



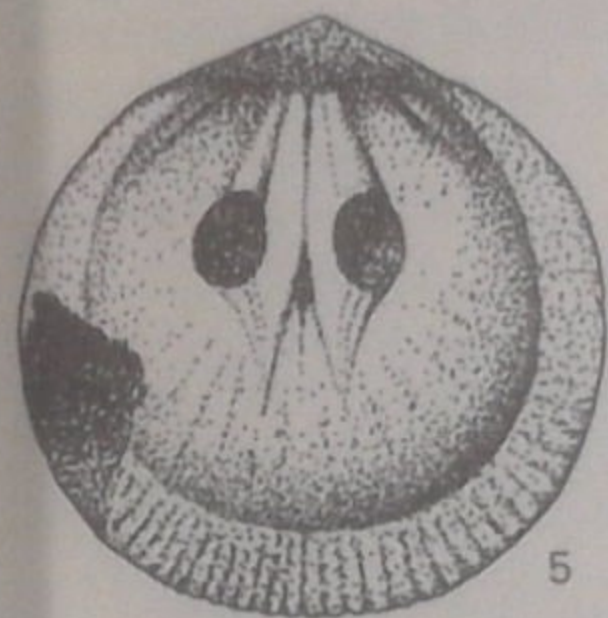
34

Le genre *Lingulobolus*, caractéristique du cambrien et de l'ordovicien inférieur en Asie, en Europe et en Amérique du Nord, est l'un des plus grands représentants des inarticulés. Ses valves, qui peuvent atteindre 5 cm, ont une forme triangulaire arrondie et une surface lisse, avec seulement quelques fines lignes de croissance. C'est le cas de *Lingulobolus feistmanteli* (1).

On trouve dans le monde entier, dans le cambrien et l'ordovicien, le genre *Lingulella*, dont les valves sont en forme de langue; il est voisin du genre *Lingula* (2 - valve ventrale, 3 - détail de la partie supérieure de la valve du côté interne) dont les représentants existent encore. *Lingulella insons* (4) est un fossile très abondant dans les schistes de l'ordovicien inférieur en Bohême. On trouve des espèces semblables en Scandinavie et, vers l'est, elles s'étendent

jusqu'en Chine. Il est difficile de distinguer les différentes espèces de ce genre (si l'on n'en connaît pas l'organisation interne) que, pour des commodités de classement, on désigne, pour le moment, des noms de *Lingula* ou *Lingulella*.

Les très petites valves du genre *Obolus* existent également dans les sédiments du cambrien et de l'ordovicien du monde entier. *Obolus complexus* (5) a des valves ornées d'une manière caractéristique d'une combinaison de lignes d'accroissement concentriques et de fines côtes radiales. Les noyaux internes des valves ont une ligne centrale très apparente et deux empreintes musculaires près du sommet.



5

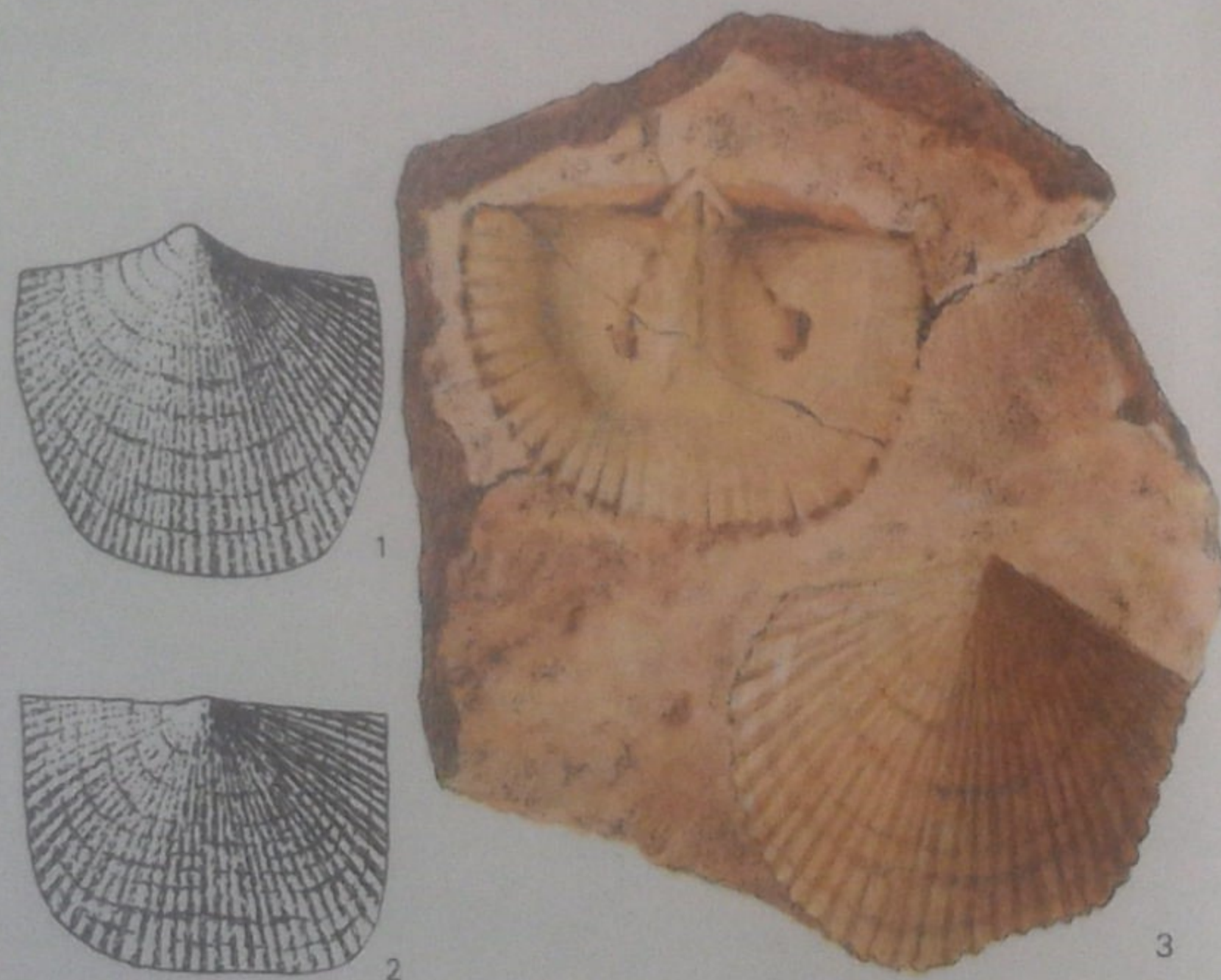


4

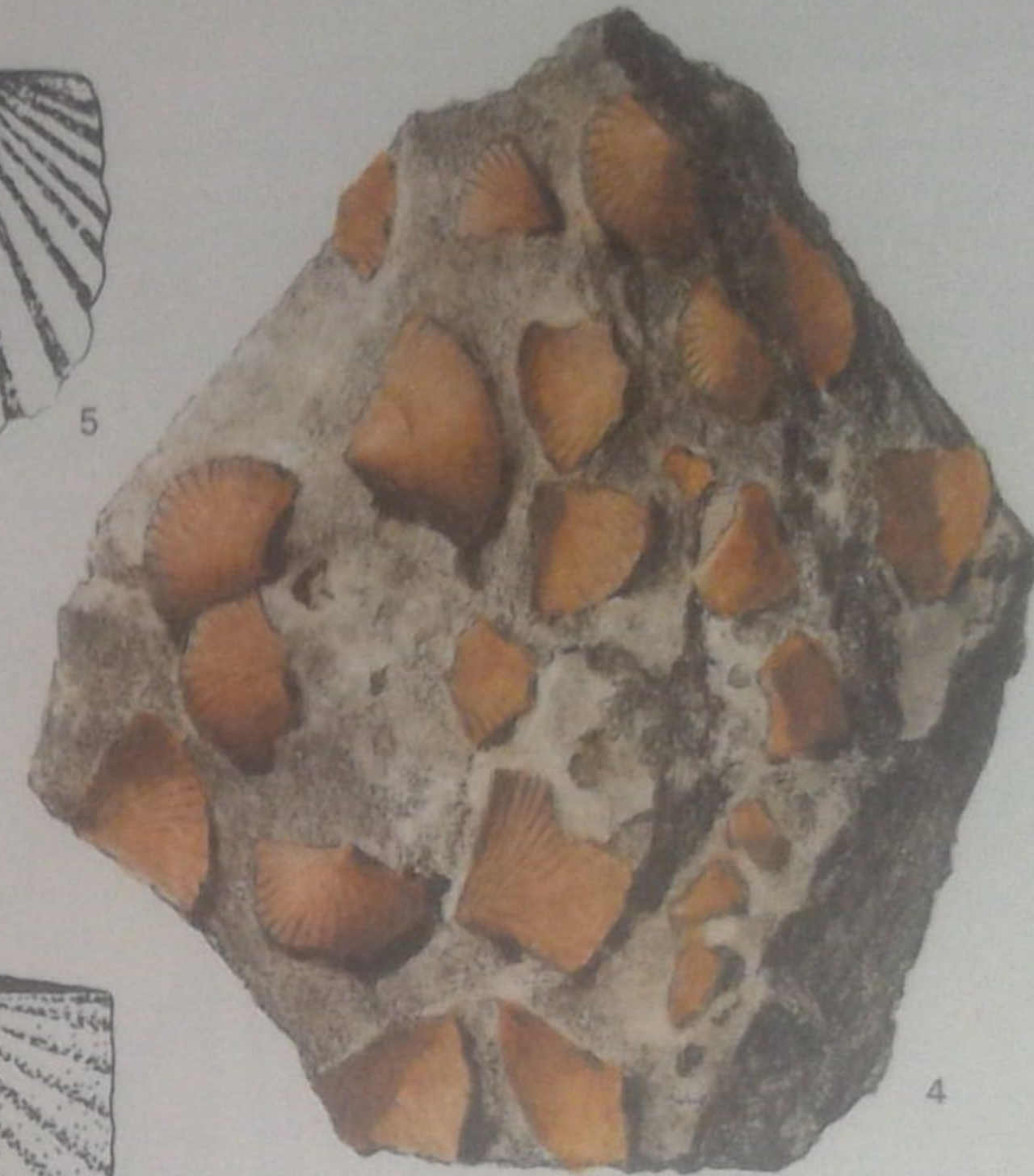
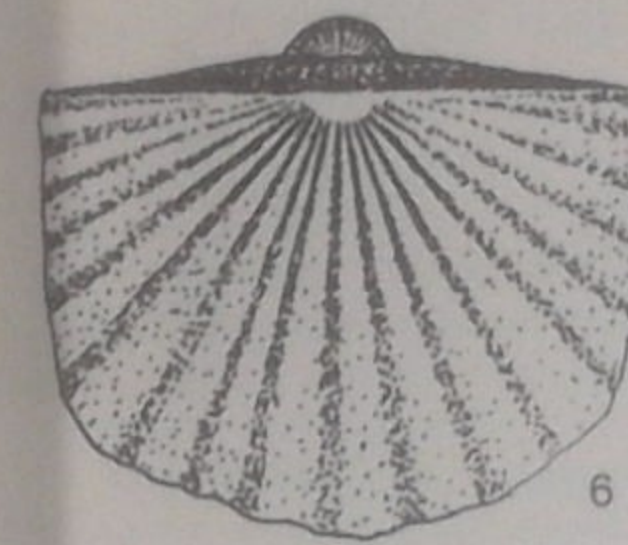
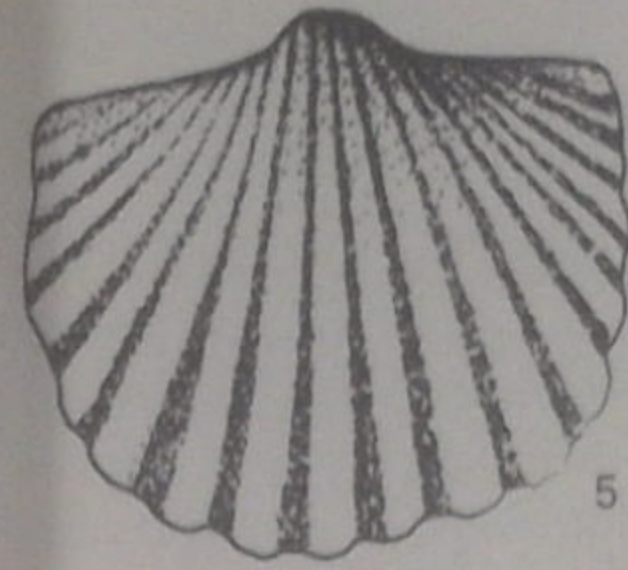


1

Les articulés sont très différents des brachiopodes inarticulés. Ils possèdent une coquille calcaire formée de deux valves inégales, une grande valve ventrale et une petite valve dorsale. Dans la partie supérieure de la coquille dorsale, se trouve une charnière qui permettait, grâce aux muscles, l'ouverture et la fermeture des valves. Les bras mobiles n'étaient pas libres comme chez les inarticulés, mais soutenus en règle générale par un appareil brachial complexe. Les articulés sont des animaux marins dont la longue histoire commence au début du primaire. Les représentants de la famille des orthisidés sont parmi les plus anciens. Ils étaient très abondants, depuis le cambrien inférieur jusqu'au dévonien, dans toutes les mers du globe. Ils ont vécu dans les milieux les plus divers et l'on trouve aujourd'hui leurs restes dans tous les types de sédiments, argileux, siliceux et même calcaires. En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



36



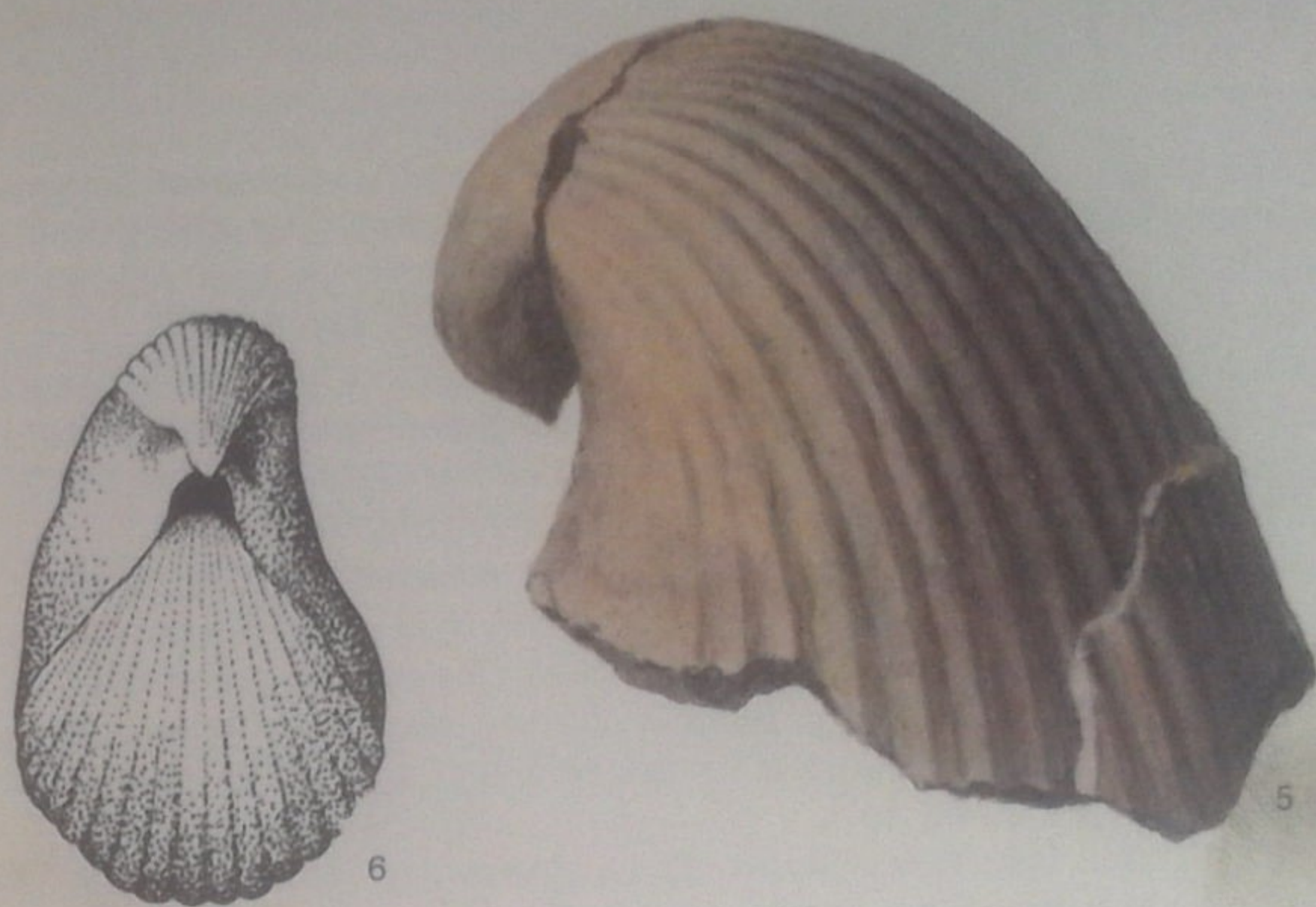
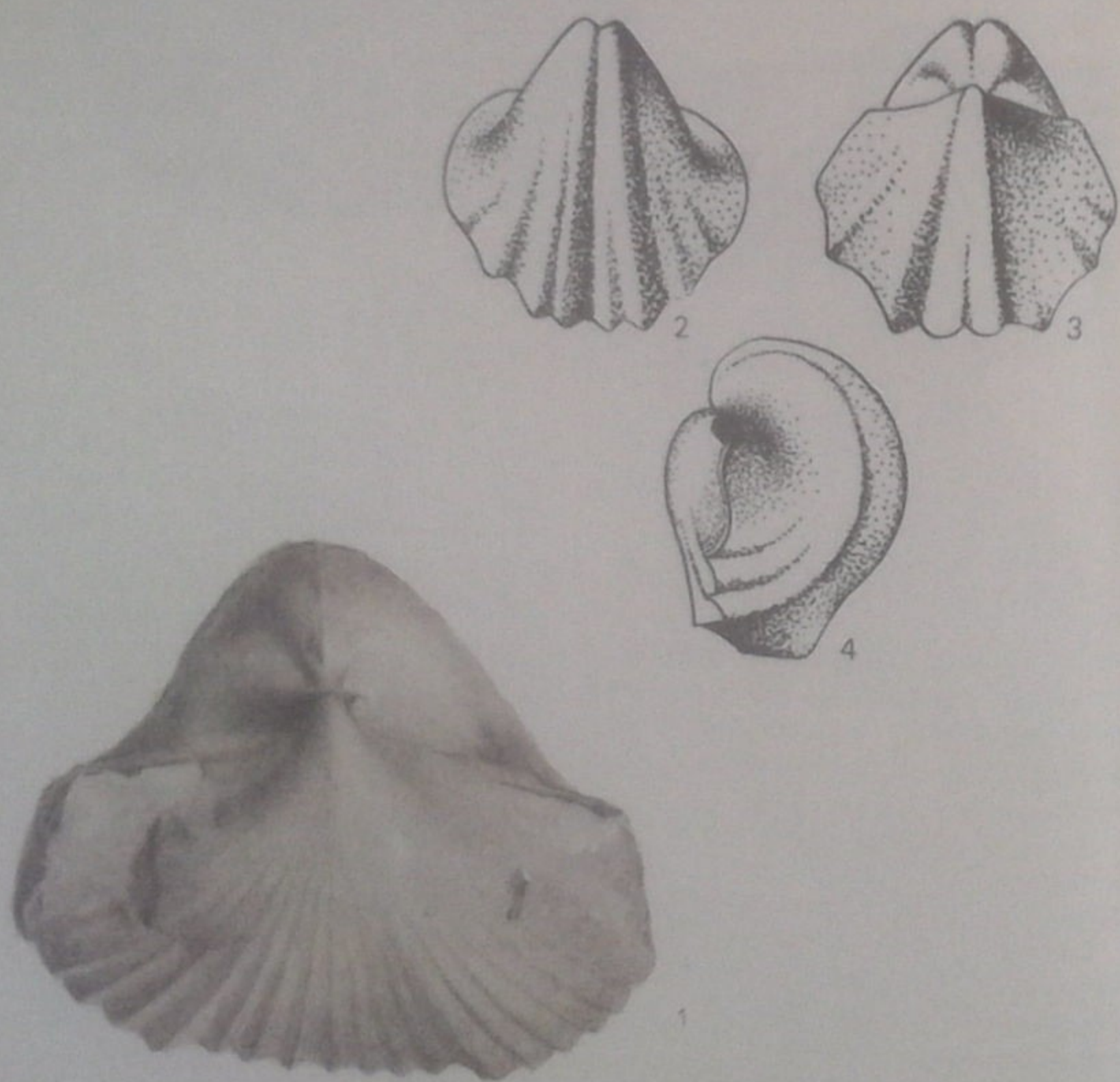
Les espèces du genre *Billingsella*, du cambrien moyen et ordovicien inférieur, dans le monde entier sont parmi les plus anciens et les plus caractéristiques des orthisidés. Elles ont des valves plates, en demi-cercle, avec des côtes radiales, de petites apophyses et une longue charnière. La figure montre schématiquement la valve ventrale (1) et la valve dorsale (2) de l'espèce caractéristique *Billingsella coloradoensis*. Le genre *Jivinella* de l'ordovicien inférieur de Bohême est plus récent, mais très voisin du genre *Billingsella*. Les valves ont des côtes et des apophyses plus marquées, comme on le constate chez *Jivinella incola* (3).

Nisusia kuthani (4) est un articulé d'eau douce. Ses petites valves, à fines côtes radiales, sont très abondantes dans les grès et les brèches du cambrien moyen de Bohême. On connaît des espèces semblables dans d'autres pays d'Europe et en Sibérie.

Le genre *Orthis*, qui donne son nom aux orthisidés, apparaît dans l'ordovicien inférieur et on le rencontre surtout dans le nord de l'Europe et aux États-Unis. Ses valves ont des côtes radiales très marquées et de fortes dents sur la charnière. *Orthis callactis* (5 — valve ventrale, 6 — valve dorsale à charnière droite) a été décrit par Dalman, dès 1828, à partir des échantillons trouvés dans les sédiments calcaires de l'ordovicien inférieur dans les pays baltes.

Les pentaméridés sont des brachiopodes aujourd'hui éteints qui vivaient durant le silurien et le dévonien, dans les eaux peu profondes du littoral. Ils ont en général de grandes valves massives, fortement bombées, avec des crochets enroulés vers l'intérieur et une courte charnière. La surface des valves porte de nombreuses côtes radiales bien marquées. Ces brachiopodes sont abondants dans les sédiments calcaires et les tufs calcaires du monde entier, au point que leurs valves constituent l'essentiel de certaines roches. On parle alors de calcaires conchoïdaux (silurien de Bohême et d'Angleterre) des couches à brachiopodes de l'espèce *Gypidula caduca*, etc.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Sieberella est l'un des genres de brachiopodes les plus connus; on le rencontre dans les calcaires dévoniens du monde entier. Dans les calcaires organo-détritiques du dévonien inférieur, qui se sont déposés au bord des récifs de Koněprusy, en Bohême, on trouve en abondance l'espèce spécifique *Sieberella sieberi* (1) dont les valves peuvent avoir jusqu'à 5 cm et dont les côtes sont fortement marquées.

Gypidula est également un genre bien connu, tout comme le genre voisin *Ivdelinia*, aux valves plus petites, mais très caractéristiques. *Ivdelinia procerula*, du dévonien inférieur de Bohême, a une valve ventrale en forme de casque, fortement bombée et beaucoup plus grande (2) que la valve dorsale, relativement plate (3). Sur la figure 4, les deux valves sont vues latéralement. Les côtes des deux valves sont plus marquées dans la partie centrale et s'effacent vers les bords. Les deux genres cités sont abondamment représentés dans les calcaires siluriens et dévoniens du monde entier.

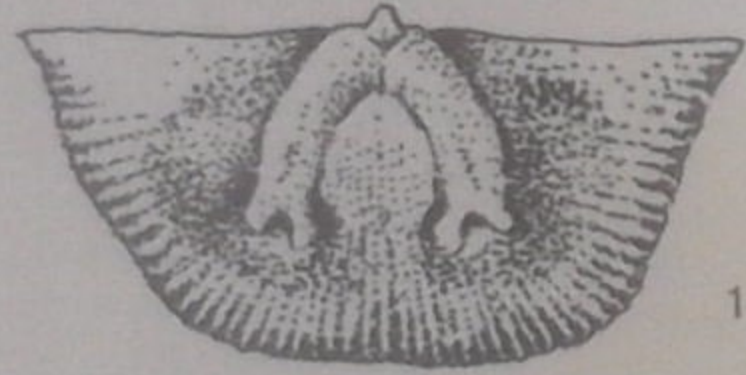
Les plus grands représentants des pentaméridés sont les nombreuses espèces du genre *Conchidium*, également connu dans le monde entier. Ils ont des valves massives de près de 10 cm. La valve ventrale (5), en particulier, est grande, fortement voûtée, avec un long crochet enroulé vers l'intérieur. La valve dorsale est également très bombée, mais beaucoup plus petite. Ceci apparaît nettement sur la figure 6 où l'on voit la valve dorsale, le crochet de la valve ventrale et le trou (foramen) pour le pédoncule grâce auquel ils se fixaient à un support. Toutes les espèces du genre *Conchidium* n'existent qu'au silurien et dévonien inférieur. Elles faisaient souvent partie des associations dans les tufs calcaires du silurien en Bohême, en Angleterre, aux États-Unis, etc.

Leptaena depressa

Brachiopoda
Articulata

Les strophoménidés constituent un groupe très intéressant de brachiopodes articulés que l'on ne rencontre que dans les terrains primaires. Ils ont vécu de l'ordovicien au carbonifère et se sont répandus dans toutes les mers du globe. Ils possèdent des valves caractéristiques, parfaitement reconnaissables, semi-circulaires ou semi-ellipsoïdales, pourvues d'ailes sur les côtés, d'une petite apophyse cardinale et, en général, d'une charnière droite. Les valves sont ornées à la surface de côtes et de raies radiales ou concentriques ou bien, le plus souvent, d'une combinaison des deux. Les strophoménidés diffèrent des autres brachiopodes dont les deux valves sont convexes parce que l'une de leurs valves est convexe et l'autre concave. Ils reposaient en général sur les fonds vaseux à faible courant. Mais on connaît également des espèces fixées dans les zones à fort courant par la valve ventrale plate à un support.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Aegiromena aquila est l'une des espèces les plus anciennes. Elle est très abondante dans les schistes argileux de l'ordovicien moyen de la zone méditerranéenne, en Afrique du Nord, en Amérique du Sud et en Asie. Les noyaux représentés montrent la structure interne, c'est-à-dire un noyau plus petit, des valves dorsales, l'entourage protecteur des bras (1) et le noyau ventral (valves plus grandes), ainsi que les grandes empreintes réniformes des muscles sous le sommet (2).

Le genre *Leptaena* du silurien et du dévonien a des coquilles massives semi-circulaires, faiblement bombées, dont le bord est brisé vers le bas, presque à angle droit. Ce sont des brachiopodes de courants d'eaux claires, dont on trouve les restes dans les sédiments calcaires. *Leptaena depressa* (3) est un fossile commun dans les couches siluriennes en Europe. On trouve des espèces voisines pratiquement dans le monde entier.

Cymostrophia stefani (4) est une espèce plus récente dont les valves, très allongées sur les côtés, se rencontrent en abondance en certains endroits et en particulier dans les calcaires coralliens du dévonien inférieur, près de Konèprusy, en Bohême. Les valves de cette espèce portent, à leur surface, un réseau caractéristique formé par la combinaison des côtes radiales et concentriques. On a trouvé des espèces semblables dans le sud-ouest de l'Europe et en Afrique du Nord, mais leur étude n'est pas encore achevée.



Parmi les brachiopodes articulés, on trouve de nombreuses espèces spécialisées et de types dont la forme retient l'attention. C'est le cas des chonétidés et des productidés que l'on trouve dès le paléozoïque ancien. Mais ils ont connu leur plus grand développement au primaire, durant le permien et le carbonifère, pendant lesquels ils occupaient toutes les mers du globe. Leurs coquilles, de formes souvent étranges, sont recouvertes de côtes bien marquées et d'épines plus ou moins longues. La taille des coquilles est très variable et peut atteindre jusqu'à 15 cm. Chaque espèce a sa structure caractéristique, connaît en général une grande extension géographique et constitue d'excellents fossiles caractéristiques pour la datation des sédiments carbonifères et permien. Certaines espèces devaient être fixées sur le fond, d'autres étaient libres, retenues sur un fond de vase molle seulement par leurs longues épines. Les chonétidés apparaissent dès l'ordovicien supérieur, les productidés, seulement au dévonien inférieur. Tous deux disparaissent à la fin du primaire, au permien, et l'on n'en trouve plus trace dans les mers secondaires.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



3



4

Chonetes tardus (1) est un excellent exemple de chonétidé des calcaires siluriens du centre de la Bohême. Ses valves semi-circulaires, allongées sur les côtés, portent des côtes radiales caractéristiques et, sur le bord droit de la charnière, quatre longs spicules creux.

Les longs spicules de la valve ventrale de *Cancrinella altissima* (2) du carbonifère supérieur des États-Unis lui servaient à s'ancrer sur les fonds meubles. Ces spicules sont assez fragiles, de sorte qu'on n'en trouve, en général, que des fragments. Le genre *Richthofenia* du groupe des productidés, que l'on trouve dans le permien dans le sud-ouest de l'Asie, dans le sud de l'Europe et en Afrique du Nord, a des valves d'une structure très intéressante. *Richthofenia* vivait dans les endroits à fort courant et sa valve ventrale très massive est de forme conique. La figure 3 montre en



1

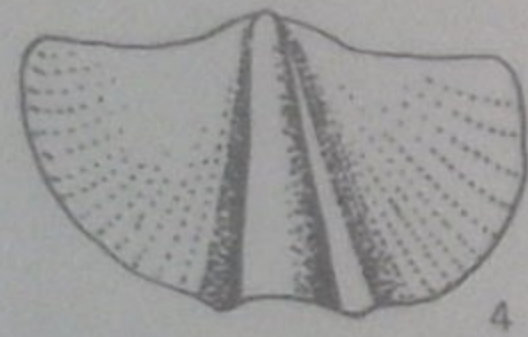
coupe une valve de *Richthofenia lawrenciana* des calcaires permien du Pakistan. La valve était fixée au substrat non seulement par le sommet du cône, mais aussi par les spicules. La valve dorsale, plate, formait une sorte de couvercle; la figure 4 montre sa paroi interne.



2

Les spiriféridés rassemblent des brachiopodes aujourd'hui éteints; une structure interne très spécialisée et complexe soutenait leurs bras mobiles. Cette structure calcaire a la forme de deux spirales symétriques, au sommet tourné vers l'intérieur ou vers le bord des valves. Celles-ci sont caractéristiques, lisses ou, plus souvent, avec des côtes radiales marquées. La valve ventrale (la plus grande) comporte une inflexion médiane avec un gros pli concave, à laquelle correspond un bourrelet dorsal plus ou moins épais, dans le milieu de la valve dorsale. Les spiriféridés ont formé de nombreuses espèces, depuis l'ordovicien jusqu'aux formations jurassiques du secondaire. On trouve leurs valves dans le monde entier; leurs restes sont souvent accumulés et forment le composant essentiel de certaines roches, en particulier calcaires. Ces brachiopodes vivaient surtout dans les régions littorales peu profondes, mais aux eaux vives et très aérées. Leurs coquilles, souvent massives, étaient fixées à un support par un pédoncule souple et solide.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Eospirifer togatus (1) est l'un des spiriféridés les plus connus; ses valves sont grandes, larges, ovales, lisses ou finement rayées, avec une large côte centrale unique. C'est un fossile caractéristique des calcaires du dévonien inférieur d'Europe centrale et d'Asie. Des espèces très semblables ont vécu dans le silurien et le dévonien en Amérique du Nord.

Hysteroites nereis (2, 3) appartient à un type différent, mais également caractéristique. On le trouve également dans le dévonien inférieur et on le rencontre dans le monde entier. Ses coquilles triangulaires sont plus larges vers le sommet, à la charnière (2), et portent une côte centrale très marquée et des côtes radiales plus fines (3).

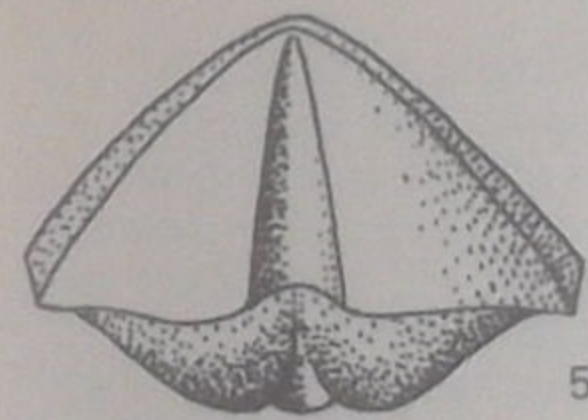
Les brachiopodes du genre *Cyrtia* ont une valve dorsale basse (4), de forme courante, alors que la valve ventrale a une forme de demi-pyramide, coupée verticalement (5). On ne rencontre ce genre qu'au silurien et au dévonien, mais il est représenté dans le monde entier. L'espèce représentée, *Cyrtia exprorecta* est un fossile caractéristique des calcaires siluriens européens.



1



2



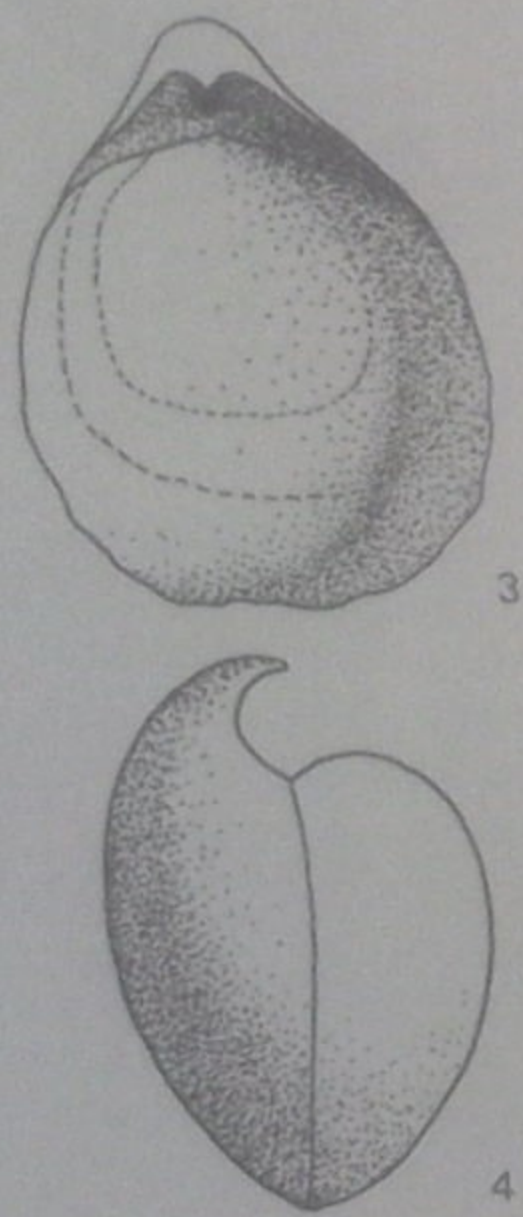
5



3

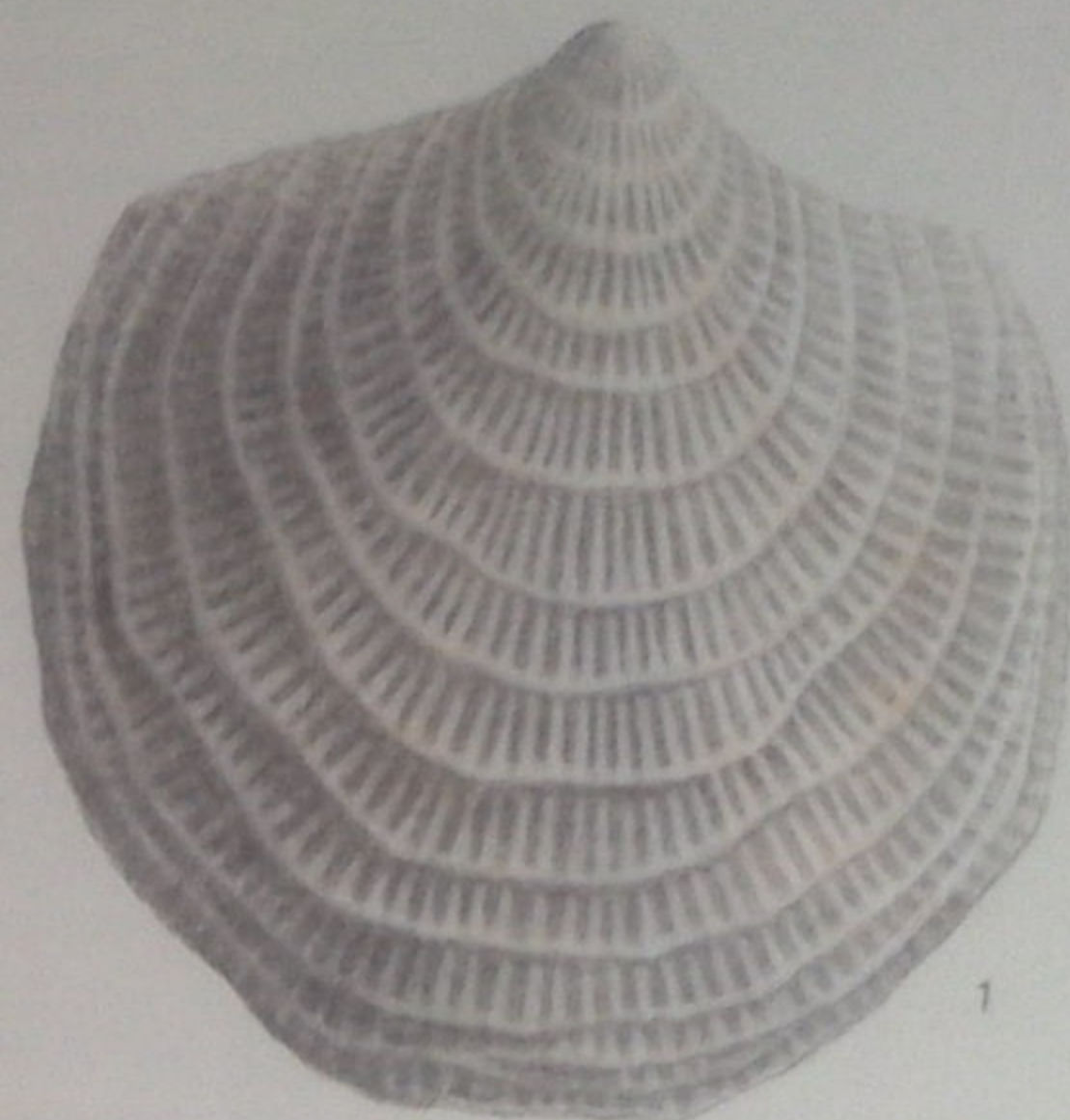
La plupart des brachiopodes articulés que l'on rencontre souvent en grosses quantités dans tous les types de sédiments paléozoïques n'ont pas de formes très caractéristiques. Ils possèdent des coquilles biconvexes à sommet marqué et charnière courte, en général incurvée. La surface des valves est lisse ou finement marquée. L'étude de ces brachiopodes est difficile, car leur aspect extérieur est pratiquement le même. Seules, des coupes nombreuses en plaques et en lamelles, révélant la structure interne, peuvent nous en faire connaître la diversité et montrer la richesse; ces espèces sont très différentes biologiquement, et ce groupe paraît peu intéressant. A ce groupe, apparemment simple, appartiennent les atrypidés (ce groupe a vécu de l'ordovicien au carbonifère), mais aussi les brachiopodes à l'organisation plus moderne, comme les térébratulidés, qui se sont maintenus dans les mers depuis le silurien jusqu'à nos jours.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

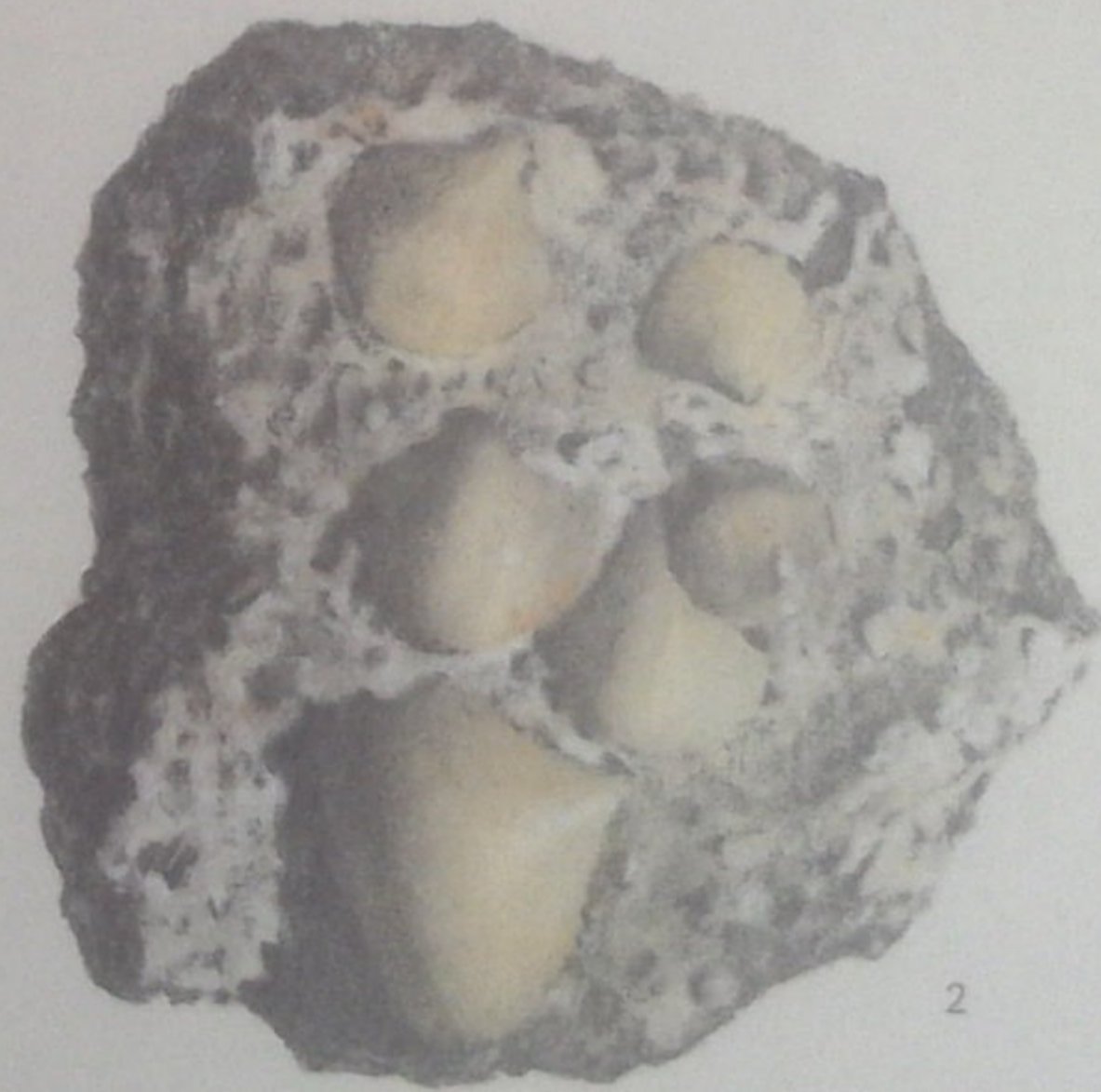


46

Le genre «*Atrypa*» rassemble de nombreuses espèces qui ont vécu au dévonien et au silurien dans le monde entier. Elles ont des coquilles biconvexes, pouvant atteindre 5 cm, la valve ventrale étant toujours plus bombée que la dorsale. Les deux valves sont ornées de côtes qui se croisent avec des lamelles concentriques. «*Atrypa*» *verneuilliana* (1) est un fossile caractéristique des calcaires du dévonien inférieur européen. Une autre espèce aux valves lisses est «*Atrypa*» *renitens* (2) du silurien. *Stringocephalus burtini* aux valves massives, lisses, à la coquille presque sphérique et presque aussi grosse qu'un citron, fait partie des térébratulidés les plus intéressants et les plus précieux du point de vue stratigraphique. La valve ventrale est beaucoup plus grande que la dorsale; le sommet est en forme de gros bec, sous lequel se trouve un orifice pour



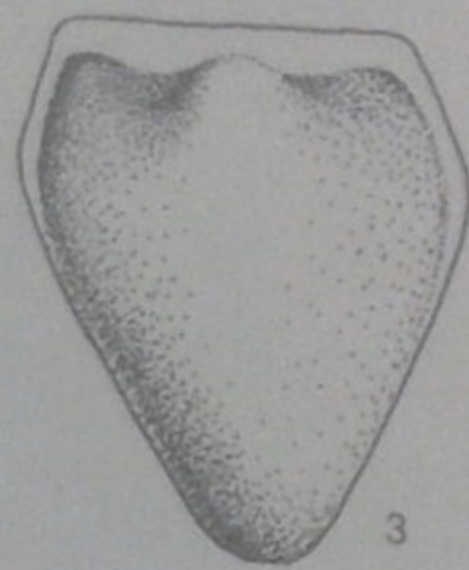
le pédoncule (3). Ce sommet est également caractéristique vu de côté (4). Les stringocéphalidés vivaient dans les eaux peu profondes de la mer européenne du dévonien moyen, fixés par un pédoncule souple au fond calcaire.



47

On trouve pratiquement dans toutes les mers ces mollusques à coquilles allongées dont la face dorsale est formée de huit plaques se recouvrant comme des tuiles. On ignore généralement qu'il s'agit d'une classe de mollusques très ancienne et peu évoluée dont on rencontre les fossiles dans les dépôts marins depuis le cambrien. Leur mode de vie lui-même n'a pratiquement pas changé au cours de ces 500 millions d'années. Ils se déplacent lentement sur les fonds peu profonds de la zone littorale (néanmoins certaines espèces vivent dans les grands fonds) et se nourrissent d'algues. On peut penser que les espèces fossiles avaient le même genre de vie. Les types les plus primitifs ont vécu surtout au primaire et ont disparu au crétacé; on les range dans l'ordre des *Paleoloricata*. Les espèces actuelles font partie de l'ordre des *Neoloricata*, plus évolué et dont les premiers représentants ne sont apparus qu'au carbonifère. Les restes fossilisés des polyplacophores sont assez rares, en général brisés, bien que morphologiquement très reconnaissables. Les plaques de la coquille n'étant maintenues que par les muscles, la coquille se disloque en général après la mort de l'animal, en éléments séparés.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



3

L'*Acanthochitona calliozena* (1), représentant caractéristique des polyplacophores actuels, nous permet de mieux imaginer l'aspect et de mieux comprendre la structure des espèces disparues. Ils portent trois sortes de plaques caractéristiques: à l'avant, des plaques céphaliques arrondies, à l'arrière, une seule plaque apicale triangulaire, au milieu, des plaques en forme de toit. Ce genre, que l'on trouve dans les dépôts du crétacé, vit toujours dans la plupart des mers du globe.

On trouve parfois de petites plaques appartenant au genre *Chelodes* dans les calcaires et les tufs du silurien d'Europe centrale, de Scandinavie, de Grande-Bretagne et des États-Unis. En particulier, la plaque apicale du *Chelodes bohemicus* (2) forme une longue pointe et on la reconnaît facilement à sa forme et à son ornementation extérieure, composée de lignes d'accroissement très serrées.

Le genre *Eochelodes* est plus ancien et assez différent du précédent. Les plaques sont petites, à cinq sommets, et lisses (3). On les trouve dans les schistes, ce qui montre que cette espèce recherchait des fonds vaseux, calmes et profonds. Ce genre est connu en Europe centrale, en Scandinavie et il a été récemment découvert aux États-Unis et en Australie.



1



2

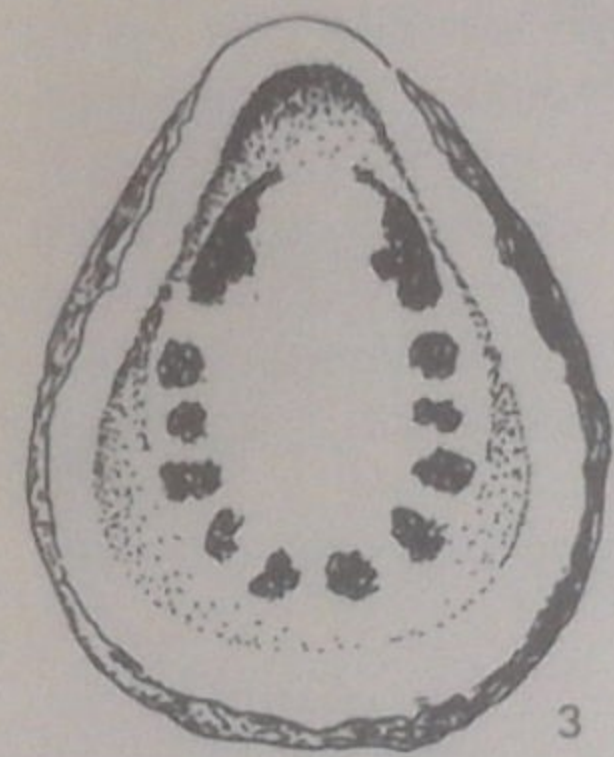
Les monoplacophores constituent un groupe de mollusques marins très primitifs dont le corps à symétrie bilatérale est couvert, sur la face dorsale, d'une coquille calcaire. Jusqu'à ces derniers temps, on considérait que ce groupe était éteint et n'avait vécu qu'au primaire, depuis le cambrien jusqu'au dévonien; la capture d'un monoplacophore vivant par le bateau danois Galathea, en 1955, dans les profondeurs de l'océan Pacifique, n'en fut que plus étonnante. C'est l'un des plus célèbres fossiles vivants (décrit sous le nom de *Neopilina galathea*) dont la découverte a permis de connaître l'organisation des parties molles du corps de ces mollusques et de les classer avec plus de précision dans l'ensemble du règne animal. On les rangeait jadis dans le groupe des gastéropodes, mais il est apparu qu'il s'agissait d'un groupe spécialisé, isolé au point de vue de l'évolution, et plutôt voisin des annélides. La capture ultérieure d'autres néopilines a confirmé que le mode de vie de ces fossiles vivants n'avait pratiquement pas changé depuis 500 millions d'années. Ces animaux se déplacent lentement sur le fond et se nourrissent de fragments organiques. Les types fossiles vivaient surtout dans les eaux peu profondes, l'espèce actuelle n'étant connue que dans les grands fonds océaniques.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



On trouve parfois, mais rarement, dans les tufs calcaires du silurien de Bohême, des coquilles massives spatulées, ornées d'un réseau à la surface. Elles appartiennent à l'espèce *Retipilina knighti* (1) dont les représentants vivaient exclusivement sur les fonds de tuf sableux des zones peu profondes de la mer silurienne.

Cette espèce ressemble, par la forme de sa coquille et son mode de vie, à l'espèce *Tryblidium reticulatum* des calcaires siluriens de l'île suédoise de Gotland. C'est une espèce caractéristique de l'ordre tout entier. La coquille possède des côtes saillantes aux lamelles dressées (2). La figure 3 montre le côté interne de la valve et l'empreinte des muscles.

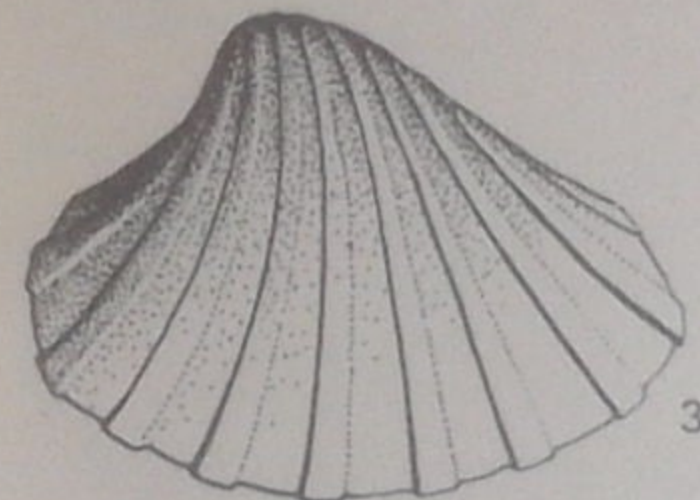


Dans les calcaires limoneux du silurien supérieur, en Europe et en Afrique du Nord, apparaissent des espèces différentes de monoplacophores, groupées dans un genre auquel J. Barrande a donné le nom de *Drahomíra*. Les coquilles, plus ou moins lisses et minces, se sont rarement conservées entières, de sorte que nous ne connaissons pratiquement que le noyau interne, de forme spatulée, mais qui montre le moulage de sept paires d'empreintes musculaires (4). Ces mollusques se déplaçaient lentement sur le fond vaseux des anses marines où l'influence des courants était peu sentie.



On trouve dans les sédiments des débuts du primaire une grande quantité de valves de mollusques (*Bivalvia*) très caractéristiques, chez lesquelles la charnière était si fine qu'elle ne s'est pas conservée, ou bien dont les dents ne sont que très peu développées. Les coquilles de ces mollusques, de structure simple et indifférenciée, permettent difficilement de les classer dans un système. Il semble, néanmoins, qu'il s'agit de types dont sont issues les espèces de mollusques modernes. On a donc créé pour eux un groupe plus ou moins artificiel — l'ordre des *Palaeoconcha* (= *Cryptodonta*) et seule une étude minutieuse permettra de déterminer quelles espèces de cet ordre sont voisines et quelles autres ne sont que morphologiquement semblables. Les mollusques de cet ordre apparaissent dès le cambrien, sont abondants au silurien et au dévonien et connaissent un déclin sensible à la fin du primaire. Les espèces du secondaire ou plus récentes sont extrêmement rares. Du point de vue taxonomique, il est intéressant de noter que beaucoup de ces mollusques, originaires du silurien ou du dévonien du centre de la Bohême, ne portent pas de noms latins, mais des noms de genre tchèques (*Panenka*, *Královna*, *Vlasta*, *Maminka*, *Tenká*, etc.) qui leur ont été donnés par le célèbre paléontologue J. Barande.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



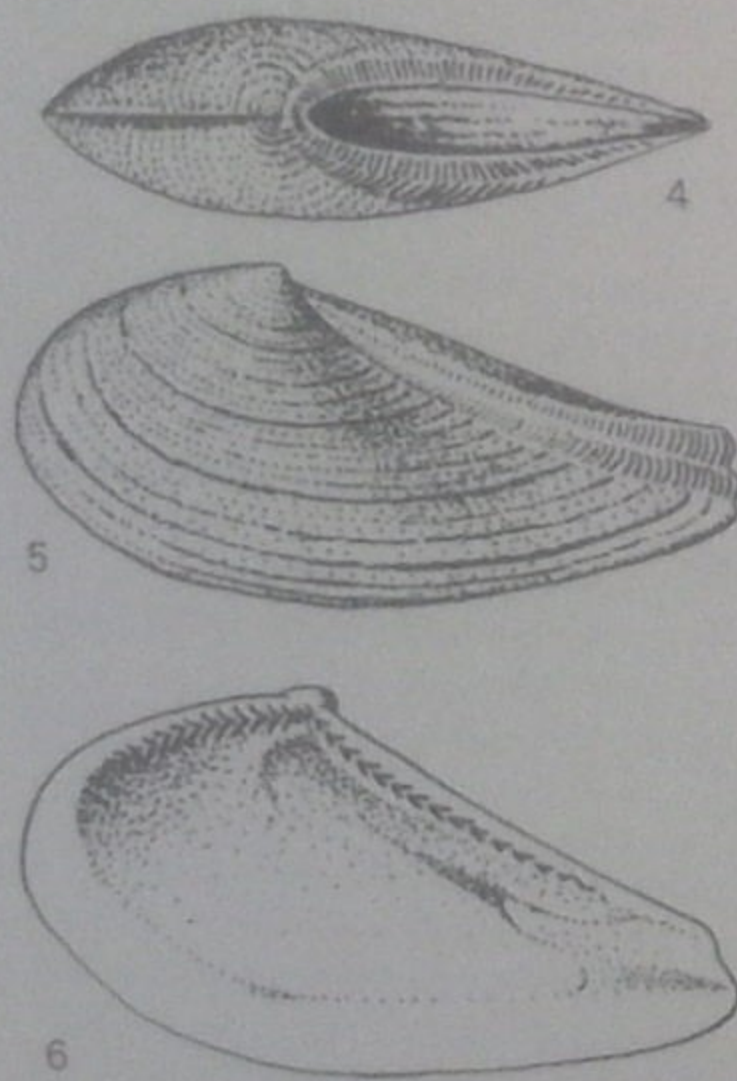
Cardiola (*Cardiola docens* — 1) est l'un des genres les plus connus de mollusques paléoconchoïdaux que l'on rencontre dans les sédiments siluriens d'Europe, d'Asie, d'Amérique du Nord et d'Australie. Les lignes d'accroissement concentriques des valves croisent les côtes rayonnantes, ce qui donne une structure superficielle en forme de grille grossière. La grande extension géographique de certaines espèces s'explique par leur mode de vie. Il semble que les cardioles se fixaient par des filaments (byssus) sur les algues ou les coquilles des céphalopodes et que les courants marins les aient entraînés à de grandes distances.

Panenka est un autre genre caractéristique que l'on trouve en grandes quantités dans le silurien et le dévonien d'Europe et d'Amérique du Nord. Ces mollusques ont des valves minces, ovales, à côtes rayonnantes bien marquées. *Panenka expansa* (2) est un fossile important du dévonien inférieur du centre et du sud de l'Europe.

Praecardium (3) a des valves plus fines que celles de *Panenka*, mais avec des côtes rayonnantes bien marquées, arrondies ou anguleuses en coupe. On trouve ses restes dans les sédiments limoneux calcaires du monde entier et on en a déduit que ce mollusque rampait sur le fond, ou fouillait les sédiments meubles.

On range également dans la sous-classe des palaeotaxodontes des types de mollusques très primitifs qui se distinguent par la forme caractéristique de la charnière (la charnière taxodonte donne son nom à l'ordre tout entier). Cette charnière est formée de rangées de dents disposées perpendiculairement ou obliquement par rapport au bord de la valve. Les mollusques palaeotaxodontes étaient nombreux dans les mers du début du primaire et leurs restes font partie des fossiles caractéristiques de l'ordovicien. Certaines espèces sont passées progressivement dans les eaux saumâtres, puis douces, et nous trouvons aujourd'hui leurs restes dans les sédiments lacustres du permien et du carbonifère, en compagnie d'autres animaux d'eau douce et d'une flore typiquement carbonifère. Les derniers représentants des mollusques taxodontes existent toujours dans les mers actuelles, mais ne sont qu'un infime reliquat de toute la richesse passée de cette espèce.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien et récent.



54

Les coquilles ovales et surtout les noyaux internes des petits mollusques palaeotaxodontes du genre *Ctenodonta* sont caractéristiques des sédiments de l'ordovicien moyen de l'Amérique du Nord, de l'Asie du Sud-Est, mais surtout du centre et du sud de l'Europe. Les noyaux montrent très bien la charnière caractéristique et les empreintes musculaires à l'avant et à l'arrière de la coquille aujourd'hui dissoute. *Ctenodonta bohémica* (1 — vue de côté, 2 — vue d'en haut) n'est qu'un exemple parmi la grande quantité d'espèces. Tous les cténodontes rampaient lentement sur les fonds argilo-sableux des mers froides de l'ordovicien.

Phestia est un type plus récent de mollusques palaeotaxodontes à coquille allongée de façon caractéristique et que l'on trouve surtout dans les sédiments des



eaux saumâtres et des eaux douces du permien et du carbonifère d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord. *Phestia attenuata* (3) vivait sur les fonds vaseux des lacs du carbonifère et dans les anses marines d'eau saumâtre de l'Europe actuelle.

Nuculana, connue dans le monde entier, est un type particulièrement résistant qui n'a pratiquement pas changé d'aspect depuis le dévonien jusqu'à

l'époque actuelle. Les coquilles fines et allongées en forme de massue de l'espèce actuelle *Nuculana pernula* (4, 5, 6) montrent non seulement l'organisation de la coquille et la forme de la charnière mais, par son mode de vie, qui n'a pratiquement pas changé depuis le primaire, nous renseigne sur celui de ses lointains ancêtres. Une fois de plus, on peut parler à juste titre de fossiles vivants.

Parmi le grand nombre de mollusques qui animaient les mers du paléozoïque, existe un groupe artificiel, connu depuis l'ordovicien jusqu'à nos jours, les mollusques dysodontes. Leur coquille est en général dissymétrique, avec un sommet décalé vers l'avant, une charnière plus ou moins ailée et des dents réduites à des bosses, comme par exemple chez l'huître (*Ostrea*). Bien que leurs restes soient surtout abondants au secondaire et au tertiaire, ils font quand même partie des fossiles caractéristiques des sédiments primaires; ils ont souvent une grosse importance du point de vue biostratigraphique. Ils vivent en général fixés, attachés par les solides filaments d'un byssus à un support fixe ou flottant, ou soudé par une valve aux rochers du fond. Mais il existe aussi des espèces qui nagent activement en ouvrant et en refermant alternativement leurs valves, comme les pectinidés.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



L'espèce *Aviculopecten multiplicans* (1) vivait dans l'eau courante et bien oxygénée, au bord des récifs coralliens de Koněprusy, en Bohême (dévonien inférieur). Ses valves ovales et relativement grandes comportent un petit crochet, des ailes peu marquées et on les trouve parfois en abondance dans les sédiments calcaires déposés par les courants dans les zones calmes.

Leiopteria mucro (2) est une autre espèce que l'on trouve dans les calcaires détritiques du silurien supérieur en Bohême. Elle fait partie d'un genre qui a vécu du silurien au carbonifère et que l'on trouve en assez grandes quantités en Europe et en Amérique du Nord. Ses coquilles sont fines, de forme triangulaire, avec un crochet très décalé vers l'avant et des ailes dissymétriques; l'antérieure est très petite, la postérieure plus longue. La forme des valves et les lieux où on les a trouvées permettent de dire que ces mollusques vivaient plutôt comme un épiplancton, c'est-à-dire fixés par un byssus sur des objets flottants, comme des algues.

Parmi les mollusques dysodontes importants pour la biostratigraphie, le genre *Posidonia*, dont l'extension est universelle, est particulièrement important. *Posidonia becheri* (3) a de grandes valves ovales et fines, avec des ailes peu développées et des côtes concentriques très apparentes; elle est abondante en particulier dans les schistes du carbonifère inférieur, appelés pour cette raison schistes à posidonies.



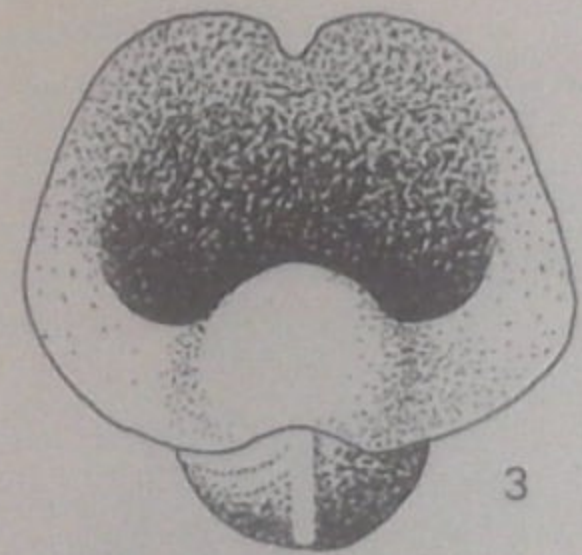
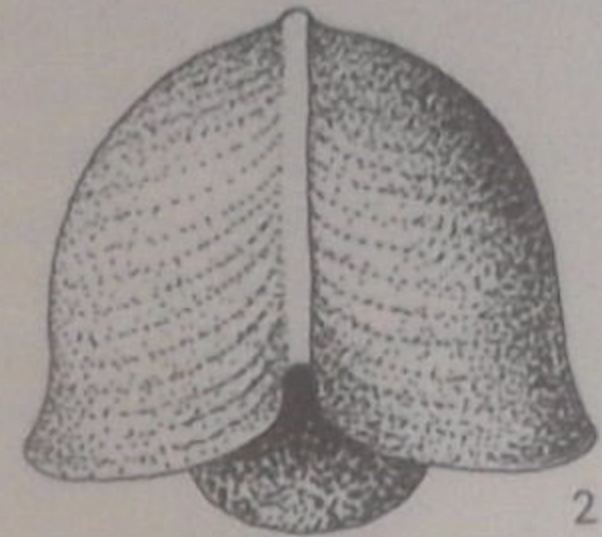
Les gastéropodes, dont les plus connus sont la limace et l'escargot, sont des mollusques dont les espèces innombrables hantent aujourd'hui les mers, les eaux douces et la terre ferme. Leur corps est couvert d'une seule coquille calcaire, en général enroulée en spirale. La coquille peut être également en forme de capuchon ou de cornet, ou bien totalement réduite. Les gastéropodes ont une tête apparente, munie d'yeux et d'antennes et un pied musclé fait pour ramper ou nager. Les gastéropodes aquatiques et, en particulier, les espèces marines, sont des habitants du fond. Leurs coquilles calcaires sont en général solides et se conservent bien dans les roches. Le groupe des gastéropodes est très ancien et apparaît dans l'histoire géologique de la Terre dès le début du primaire, au cambrien. Mais ce sont les représentants des gastéropodes primitifs de l'ordre *Archaeogastropoda* qui étaient les plus abondants dans les mers du primaire; ce sont également les plus anciens au point de vue de l'évolution. Il faut noter qu'un grand nombre d'espèces de cet ordre vivent encore dans les mers actuelles. Ce sont des fossiles vivants dont l'origine remonte à plus de 500 millions d'années.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Les représentants du genre *Helcionella*, à coquille simple en capuchon, ornée de côtes concentriques, font partie des espèces les plus primitives et géologiquement les plus anciennes. On trouve *Helcionella subrugosa* (1) dans le cambrien inférieur aux États-Unis.

Les bellérophontidés forment un autre groupe. Le genre *Bellerophon*, représenté par l'espèce *Bellerophon vasulites*, du dévonien allemand, est caractérisé par une coquille presque globuleuse, à enroulement serré, dont la dernière spire recouvre presque entièrement les spires plus anciennes (2, 4). L'ouverture de la coquille porte une échancrure pour le tube anal (3). Ce genre était très abondant dans le monde entier, depuis le silurien jusqu'au permien.



Boiotremus fortis (5) fait partie des autres bellérophontidés remarquables. Sa coquille est grande, plate, discoïde, avec un labre en forme de trompe. L'échancrure pour le tube anal, se fermant au cours de la croissance, est remplacée par un grand nombre d'orifices.

Le genre *Tremanotus*, du silurien de divers pays d'Europe et d'Amérique du Nord, est très semblable au genre *Boiotremus*. Il ne s'en distingue que parce que les orifices pour le tube anal se trouvent sur toute la longueur des spires chez *Boiotremus* alors que, chez *Tremanotus*, il n'y a d'ouverture que sur la dernière (figure 6: *Tremanotus civis*).

Les gastéropodes du genre *Platyceras* constituent un groupe intéressant et abondant de gastéropodes archaïques qui n'ont vécu qu'au paléozoïque. C'étaient des espèces à grandes coquilles massives, pouvant atteindre 15 cm de haut. Les premières spires sont petites, mais s'agrandissent rapidement et la dernière, la plus récente, est très large. Mais il existe aussi des coquilles librement enroulées et coniques. Ces gastéropodes vivaient en général sur le fond vaseux des eaux marines calmes et peu profondes, mais ils hantaient aussi les endroits agités, par exemple le rebord des récifs coralliens. Il semble qu'ils n'étaient pas très mobiles et certaines espèces se fixaient sur le calice des grands crinoïdes; dans le silurien et le dévonien d'Europe, et surtout des États-Unis, on a trouvé un grand nombre de crinoïdes, portant des platyceras qui se nourrissaient vraisemblablement des excréments de ces échinodermes, mais on a trouvé aussi, dans le monde entier, de grandes coquilles libres, en général dans les sédiments calcaires de l'ordovicien au permien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



3



1

Platyceras gregarium (1) constitue un fossile courant dans les calcaires du dévonien inférieur de Koněprusy en Bohême. Des espèces semblables existent dans d'autres pays d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord.

Les représentants du sous-genre *Orthonychia*, du silurien et du dévonien, sont très voisins du genre *Platyceras*. On y trouve des gastéropodes à coquilles entièrement ou partiellement déroulées, en cône ou en capuchon. Une de ces espèces, à coquille enroulée en spirale libre, est *Platyceras (Orthonychia) anquis* (2).

Les représentants de l'espèce *Platyceras (Orthonychia) elegans* (3) sont remarquables à plusieurs points de vue. Ils ont une coquille exceptionnellement grande, jusqu'à 15 cm de haut, en forme de cône, aux parois ondulées. Ils vivaient fixés sur les calices des grands crinoïdes du genre *Scyphocrinites*, avec lesquels ils se sont répandus dans toutes les mers du globe.

Les gastéropodes archaïques, primitifs et assez curieux, n'étaient pas les seuls à vivre dans les mers du paléozoïque. La plupart des espèces de gastéropodes n'était guère différente des espèces actuelles, ni par la forme des coquilles ou la morphologie, ni par le mode de vie. Pour la systématique, ce qui importe c'est la forme des coquilles, leur mode d'enroulement et leur ornementation externe (épines, bosses ou côtes). Comme aujourd'hui, les coquilles d'un grand nombre d'espèces étaient fermées par un couvercle massif et l'on trouve comme fossiles des couvercles isolés ou des coquilles entières et fermées. Ces anciens gastéropodes sont surtout abondants durant l'ordovicien, le silurien et le dévonien. Vers la fin du primaire, ils déclinent et sont remplacés par des espèces plus modernes. Quelques espèces ont survécu sous une forme à peine modifiée jusqu'à nos jours.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Oriostoma, à large coquille conique enroulée en spirale, est l'un des genres importants qui vivaient sur les fonds des mers peu profondes du silurien et du dévonien d'Europe et d'Amérique du Nord. En font partie un grand nombre d'espèces aux coquilles diversement ornées et possédant toujours un

couvercle-opercule protecteur massif. *Oriostoma eximium* (1 — coquille, 2 — couvercle côté interne, 3 — couvercle côté externe) est un fossile commun dans les tufs calcaires siluriens d'Europe.

Les petits gastéropodes du genre *Tubina* habitaient les eaux peu profondes entourant les récifs où l'eau était agitée et



2



3



5



1



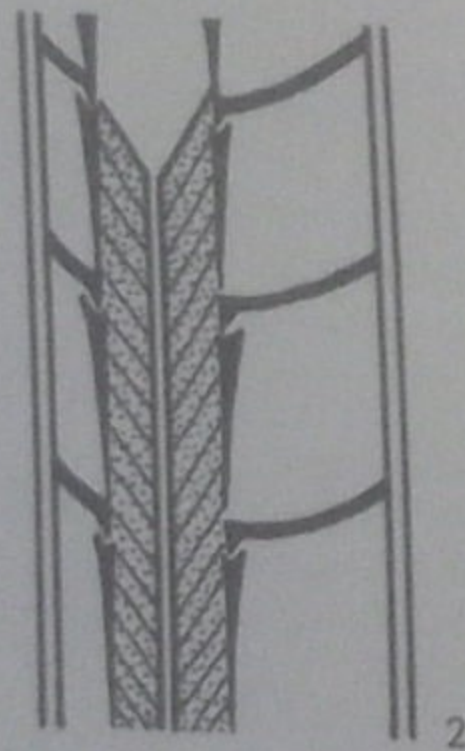
4

bien oxygénée. Ils ont une coquille enroulée symétriquement en spirale plate et ornée de rangées d'épines droites ou courbées, plus ou moins longues. Alors que les premières spires, les plus anciennes, sont petites, la dernière est grande et libre. La coquille s'opposait ainsi mieux au courant. *Tubina armata* (4) est l'une des nombreuses espèces caractéristiques du dévonien d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie.

Dans les types très évolués, on trouve les gastéropodes aux coquilles hautes, en forme de tour, dont l'ouverture est très allongée. La surface des coquilles était lisse ou ornée seulement de fines lignes d'accroissement. L'espèce *Loxonema sinuosum* (5) est caractéristique du silurien inférieur en Angleterre. On trouve des espèces très voisines dans des sédiments siluriens plus récents et dans le dévonien inférieur du centre et de l'est de l'Europe et du sud-est de l'Asie.

Les céphalopodes sont des mollusques exclusivement marins dont une partie du pied est transformée en un certain nombre de bras: 8, 10 ou davantage, placés sur la tête (d'où leur nom) et disposés en couronne autour de la bouche. Une autre partie du pied est transformée en entonnoir, l'hyponome, placé à la partie inférieure du corps et dirigé vers l'avant. L'animal rejette l'eau par ce tube et se déplace ainsi rapidement vers l'arrière, par réaction. Parmi les diverses branches d'évolution des mollusques, les céphalopodes sont les plus perfectionnés, aussi bien par l'efficacité de certains organes (par exemple l'œil), que par l'organisation du système nerveux et, par suite, de la qualité des perceptions. Ce sont en général des bêtes voraces, qui nagent activement et qui, depuis le cambrien supérieur, c'est-à-dire environ 500 millions d'années, occupent toutes les mers et tous les océans. Alors que les espèces actuelles ont en général une coquille calcaire interne, comme par exemple le fameux os de seiche, les types fossiles possédaient des coquilles externes de formes diverses, depuis le tube conique jusqu'au tube enroulé en spirale. Les différents groupes de céphalopodes ont joué successivement, en particulier dans les mers du paléozoïque et du mésozoïque, un rôle très important et leurs restes constituent aujourd'hui de remarquables fossiles spécifiques.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2

Parmi les céphalopodes primaires les plus anciens, se trouvent les représentants de la sous-classe spécialisée *Endoceratoidea*, dont on trouve de nombreux genres dans les couches calcaires de l'ordovicien du nord de l'Eurasie et de l'Amérique du Nord. Certaines espèces atteignaient une taille considérable et leurs coquilles coniques pouvaient avoir jusqu'à 5 m. Des coupes longitudinales (1, 2) et une coupe transversale (3) d'*Endoceras* sp. des calcaires ordoviciens du nord de l'Amérique montrent la structure de la coquille: des cloisons séparent les loges, parcourues par un syphon excentré par où passaient les vaisseaux et les faisceaux neuro-musculaires. Le large syphon était

en partie rempli d'étuis coniques calcaires emboîtés qui constituaient l'endocône, structure caractéristique de toute la sous-classe.

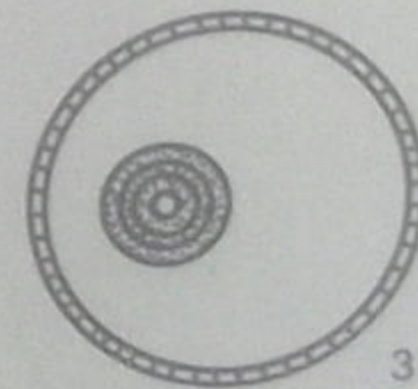
Alors que ces céphalopodes étaient très abondants à l'ordovicien dans les mers chaudes de la région balto-scandinave, ils étaient rares dans les eaux fraîches de la mer qui occupait le centre et le sud de l'Europe actuelle et le nord de l'Afrique. On a néanmoins trouvé quelques individus égarés de l'espèce *Endoceras novator* (4) au syphon caractéristique, dans l'ordovicien inférieur de Bohême et de France.



1



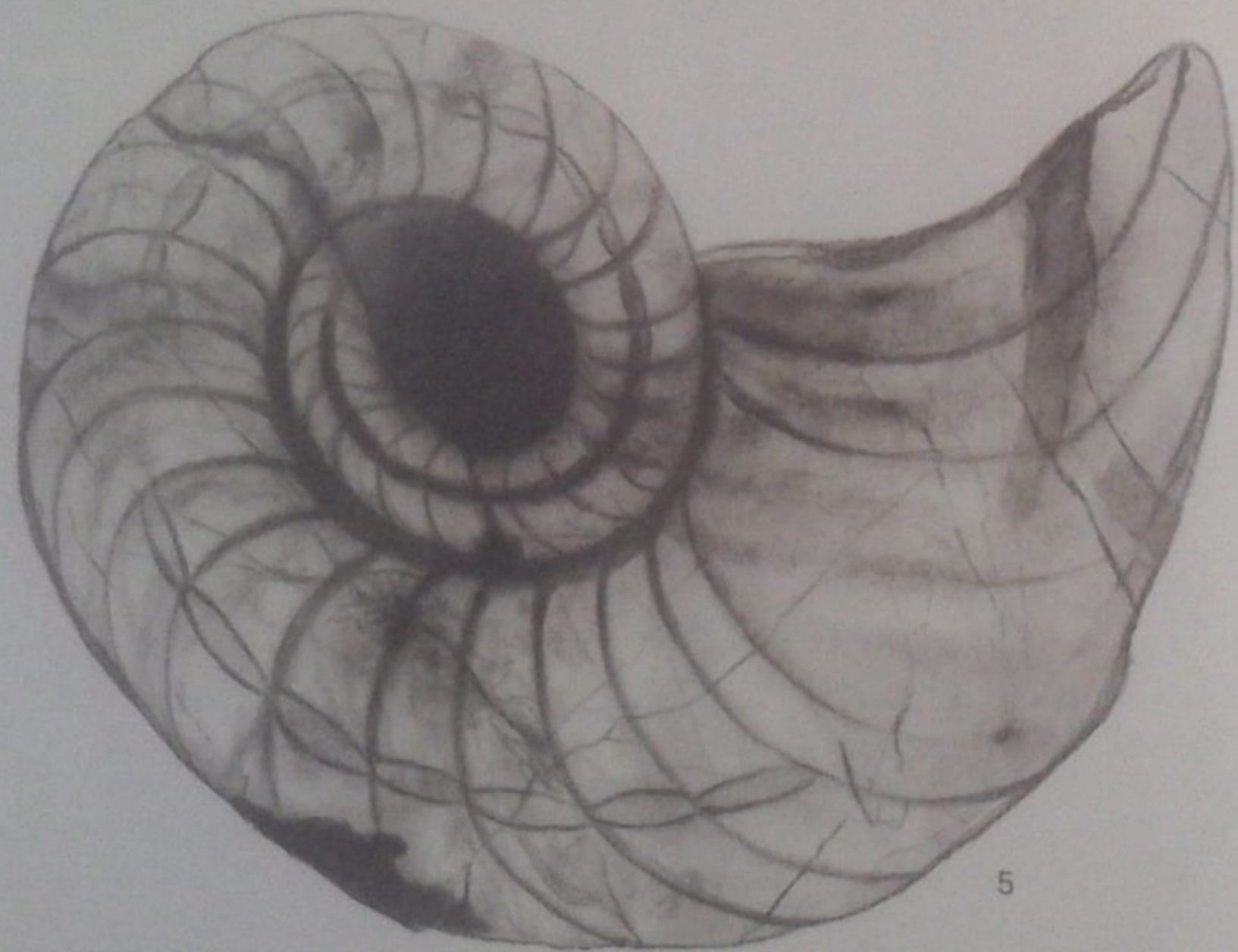
4



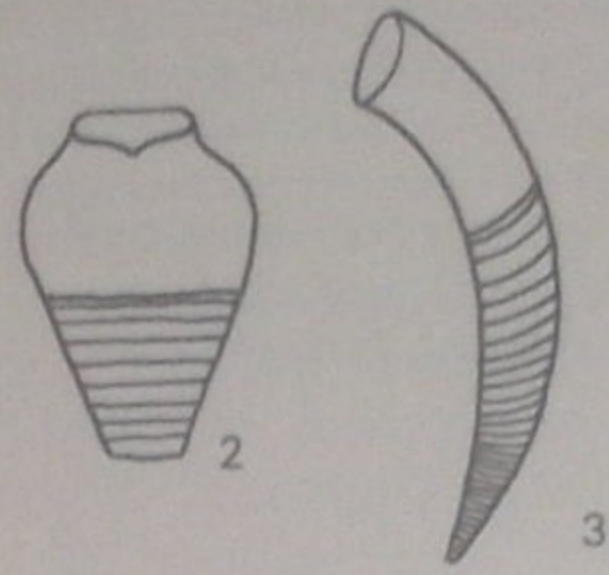
3

Les nautiloïdés constituent le seul groupe de céphalopodes primaires encore représentés dans les mers actuelles par un fossile vivant bien connu, le nautilus (*Nautilus*) de l'océan Indien. Ce nautilus n'est que le reste infime d'une sous-classe qui a connu son plus grand développement à l'ordovicien et au silurien. Un déclin rapide s'est produit à la fin du paléozoïque et a atteint son maximum au début du secondaire par l'extinction totale de tous les types à coquille droite («Orthoceras»). Depuis le mésozoïque jusqu'à nos jours, on ne rencontre plus que des espèces à coquille enroulée. La systématique moderne des nautilus du primaire étudie la structure des coquilles et leurs éléments internes sur la base de coupes en plaques ou en lamelles. Cette méthode est difficile et coûteuse pour les simples collectionneurs, qui conservent l'ancienne division selon la forme des coquilles.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



5



La coupe de la coquille d'«Orthoceras» arion (1) montre une coquille orthocône droite, à syphon central et cloison tombée entre les loges. La loge la plus récente, ouverte, était la loge habitée.

On appelle brévicônes (2) les coquilles robustes, droites, en cône évasé et relativement court, à ouverture plus ou moins rétrécie. Le genre *Rizoceras*, du silurien, en est un exemple.

Les coquilles, plus ou moins arquées, à syphon excentré, sont dites cyrtocônes (3). C'est un type de coquilles très abondant, surtout chez les nautiloïdés du silurien.

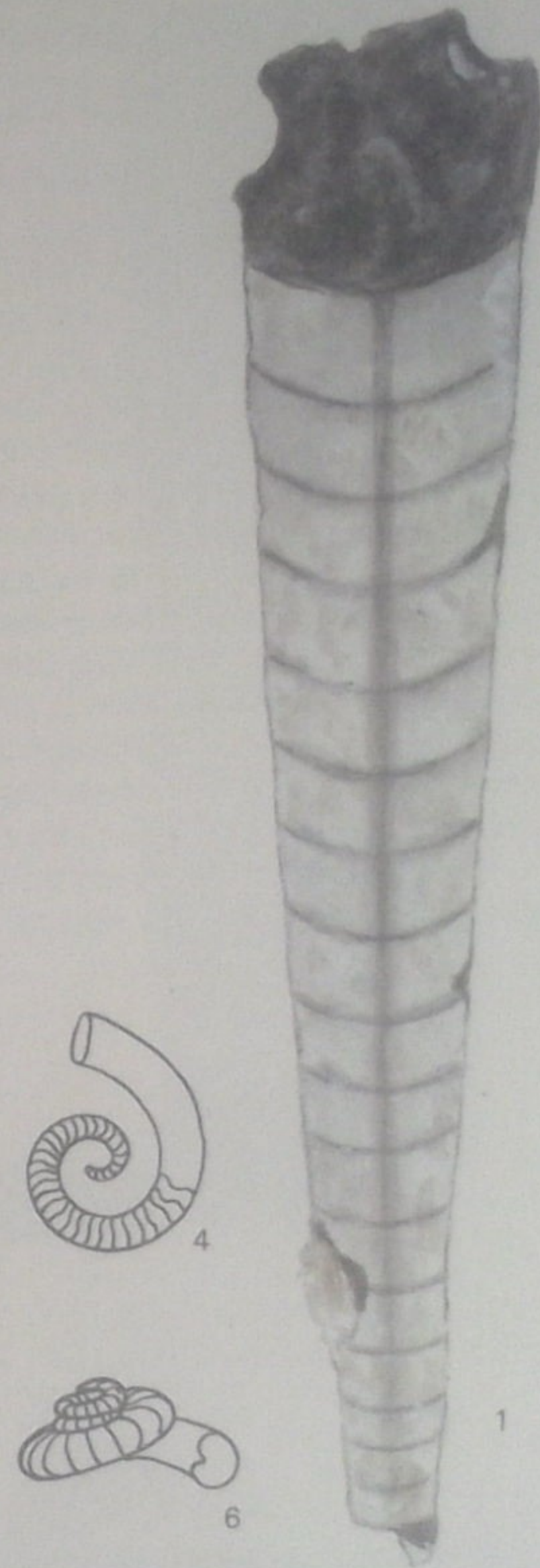
Si la coquille s'enroule en spirale ouverte dans un seul plan (par exemple, le genre *Ptenoceras* du dévonien), on l'appelle gyracône (4).

Une coquille enroulée en spirale serrée est dite nautilicône, comme par exemple celle de «*Barrandeoceras*» bohemicum (5).

Une coquille trochocône est enroulée en spirale plus ou moins haute, comme celle de *Peismoceras*, du silurien (6).

Une coquille lituiticône est d'abord enroulée en spirale serrée; seul le dernier enroulement se détache, de sorte que l'ensemble ressemble à une crosse épiscopale (7). Exemple: *Ophioceras* du silurien.

Le type moderne de coquille est spiralé; les derniers enroulements recouvrent partiellement et protègent les enroulements anciens et leur loges (8).



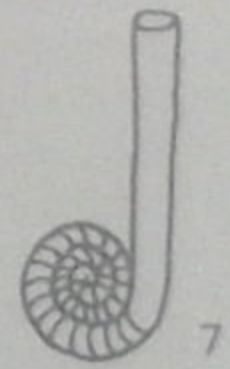
1



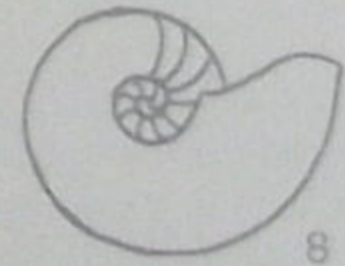
4



6



7



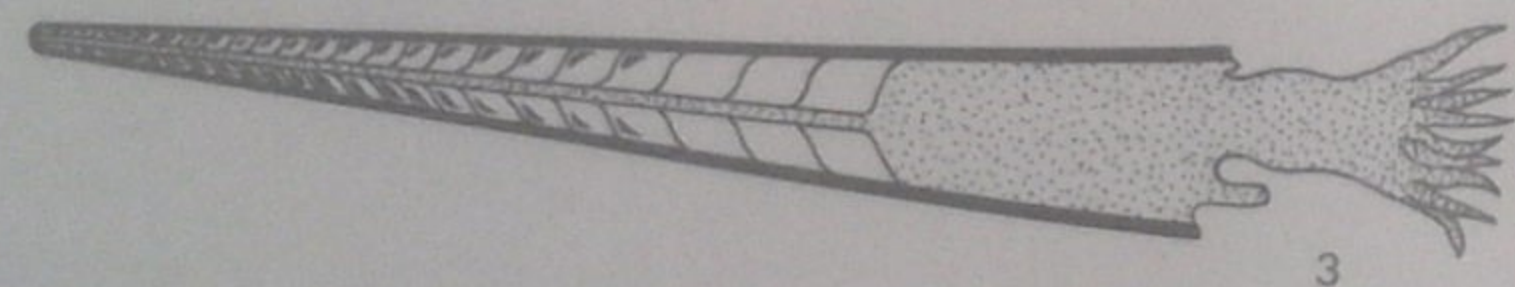
8

Bathmoceras praeposternum

Mollusca
Cephalopoda

Nos prédécesseurs considéraient les divers types de coquilles de nautiloïdés comme importants au point de vue systématique et c'est d'après leur forme qu'ils ont établi différents genres tels que «*Orthoceras*», «*Cyrtoceras*», «*Trochoceras*», etc. Aujourd'hui, on comprend ces appellations comme des termes généraux englobant différents genres, qui ne traduisent pas la nature et l'évolution de ces mollusques, mais une simple convergence, une adaptation formelle de plusieurs lignes évolutives, sous l'influence de conditions extérieures ou intérieures, comme, par exemple, le même mode de vie. Ce sont les membres les plus anciens et les plus primitifs de l'ordre *Ellesmeroceratida*, apparu au cambrien supérieur, mais éteint à l'ordovicien qui ont une coquille droite, tout comme *Michelinoceratida*, plus moderne, et abondant pendant tout le primaire, jusqu'au début du secondaire. Les coquilles des michelinocératidés, du silurien, emportées et déposées par les eaux, sont abondantes dans certaines roches, comme les calcaires à orthoceras que l'on recherche dans un but décoratif.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Bathmoceras praeposternum (1) fait partie des ellesméracératidés européens les plus intéressants. Il possédait une grande loge d'habitation, une grande quantité de petites loges, à cloisons pratiquement droites et syphon étiré en cône vers l'avant. Cette espèce est un fossile des eaux fraîches des mers de l'antique province méditerranéenne, de l'ordovicien.

Un autre michelinocératidé du silurien est le *Parakionoceras* à coquille longue et mince, ornée de fines côtes longitudinales régulières. *Parakionoceras originale* (2) était abondant dans les mers européennes du silurien supérieur. On connaît des espèces semblables dans des calcaires du même âge en Amérique du Nord, en Asie et en Australie.



Le schéma (3) montre l'organisation du corps des nautiloïdés orthoconiques. Les loges séparées par des cloisons simples ne sont pas pointillées. Cette partie de la coquille constituait un organe hydrostatique qui permettait à l'animal de modifier sa position dans les profondeurs et de se laisser porter par les eaux.

Corbuloceras corbulatum

Mollusca
Cephalopoda

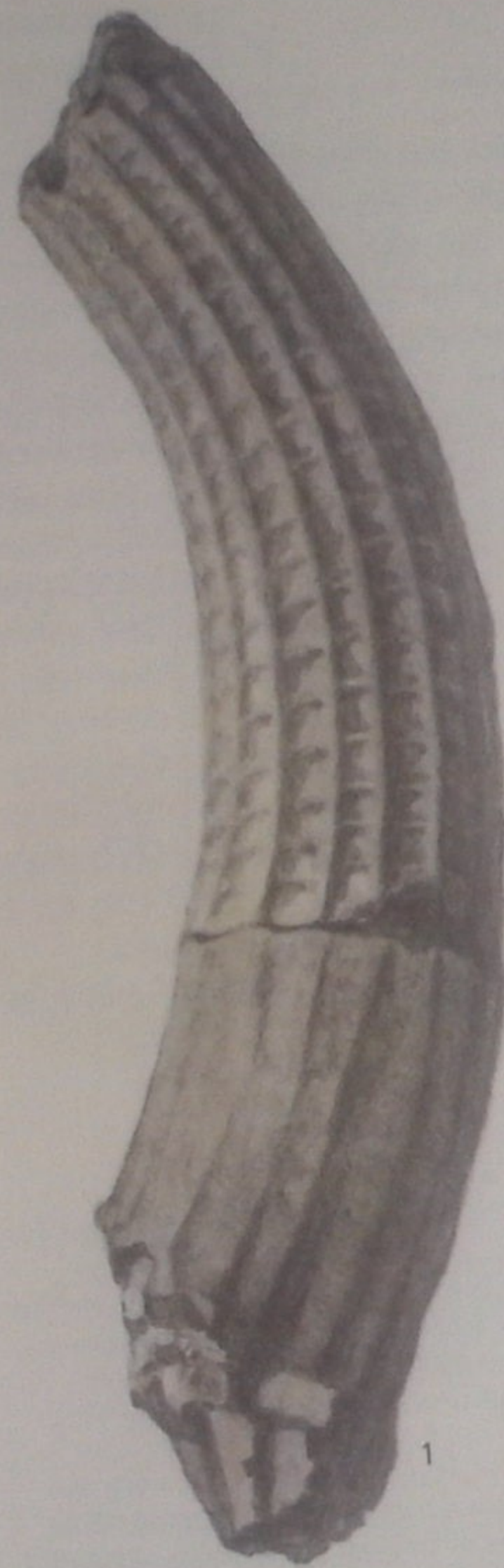
Si les nautiloïdés à coquille orthocône étaient les plus abondants au primaire, on trouve, en particulier dans les sédiments siluriens, un grand nombre d'espèces à coquilles de formes très variées. Le silurien a connu un grand développement de ces céphalopodes archaïques et leur étude est loin d'être achevée. On découvre des coquilles, non seulement de formes diverses, mais aussi différemment ornées. Les pertrouvailles de nautiloïdés dans les calcaires du silurien nous ont permis de connaître aussi les dessins colorés dont certaines coquilles étaient couvertes et qui se sont conservés sous forme de taches sombres sur les fossiles. Ces dessins sont en forme d'ondulations, de bandes transversales ou longitudinales, de zigzags ou de taches régulières.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Corbuloceras corbulatum (1) est un exemple d'espèce à coquille cyrtocône ornée de dessins caractéristiques; on le trouve dans les calcaires européens du silurien supérieur. La longueur de la coquille est d'environ 12 cm, sa largeur ne dépasse pas 5 cm. La surface de la coquille est couverte de côtes longitudinales bien marquées, reliées par



3



1



2

des ramifications transversales (le tout ressemble à un gâteau de cire). Cette espèce et celles qui lui sont apparentées sont relativement rares, mais leurs restes sont facilement reconnaissables, même en fragments. Ce sont de bons fossiles spécifiques du silurien supérieur, répandus dans toute l'Eurasie.

Ophioceras rudens (2) des calcaires siluriens de Bohême a une petite coquille lituiticône, d'environ 5 cm de diamètre et 8 mm de large. Cette coquille s'enroule en spirales plates, le dernier tour restant libre. L'ornementation est constituée d'un fin réseau de petites côtes longitudinales et transversales. Le genre *Ophioceras* n'existe qu'au silurien et ses espèces sont connues non seulement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord et en Asie centrale.

Le genre *Lechritrochoceras* est caractérisé par une coquille trochocône, enroulée en spirale basse, aux parois ondulées de côtes transversales ou obliques. *Lechritrochoceras trochoides* (3) est rare, mais c'est un fossile spécifique du silurien supérieur en Bohême. De nombreuses autres espèces sont connues dans les sédiments du même âge en Europe et en Amérique du Nord.

Si les nautiloïdés à coquille orthocône étaient les plus abondants au primaire, on trouve, en particulier dans les sédiments siluriens, un grand nombre d'espèces à coquilles de formes très variées. Le silurien a connu un grand développement de ces céphalopodes archaïques et leur étude est loin d'être achevée. On découvre des coquilles, non seulement de formes diverses, mais aussi différemment ornées. Les trouvailles de nautiloïdés dans les calcaires du silurien nous ont permis de connaître aussi les dessins colorés dont certaines coquilles étaient couvertes et qui se sont conservés sous forme de taches sombres sur les fossiles. Ces dessins sont en forme d'ondulations, de bandes transversales ou longitudinales, de zigzags ou de taches régulières.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Corbuloceras corbulatum (1) est un exemple d'espèce à coquille cyrtocône ornée de dessins caractéristiques; on le trouve dans les calcaires européens du silurien supérieur. La longueur de la coquille est d'environ 12 cm, sa largeur ne dépasse pas 5 cm. La surface de la coquille est couverte de côtes longitudinales bien marquées, reliées par



des ramifications transversales (le tout ressemble à un gâteau de cire). Cette espèce et celles qui lui sont apparentées sont relativement rares, mais leurs restes sont facilement reconnaissables, même en fragments. Ce sont de bons fossiles spécifiques du silurien supérieur, répandus dans toute l'Eurasie.

Ophioceras rudens (2) des calcaires siluriens de Bohême a une petite coquille lituiticône, d'environ 5 cm de diamètre et 8 mm de large. Cette coquille s'enroule en spirales plates, le dernier tour restant libre. L'ornementation est constituée d'un fin réseau de petites côtes longitudinales et transversales. Le genre *Ophioceras* n'existe qu'au silurien et ses espèces sont connues non seulement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord et en Asie centrale.

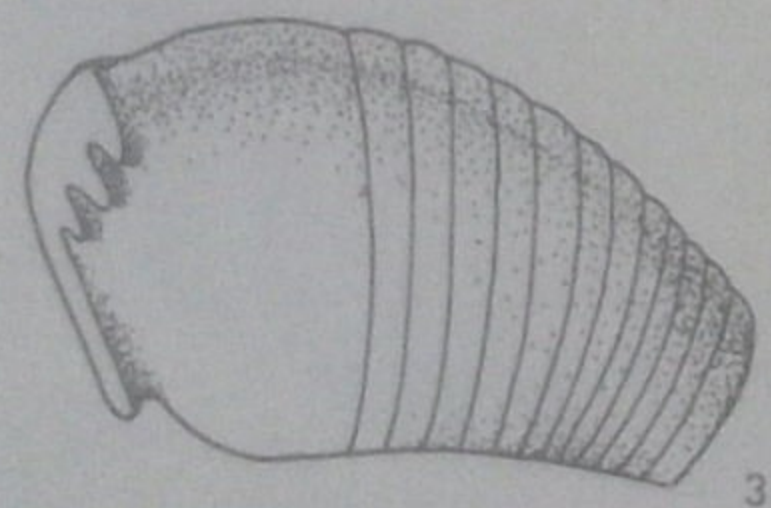
Le genre *Lechritrochoceras* est caractérisé par une coquille trochocône, enroulée en spirale basse, aux parois ondulées de côtes transversales ou obliques. *Lechritrochoceras trochoides* (3) est rare, mais c'est un fossile spécifique du silurien supérieur en Bohême. De nombreuses autres espèces sont connues dans les sédiments du même âge en Europe et en Amérique du Nord.

La grande majorité des céphalopodes nautiloïdés des mers du primaire avaient l'orifice de la loge habitée libre, entièrement ouvert et circulaire ou ovale en coupe. A côté de ces espèces à l'ouverture simple, apparaissent, en particulier dans les mers siluriennes et dévoniennes, des céphalopodes dont l'ouverture, plus ou moins rétrécie, affectait des formes très diverses. Mais, dans tous les cas, on peut distinguer sur l'ouverture rétrécie, un grand orifice supérieur de forme souvent régulière, réuni par une fente mince à un orifice plus petit, dans la partie inférieure de l'ouverture. Le céphalopode faisait passer ses bras par l'orifice supérieur et l'orifice inférieur servait comme ouverture pour l'hyponome. Ces curieux nautiloïdés avaient retenu l'attention des anciens collectionneurs qui avaient créé pour eux le groupe *Microphaga* et qui supposaient que ces espèces n'étaient pas voraces, mais se nourrissaient de plancton microscopique. Cette classification a cessé d'être valable, tout comme les suppositions concernant le mode de nourriture de ces céphalopodes. Ils se nourrissaient comme les autres nautiloïdés, le rétrécissement de l'ouverture de la coquille leur permettait d'être mieux protégés de leurs ennemis.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



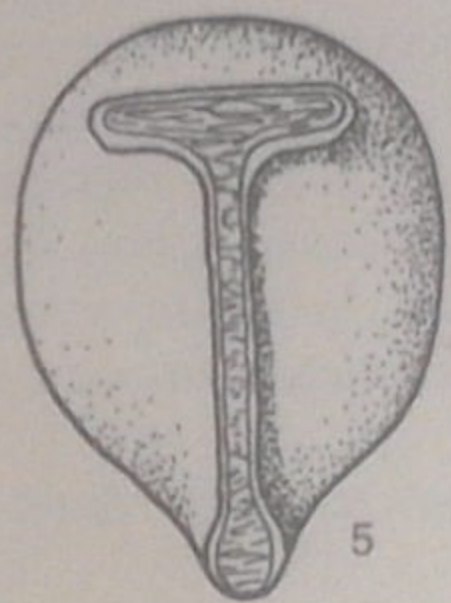
3

L'espèce *Octamerella calistomoides* (1) a une courte coquille brévicône, dont l'ouverture est assez compliquée. L'orifice supérieur comporte huit lobes réguliers pour les bras; la fente inférieure pour l'hyponome s'allonge en capuchon vers l'avant.

Hexameroceras panderi (2 — vue de face, 3 — vue de côté) a une forme d'ouverture rétrécie semblable, mais qui ne comporte que six lobes. La fente verticale, qui relie l'orifice des bras avec l'orifice de l'hyponome, est longue et droite. Cette espèce comme les autres espèces du même genre, est relativement rare. Le genre a néanmoins une assez grande extension paléogéographique et on le trouve non seulement dans le silurien européen et d'Amérique du Nord, mais aussi en Asie centrale et en Chine.



4



5



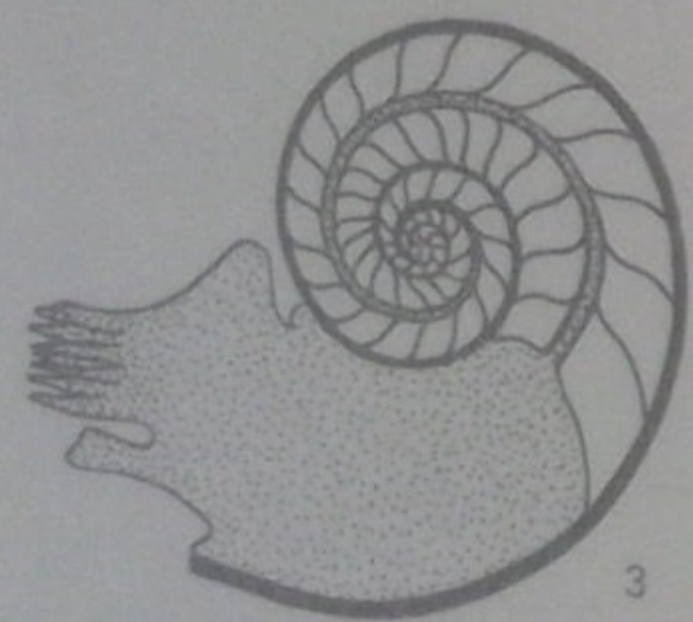
1



Bolloceras à coquille cyrtocône ou gyrocône, pouvant atteindre 25 cm de long, est un autre genre intéressant, dont l'ouverture s'élargit en trompe (4). L'ouverture est rétrécie par deux lobes latéraux qui laissent en haut un orifice ovale pour les bras, relié par une fente étroite avec l'ouverture pour l'hyponome (5). *Bolloceras rex* et plusieurs autres espèces sont des fossiles intéressants des calcaires dévoniens d'Europe et d'Amérique du Nord.

Les espèces les mieux organisées étaient celles à coquille nautilicône ou spiralée (enroulée en spirales), dont les spires récentes (larges) couvraient partiellement ou totalement les spires petites (anciennes). Ce type de coquilles apparaît dès le silurien; il est le plus perfectionné, au point de vue structure comme au point de vue évolution, et il s'est maintenu, à travers le secondaire et le tertiaire, jusqu'au genre *Nautilus* actuel, qui est le dernier représentant de la sous-classe des nautiloïdés. Tous les autres types de structure moins perfectionnés ne se sont pas maintenus, à travers les âges géologiques plus récents, ou se sont même éteints dès le primaire. Pourtant, les espèces à coquille nautilicône ne doivent pas être considérées comme les prédécesseurs directs du genre *Nautilus* actuel, comme on le pensait jadis. Ils ne représentent que différents types de convergence formelle, souvent complètement disparus, dans l'évolution phylogénétique des nautiloïdés, au cours de 600 millions d'années.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



3

Nautilus pompilius (1), que l'on trouve actuellement dans l'océan Indien, est le dernier survivant des «seigneurs des mers du paléozoïque», jadis si florissants. Il vit dans des profondeurs de plusieurs centaines de mètres et l'on ne trouve en général que des coquilles, pouvant atteindre 25 cm, d'individus morts et rejetés par les vagues sur le rivage.

«Barrandeoceras», classé jadis dans le genre *Nautilus*, a la même forme et la même structure de coquille. Il vivait au primaire; parmi les nombreuses espèces trouvées dans le silurien en Europe, en Amérique du Nord et dans le nord de l'Afrique, «Barrandeoceras» bohemicum (2) est le plus intéressant; on trouve très rarement ses coquilles, qui peuvent mesurer jusqu'à 30 cm, dans les calcaires siluriens de Bohême, de France et du Maroc.



2

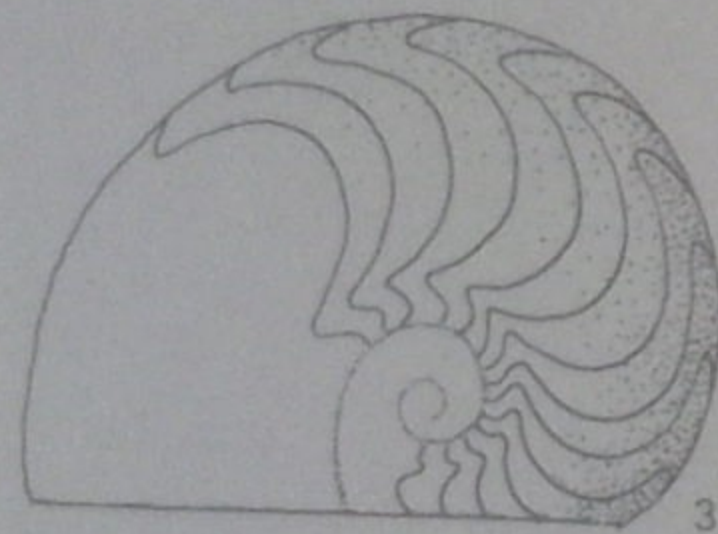
La coupe schématique d'un céphalopode nautilicône, en position vivante, montre la disposition du corps mou dans la loge d'habitation, le syphon excentré et les autres loges (non pointillées) sont protégées des dommages par les spires les plus récentes de la coquille (3).



1

Les ammonoïdés ont une organisation plus compliquée que les nautiloïdés, dont ils se sont séparés sans doute au silurien supérieur. Les ammonoïdés les plus anciens apparaissent au début du dévonien. Ils n'avaient encore qu'une coquille calcaire, droite ou arquée, divisée en loges par des parois à peine plus complexes que celles des nautiloïdés. Les premières ammonites à coquilles caractéristiques enroulées et lignes de suture toujours plus complexes entre les loges («goniatites»), n'apparaissent qu'au dévonien inférieur. Les ammonites ont continué à se développer pendant la fin du paléozoïque, pour dominer, au mésozoïque, toutes les mers du monde, tous les types de milieu marin, des profondeurs jusqu'aux hauts fonds, des eaux froides subarctiques jusqu'aux eaux tropicales. La fin du secondaire connaît un déclin brutal dans le développement des ammonites et la grande richesse d'espèces disparaît soudain complètement. Les coquilles des ammonoïdés du primaire et du secondaire ont concouru à la formation de roches, tout comme celles des nautiloïdés. Les ammonoïdés ont une grande importance pour la biostratigraphie — la datation des couches. La majorité d'entre eux nageaient activement et c'est ainsi que les différentes espèces ont connu une grande extension géographique. Le développement explosif de cette sous-classe, qui a vu apparaître, en un temps très court, des espèces toujours nouvelles, fit des ammonoïdés d'excellents fossiles spécifiques.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Anarcestina est le groupe d'ammonoïdés le plus primitif; sa coquille simple est arrondie et enroulée en spirale. On ne le trouve qu'au dévonien inférieur et moyen, mais il est très abondant dans toute l'Eurasie et le nord de l'Afrique. La petite espèce *Anarcestes plebejus* (1) des calcaires du dévonien inférieur de différents pays d'Europe, en est un représentant caractéristique.



Un genre semblable, *Mimagoniatis*, se distingue par une coquille discoïde. On le trouve dans le dévonien inférieur et moyen d'Europe et d'Afrique du Nord. *Mimagoniatis fecundus* (2) était (d'après la forme de la coquille) un nageur bon et rapide qui recherchait plutôt les zones marines profondes. C'est un fossile abondant dans les schistes du dévonien moyen en Europe.

Dans l'espèce *Pinacites jugleri* (3), du dévonien européen moyen, on distingue bien les lignes de suture, dites du type des goniatites.

Au dévonien supérieur, un groupe spécial d'ammonoïdés, l'ordre des clyménies, s'est séparé des anarcestidés primitifs. Les clyménies ont une coquille enroulée en spirale serrée et des lignes de suture ondulées. Les clyménies se distinguent des autres groupes par la position du syphon, disposé non sur le côté ventral (externe), mais sur le côté dorsal (interne). L'ordre tout entier apparaît à la fin du dévonien moyen, explose au dévonien supérieur, mais disparaît brusquement de toutes les mers à la fin de cette même période. Les différentes espèces sont très précieuses pour une division stratigraphique précise du dévonien supérieur. On trouve leurs coquilles surtout dans les calcaires et les sédiments calcaires, elles sont facilement reconnaissables et parfois si abondantes qu'elles constituent les calcaires à clyménies. C'est en Europe, en Asie centrale et dans le nord de l'Afrique que l'on en a trouvé le plus grand nombre d'espèces. Elles sont plus rares sur les autres continents.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



2



3



1

Gonioclymenia speciosa (1) est le représentant des clyménies les plus importantes au point de vue évolution et qui sont à l'origine d'autres groupes plus modernes. Ce mollusque a une coquille discoïdale pouvant atteindre 15 cm, ornée de côtes incurvées. Les sutures sont ondulées. L'espèce est abondante dans le dévonien supérieur allemand et connaît des espèces voisines dans toute l'Europe et dans le nord de l'Afrique.

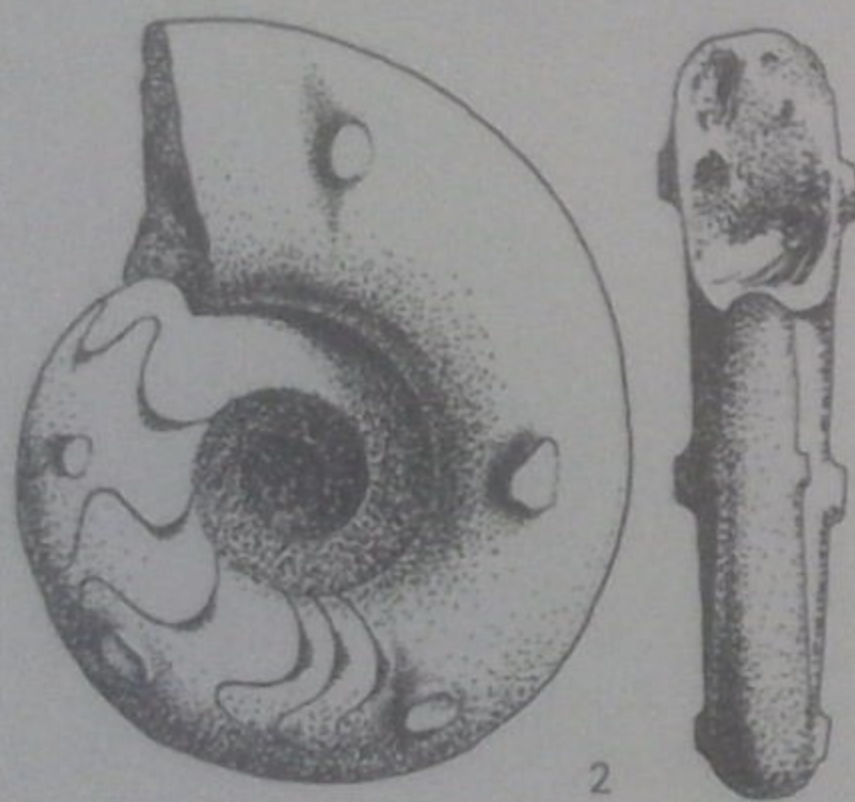
Les représentants de l'important genre *Wocklumeria* des calcaires du dévonien supérieur de l'Europe et du nord de

l'Afrique, plus petits, ont une structure plus perfectionnée. L'espèce allemande, *Wocklumeria sphaeroides* (2) montre de côté la forme caractéristique de la coquille qui est enroulée si serrée que les spires récentes recouvrent pratiquement les anciennes. La surface de la large coquille comporte trois étranglements réguliers.

La coupe longitudinale de la coquille (3) en montre la structure interne. Les cloisons des loges sont caractéristiques et fortement recourbées du côté dorsal aux endroits où passait le syphon.

Un nouveau groupe d'ammonoïdés apparaît dans les mers à la fin du primaire, au permien, et remplace les goniatites, en voie d'extinction. Ce sont les représentants des cératidés qui marquent un nouvel épanouissement des ammonoïdés. Les cératites ont une coquille de forme courante, enroulée en spirale serrée, lisse à la surface, côtelée ou avec des rangées de bosses. Elles se distinguent des autres ammonoïdés par la suture des cloisons entre les loges, qui est si caractéristique dans la plupart des espèces qu'elle porte le nom de cette famille. Ces sutures sont ondulées comme chez les goniatites, mais seuls les lobes orientés vers l'avant sont simplifiés. Les selles orientées vers l'arrière sont partagées en petits arcs nettement marqués. Les cératidés ont vécu dans toutes les mers du monde au cours du permien et au début du secondaire, c'est-à-dire au trias, où ils ont été remplacés, à leur tour, par un type d'ammonoïdés plus perfectionnés. C'étaient d'excellents nageurs que l'on trouvait surtout dans les océans. On trouve leurs restes aujourd'hui dans les sédiments profonds des géosynclinaux.

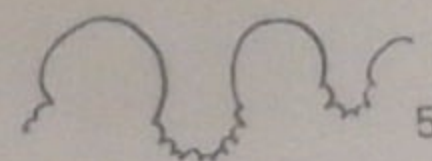
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du secondaire.



On trouve, dans les calcaires européens, en particulier dans le trias allemand, de nombreuses espèces du genre *Ceratites*. L'une des plus abondantes, *Ceratites semipartitus* (1), avait des coquilles pouvant atteindre 20 cm de diamètre. C'est une espèce assez exceptionnelle car on ne la trouve qu'en Europe et il semble, qu'à la différence des autres cératites, elle recherchait plutôt les hauts fonds.



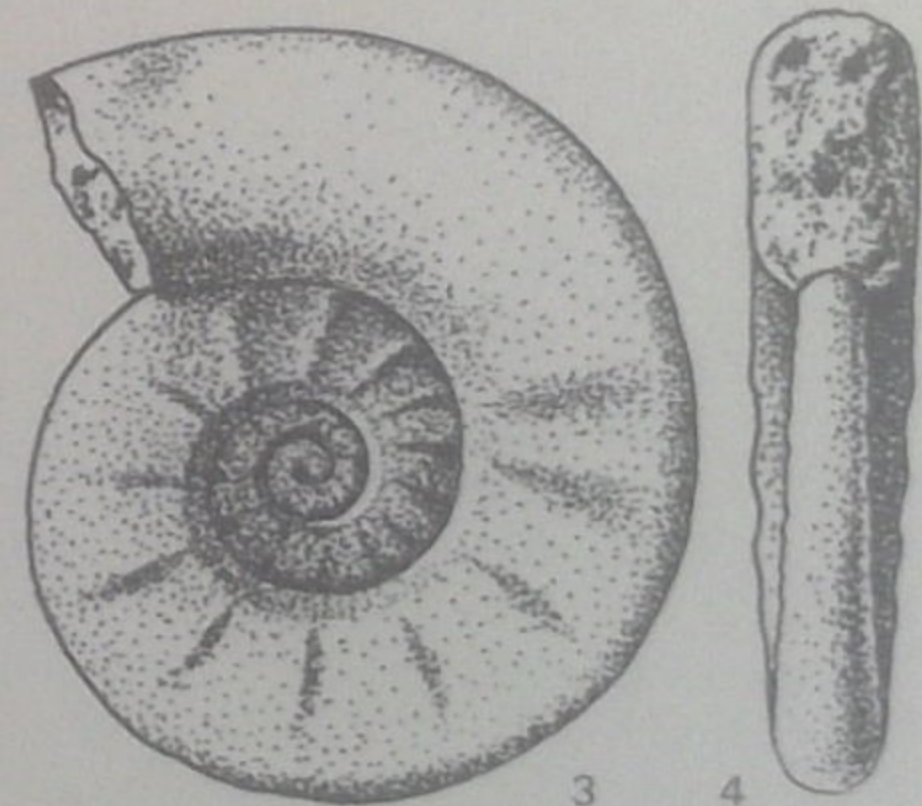
1



5

Les cératites du genre *Tirolites*, dont la coquille peut atteindre 10 cm, sont par contre répandues dans toutes les mers du globe. On les trouve dans les alluvions du trias inférieur des Alpes, des Carpates, des Balkans et du Caucase en Europe, de l'Himalaya, du sud-est de la Chine et des États-Unis. *Tirolites idrianus* (2) est une espèce spécifique du trias inférieur du sud de l'Europe.

Xenodiscus plicatus est l'un des plus anciens cératidés. Sa coquille plate, arrondie sur les bords (3 — de côté, 4 — de face) porte les sutures caractéristiques des cératites (5). Cette espèce est spécifique des sédiments permien en Inde et en Indonésie.



3

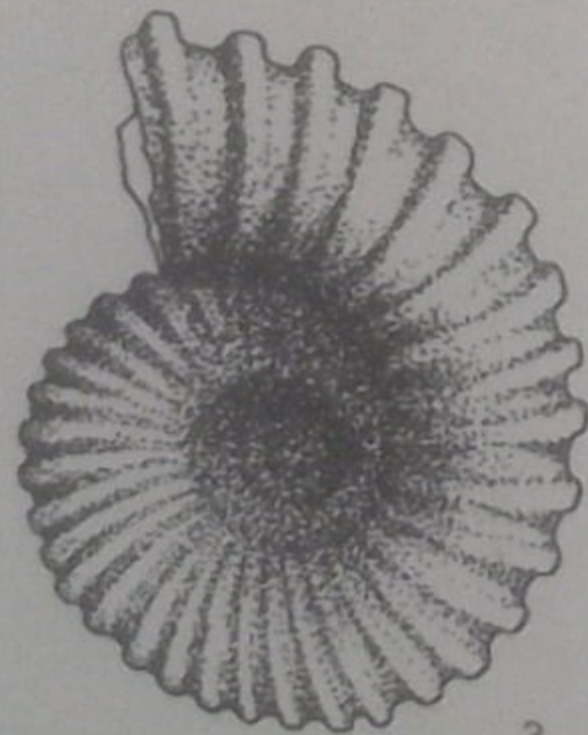
4

Les ammonites véritables constituent le dernier degré, le plus perfectionné, de l'évolution des céphalopodes ammonoïdés. Alors que les trilobites sont caractéristiques du primaire, les mers et les océans secondaires regorgent de ces ammonites. En particulier au cours du jurassique et du crétacé, les ammonites ont évolué en nombreuses branches apparentées ou seulement morphologiquement semblables, qui ont donné naissance à plusieurs milliers d'espèces. La fin du crétacé marqua leur déclin soudain et l'on n'en trouve plus une seule au tertiaire. La classification systématique des ammonites véritables est très compliquée et nous en resterons à ce qui les caractérise comme groupe, c'est-à-dire la forme des sutures. Celles-ci sont extrêmement compliquées, chaque lobe et chaque selle se subdivisant à son tour de façon très complexe. Ces sutures d'ammonites étaient fonctionnelles et consolidaient la coquille. Dans la forme des coquilles, on trouve surtout deux types de spirales. Des coquilles lisses, en forme de disque, aux arêtes anguleuses chez les espèces dont on suppose qu'elles étaient de bons nageurs rapides, ou bien des coquilles arrondies, sans carène, avec de fortes côtes ou bosses à la surface; ces coquilles opposant une certaine résistance à l'eau, leurs porteurs se déplaçaient lentement ou bien se laissaient porter par les courants marins. Ces deux formes se sont rapidement répandues dans toutes les mers du globe et leurs coquilles représentent aujourd'hui des fossiles spécifiques idéaux.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du secondaire.



2



3



1

Les représentants du genre *Proplacenticeras* à coquilles discoïdales lisses, d'environ 10 cm de diamètre, faisaient partie des espèces agiles et rapides. *Proplacenticeras orbignyanum* (1) et d'autres espèces voisines étaient abondantes dans les mers du crétacé supérieur, en Europe, aux États-Unis et en Asie centrale.

Mantelliceras mantelli, à large coquille arrondie, ornée de nombreuses côtes transversales (2 — de face, 3 — de côté), est le représentant du second type d'ammonites. Ce genre a une importante extension géographique et on le trouve dans les sédiments du crétacé inférieur du monde entier.

La suture du type ammonite classique a déjà existé au trias chez les ammonites du genre *Gymnites*, par exemple chez *Gymnites incultus* (4) des calcaires triasiques de Yougoslavie.

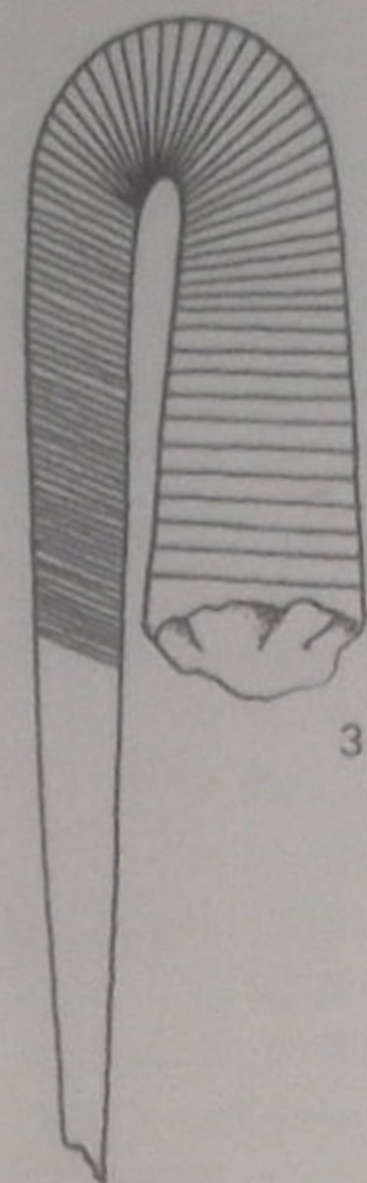


4

Alors que la forme des coquilles des ammonites du trias et du jurassique était relativement stabilisée en un type de spirale fermée, on vit apparaître au crétacé, dans une grande mesure, certains signes dégénératifs. Cela se manifesta d'une part par le gigantisme (on connaît des coquilles de cette époque pouvant atteindre 2,5 mètres de diamètre), d'autre part par des modes d'enroulement extrêmement divers. On trouve des espèces à coquilles à moitié enroulées, en crochet, en spirales diversement déformées ou tout à fait irrégulières. Certaines espèces à coquilles droites rappellent le type primitif des «orthoceras» du primaire. Il semble que ces modifications morphologiques signifient aussi une modification du mode de vie de ces curieuses espèces. La forme des coquilles ne permet pas de leur supposer un déplacement actif rapide, mais plutôt leur transport passif par les courants marins et la dépendance des mollusques envers l'apport de nourritures microscopiques. Tout cela marque le déclin des ammonites qui perdent leur rôle primordial dans les associations d'invertébrés du crétacé et qui meurent totalement à la fin du secondaire.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du secondaire.

Collignoniceras woolgari (1), du crétacé supérieur européen, avait de grandes coquilles massives, larges, de plus d'un mètre de diamètre, à grosses côtes et bosses. Le genre existe dans le monde entier.



3



1

Les scaphites ont une coquille dont les premiers enroulements sont en spirale serrée, puis la coquille se redresse et sa dernière partie forme un crochet vers l'arrière. On trouve les scaphites en abondance surtout dans le crétacé supérieur. Mais certaines espèces vivaient déjà dans les mers du crétacé inférieur, comme par exemple *Macroscaaphites yvani* (2), connu en Europe et dans le nord de l'Afrique.

L'espèce *Anahamulina subcylindrica* (3) du crétacé d'Europe et d'Amérique du Nord, possède une coquille curieuse, dont la partie la plus ancienne est droite, alors que la plus récente, où se trouve la loge d'habitation, se recourbe en crochet vers l'arrière et s'élargit en forme de trompe.

Certains types d'ammonites du crétacé supérieur imitaient par leur forme les coquilles des gastéropodes. C'est le cas de *Turrilites costatus* (4), représentant d'un genre connu en Europe, aux États-Unis, en Afrique et en Inde. Les turrilites ont, du reste, été d'abord considérées comme



4

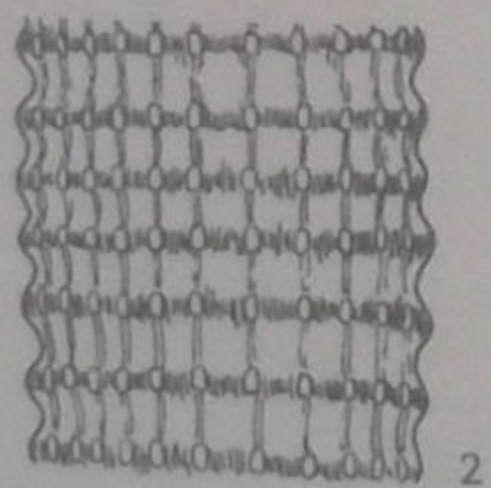
des gastéropodes. Elles avaient de petites coquilles d'environ 10 cm de haut, en forme de tour, enroulées en spirale, à crochet marqué et ouverture allongée, ornées à la surface de côtes transversales régulières.

Nowakia cancellata
et *Styliolina fissurella*

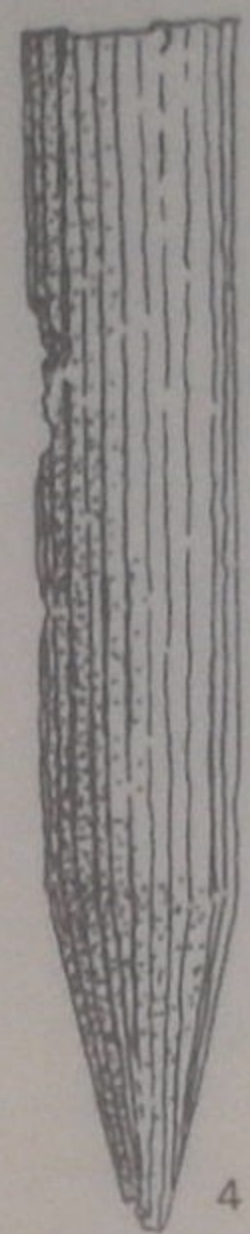
Mollusca (?)
Tentaculitida

Au XIX^e siècle déjà, l'attention de certains chercheurs avait été retenue par de petites coquilles, en général de quelques millimètres seulement, coniques ou en aiguille, qui occupaient de grandes surfaces dans les couches de schiste ou de calcaire limoneux. Ils les nommèrent *Tentaculites*, mais ne les étudièrent pas davantage. Ce n'est que récemment qu'on s'est aperçu que ces tentaculites ont une certaine importance stratigraphique et qu'on en a repris l'étude. Comme on ne connaît pas d'empreintes des parties molles de leur corps, on ne peut les classer avec certitude. On les avait rangées dans les opisthobranches, c'est-à-dire parmi les mollusques; on les considère aujourd'hui plutôt comme un groupe proche des annélidés. Ce sont des animaux marins, aujourd'hui éteints, à fine coquille calcaire et que l'on ne trouve que dans le silurien et le dévonien. Ils étaient libres et mobiles; on pense que certaines espèces vivaient près du fond, dans les mers peu profondes, en bordure des continents, et que d'autres espèces nageaient à la surface, dans les océans. Ils se sont répandus rapidement dans le monde entier et ils permettent aujourd'hui de dater avec précision et de comparer les sédiments siluriens et, en particulier, les sédiments dévoniens de continents éloignés les uns des autres.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



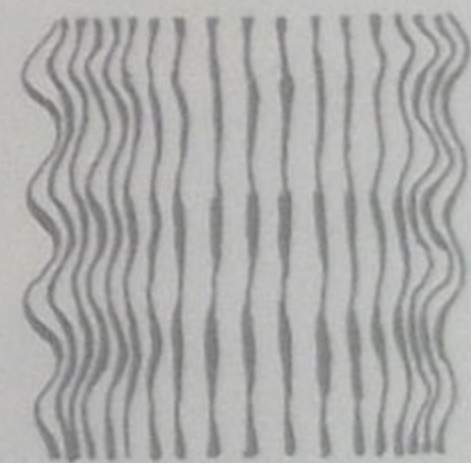
4



1

Les espèces de tentaculites les plus abondantes dans les schistes et calcaires du dévonien appartiennent à deux genres cosmopolites, *Nowakia* et *Styliolina*. Leurs représentants apparaissent souvent ensemble (1). Les coquilles du genre *Nowakia* sont plus grandes, coniques, et sont ornées à la surface de bagues transversales, combinées avec des côtes longitudinales nombreuses et fines (2,3). *Styliolina* a des coquilles petites, étroites, d'environ 3 mm de long et lisses.

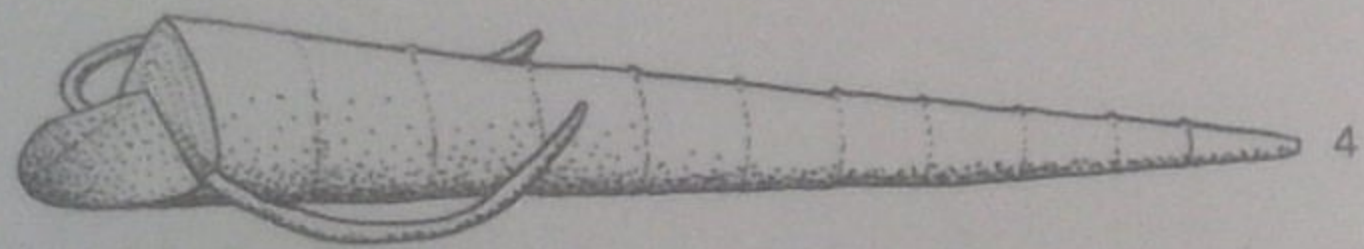
Le genre *Striatostyliolina*, voisin du genre *Styliolina*, s'en distingue par des rayures longitudinales à la surface des coquilles en aiguille et une loge d'habitation, légèrement gonflée à la pointe. *Striatostyliolina peneau* (4) est une espèce abondante dans le dévonien moyen, en Europe, dans le nord de l'Afrique et en Asie centrale.



3

Les hyolitidés à coquilles calcaires symétriques, de forme conique, constituent une autre classe intéressante d'animaux marins. On ne les trouve que dans les mers du primaire, depuis le cambrien jusqu'au permien, mais ils ont eu leur plus grand développement dès le début du primaire, au cambrien. On doit donc supposer qu'ils ont connu une longue évolution, commencée au protérozoïque. A la différence des petits tentaculites, les coquilles des hyolites étaient plus grandes, atteignant en moyenne 3 cm, mais jusqu'à 15 cm au maximum, et de forme triangulaire en coupe. La partie supérieure de la coquille des hyolites était divisée à l'intérieur par des cloisons, l'ouverture était munie d'un couvercle et d'une paire d'excroissances. Le côté externe du couvercle porte des bosses, qui servaient à la fermeture de la charnière, et l'empreinte de muscles qui tenaient le couvercle. Les longues excroissances, recourbées vers l'arrière, sortaient de chaque côté de la coquille, entre le couvercle et l'orifice et servaient sans doute d'organes stabilisateurs. Le mode de vie des hyolites n'est pas parfaitement connu, mais il semble qu'ils rampaient sur les fonds vaseux des anses marines calmes et profondes.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Maxilites maximus fait partie des grands hyolites. Sa coquille, en cône large, mesure environ 10 cm (1) et porte un simple couvercle ovale (2). L'espèce apparaît, mais peu fréquemment, dans les schistes du cambrien moyen du sud et du sud-ouest de l'Europe.

On a trouvé un exemplaire exceptionnellement complet de *Pauxilites solitarius* (3) dans les schistes de l'ordovicien moyen de Bohême. Il nous montre la partie inférieure plate de la coquille, le couvercle avec les dents de la charnière et les excroissances de l'orifice recourbées vers l'arrière. A partir de cette découverte, on a reconstitué un hyolite du genre *Pauxilites* (4). Cette espèce est assez abondante dans l'ordovicien européen et des espèces semblables ont été trouvées dans le nord de l'Afrique et dans le sud-est de l'Asie.

Eurypterus fischeri

Arthropoda
Eurypterida

L'ère primaire, son début en particulier, est parfois appelée l'ère des invertébrés. On trouve en effet, dans les sédiments paléozoïques, les restes les plus divers et souvent étranges d'invertébrés qui n'ont existé qu'à cette époque et qui ont disparu à la fin du primaire. C'est alors que l'on connaît les plus grands arthropodes de l'histoire de la terre, groupés sous l'appellation d'Euryptéridés. Certains ont atteint des tailles énormes, et même dépassé 3 m. Comme ils étaient féroces, ils représentaient un grand danger pour les autres animaux. Les euryptéridés avaient un corps articulé, couvert d'une carapace chitineuse, un céphalothorax semi-ovale et une queue plate ou terminée en pointe, le telson. La partie supérieure du céphalothorax portait deux paires d'yeux, grands, composés comme chez les insectes et, en arrière, des petits ocelles. La face inférieure du céphalothorax portait six paires de pièces servant soit à l'alimentation (avec parfois une paire de puissantes pinces), soit à la nage. Les espèces les plus anciennes vivaient dans la mer, sur le fond ou près du fond. Les espèces plus récentes sont passées progressivement des eaux saumâtres aux eaux douces des continents.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



3



1

Le genre *Eurypterus* fait partie des plus anciens euryptéridés. Ces espèces sont encore de petite taille, environ 20 à 30 cm. Le corps allongé, terminé par un long telson en forme de sabre, et la dernière paire de pièces du céphalothorax transformées en organes de natation montrent qu'il s'agissait de bons nageurs. Ils vivaient surtout dans les mers ordoviciennes et siluriennes d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie. *Eurypterus fischeri* (1) est une espèce abondante dans le silurien de la région balto-scandinave.

Le genre *Pterygotus*, du silurien et du dévonien, à la carapace terminée par un large telson plat et avec sa paire de grosses pinces épineuses du céphalothorax, fait partie des plus grands euryptéridés, il peut atteindre 3 m de long. La carapace est ornée de petites

demi-lunes caractéristiques, de sorte que même les fragments sont facilement reconnaissables. On trouve parfois dans les limons calcaires du silurien supérieur de Bohême, des fragments de *Pterygotus bohemicus* (2), y compris des pinces, pouvant atteindre 20 cm de long.

Dans des sédiments du même âge, aux Etats-Unis, on trouve les restes d'une espèce voisine, *Pterygotus buffaloensis* (3). En dehors de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on trouve encore d'autres espèces de ce genre au Spitzberg et en Australie.

Les crustacés de la sous-classe *Phyllocarida*, abondants dans les mers du primaire, constituent un autre groupe d'articulés qui a des traits de parenté avec *Leptostraca* des mers actuelles. Il s'agit donc encore une fois, dans une certaine mesure, de fossiles vivants. Le corps de ces phyllocaridés était protégé, comme chez la majorité des crustacés, par une carapace chitineuse. On trouve le plus souvent comme fossile son bouclier, une grande partie ovale de la carapace, qui couvrait les articles du thorax et les premiers articles de l'abdomen. Ce bouclier est habituellement divisé en deux parties bombées. A la partie antérieure, se trouve l'article mobile du rostre qui couvre la tête. A la partie postérieure du bouclier, se rattachent un à sept articles abdominaux terminés par la longue pointe du telson. Ce telson porte encore parfois deux pointes latérales. Les phyllocaridés étaient de bons nageurs. Ils vivaient dans les eaux marines les plus diverses, y compris les abords peu profonds des récifs coralliens. On trouve leurs restes dans le monde entier; depuis le cambrien ils ont connu leur maximum d'extension au silurien et au dévonien, puis le groupe a subi un déclin progressif, mais ne s'est jamais éteint complètement.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



1

Dans les calcaires siluriens, et surtout dévoniens d'Europe, on trouve les boucliers ovales pouvant atteindre 8 cm de long, du genre *Aristozoe*. La partie antérieure du bouclier porte un nombre variable de bosses arrondies caractéristiques. *Aristozoe memoranda* (1) fait partie des petites espèces au bouclier d'environ 4 cm. C'est un fossile des calcaires du dévonien inférieur qui bordent la falaise de Koněprusy en Bohême.

Ceratiocaris est une espèce très abondante que l'on trouve pratiquement dans le monde entier, pendant tout le primaire, du cambrien au dévonien. On trouve par endroits, dans les calcaires du silurien de Bohême, les telsons caractéristiques, pouvant atteindre 10 cm de long, de l'espèce *Ceratiocaris bohemicus* (2) qui ont la forme d'une épine côtelée et parsemée de rangées de petites épines à la surface.

La reconstitution de l'espèce voisine, *Ceratiocaris papilio* (3), du silurien en Grande-Bretagne, montre la structure générale des membres et de la carapace des céратиocaridés.



2



3

Ostracoda est l'un des groupes de crustacés scientifiquement les plus importants, mais il n'est guère apprécié des collectionneurs. Les ostracodes occupent notre planète depuis les débuts du paléozoïque, c'est-à-dire le cambrien inférieur, jusqu'à nos jours. Ils sont en général très petits et leur corps est entièrement enfermé dans une coquille ovale à deux valves généralement bien calcifiées. Les valves sont souvent ornées à la surface de côtes ou d'excroissances. Les espèces plus récentes et les formes actuelles sont en général lisses. Les ostracodes nagent activement et vivent en grande quantité dans la mer, les eaux douces et même dans le sol humide des forêts vierges tropicales. Par suite de leur abondance dans tous les types de roches et de leur grande extension géographique malgré le court laps de temps pendant lequel ont vécu les différentes espèces, ils sont utilisés pour les recherches micropaléontologiques. Mais c'est affaire de spécialistes, et nous ne donnons ici que quelques exemples des milliers d'espèces connues à ce jour et décrites.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien et récent.



3

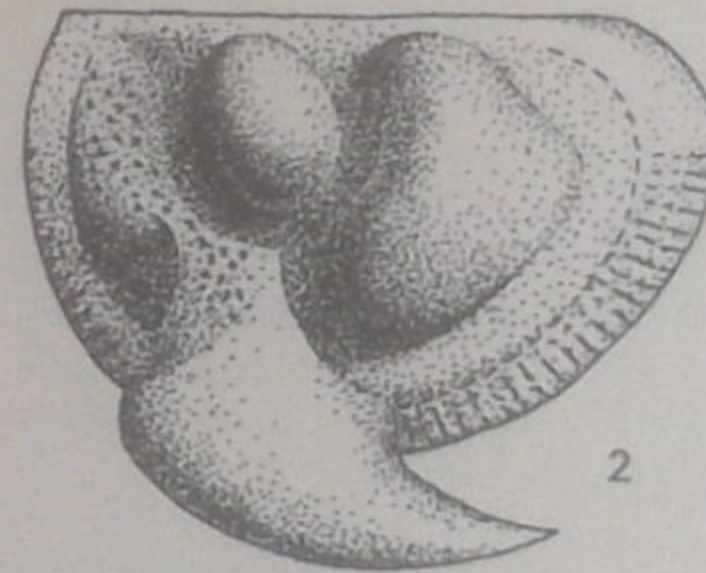


4

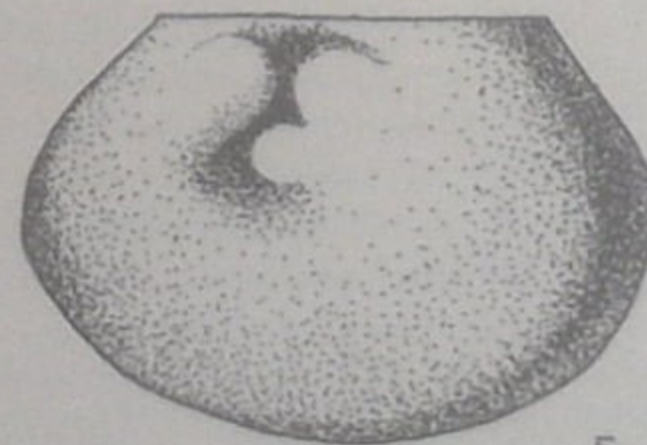
Les petites valves, de quelques millimètres, du genre *Harperopsis*, qui porte quatre côtes verticales, arrondies à la surface, sont caractéristiques des couches de l'ordovicien en Europe et en Amérique du Nord. Dans certains cas, ces valves recouvrent littéralement les couches de schiste, comme c'est le cas de *Harperopsis bohémica* (1), de l'ordovicien moyen.



1



2



5

Dans les calcaires à petits grains et les marnes du silurien et du dévonien, on trouve d'autres espèces d'ostracodes caractéristiques. Leurs valves portent, à la surface, des renflements ovales ou bien s'allongent en excroissances et pointes de diverses formes. C'est à ces types particuliers qu'appartiennent les représentants caractéristiques du genre *Beyrichia*, représentés en Europe, par l'espèce *Beyrichia latispinosa* (2) et, en Amérique du Nord, par l'espèce voisine, *Beyrichia moodeyi* (3 — femelle, 4 — mâle).

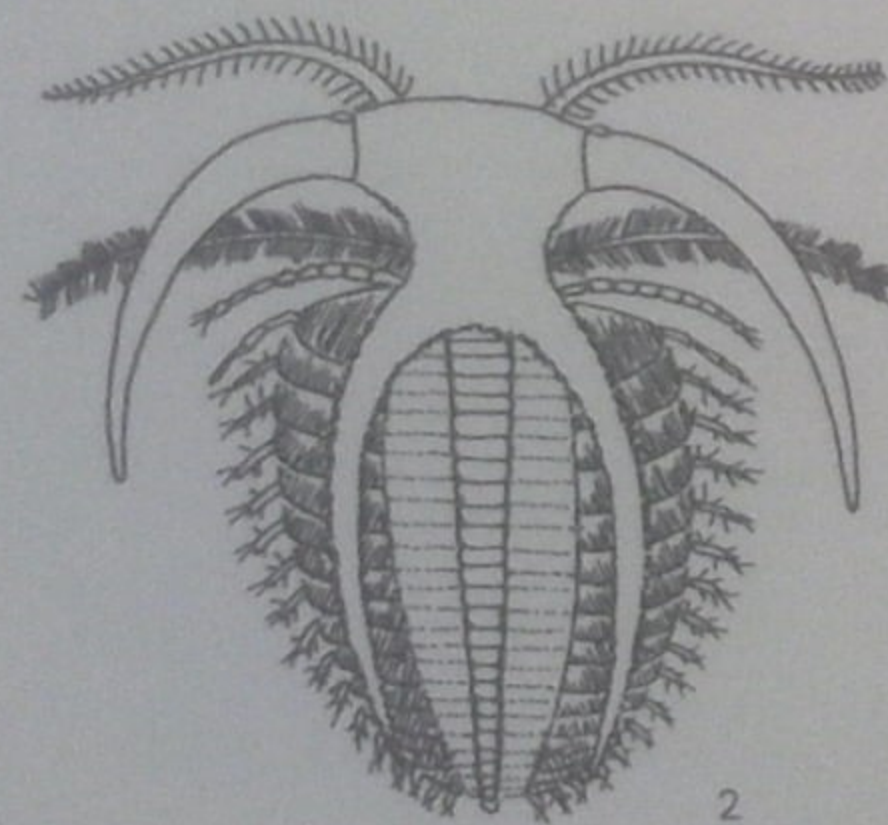
Par contre, les représentants du genre *Parapyxion*, exclusivement européen, ont des valves entièrement lisses ou à peine marquées, ovales, à charnière droite. Ce sont des fossiles typiques des sédiments marins de l'ordovicien moyen et supérieur. C'est surtout en Scandinavie que l'on trouve l'espèce caractéristique *Parapyxion subovatum* (5).

Marella splendens

Arthropoda
Trilobitomorpha

On avait trouvé, au XIX^e siècle, dans les silices et les grès siliceux de l'ordovicien central de Bohême, des fossiles de forme étonnante. A partir d'une surface centrale, irrégulièrement quadrangulaire ou triangulaire, s'allongeaient quatre excroissances plates, recourbées vers l'arrière. Les chercheurs n'arrivaient pas à se mettre d'accord pour le classement de ces restes qui ne ressemblaient à aucun des groupes d'organismes connus à cette époque. Finalement, J. Barrande les baptisa *Furca bohémica*, d'après leur forme en fourche et supposa qu'il s'agissait d'éléments de la queue de certains crustacés. Le mystère ne fut éclairci qu'en 1909. Ch. D. Walcott découvrit et décrit alors la faune riche et bien conservée des schistes de Burges du cambrien moyen de la Colombie Britannique (Canada). C'est dans cette faune qu'il trouva de nombreux exemplaires complets de petits arthropodes semblables à des trilobites, mais dont le céphalon avait la forme fourchue signalée plus haut. Il les baptisa *Marella splendens* et il apparut qu'il s'agissait des représentants d'un grand groupe d'articulés aquatiques, les trilobitoïdés: parents éloignés des trilobites. Ils n'ont vécu qu'au primaire et ont donné naissance à de nombreux genres.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2

Les images de l'espèce caractéristique *Marella splendens* (1, 2) montrent l'aspect et la morphologie de ces arthropodes. Il semble qu'ils recherchaient exclusivement les zones vaseuses des eaux marines calmes du cambrien. On n'a trouvé leurs restes qu'au Canada.

Furca bohémica fait partie des crustacés du type *Marella* et ses restes trouvés dans l'ordovicien de Bohême ne sont pas, comme on l'avait cru, des éléments de la queue, mais le céphalon de cette nombreuse espèce d'arthropodes (3). A la différence des arthropodes précédents, *Furca bohémica* se trouve exclusivement dans les roches sableuses qui se sont formées sur les plages littorales. L'espèce est spécifique de l'ordovicien de Bohême, mais on connaît également ses restes en France et dans le nord de l'Afrique.



1

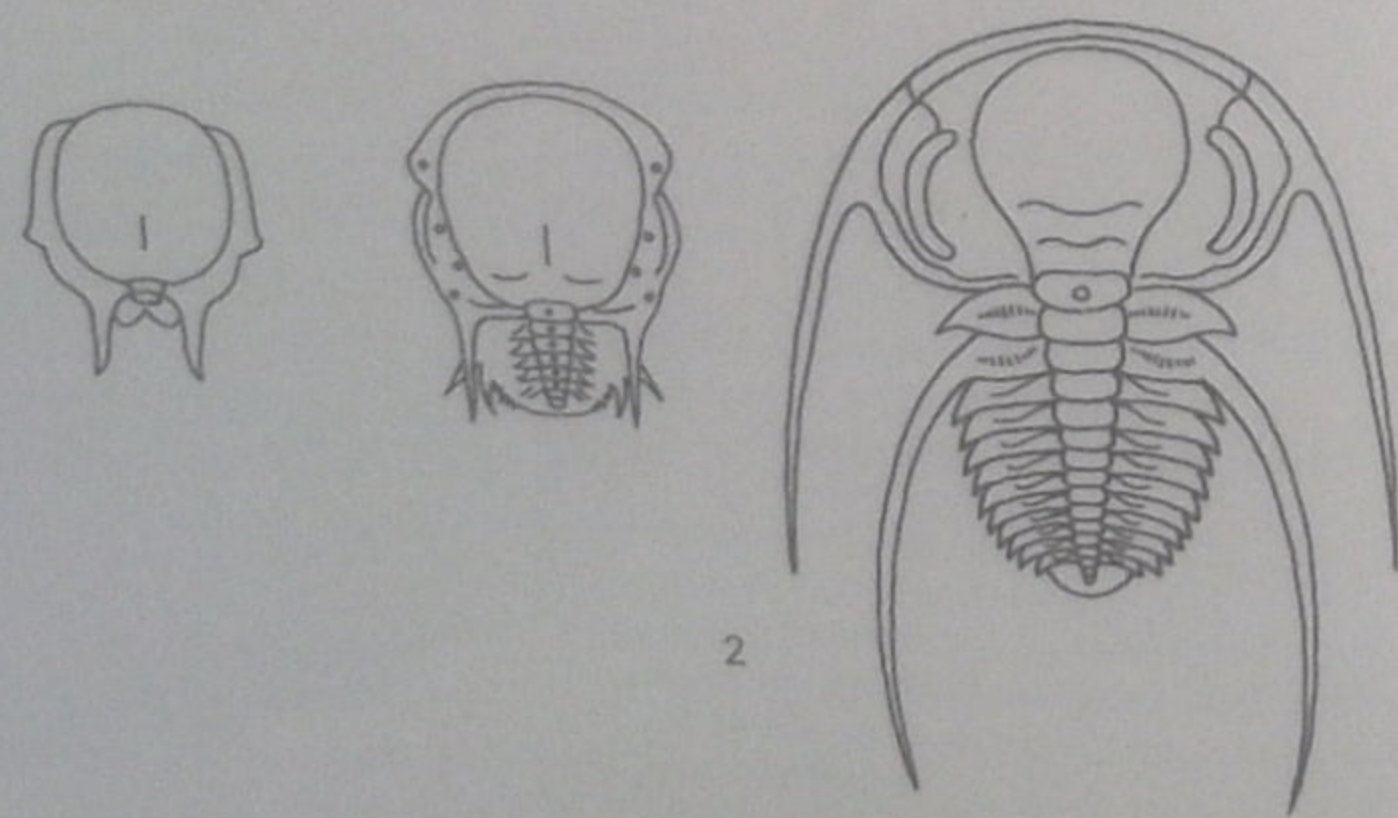


3

Les trilobites (*Trilobita*) constituent un groupe d'arthropodes marins, exclusivement du primaire, dont le corps était couvert, du côté dorsal, par une solide carapace d'un tissu semblable à la chitine. Cette carapace était en général aplatie, plus ou moins ovale, divisée en trois parties: la tête (*céphalon*), le *thorax* et la queue (*pygidium*). La partie centrale, bombée, du céphalon est la glabelle, qui est lisse ou porte plusieurs paires de sillons. Les trilobites mesuraient en moyenne 5 cm de long, mais on connaît des espèces qui ont atteint 75 cm.

Les paradoxidés (*Paradoxidacea*) constituent l'un des groupes de trilobites les plus connus, les plus précieux au point de vue stratigraphique et les plus prisés par les collectionneurs. Du point de vue de l'évolution, leur carapace est primitive, allongée, plutôt plate, avec un grand céphalon en demi-cercle, un thorax formé de 17 à 21 articles et un très petit pygidium. Les joues mobiles du céphalon, les plèvres (articles du thorax) et les articles marginaux du pygidium se prolongent par des épines recourbées vers l'arrière. Sur le céphalon, la grande glabelle piriforme porte deux paires de sillons et des yeux assez grands et globuleux. Les paradoxidés n'ont vécu qu'au cambrien moyen, mais dans une zone géographique étendue. On les trouve en Europe, dans la partie atlantique de l'Amérique du Nord, en Asie et en Afrique. Ils constituent donc d'importants fossiles spécifiques. Leurs restes reposent surtout dans les schistes, sédiments profonds des mers calmes.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



C'est dans le cambrien moyen de Bohême que l'on trouve les individus, souvent complets, de *Paradoxides gracilis* (1) à carapace longue et effilée.

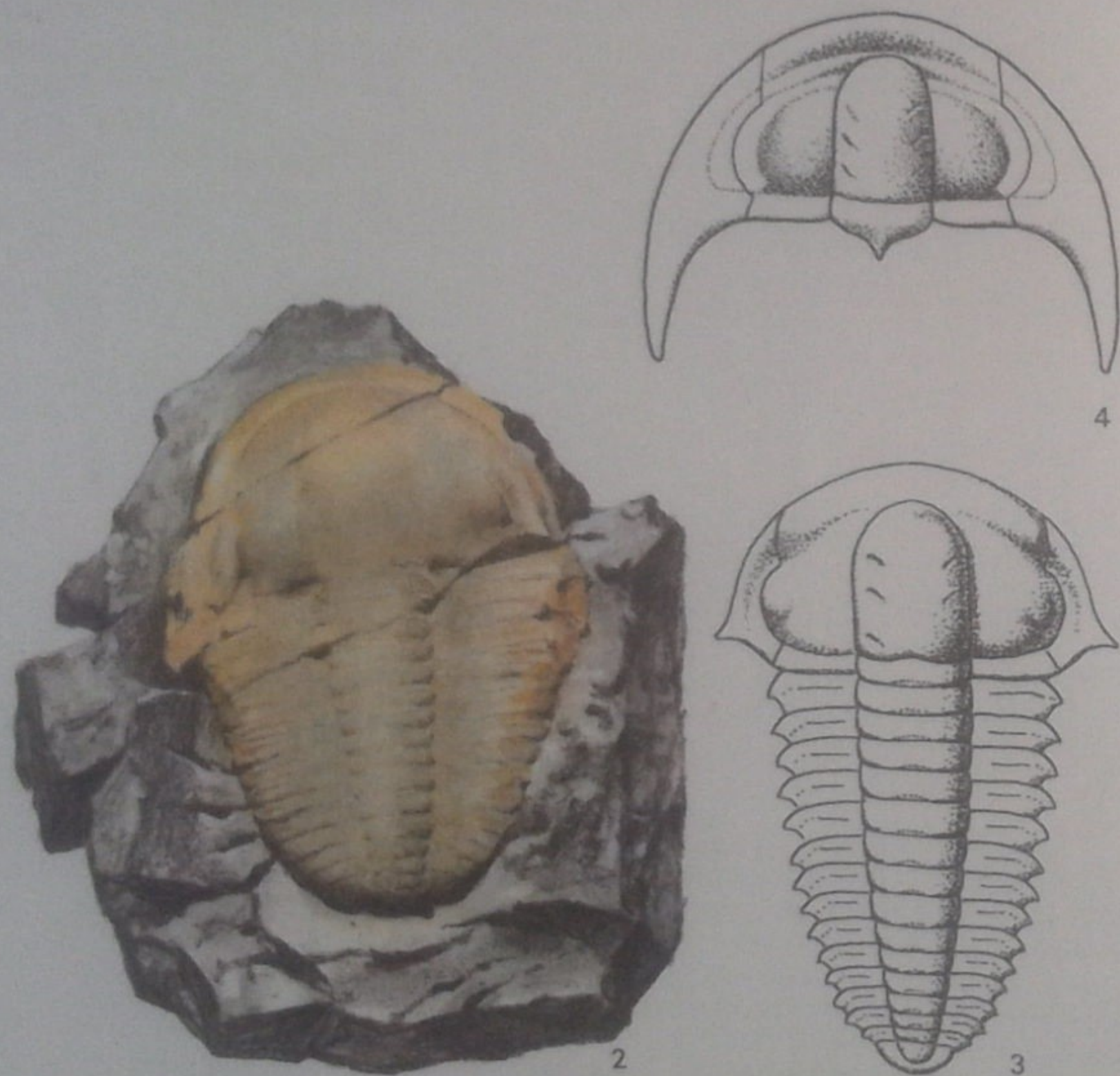
Hydrocephalus est un genre semblable que l'on trouve aussi dans plusieurs pays d'Europe et en Amérique du Nord. Il se distingue du genre précédent par un

thorax ovale et large et par quelques détails de la tête et de la queue.

Hydrocephalus carens est important parce qu'il est l'un des premiers trilobites dont on a décrit l'ontogenèse, depuis la larve microscopique jusqu'à l'individu adulte, de 30 cm de long environ (2).

Les trilobites du groupe *Ellipsocephalacea*, du cambrien inférieur et surtout du cambrien moyen, constituent un groupe diversifié et qui s'est étendu dans le monde entier. Ils ont une carapace allongée, un céphalon relativement grand, un thorax composé d'un grand nombre d'articles et un pygidium très réduit. La glabelle du céphalon est très apparente. Ces trilobites habitaient de préférence les eaux profondes des mers peu agitées à fond vaseux. On connaît plusieurs dizaines d'espèces, surtout dans l'hémisphère nord, bien que des restes aient été découverts en Australie et en Argentine.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Ellipsocephalus hoffi (1) a été décrit en Bohême par Schlotheim dès 1823 et depuis on l'a trouvé dans le monde entier. C'est un représentant caractéristique de la famille dont on trouve les carapaces souvent entières et en grand nombre. Il s'agit en général de mues, c'est-à-dire de carapaces abandonnées par les trilobites au cours de leur mue et qui, entraînées par le courant, se sont déposées dans une anse calme. *Germaropyge germari* (2), classé jadis dans le genre *Ellipsocephalus*, plus robuste et plus grand que le précédent, s'en distingue par l'aspect et par le mode de vie. Il recherchait plutôt les hauts fonds sableux et c'est pourquoi ses restes sont abondants dans les grès. Il est rare dans les schistes. C'est une espèce endémique, c'est-à-dire qu'on ne la rencontre que dans le cambrien moyen de Bohême.

Ellipsostrenua grippi (3), du cambrien inférieur d'Europe, se caractérise par une fine carapace allongée, un grand céphalon et un très petit pygidium. Les joues mobiles se prolongeaient en courte épine.

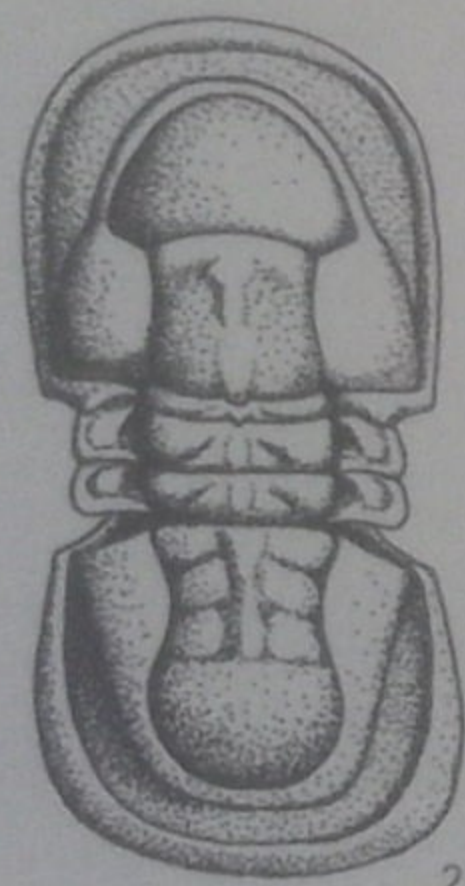
Le genre *Strenuella* (4), dont les espèces sont nombreuses en Europe, dans le nord de l'Afrique et en Amérique du Nord (cambrien inférieur), a des joues mobiles qui s'allongent en épines vers l'arrière et une bague occipitale à la base de la glabelle.

Le collectionneur moyen et l'amateur de fossiles apprécient les grandes espèces de trilobites et négligent les petites espèces, peu originales, de l'ordre *Agnostida*.

Les agnostidés sont de minuscules trilobites aveugles, à morphologie et mode de vie particuliers. Leur carapace semble, à première vue, formée seulement de deux parties, un céphalon semi-ovale et un pygidium pratiquement de même forme et de même taille, au point que les collectionneurs ne savaient pas très souvent où se trouvaient la tête et la queue. Le thorax est petit, très court, formé de deux ou, rarement, de trois articles.

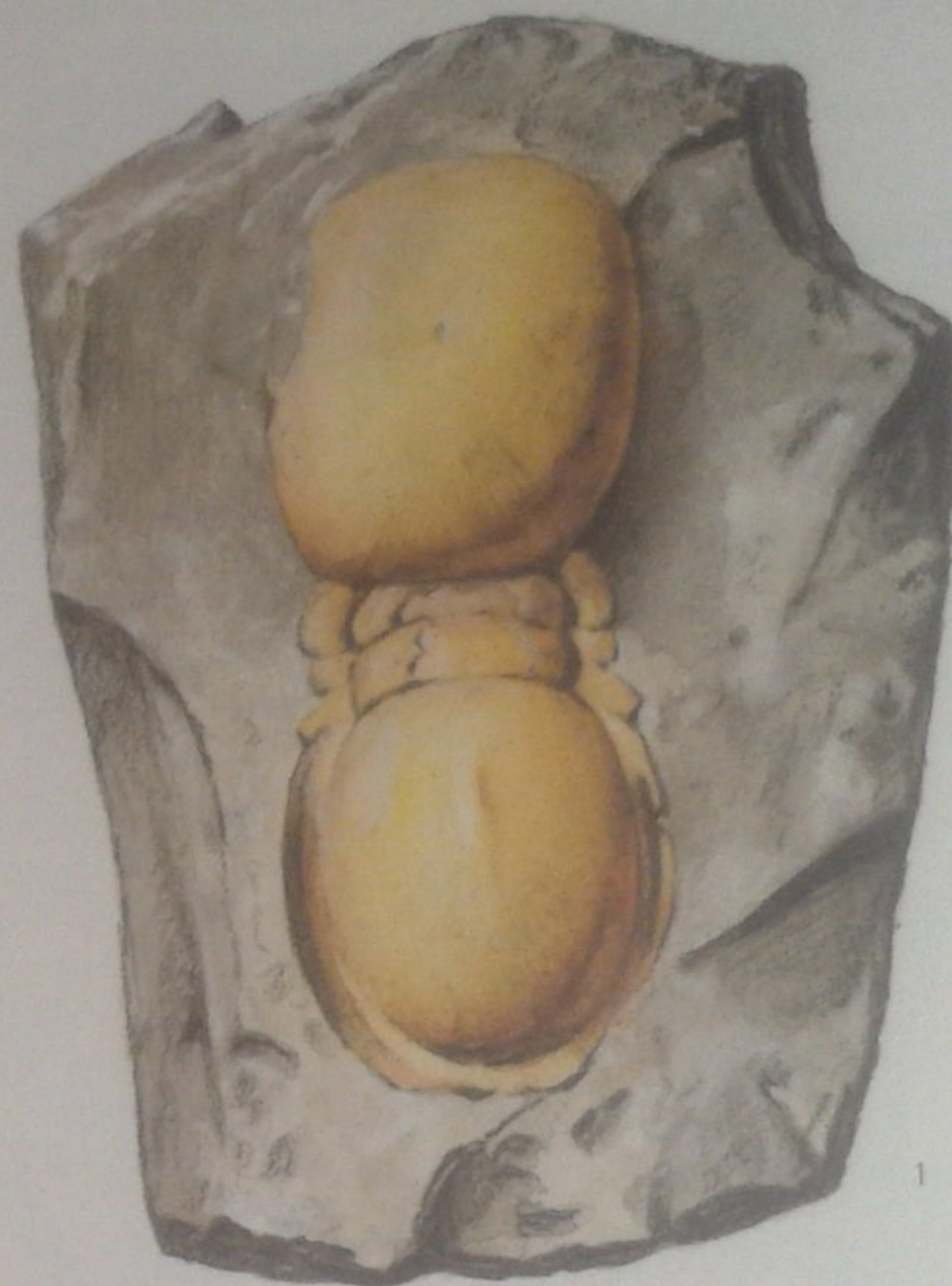
Tous les agnostidés sont caractéristiques du cambrien et de l'ordovicien. Leur extension mondiale résulte de leur mode de vie. Ils se déplaçaient en général dans l'épaisseur des touffes des algues marines et étaient entraînés avec elles à de grandes distances. On trouve leurs restes dans les argiles et les limons calcaires qui se sont déposés dans les mers peu profondes.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

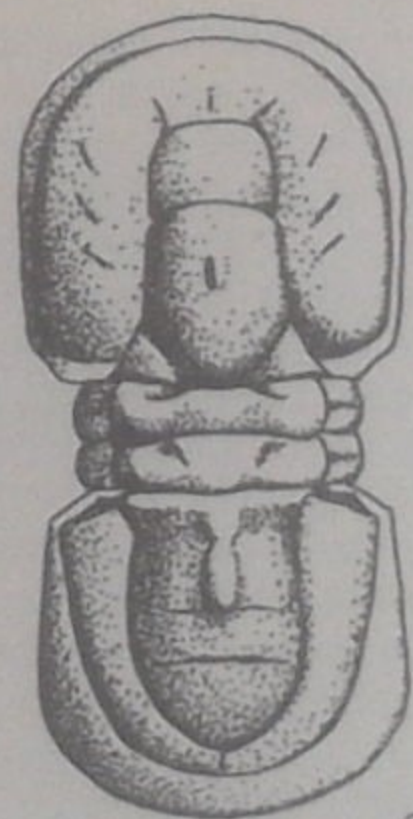


2

Phalagnostus nudus (1) est un agnostidé typique dont le céphalon en demi-cercle ne comporte pas de bordure marginale ou d'épaississement. Le pygidium a un axe central peu marqué. Cette espèce a été trouvée dans les sédiments du cambrien supérieur de divers pays d'Europe, du Canada et d'Australie.



1



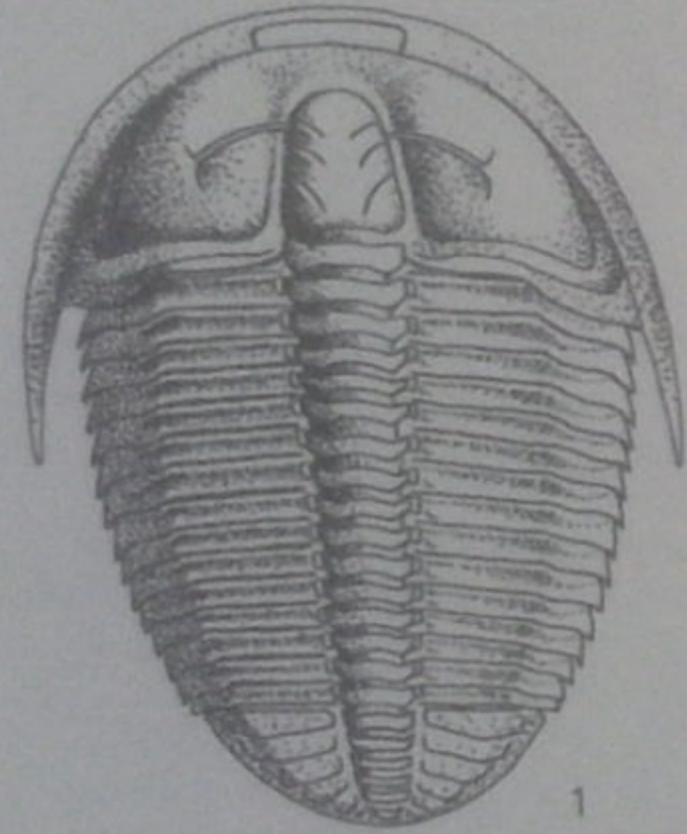
3

Condylopyge rex (2) est la plus grande espèce connue de tous les agnostidés que l'on trouve dans les pays européens et l'Amérique du Nord. Les individus mesurent jusqu'à 1,5 cm; ils ont un lobe frontal triangulaire sur le céphalon et une forme caractéristique de l'axe central du pygidium. Cet axe, formé de trois anneaux, s'élargit à l'extrémité. L'espèce est caractéristique du cambrien moyen.

Le genre *Peronopsis* (3), du cambrien moyen d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord, est petit; il ne mesure que 5 à 7 mm environ. La glabelle à lobe antérieur carré, et le pygidium à axe central long et bien marqué sont caractéristiques de ce genre.

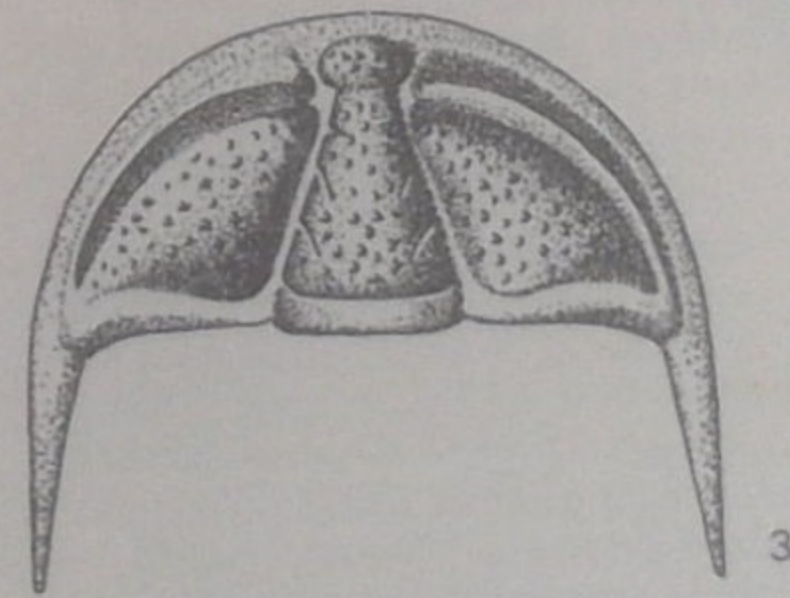
Les trilobites du groupe *Ptychopariina* constituent des centaines d'espèces que l'on trouve dans le monde entier. Ils sont encore primitifs, comme les paradoxidés, par exemple, bien qu'ils ne leur ressemblent pas. Ils ont une carapace bombée, ovale, presque ovoïde. Le céphalon est semi-circulaire ou trapézoïdal arrondi, le thorax grand et large, formé d'environ quatorze articles et le petit pygidium large et court. Cette morphologie confirme la théorie selon laquelle les types de trilobites les plus anciens ont un thorax composé de nombreux articles et un petit pygidium alors que chez les types plus récents, le thorax se réduit et le pygidium s'allonge. Les représentants des trilobites ptychopariidés sont connus dans le monde entier, depuis le cambrien inférieur jusqu'à l'ordovicien supérieur. De nombreuses espèces constituent de bons fossiles spécifiques, en particulier pour dater le cambrien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Le genre *Ptychoparia* a une carapace de contour ovoïde. La glabelle est importante, en trapèze arrondi, avec trois ou quatre paires de sillons et de grands yeux sur les lobes palpébraux surélevés. Ce genre comprend de nombreuses espèces que l'on ne trouve que dans le cambrien moyen européen, comme par exemple *Ptychoparia striata* (1).

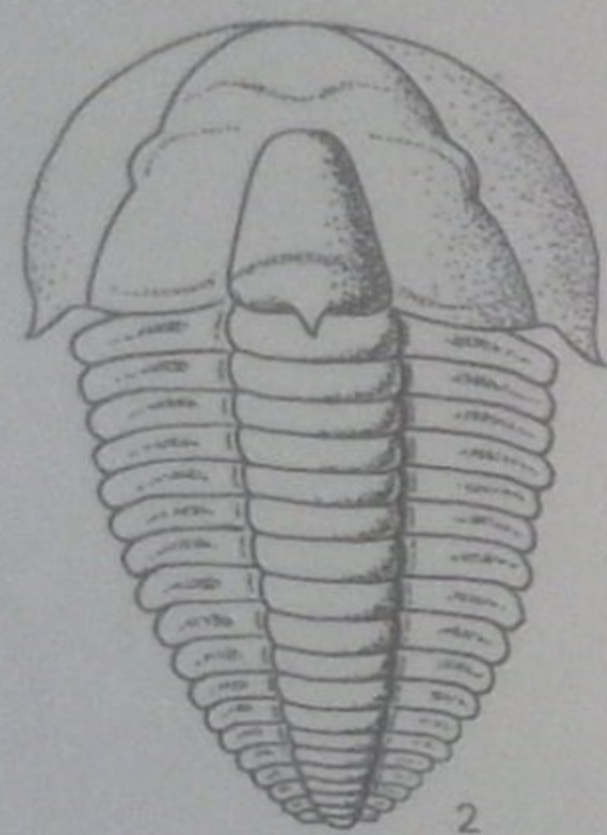
A première vue, le genre *Conocoryphe* est assez semblable au genre précédent et les collectionneurs peuvent les confondre. Dans l'espèce *Conocoryphe sulzeri* (2), les différences sont bien visibles. La glabelle est conique et comporte trois paires de sillons; l'animal était aveugle. Il s'enfouissait sans doute dans le fond meuble, alors que *Ptychoparia striata* vivait à sa surface. *Conocoryphe* n'existe également qu'au cambrien.



Ctenocephalus coronatus (3) est l'exemple d'une autre espèce voisine de ptychopariidés. Le bord du céphalon semi-circulaire est fortement relevé, formant une sorte de barrière tout autour. Il s'agit encore d'une espèce aveugle; ce bord surélevé devait lui faciliter le fousissement dans la boue. Cette espèce du cambrien moyen de Bohême est relativement rare.

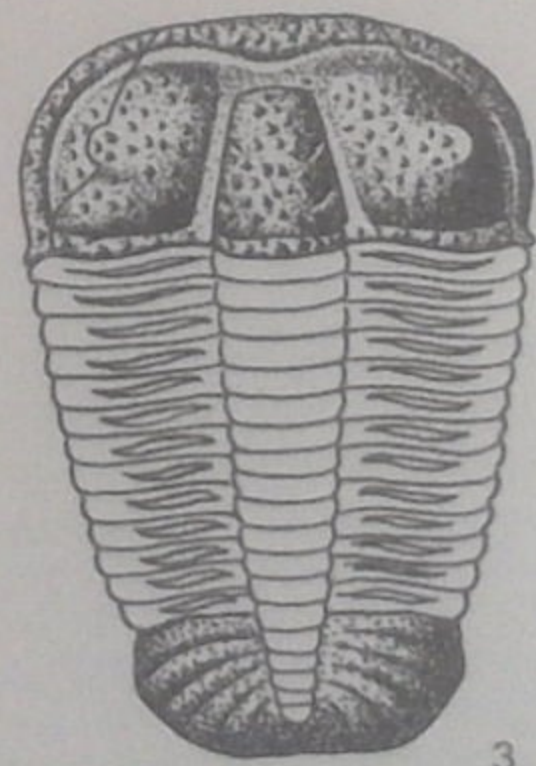
Les trilobites du groupe *Solenopleuracea* sont également d'un type primitif appartenant aux débuts du primaire. Très abondants dans les mers du cambrien, on les connaît dans le monde entier. Ils sont caractérisés par une carapace presque ovoïde, un céphalon semi-circulaire ou parabolique, un thorax avec de nombreux segments (sept à dix-sept) et, en général, un petit pygidium. La glabelle à trois ou, plus rarement, quatre sillons ou empreintes, est bien délimitée. On trouve leurs restes le plus souvent dans les sédiments fins, les schistes ou les marnes calcaires, ce qui montre que ces trilobites vivaient de préférence sur le fond vaseux des zones marines calmes. Certaines espèces étaient aveugles et s'enfouissaient probablement dans la boue.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Sao hirsuta (1) est l'un des trilobites du groupe *Solenopleuracea* les plus connus; la surface de sa carapace est mamelonnée, son thorax comporte dix-sept articles et le pygidium minuscule n'en compte qu'un seul. L'espèce est intéressante; J. Barrande en a décrit toute l'ontogénèse, depuis le stade larvaire presque microscopique, jusqu'à l'individu adulte. Il s'agit de la première description de ce genre chez les trilobites.

Le petit *Agraulos ceticephalus* (2) est également typique dans le cambrien moyen de Bohême. Il possède un grand céphalon parabolique, représentant un tiers de la longueur du corps, un thorax de seize articles et un pygidium réduit, comme dans le genre *Sao*, à un seul article. La taille et la forme du corps montrent que cette espèce faisait sans doute partie de celles qui s'enfouissaient dans la vase. On peut supposer le même mode de vie pour les autres espèces de ce genre que l'on connaît dans le cambrien moyen de toute l'Europe.

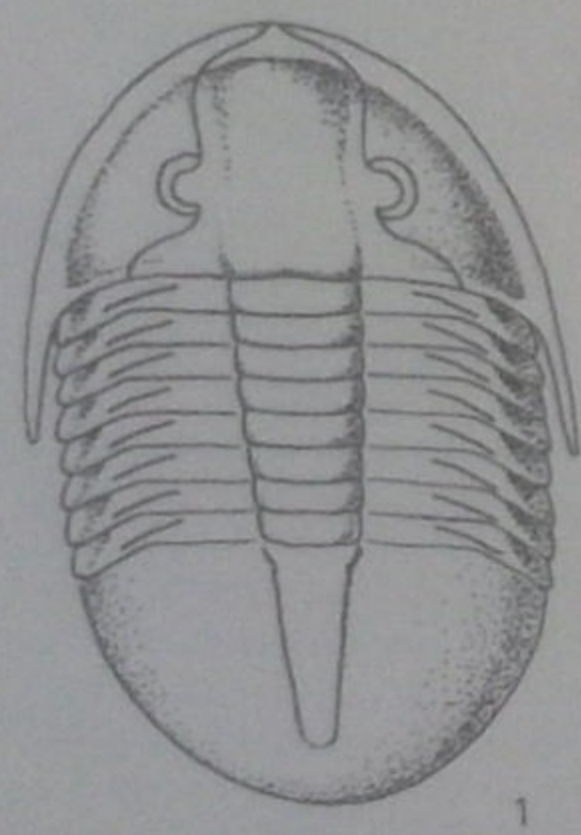


Solenopleura canaliculata (3) appartient au cambrien suédois. Le céphalon est semi-circulaire, la petite glabelle trapézoïdale, les yeux bien marqués. On suppose que l'animal avait une bonne vue et qu'il vivait sur les fonds solides des zones marines peu profondes. Des espèces voisines sont abondantes dans toute la région anglo-scandinave.

Les trilobites du groupe *Asaphacea* sont caractérisés par une grande et large carapace peu bombée. Leur céphalon et leur pygidium ont une forme assez semblable; ils sont grands, semi-elliptiques ou en triangles arrondis. Par contre, le thorax est, en général, petit, formé de sept à neuf articles seulement. Certaines espèces d'asaphidés ont atteint de grandes tailles et, avec leur cinquante centimètres de long et vingt-cinq centimètres de large environ, ils font partie des plus grands trilobites de l'histoire géologique de la terre. La carapace lisse à sillons peu marqués, les segments du pygidium, les grands yeux plats et la forme discoïdale, en coupe, du corps des asaphidés, semblent attester que ces trilobites nageaient librement ou se laissaient porter un peu au-dessus du fond argileux ou marneux des anses marines calmes. Les premiers représentants sont apparus dans le cambrien supérieur, mais ils ont été abondants surtout dans les mers de l'ordovicien, à la fin duquel ils disparaissent. On les trouve surtout en Europe.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Opsimasaphus nobilis est sans conteste le plus grand asaphidé des schistes de l'ordovicien moyen de Bohême. Ses carapaces pouvant atteindre 45 cm de long, ont parfois été trouvées entières et constituaient pour les collectionneurs une des attractions du barrandien. Des espèces voisines sont connues dans l'ordovicien supérieur et moyen d'autres pays d'Europe.



1

L'espèce *Megalaspides dalecarlicus* (1), géologiquement plus ancienne, avait une carapace plus petite, allongée, un céphalon triangulaire lisse, un pygidium plat, à l'axe central à peine marqué et non articulé. L'espèce est caractéristique des horizons récents de l'ordovicien inférieur en Baltoscandia, le genre lui-même est connu dans tout l'ordovicien inférieur.

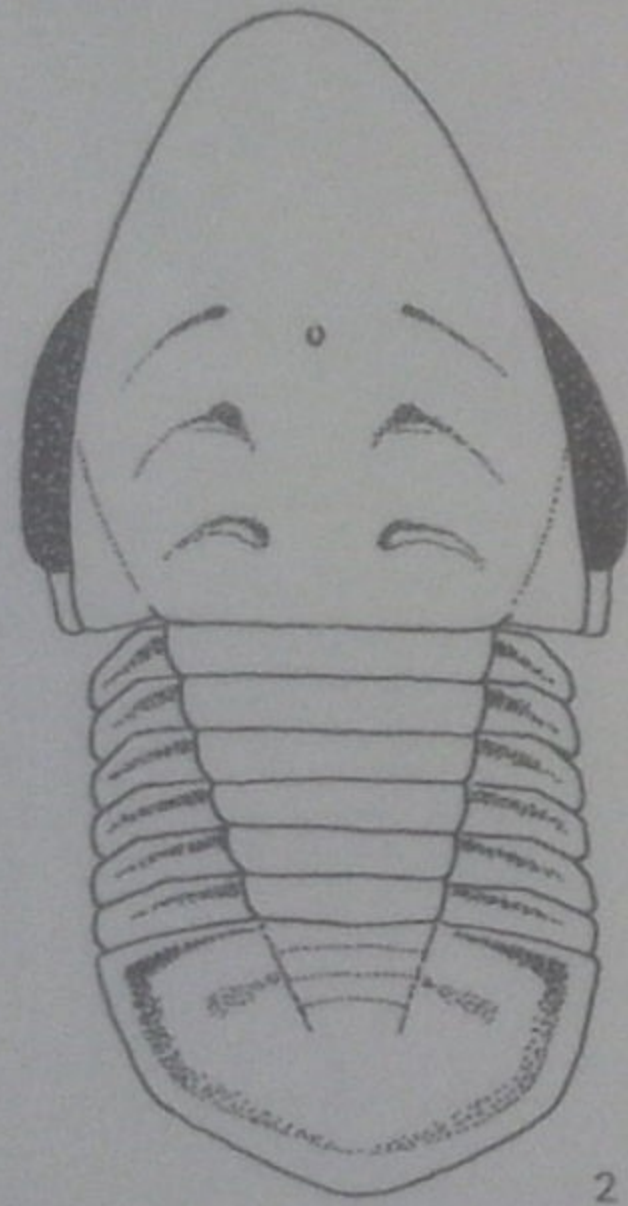


2

L'espèce *Bohemopyge discreta* (2) est voisine de l'espèce précédente, mais les formes de sa carapace sont mieux marquées, la glabelle est bien délimitée et la segmentation du pygidium plus apparente. L'espèce apparaît en Bohême et le genre *Bohemopyge* est connu dans toutes les couches de l'ordovicien inférieur des autres pays d'Europe.

Le groupe *Cyclopygacea* englobe tous les trilobites voisins des asaphidés. Il est également limité à l'ordovicien, mais ses membres ont une extension paléogéographique beaucoup plus grande. On les trouve non seulement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord et dans le nord de l'Afrique. Les cyclopygidés sont, en général, petits, avec une carapace morphologiquement caractéristique. Une partie importante du céphalon est occupée par une grande glabelle bombée. Les yeux sont énormes et à facettes, comme chez les insectes. Les yeux se réunissent souvent à l'avant et sur la partie inférieure de la tête. Le thorax est petit, formé de six articles. Le pygidium est réduit, triangulaire. Les savants ne sont pas d'accord sur le mode de vie de ces trilobites. Les énormes yeux à facettes permettent de supposer que ces trilobites vivaient dans les grandes profondeurs et montaient le soir à la surface. La grande glabelle aurait alors fonctionné comme un organe hydrostatique.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



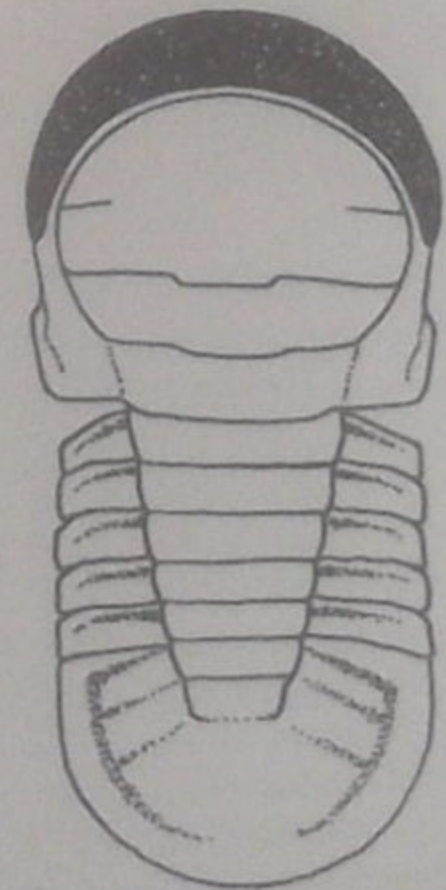
2

Pricyclopyge binodosa (1) de l'ordovicien inférieur d'Europe, fait partie des espèces les plus grandes et les plus caractéristiques. Sa carapace mesure jusqu'à 5 cm de long. On note la présence de deux fossettes symétriques sur l'axe central du thorax; certains pensent qu'il s'agit d'éléments d'organes lumineux.

Le genre *Novakella*, jadis identifié avec le genre *Microparia*, répandu dans le monde entier, est très important pour la datation des couches de l'ordovicien. Il renferme des trilobites assez grands, à glabelle allongée, parabolique, et pygidium dont l'axe central est parfois à peine indiqué, comme, par exemple, chez *Novakella bergeroni* (2).



1



3

Ellipsotaphrus, de l'ordovicien européen, est un genre plus rare, mais facilement reconnaissable, en particulier, à cause de la disposition des yeux. Ceux-ci formaient une bande continue sur toute la paroi frontale de la glabelle, comme cela est visible chez *Ellipsotaphrus monophthalmus* (3).

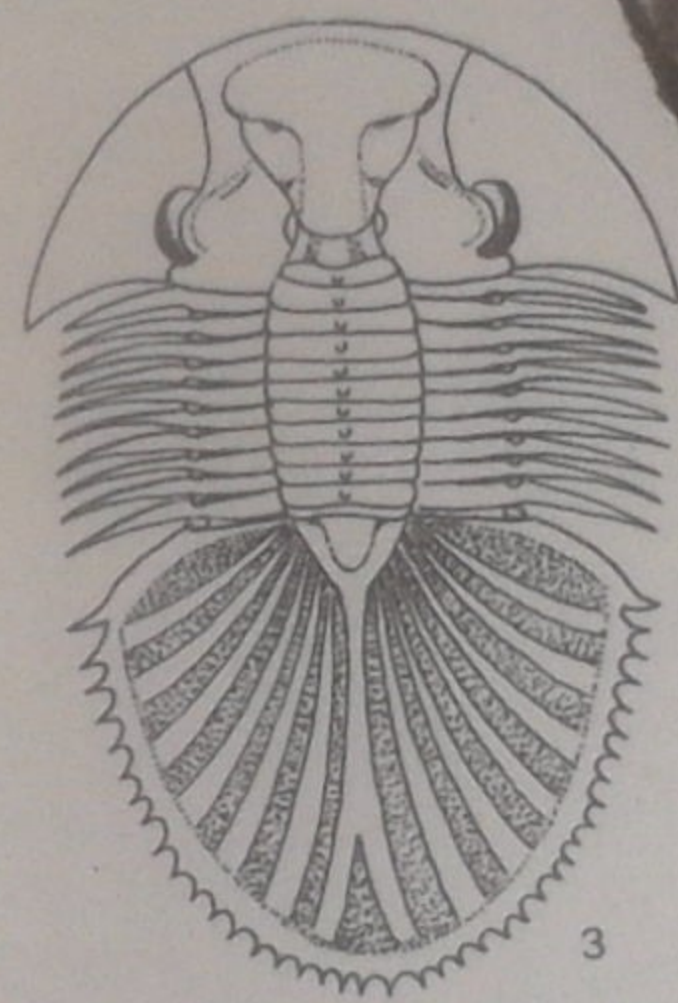
La famille des thysanopeltidés est un groupe caractéristique de trilobites de taille moyenne, dont les nombreuses espèces hantaient les mers du monde entier, de l'ordovicien au dévonien supérieur. Le large céphalon en demi-cercle a une glabelle bien marquée qui s'élargit en triangle vers l'avant et porte trois paires de profonds sillons. Les grands yeux se trouvaient au bout des antennes en demi-cercle. Le pygidium en éventail, plat, a un axe central raccourci et de longues côtes soudées. Les thysanopeltidés vivaient en général dans les zones marines peu profondes, dans une eau bien oxygénée, avec un sol solide, en général calcaire. Il semble qu'ils ne fuyaient pas la zone littorale et on trouve leurs restes en abondance dans les sédiments des récifs coralliens. On les trouve en Europe, en Amérique du Nord, en Afrique, dans le sud-est de l'Asie et on vient d'en trouver en Amérique du Sud.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Spiniscutellum umbelliferum (1) est un trilobite thysanopeltidé bien connu, à carapace granuleuse. C'est un fossile caractéristique des calcaires détritiques fins et menus du dévonien inférieur de Bohême.



2



3

Bojoscutellum paliferum (2) est une espèce semblable, mais plus récente que l'on trouve dans certaines parties du massif du dévonien inférieur des calcaires coralliens de Koněprusy, en Bohême. Les restes de pygidium forment parfois de grands amoncellements dans ces calcaires. On suppose que, sous l'influence de conditions écologiques spéciales, aux abords des récifs, certains exemplaires ont atteint une taille considérable, jusqu'à trente centimètres, de sorte qu'ils font partie des plus grands trilobites connus.



1

Le genre *Thysanopeltis* est géologiquement le plus jeune et aussi le plus spécialisé. A la différence des autres genres, dont les représentants ont un pygidium à bordure droite, il se présente, chez *Thysanopeltis*, sous forme d'épines disposées en éventail. On connaît de nombreuses espèces dans le dévonien moyen d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie. *Thysanopeltis speciosum* (3) est une espèce assez rare, mais un fossile caractéristique des calcaires du dévonien moyen de l'Europe centrale et méridionale.

Illaenidae, que l'on trouve dans le monde entier, est une famille de trilobites à carapace de taille moyenne et bombée. Le céphalon et le pygidium sont pratiquement de la même taille et si semblables au point de vue forme que chez certaines espèces, il est difficile de distinguer les deux parties. La glabelle est large et plate, le plus souvent à peine marquée, tout comme l'axe central du pygidium. Chez la plupart des espèces, les yeux sont petits. Le thorax des illaenidés représente le tiers central de la carapace et se compose de six à dix articles (plèvres). Ces trilobites ne semblent pas avoir été des nageurs; ils rampaient plutôt sur les fonds marneux ou argilo-sableux des zones calmes des mers de l'ordovicien et du silurien. A l'ordovicien, ils sont abondants surtout en Europe, en Asie et dans le nord de l'Afrique, les espèces du silurien sont plus nombreuses en Amérique du Nord et dans le sud-est de l'Asie, leur nombre fléchissant dans les mers européennes. A la fin du silurien, ils disparaissent définitivement.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

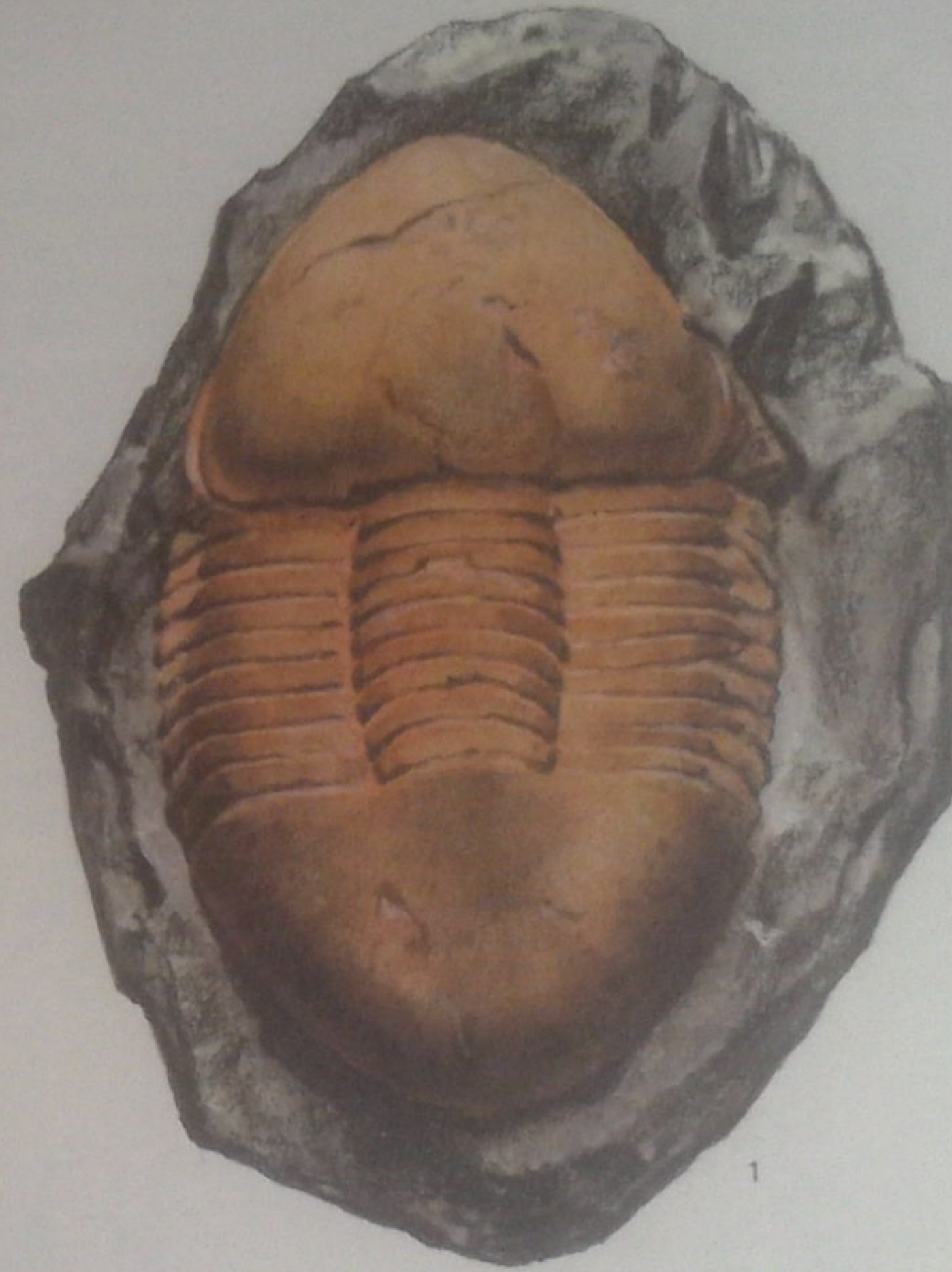


2

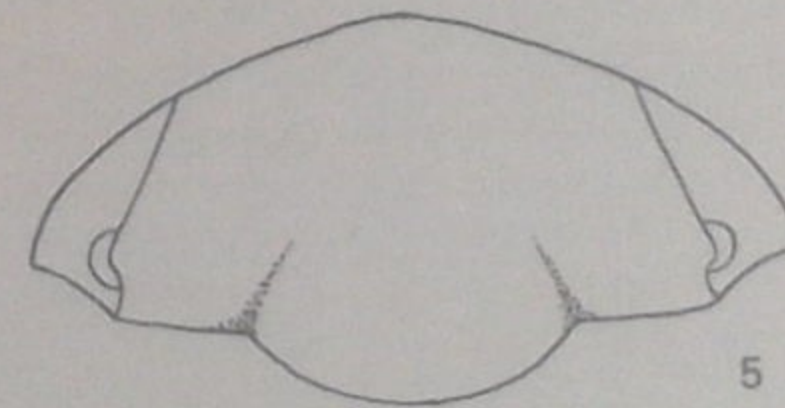
Ectillaenus parabolinus (1) fait partie des espèces les plus connues de la famille. Il a une carapace bombée, relativement grande, jusqu'à 15 cm de long, un céphalon de forme parabolique, un pygidium elliptique. On connaît un grand nombre d'espèces semblables dans les couches ordoviciennes en Europe.

Le genre *Bumastus*, de l'ordovicien et du silurien, est représenté dans le monde entier. *Bumastus hornyi* (2) recherchait les fonds de tuf, dans le voisinage des associations coralliennes de la mer peu profonde du silurien supérieur de Bohême.

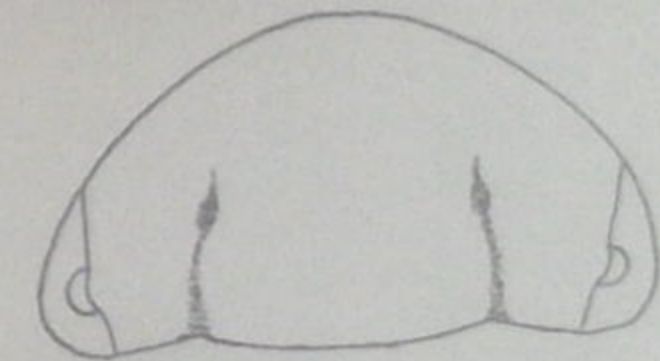
Le genre *Stenopareia*, à céphalon semi-circulaire (3), glabelle large et assez bien marquée, petit pygidium également semi-circulaire (4), a une grande extension. Nombre d'espèces de ce genre ont vécu de l'ordovicien moyen jusqu'au silurien inférieur, en Europe, en Asie et en Amérique du Nord.



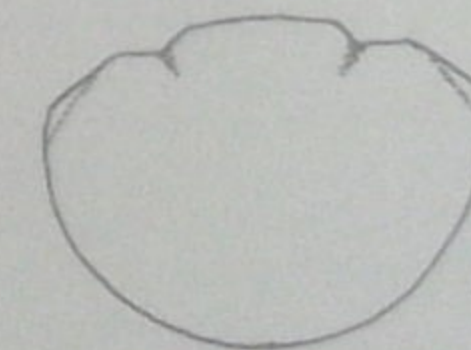
1



5



3

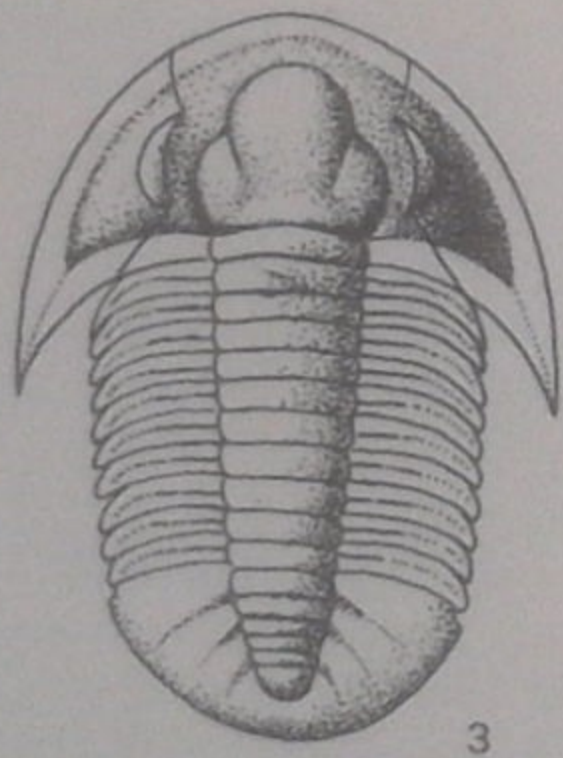
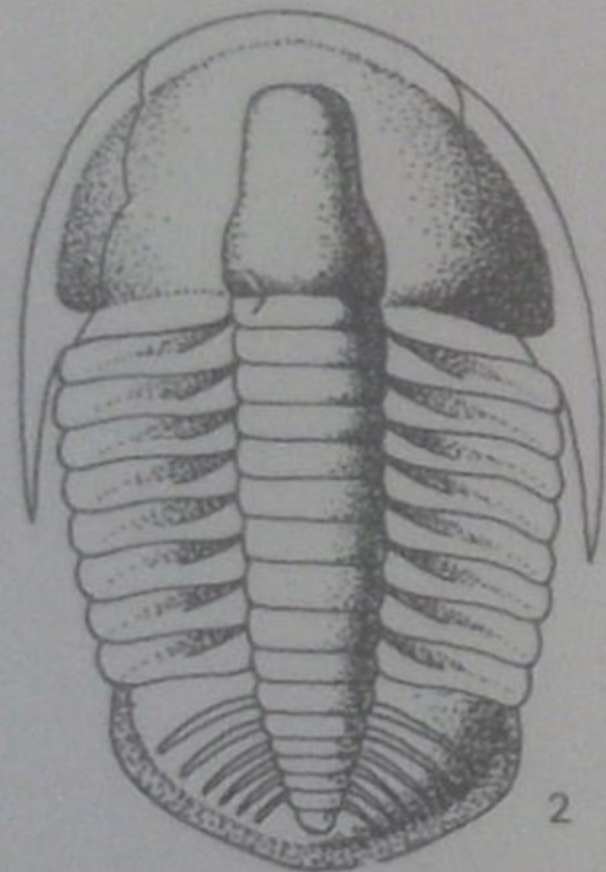


4

Le genre *Nanillaenus* (5), de l'ordovicien supérieur de l'Écosse, de l'Amérique du Nord et, sans doute, de l'Amérique du Sud, possède un très large céphalon et des yeux apparents.

Proetacea constitue un groupe particulièrement étendu, englobant plusieurs familles de petits trilobites d'organisation perfectionnée et exceptionnellement variés dans les détails de la structure de la carapace. Leur mode de vie est également très divers. Ils vivaient dans des milieux très différents et constituaient des formes locales endémiques spécialisées aussi bien que des espèces à extension universelle. Les plus anciens proétidés apparaissent dans les mers du cambrien supérieur et les plus récents disparaissent à la fin du primaire, au permien supérieur. Les proétidés ont en général un céphalon semi-circulaire ou semi-elliptique, une glabelle bien développée et des yeux bien marqués vers l'arrière du céphalon. On ne connaît que peu d'espèces aveugles. Le thorax est allongé, formé d'un grand nombre d'articles (jusqu'à dix-sept) et le pygidium est segmenté de façon très apparente. Les anciens proétidés, ceux de l'ordovicien et du silurien en particulier, sont abondants surtout en Europe. Au cours du dévonien, ils ont gagné les autres continents.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



1

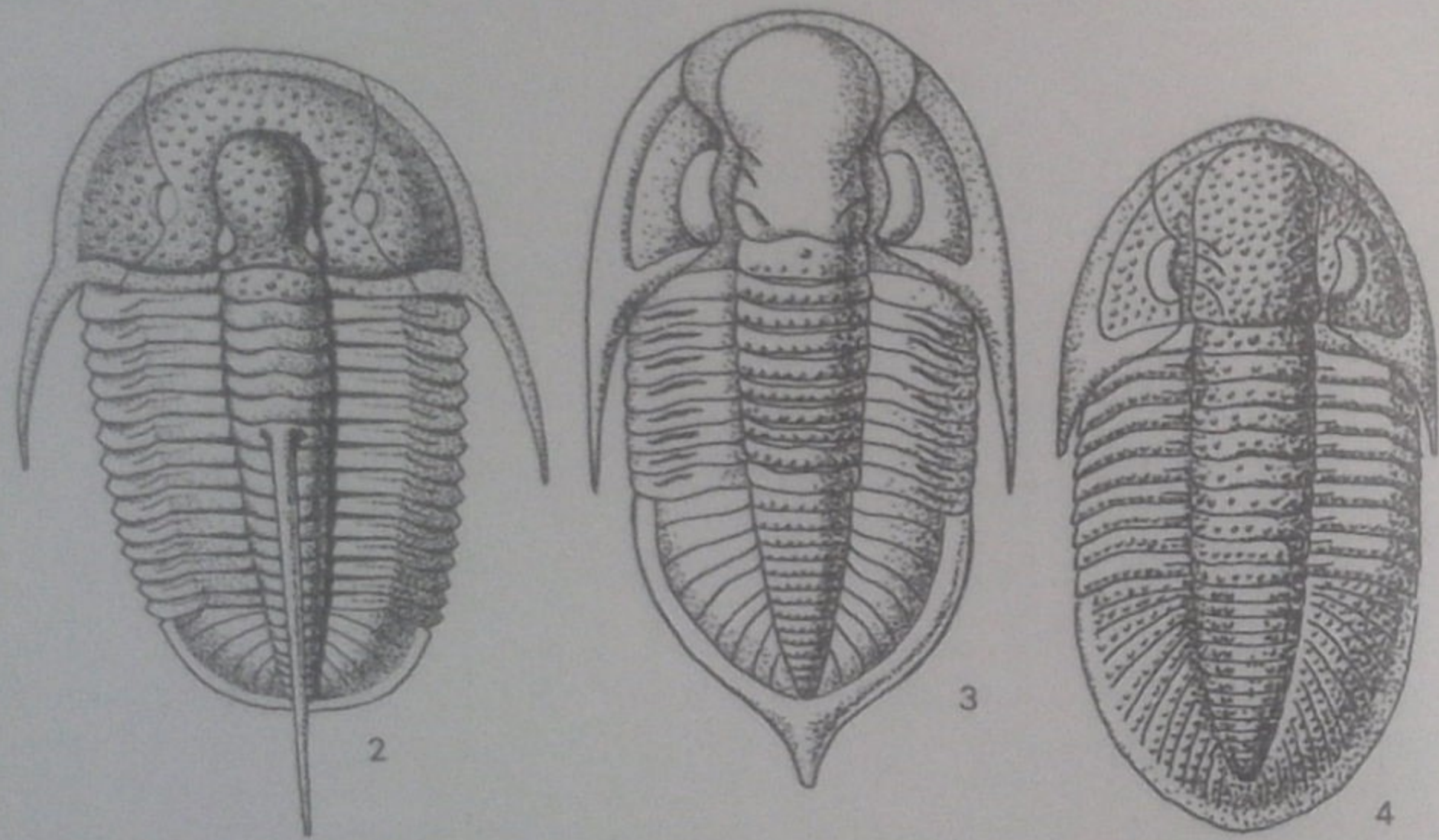
Cornuproetus, dont le bord antérieur du céphalon est plat ou concave, avec de longues pointes, est l'un des genres de proétidés les plus abondants. On le trouve sous forme de nombreuses espèces dans le silurien et le dévonien, surtout européens (par exemple, *Cornuproetus venustus* — 1).

Drevermannia (2) est un genre tout aussi intéressant que l'on ne trouve que dans le dévonien et le carbonifère inférieur. Il est caractérisé par un large céphalon, une petite glabelle triangulaire à trois paires de sillons. Les espèces n'existent qu'en Europe.

Les représentants du genre *Warburgella* (3) font partie des trilobites les plus petits, mais très importants au point de vue stratigraphique. Les restes de leur carapace de quelques millimètres apparaissent en abondance dans les calcaires du dévonien inférieur. Ils permettent de déterminer avec précision la limite entre le silurien et le dévonien, dans la paléobioprovince hercynienne, c'est-à-dire dans des régions à sédimentation continue du silurien au dévonien (par exemple, dans le centre, le sud-ouest et le sud de l'Europe et dans le nord de l'Afrique).

Proetacea est un groupe très étendu dans lequel on range un grand nombre de familles et de genres de petits trilobites à la carapace morphologiquement semblable et structurée comme chez les proétidés proprement dits. On les voit apparaître, pour la plupart, à l'ordovicien moyen et connaître leur plus grand développement durant le dévonien et le carbonifère; les types les plus récents et les plus perfectionnés survivent jusqu'au permien, c'est-à-dire jusqu'à la fin du primaire. Parmi le nombre incalculable d'espèces, nous ne citerons que les plus intéressantes.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



La petite espèce *Aulacopleura konincki* (1) est caractéristique des tufs schisteux du silurien européen. A la différence des autres proétidés, que l'on trouve rarement complets, les carapaces de cette espèce sont assez fréquentes dans les schistes et constituent souvent toute une couche. On connaît des stades

d'évolution de ces trilobites plus récents. Le genre lui-même apparaît à l'ordovicien moyen en Europe et en Afrique et s'éteint au dévonien moyen. *Otarion diffractum* (2) est une autre espèce intéressante, représentant d'un genre cosmopolite, depuis l'ordovicien moyen jusqu'au dévonien supérieur. On



trouve en général des morceaux du céphalon à glabelle fortement bombée et yeux saillants. Les carapaces entières sont très rares.

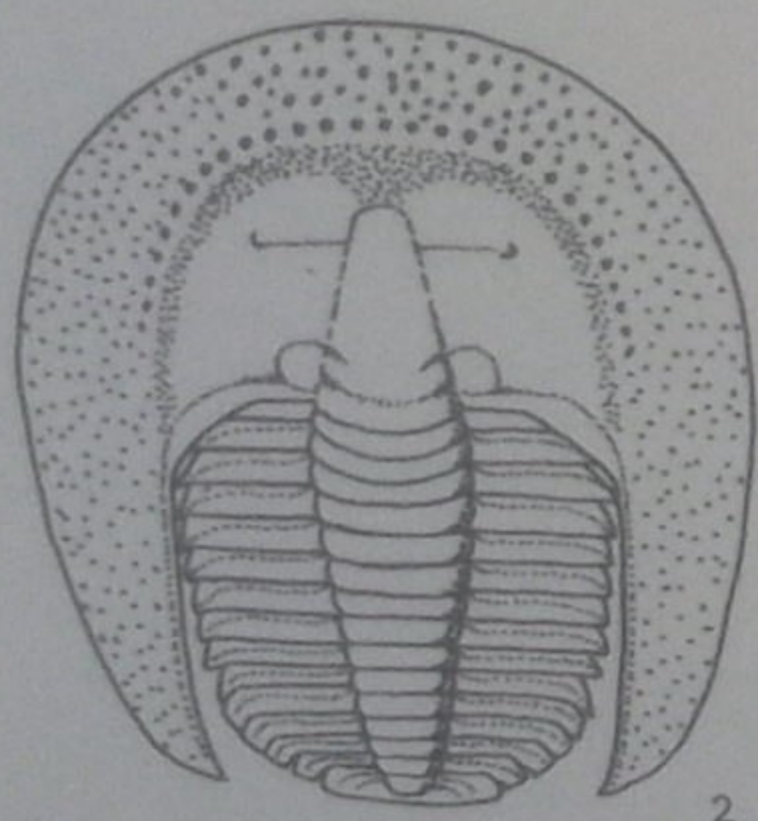
Pour la stratigraphie, et la parallélisation, (c'est-à-dire pour la comparaison mutuelle), des calcaires carbonifères d'Europe, en particulier dans les bassins où se succèdent les étages marins et la sédimentation carbonifère lacustre, on peut se servir avec profit des restes de carapaces du genre *Weberides* dont le pygidium s'allonge en pointe acérée. *Weberides mucronatus* (3) est

abondant dans les sédiments calcaires ou argileux du carbonifère supérieur, dans le nord de la Moravie et en Pologne.

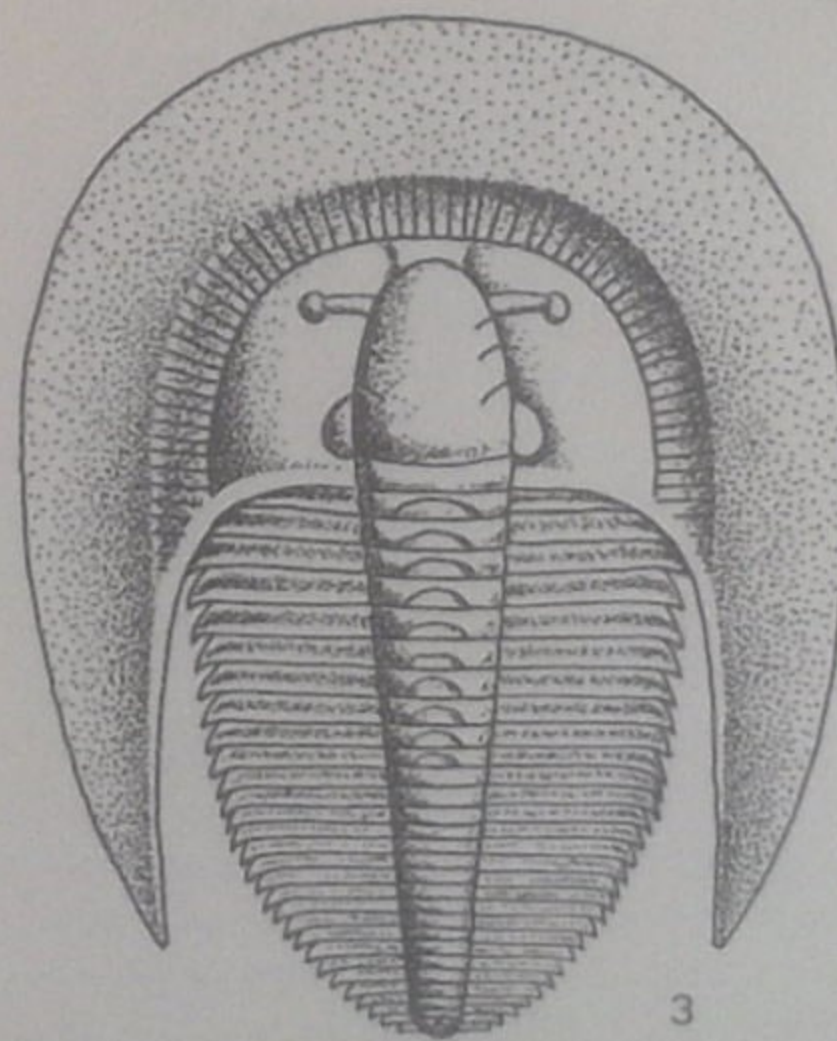
Phillipsia est un genre voisin dont le pygidium semi-elliptique est plus grand que le céphalon. L'axe du pygidium est caractérisé par un grand nombre de segments (plus de dix). L'espèce *Phillipsia gemmulifera* (4) est connue en Europe, en particulier dans le carbonifère inférieur d'Angleterre et d'Irlande. On trouve des espèces voisines dans des couches du même âge, en Amérique du Nord et en Asie.

Le sous-ordre *Harpina* renferme des trilobites curieux dont la bordure du céphalon semi-circulaire, en particulier chez les espèces les plus récentes, est large, plate et en fer à cheval. Cette structure étonnante était en liaison avec le mode de vie de ces trilobites. La difficulté est de savoir à quoi pouvait servir cette structure. Certains chercheurs pensent que ces trilobites s'enfouissaient dans la vase du fond marin et cette bordure fonctionnait un peu à la façon d'un chasse-neige. D'autres spécialistes estiment que cette bordure était un organe hydrostatique permettant à ces trilobites de nager ou de se laisser porter par les eaux. Il semble que ce soit là la bonne explication. La bordure était creuse, renflée à la partie antérieure et, en outre, ces trilobites vivaient dans les régions de la mer peu profonde qui bordait les récifs coralliens où il y avait un fort courant et un fond solide, rocheux même. Ces trilobites ont une grande extension géographique. Mais par ailleurs, on connaît des espèces purement locales et souvent aveugles qui devaient réellement s'enfouir dans la boue. Les autres caractères de ces trilobites sont les yeux simples, le grand nombre des articles du thorax (jusqu'à trente-neuf) et le petit pygidium. On trouve les représentants du sous-ordre *Harpina* dès le cambrien supérieur. Ils se sont développés à l'ordovicien et ont atteint leur maximum au silurien et au dévonien. Ils s'éteignent à la fin du dévonien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Le genre *Harpides*, dont la carapace peut atteindre dix centimètres et dont le bord du céphalon est plat, fait partie des plus anciens représentants du sous-ordre *Harpina*. La bordure caractéristique du céphalon n'existe pas encore, comme cela est visible chez *Harpides grimmi* (1). Ce genre n'existe qu'à l'ordovicien inférieur.

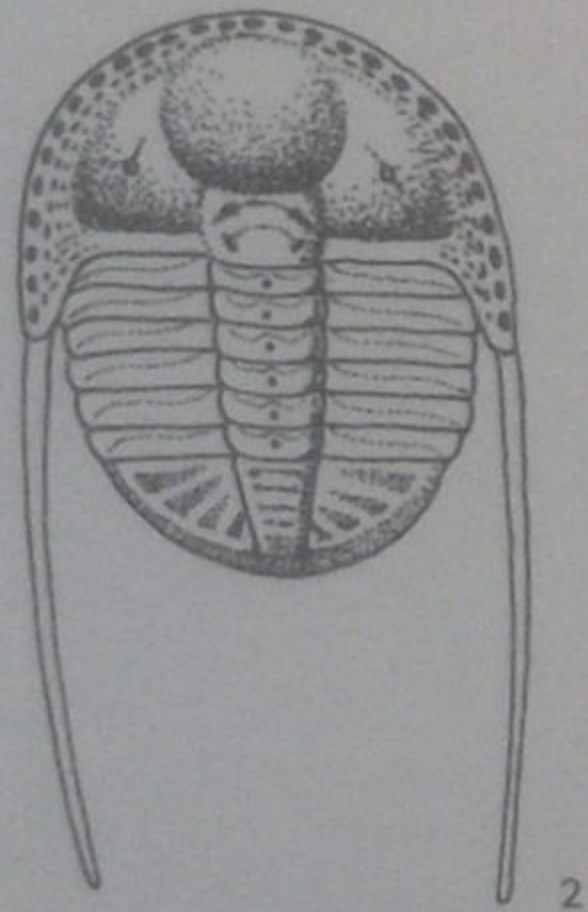


Eoharpes benignensis (2) possède, lui, une carapace caractéristique. La bordure du céphalon est relativement large et régulièrement perforée. L'espèce était aveugle et on la trouve dans les schistes des couches ordoviciennes. Il semble qu'elle vivait dans les zones calmes de la mer ordovicienne et qu'elle fouillait la vase du fond.

Bohemoharpes ungula (3) est caractérisée par une très large bordure creuse du céphalon, s'allongeant vers l'arrière en longues pointes, une glabelle conique et des yeux simples. On trouve cette espèce dans toute l'Europe et il semble qu'elle faisait partie des espèces nageuses.

Les trilobites du sous-ordre *Trinucleina* sont très appréciés par les collectionneurs, les paléontologistes et les stratigraphes, en raison de leur aspect caractéristique et de leur facilité de détermination, même en fragments. Ils ont un grand céphalon en demi-cercle dont la large bordure est perforée par un réseau plus ou moins régulier de petits orifices. Les joues fixes de la glabelle, bombée sur les côtés, présentent aussi cette bordure et s'allongent vers l'arrière en pointes aiguës qui sont deux fois plus longues que le corps. Le thorax, large et court, est composé de cinq à sept articles étroits, auxquels se relie un pygidium triangulaire, en général court. Les yeux étaient petits, simples, mais n'existaient qu'au stade de jeunesse, les adultes, à quelques exceptions près, étaient aveugles. On trouve des trinucleidés dans les sédiments argileux et sableux du monde entier, ce qui semble établir qu'ils n'étaient pas liés à la nature du fond. Ils apparaissent à l'ordovicien et y connaissent leur maximum de développement. A la fin de l'ordovicien, la plupart des espèces s'éteignent, seules quelques-unes survécurent au silurien.

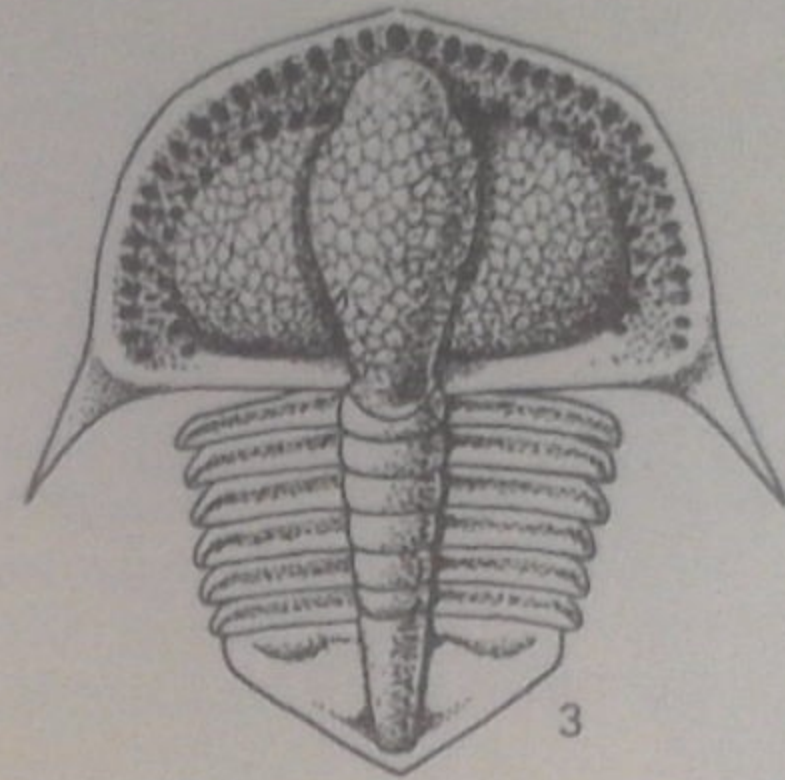
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2

Trinucleoides reussi (1), de l'ordovicien moyen de Bohême, représente une branche d'évolution en impasse, un peu différente des autres trinucleidés. Cette espèce est caractérisée par un corps presque rond, une bordure de céphalon étroite, à fines perforations et une glabelle presque conique. Elle fait partie des espèces endémiques: c'est-à-dire qu'elle n'est pas connue en dehors de la Bohême.

Les nombreuses espèces du genre *Tretaspis* (2) représentent une des principales branches d'évolution des trinucleidés que l'on trouve dans l'ordovicien moyen et supérieur, dans toute l'Europe et en Amérique du Nord. On en a trouvé récemment dans le nord de l'Afrique. Ils sont caractérisés par une haute glabelle, élargie vers l'avant, et par une bordure du céphalon, étroite mais déjà caractéristique.



3

L'Amérique du Sud possède également des trilobites trinucleidés. On trouve en Argentine dans l'ordovicien moyen, par exemple, *Famatinolithus noticus* (3), dont la glabelle bombée et les joues sont ornées à la surface d'un dessin en réseau, dont le thorax est petit et le pygidium triangulaire. La bordure massive du céphalon est perforée d'un petit nombre de trous très caractéristiques.



1

Flexicalymene incerta

Arthropoda
Trilobita

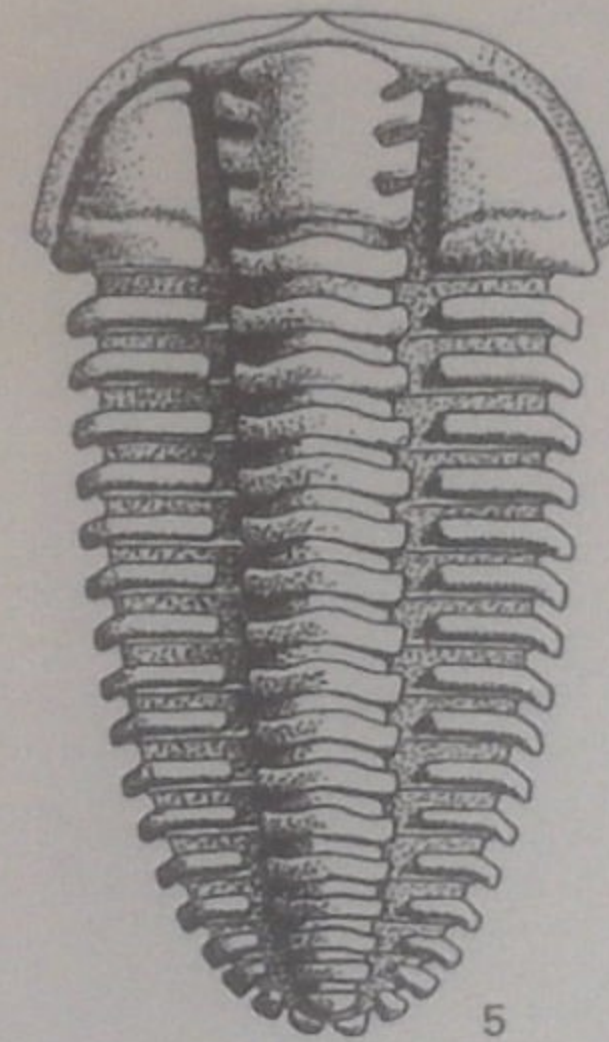
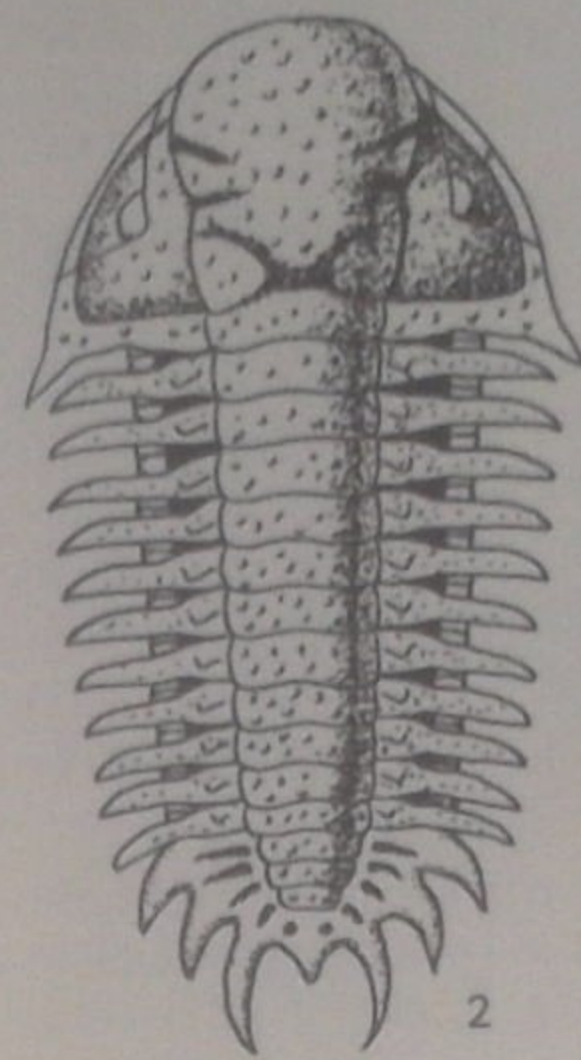
Phacopida est un ordre très étendu, constitué exclusivement de trilobites post-cambriens. Les phacopidés, apparus à l'ordovicien inférieur, ont atteint rapidement une extension mondiale. Dans les milieux les plus divers des mers siluriennes et dévoniennes, ils constituent un élément très important des associations biologiques, mais, dès le dévonien supérieur, ils commencent à dégénérer et s'éteignent à la fin du dévonien. Les espèces perfectionnées de phacopidés possèdent habituellement une articulation très visible du céphalon, une segmentation du thorax et un pygidium relativement grand. La glabelle porte en général trois paires de sillons et les yeux à facettes sont saillies sur des supports en fer à cheval.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Flexicalymene incerta (1), de l'ordovicien moyen de Bohême, est un représentant du groupe *Calymenina*. La glabelle porte trois paires de sillons profonds, l'axe du thorax est large et se relie à l'axe large du pygidium. Le genre *Flexicalymene* est abondant dans le monde entier, de l'ordovicien inférieur jusqu'au silurien.

Cheirurus insignis (2), du silurien européen, est un représentant caractéristique du sous-ordre *Cheirurina*. Une large glabelle débordé les contours du céphalon; les plèvres du thorax se terminent par de courtes pointes plates et le pygidium comporte également des excroissances en pointes plus ou moins longues, plus ou moins recourbées. Ce genre et les genres voisins sont connus dans le monde entier.



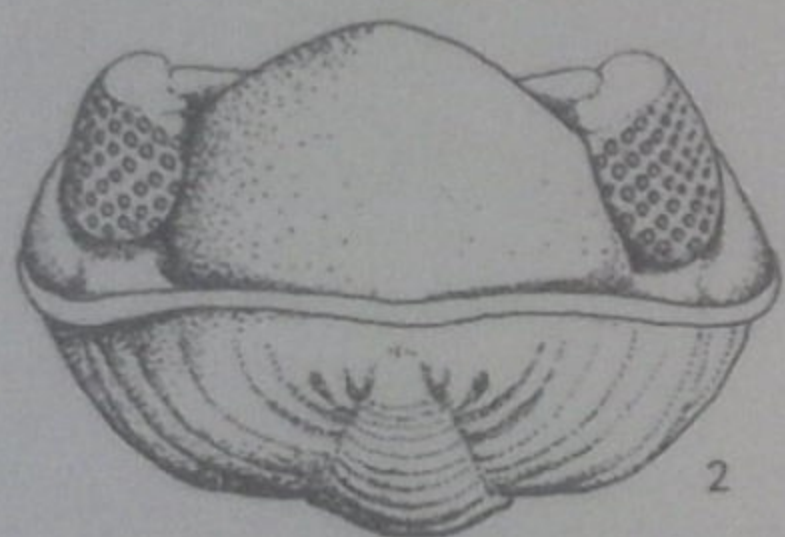
Sphaerexochus mirus, qui vivait dans les eaux peu profondes en bordure des îles volcaniques de la mer silurienne de Bohême, possède une carapace curieuse. On trouve surtout des pygidia (3) et des glabelles très bombées (4) munies d'une paire de sillons caractéristiques. Ceux-ci

sont enroulés vers l'arrière et forment des lobes sphériques. La tête du trilobite ressemble un peu à un crâne. De nombreuses espèces voisines sont connues en Europe, en Asie, en Amérique du Nord et en Australie.

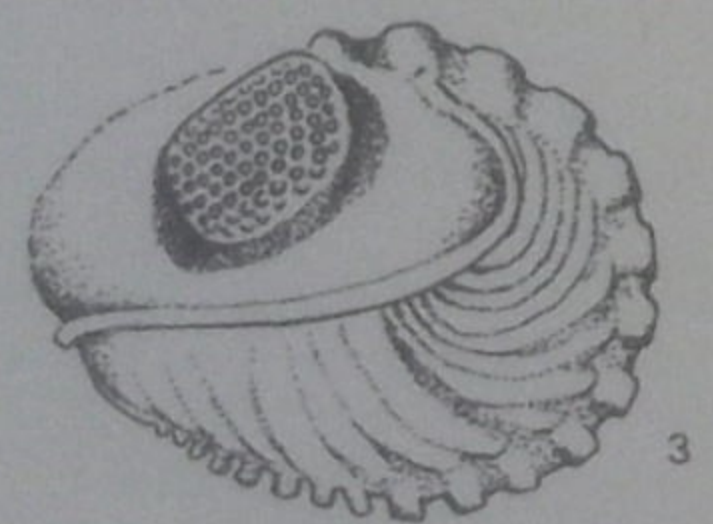
Placoparia barrandei (5) est un beau trilobite, représentant d'un genre dont on connaît les espèces dans l'ordovicien moyen d'Europe et d'Afrique. Les profonds sillons et les articles du thorax renflés sont caractéristiques.

On classe dans la famille *Phacopidae* proprement dite des trilobites plus perfectionnés que les précédents, dont les espèces innombrables animaient les mers du silurien et du dévonien du monde entier. Ils ont en général une carapace ovale, allongée, à grand céphalon et pygidium développé et un thorax de onze articles. La glabelle bombée s'élargit vers l'avant et débordé le contour du céphalon. Les yeux composés des phacopidés ont une structure qui caractérise toute la famille. La plupart des trilobites ont, en effet, les yeux recouverts d'une membrane transparente continue, sous laquelle se trouvent de nombreux ocelles, les ommatidia. Le nombre d'ommatidia atteint parfois le total vertigineux de quinze mille dans un seul œil. Chez les phacopidés, la membrane est percée d'une quantité de petits orifices dans chacun desquels se trouve un grand ommatidium. La taille de chaque œil et le nombre d'ommatidia varie chez les différentes espèces. On connaît des branches d'évolution dont les yeux se réduisent progressivement, depuis les espèces à grande surface visuelle jusqu'aux espèces complètement aveugles.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

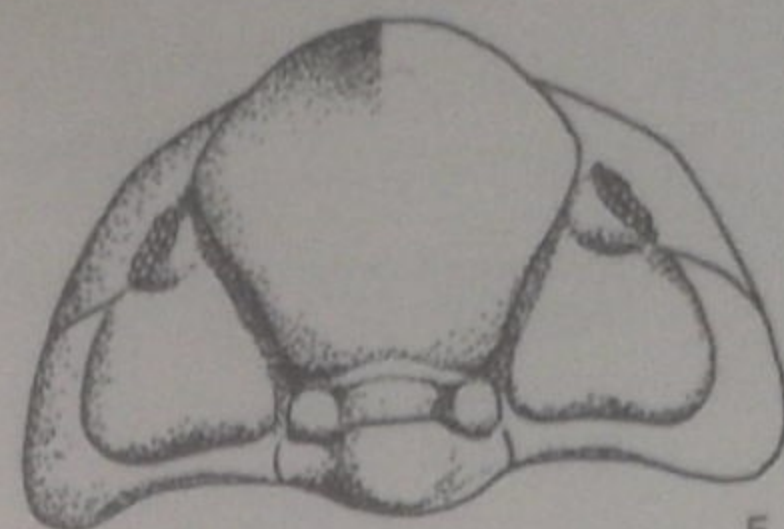


2

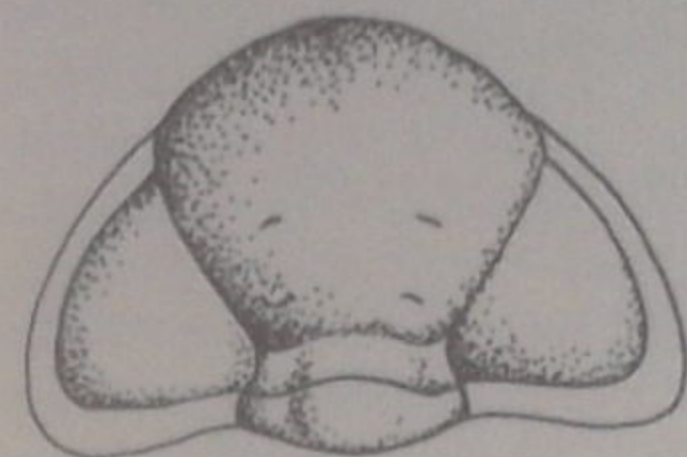


3

Phacops rana crassituberculata (1) est un phacopidé caractéristique, à grands yeux, du dévonien moyen des États-Unis. On trouve parfois des exemplaires entiers, parsemés de granulations serrées. Dans cette espèce, comme chez beaucoup d'autres, on remarque un enroulement typique, où le céphalon touchait au pygidium (2 — de face, 3 — de côté). Le but de cet enroulement était surtout protecteur. La mince carapace ventrale était ainsi protégée et l'enroulement permettait à l'animal agressé de tomber rapidement sur le fond.



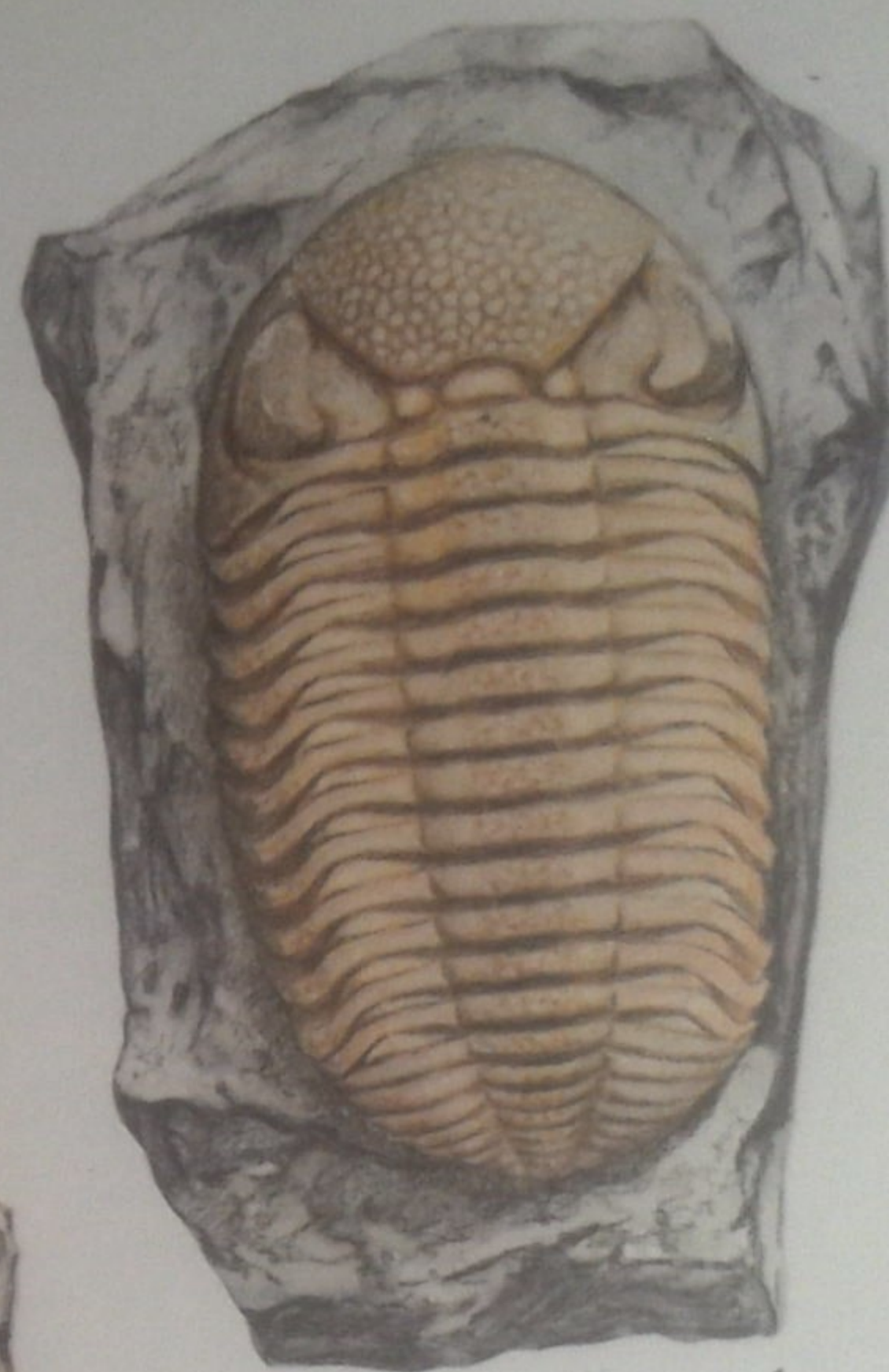
5



6



4



1

Reedops cephalotes (4) est une espèce européenne voisine du dévonien inférieur, caractérisée par une large glabelle bombée, s'allongeant de telle façon vers l'avant qu'elle masque le contour du céphalon. Cette espèce et les espèces voisines du nord de l'Amérique ont de grands yeux globuleux.

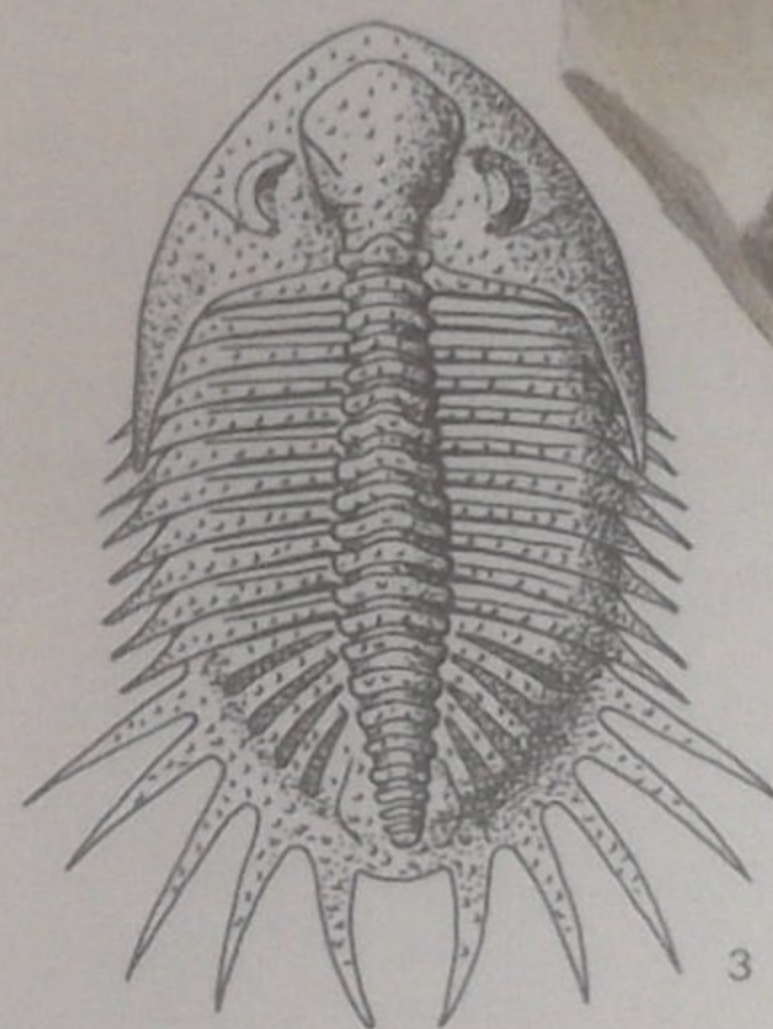
La réduction de la surface visuelle est visible sur l'espèce récente *Cryphops cryptophthalmus* (5) du dévonien supérieur allemand. Les trilobites du genre *Trimerocephalus* (6) sont, eux, complètement aveugles. La réduction des yeux est provoquée par la modification du genre de vie, par le passage des phacopidés des eaux peu profondes et agitées, dans des anses plus calmes à fond vaseux.

Les membres de la famille *Dalmanitidae* ont également une structure caractéristique; ils sont facilement identifiables et se sont répandus dans le monde entier. On les trouve dans les types de sédiments les plus divers, de l'ordovicien au dévonien, car ils sont passés progressivement dans les milieux les plus variés. Ils ont, pour la plupart, un corps ovale, un céphalon semi-circulaire, un grand pygidium, dont l'axe central est long et devient souvent une courte pointe, dressée obliquement vers le haut. Sur le céphalon, on distingue toujours trois paires de sillons qui divisent les bords de la glabelle en lobes indépendants et de gros yeux en arc ou en fer à cheval, en saillie. Les dalmanitidés sont de bons fossiles guides, en particulier pour l'ordovicien et le dévonien, au cours desquels cette famille a connu deux périodes d'expansion. Ils ont en effet un aspect caractéristique et une grande extension géographique. Ils régressèrent au silurien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



3

Les trilobites du genre *Odontochile* sont les meilleurs représentants des dalmanitidés au dévonien inférieur et moyen. On les trouve en Europe, en Amérique du Nord et en Amérique du Sud, en Afrique et en Australie. Les céphalons et les pygidia isolés sont très abondants, les individus complets extrêmement rares. L'exemplaire complet d'*Odontochile hausmanni* (1) des limons calcaires du dévonien inférieur de Bohême constitue donc une exception.



1

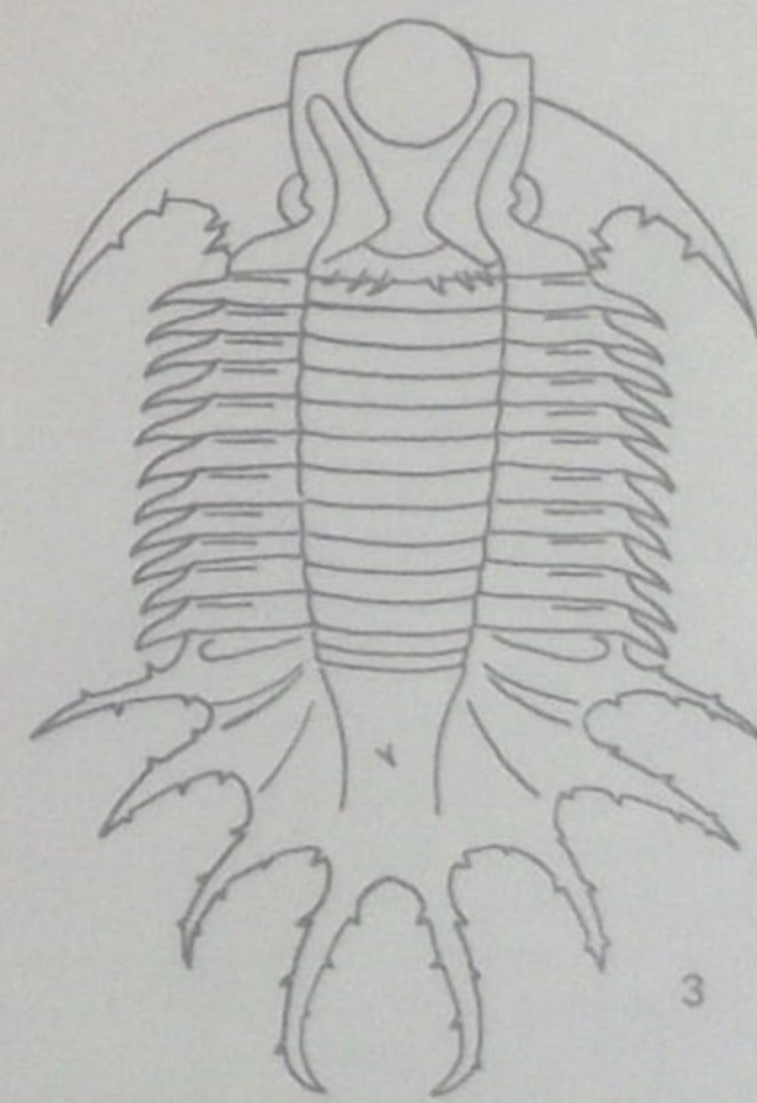
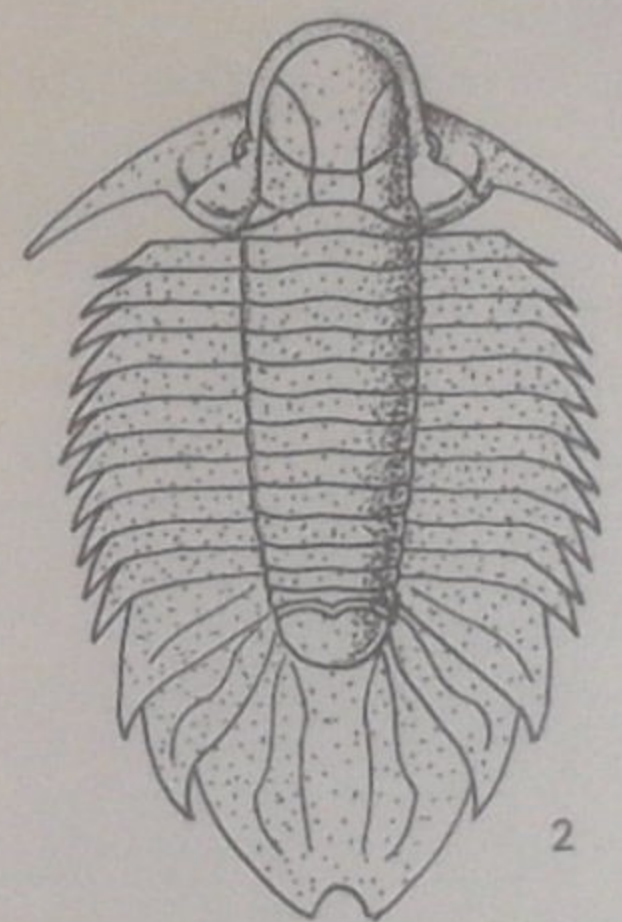
Dalmanitina proaeva (2) est une espèce très précieuse pour l'ordovicien moyen des eaux froides d'Europe et d'Afrique du Nord. On trouve des fragments de carapaces et, plus rarement, des exemplaires complets dans les schistes déposés dans les zones calmes de la mer ordovicienne.

Alors que les dalmanitidés typiques ont un pygidium à bords droits et à bordure étroite, chez les représentants de la famille voisine *Asteropygidae*, le bord postérieur du pygidium s'allonge vers l'arrière sous forme de nombreuses pointes. Chez *Asteropyge punctata* (3) du dévonien allemand, ces pointes étaient très longues et le bord postérieur du pygidium avait une forme rayonnante.

On rencontre en abondance dans les mers du paléozoïque ancien les trilobites de l'ordre *Lichida* qui, au cours de leur évolution, sont parvenus jusqu'à des formes monstrueuses. En font partie des trilobites de taille moyenne ou grande et, finalement, les plus grands trilobites connus, dont la carapace pouvait atteindre plus de 75 cm. Les lichidés ont une glabelle large, divisée par des sillons en lobes individuels. Les petits yeux sont difficiles à distinguer. Les joues mobiles du céphalon sont étroites, mais leur bord est toujours prolongé en pointe. Les différentes plèvres sont également terminées par des pointes plus ou moins longues. Le pygidium est habituellement plat, avec un axe central large, mais court, et trois paires de côtes foliées, se prolongeant, elles aussi, en pointes. La surface de la carapace était recouverte de façon dense, de fines granulations. Les lichidés apparus à l'ordovicien se sont rapidement répandus dans le monde entier. Ils sont éteints à la fin du dévonien. Les restes de leurs carapaces se trouvent surtout dans les calcaires et il semble donc que ces trilobites recherchaient de préférence le fond solide des eaux peu profondes et claires. L'axe large et bombé du corps montre une musculature bien développée et témoigne d'une grande capacité pour la marche et la nage. On ignore la fonction de cette carapace épineuse et on s'est demandé si les pointes étaient un organe hydrostatique d'équilibre, ou si elles servaient aux trilobites à se dresser quand ils rampaient sur le fond.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Dicranopeltis scabra (1) est un représentant typique des lichidés dont les abondants fragments isolés ou, plus rarement, les carapaces complètes, se trouvent dans l'ordovicien supérieur et le silurien, dans toute l'Europe et en Amérique du Nord. La reconstitution d'une carapace complète (2), réalisée pour la première fois par J. Barrande en 1852, montre la structure de cette carapace, non seulement pour cette espèce, mais pour tous les lichidés.



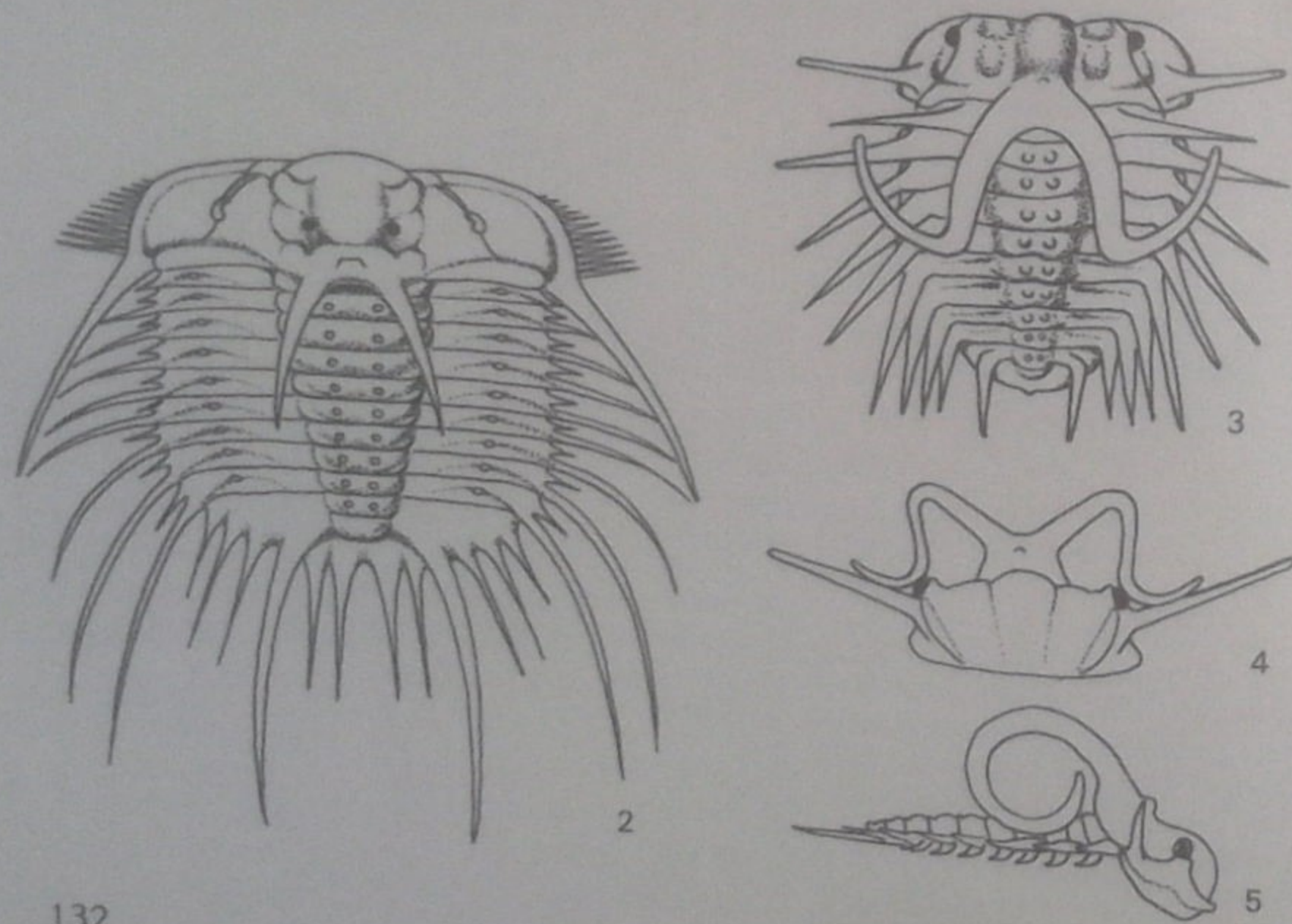
Terataspis grandis (3) est l'un des plus grands lichidés et même des plus grands trilobites du monde; on le trouve dans le dévonien moyen du nord de l'Amérique. Son grand pygidium a des articles qui se prolongent en longues excroissances recourbées.

Selenopeltis buchi

Arthropoda
Trilobita

Les formes les plus étonnantes de trilobites se trouvent probablement dans l'ordre *Odontopleurida*, dont un grand nombre d'espèces et d'individus hantaient les mers de l'ordovicien, du silurien et du dévonien. Leur carapace était hérissée d'une multitude de pointes de toutes tailles et de toutes espèces. Ce n'était pas seulement le bord de la carapace de ces odontopleuridés qui portait ces pointes, mais aussi la glabelle, les joues ou le corps tout entier. Certaines espèces avaient des pointes droites, d'autres recourbées ou ramifiées, ou même épineuses. Il semble que cette étrangeté de la carapace n'était pas dépourvue de cause. On suppose par analogie, en observant les larves hérissées de certains crustacés, que toutes ces pointes étaient un organe d'équilibre qui permettait à ces trilobites de nager librement ou de se déplacer sur le fond boueux. Il est possible aussi que ces pointes assuraient une protection facile devant les ennemis qui abondaient, en particulier dans les mers du silurien et du dévonien. Les fragments de carapaces d'odontopleuridés sont plus spécialement abondants dans les sédiments fins. Les carapaces complètes sont très rares.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



1

Les représentants du genre *Selenopeltis*, qui pouvaient atteindre 15 cm de long, font partie des plus anciens odontopleuridés de l'ordovicien d'Europe et d'Afrique du Nord, comme par exemple *Selenopeltis buchi* (1). Ils sont caractérisés par une carapace trapézoïdale à gros axe central. Le céphalon, tout comme les plèvres du thorax et du pygidium, s'allongeaient vers l'arrière en très longues pointes, plates et recourbées.

Odontopleura ovata (2), du silurien de Bohême, est un représentant typique de l'ordre tout entier. C'est une des petites espèces très abondantes dans tout le silurien européen. La large carapace plate

est bordée par une grande quantité de longues pointes fines. Le bord postérieur de la tête se prolongeait par deux longues pointes.

Diceranurus monstrosus (3) ne mesurait qu'environ 5 cm de long. Il fait partie des odontopleuridés du dévonien les plus récents. Les pointes du bord de la carapace se dressaient obliquement et le bord postérieur de la glabelle s'allongeaient en deux pointes, recourbées et enroulées verticalement comme des cornes de bélier (4 — vue de face, 5 — vue de côté). On trouve des espèces voisines depuis le dévonien inférieur jusqu'au dévonien moyen dans de nombreux pays d'Europe, en Amérique du Nord et en Australie.

Meganeura sp.

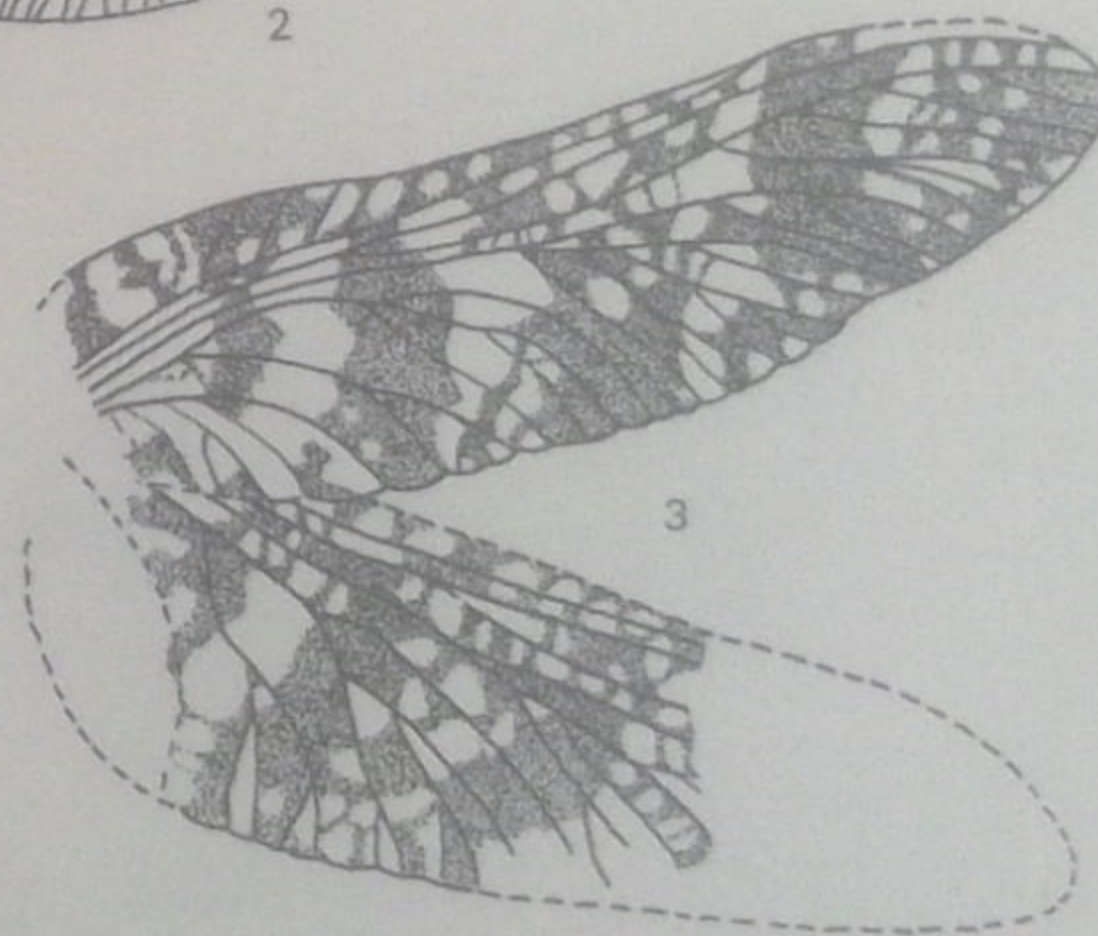
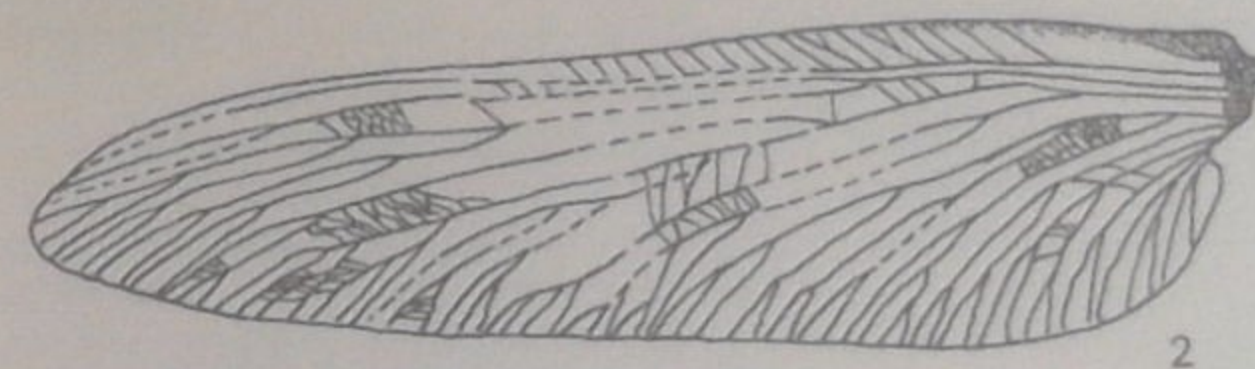
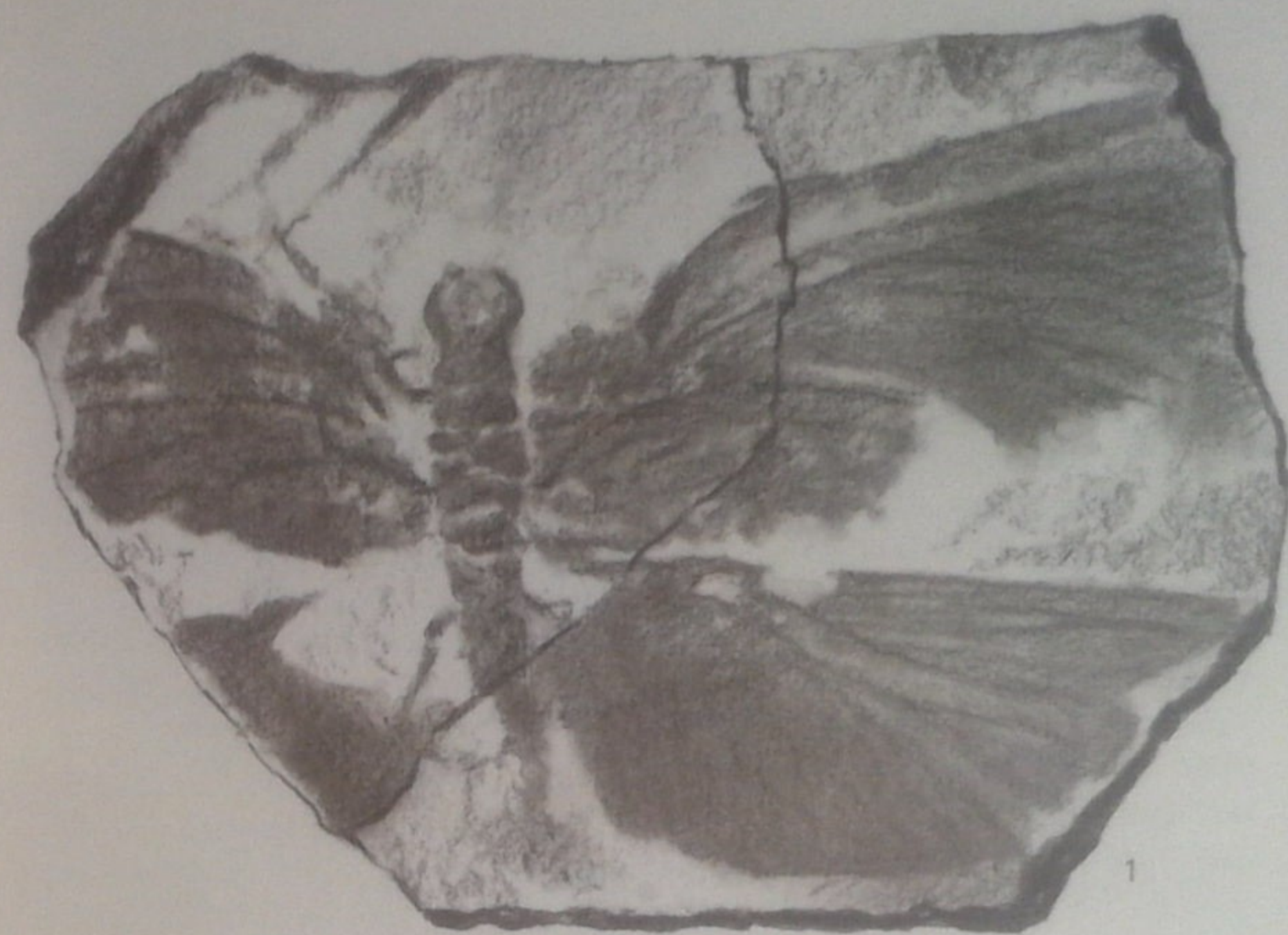
Arthropoda
Insecta

Les insectes sont de très anciens habitants de notre planète. Les premiers apparaissent dans le dévonien en Écosse; ce sont de petits insectes sans ailes, sans doute voisins des collemboles actuels. Les insectes ailés n'apparaissent qu'au carbonifère, mais, tout de suite, en grandes quantités. En dehors de groupes éteints, nous connaissons des représentants de genres toujours vivants, comme les éphémères, les libellules, les blattes, etc. Au cours du carbonifère, les insectes se développèrent rapidement et occupèrent tous les continents. A la fin du carbonifère, il se produisit une sorte de rupture subite; la plupart des ordres du carbonifère disparurent ou se transformèrent profondément. La différence entre la faune du carbonifère et celle du permien est plus grande qu'entre celle du permien et la faune actuelle. Même si les restes des insectes du primaire sont connus dans le monde entier, le tableau paléontologique de la faune des insectes anciens est toujours incomplet. Les espèces qui vivaient dans les régions tropicales et subtropicales, dans les plaines et marais, couverts par la forêt vierge carbonifère, avaient plus de chances de se conserver que les espèces des plateaux et des montagnes secs. On connaît une grande quantité d'insectes fossiles et leur classement systématique est compliqué. Nous nous en tiendrons donc à la division élémentaire des insectes ailés en paléoptères et néoptères. Dans le premier groupe, on range les insectes aux ailes membraneuses, en général non repliables sur le dos. Les paléoptères sont abondants surtout au carbonifère et au permien; la plupart disparaissent à la fin du permien, et seuls les libellules et les éphémères ont survécu jusqu'à nos jours.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

Les libellules du genre *Meganeura*, des forêts vierges carbonifères européennes, font partie des plus grands insectes de tous les temps. Elles mesuraient jusqu'à 70 cm d'envergure. Les restes de *Meganeura* et, en particulier, les ailes, sont relativement rares, mais il arrive que l'on trouve un exemplaire presque entier (1).

Les paléodyctioptères faisaient partie des paléoptères primitifs du permien et du carbonifère. Le genre *Ostrava* fait partie des plus anciens représentants du carbonifère inférieur européen. L'aile de l'espèce *Ostrava nigra* (2) montre sa nervuration ainsi que des restes de l'épais tissu de nervures secondaires. Certains restes d'insectes du permien et du



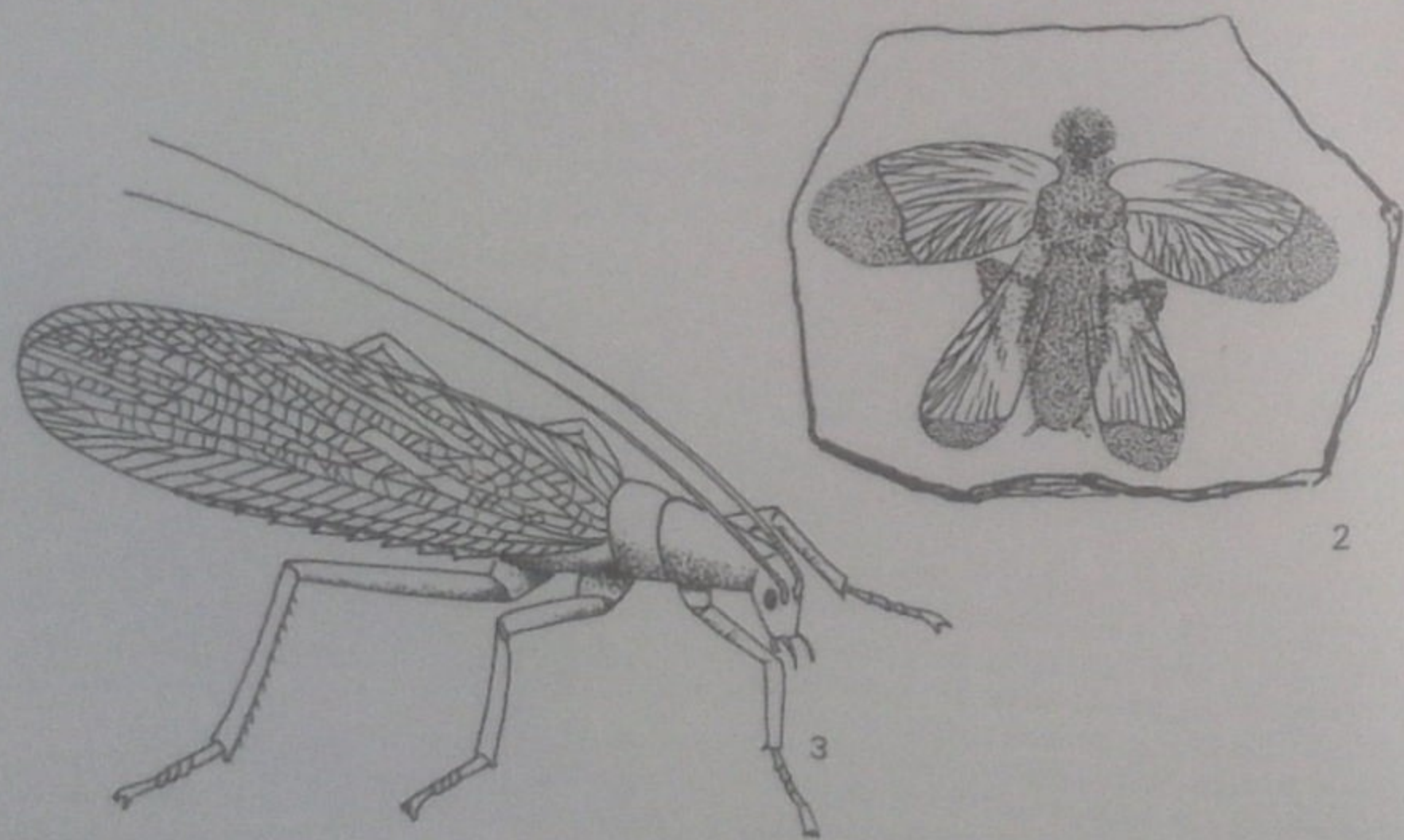
carbonifère se sont conservés d'une manière presque parfaite. A ce point de vue, les découvertes faites en Bohême et aux États-Unis sont bien connues. Les ailes de *Bojoptera colorata* (3), du carbonifère supérieur de la Bohême centrale, montrent encore des traces de la coloration originelle.

Phylloblatta sp.

Arthropoda
Insecta

Les néoptères représentent des insectes dont l'organisation est plus perfectionnée que celle des paléoptères et qui, au repos, replient leurs ailes sur le dos. Chez certaines espèces, les ailes antérieures sont renforcées et ont, comme les élytres, une fonction protectrice. Les formes larvaires vivaient déjà sur la terre ferme, à la différence des larves de paléoptères qui habitaient le milieu aquatique. Les néoptères, comme les paléoptères, sont apparus au carbonifère supérieur, mais à l'exception des blattes, ils n'étaient guère abondants. Quand s'est produite la soudaine modification du caractère de la faune entomologique, au début du permien, les néoptères ont commencé à l'emporter sur les paléoptères et ont donné naissance à un grand nombre d'ordres dont la plupart sont toujours actuels. La grande majorité des paléoptères hantaient les espaces découverts, car l'incapacité de replier leurs ailes sur le dos leur interdisait les abris étroits. De plus, le fait que les larves des paléoptères étaient aquatiques explique le déclin rapide de ce groupe au permien, quand le climat humide est devenu un climat sec, parfois même désertique. Les néoptères, mieux adaptés, l'ont emporté rapidement et ont occupé tout l'espace libéré.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



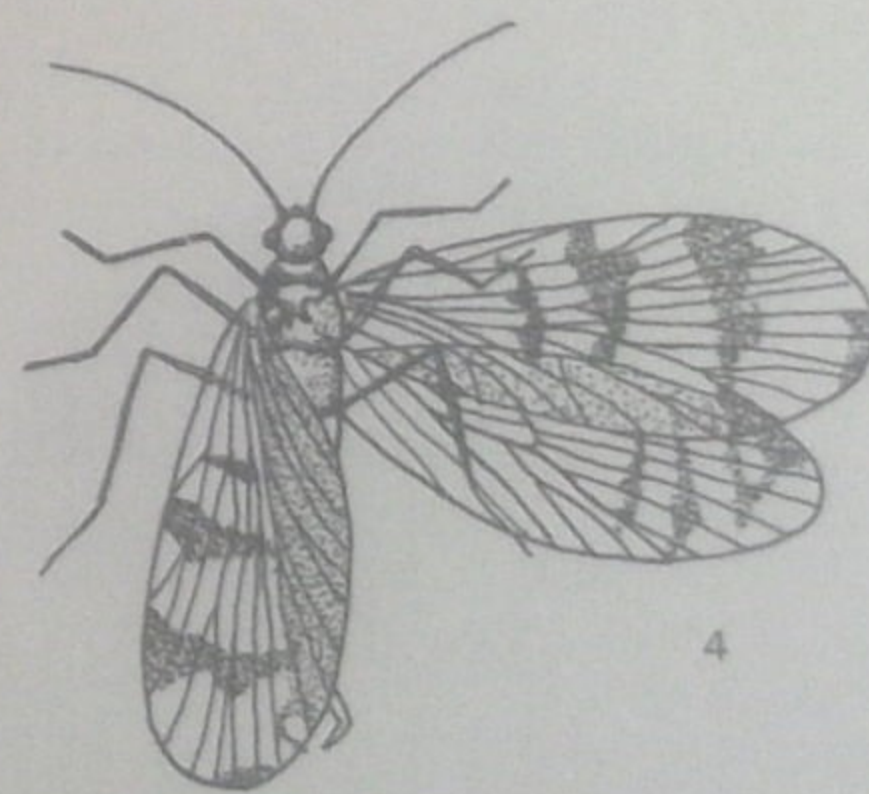
Les représentants les plus abondants des néoptères du permo-carbonifère sont les blattes qui formaient un très grand nombre d'espèces et dont les individus vivaient dans le sous-bois des forêts carbonifères. On trouve le plus souvent leurs ailes antérieures en forme d'élytres, dans les sédiments des petits lacs et mares d'eau douce. L'aile représentée (1) appartient au genre *Phylloblatta*, connu non seulement en Europe, mais aussi en Asie et en Amérique du Nord.

Le genre *Ettoblattina*, du carbonifère européen, a de larges ailes aux nervures très apparentes et à l'épais tissu conjonctif. On a trouvé exceptionnellement des exemplaires presque complets, comme celui de l'espèce *Ettoblattina bohémica* (2).

A l'ordre *Protorthoptera*, très abondant du carbonifère supérieur jusqu'au jurassique et aujourd'hui éteint, appartenaient des insectes caractérisés par un mélange de caractères propres aux blattes, aux éphémères, aux sauterelles et aux criquets. *Sthenaropoda fischeri* (3) appartient aux représentants les plus anciens. De nombreuses découvertes, dans le carbonifère supérieur français, ont

permis une parfaite reconstitution de cet insecte.

La panorphe *Agetochorista tillyardi* (4) du permien supérieur conserve, sur ses ailes, des restes des taches colorées originelles. Cette espèce a été décrite en U.R.S.S. et on a trouvé des espèces voisines du permien dans presque toute l'Europe, l'Asie centrale et l'Australie.



Acantherpestes vicinus

Arthropoda
Diplopoda

Les mille-pattes (*Diplopoda*) sont de très intéressants habitants des forêts vierges humides du permien et du carbonifère. Bien que leur corps ait été couvert d'une carapace chitineuse, imprégnée parfois de carbonate de chaux, et par conséquent facile à fossiliser, il en reste beaucoup moins de traces que pour les insectes. Ceci s'explique par leur mode de vie sous les pierres, dans le sol, et dans les couches de végétaux en décomposition, etc. On connaît quelques trouvailles de mille-pattes dans le silurien, mais on ne les trouve avec certitude que dans le carbonifère où on a mis à jour un grand nombre d'espèces. Le carbonifère supérieur des bassins houillers du centre de la Bohême et les couches carbonifères de l'Illinois, aux États-Unis, sont particulièrement célèbres. Bien que certains groupes de mille-pattes se soient maintenus à peine modifiés depuis le carbonifère, jusqu'à l'époque actuelle, la plupart des formes du primaire étaient très différentes. Un grand nombre étaient féroces et certaines espèces étaient gigantesques par rapport aux espèces actuelles: elles dépassaient 50 cm de long.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



Les représentants du genre *Acantherpestes*, qui ont vécu seulement dans les forêts du carbonifère, appartiennent aux espèces de grande taille: les articles sont pourvus, sur le dos, de longues épines ramifiées. On les trouve dans les charbons d'Europe et d'Afrique du Nord. L'espèce *Acantherpestes vicinus* (1) et quatre autres espèces étaient relativement abondantes dans les bassins houillers du centre et de l'ouest de l'Europe.

Un autre groupe caractéristique du carbonifère européen, est constitué par les grands mille-pattes du genre



Pleurojulus, comme par exemple *Pleurojulus levis* (2). Ils avaient un corps cylindrique, formé de plus de soixante articles lisses et de grands yeux à facettes sur une tête semi-circulaire.

Le genre *Archiscudderia* rassemble des mille-pattes de taille moyenne, à petite tête, yeux simples et corps lisse, formé de quinze à seize articles. Ils vivaient exclusivement dans le carbonifère supérieur. *Archiscudderia tapeta* (3) est la plus abondante des cinq espèces décrites de la Bohême centrale. On trouve des espèces voisines aux États-Unis, dans la localité de Mazon Creek, en Illinois.

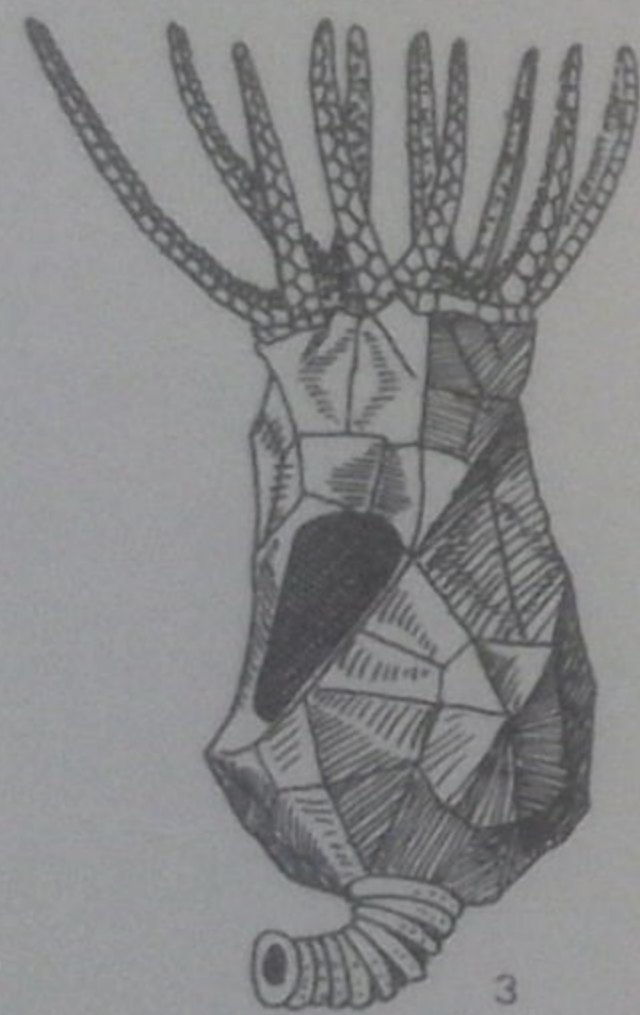


Arachnocystites infaustus

Echinodermata
Cystoidea

Les échinodermes constituent un élément important des sociétés fossiles. Ils ont en général une enveloppe calcaire, formée de plaquettes régulières ou, chez les types primitifs, irrégulières. Ils se conservent bien comme fossiles. Ce sont des animaux exclusivement marins. Ils constituent un groupe très ancien dont les débuts remontent au protopaléozoïque. Au début du primaire, ils apparaissent sous forme de groupes morphologiquement et biologiquement indépendants. Au cours du paléozoïque, les différents groupes se sont développés sous un très grand nombre de formes, mais dont beaucoup ont disparu à la fin du paléozoïque. Les représentants de la classe primitive *Cystoidea* ne sont connus que de l'ordovicien au dévonien, dans les sédiments marins du monde entier. Ils avaient un test — une thèque — en forme de sac ou de boule, composé de petites plaques polygonales poreuses. Ils se fixaient à un support par un pédoncule articulé ou par toute une paroi de la thèque. Au milieu de la paroi supérieure ventrale se trouvait la bouche d'où partaient, en rayons, cinq sillons souvent ramifiés, par où la nourriture microscopique arrivait à la bouche — le système ambulacraire. Les canaux ambulacraires continuent parfois de la thèque jusqu'aux brachioles articulées. L'anus et l'orifice sexuel étaient situés en dehors du centre du corps.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Cystoidea, de l'ordre *Rhombifera*, dont *Arachnocystites infaustus* (1) est un représentant, avait, sur les plaquettes de la thèque, de petits pores disposés en rhombes, c'est-à-dire en losanges, unis par des canaux de liaison aux pores opposés de deux plaquettes voisines. L'espèce elle-même avait un test en forme de poche sur un court pédoncule et trois longs bras. C'est un fossile spécifique des sédiments sableux de l'ordovicien moyen dans les eaux froides de la Mésogée.



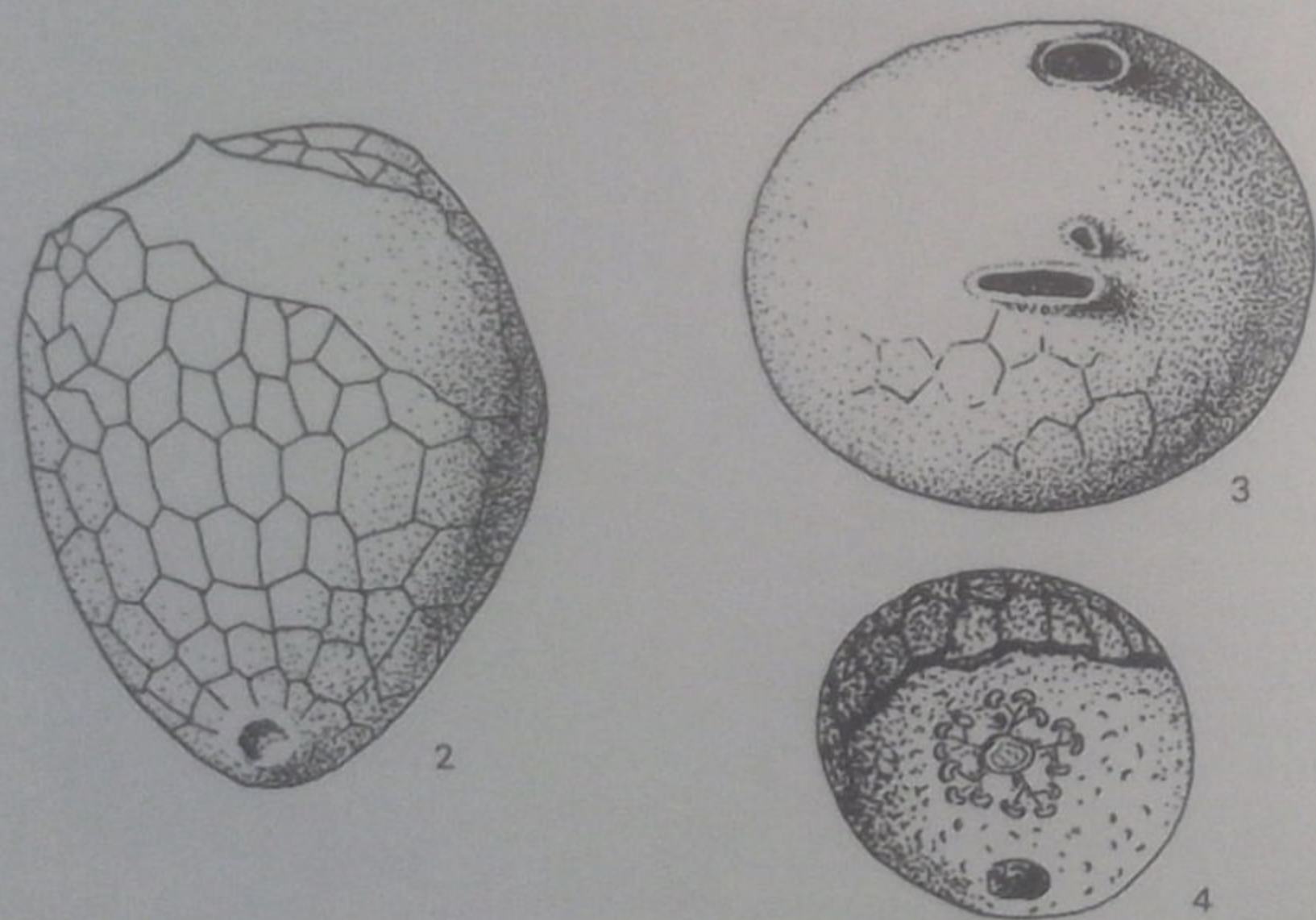
Homocystites alter (2) avait un test déjà plus ou moins régulier, formé de grandes plaques aux côtes radiales, avec un long pédoncule et de nombreux bras grêles. Les grands rhombes des pores s'étalaient irrégulièrement sur la thèque.

Le genre semblable *Cheirocrinus* a eu une extension considérable; sa thèque était en forme de coupe régulière, à grand orifice anal sur le côté et de nombreux gros bras. Le pédoncule, long et massif, était formé d'articles circulaires. *Cheirocrinus insignis* (3) est caractéristique de l'ordovicien anglais.



A la différence des cystidés rhombifères précédents, dont la thèque a une structure régulière, *Diploporita* est plutôt caractérisé par son irrégularité. Les thèques, le plus souvent en forme de poche, de poire ou de boule, sont composées de nombreuses plaquettes calcaires massives, polygonales, irrégulières. Les pores des plaques sont, en général, en rangées doubles — les diplopores. Les cystidés diploporidés habitaient les eaux marines peu profondes, à fond solide et bien oxygénées. On les trouvait souvent à proximité des récifs coralliens. Ils se fixaient à un support par toute la paroi inférieure de la thèque, qui formait parfois un court pédoncule, directement sur le fond, ou sur les enveloppes d'autres animaux morts, les algues, etc. On trouve les restes de leurs thèques et des plaques isolées à diplopores caractéristiques dans les sédiments sableux ou calcaires, depuis l'ordovicien inférieur jusqu'au dévonien, dans le monde entier. Les collectionneurs s'y intéressent peu parce qu'ils ne sont pas beaux; pourtant leur importance scientifique le mériterait.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



1

Aristocystites bohemicus (1), à la grande thèque en forme de poche, est l'une des espèces les plus connues. Les plaques de la thèque ont jusqu'à 1 cm d'épaisseur et on les reconnaît très bien dans les roches. Les thèques bien conservées ou les noyaux internes avec l'empreinte de plaques sont abondants dans les sédiments argilo-sableux de l'ordovicien moyen du centre et du sud de l'Europe, du nord de l'Afrique, du centre et du sud-est de l'Asie et de l'est de l'Australie.

La thèque d'*Aristocystites bohemicus* révèle un creux à sa base (2); c'est l'endroit où l'animal était attaché au support. La vue de face (3) montre, au

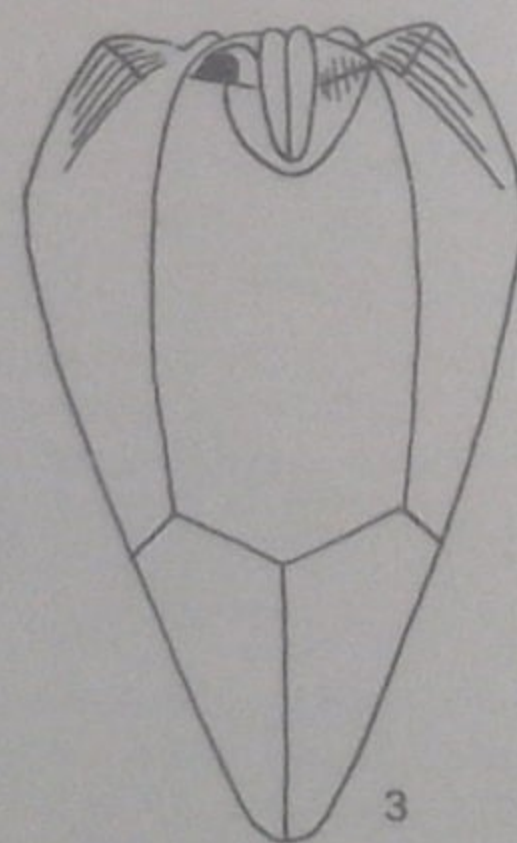
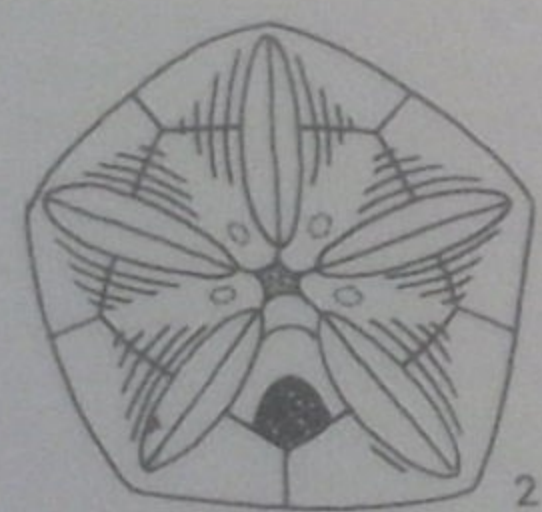
sommet de la thèque, la bouche centrale en fuseau, au-dessus le petit orifice du système ambulacraire et, près de la bordure supérieure, le grand orifice anal.

C'est aux plus récents représentants des cystidés diploporidés qu'appartient le *Proteocystites flavus* du dévonien, à la petite thèque en forme de poire. Au sommet de cette thèque (4 — vue de haut), on distingue l'ouverture de la bouche, d'où s'étendent en éventail de courts sillons ambulacraires (alimentaires), terminés par des facettes réniformes, aux endroits où se trouvaient les bras. Cette espèce habitait les eaux chaudes peu profondes et bien oxygénées des mers du dévonien central.

Les blastoïdes constituent un groupe d'échinodermes marins éteints, dont la thèque a la forme d'un bouton, d'un calice ou d'une boule. L'enveloppe est de structure régulière, formée de treize plaquettes, disposées sur trois cercles: trois plaques basales, cinq radiales et cinq supérieures. Les plaques radiales sont profondément découpées pour loger les aires ambulacraires. Celles-ci sont composées de petites plaques allant par paires et couvrent les sillons ambulacraires. Profondément placé sous les plaques ambulacraires, se trouvait un système compliqué de petits canaux parallèles qui constituaient l'appareil aquifère. Tout ce système servait à amener l'eau riche en oxygène dans le corps, et permettre la respiration. L'orifice anal débouche au sommet de l'une des petites plaques.

Les blastoïdes vivaient attachés au support par un pédoncule articulé, plus ou moins long. Ils recherchaient les eaux peu profondes, bien éclairées et bien oxygénées, avec un fond solide. On connaît quelques espèces rares au silurien; elles sont plus abondantes au dévonien et atteignent le maximum de leur développement au carbonifère et au permien. A la fin du permien, les blastoïdes disparurent sans laisser de descendance.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



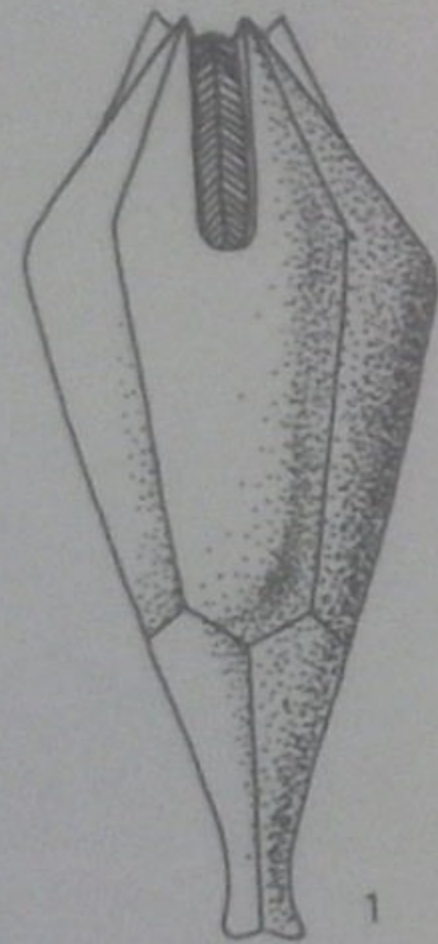
Les espèces primitives de l'ordre *Fissiculata* vivaient dans le monde entier au silurien et au carbonifère. Leur morphologie était caractéristique: sur la thèque se trouvaient des hydrospires, le spiracle manquait.

L'espèce la plus ancienne de cet ordre est *Polydeltoideus plasovae* (1), du silurien de Bohême. Sa thèque, en forme de coupe, mince, ne mesurait que 2 cm de haut et les aires ambulacraires étaient courtes et relativement larges. On connaît une espèce voisine dans le silurien des États-Unis.

Heteroschisma gracile (2 — vue de haut, 3 — vue de côté) est un blastoïde du même ordre, plus récent, et intéressant par sa haute thèque conique. Cette espèce représente un genre très abondant dans le dévonien des États-Unis et du Canada.

Les blastoïdes de l'ordre *Spiraculata* ont une structure plus complexe et, semble-t-il, plus perfectionnée que l'ordre *Fissiculata*. Ils se caractérisent par un système respiratoire déjà spécialisé et très efficace. Les canalicules de l'appareil aquifère sont enfoncés profondément dans la tête et couverts, au sommet, par les plaques latérales des aires ambulacraires. Ils débouchent au sommet de la thèque par cinq spiracles, simples ou en paires, disposés régulièrement autour de la bouche centrale. Ces blastoïdes sont également connus depuis le silurien, mais ils se sont développés surtout dans les mers du primaire récent, c'est-à-dire au carbonifère et au permien. Ils ont donné naissance à de nombreuses formes spécialisées et variées. On trouve leurs restes en abondance dans les roches calcaires du monde entier. On a même trouvé des exemplaires complets, avec leurs pédoncules et des rangées de petits bras non ramifiés (brachioles), bordant chaque aire ambulacraire.

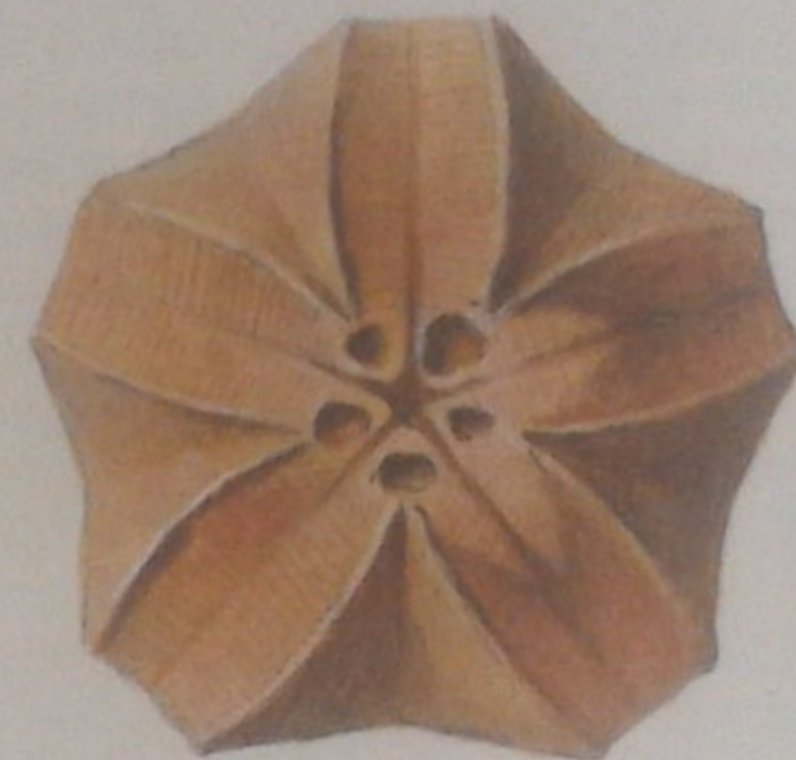
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien et récent.



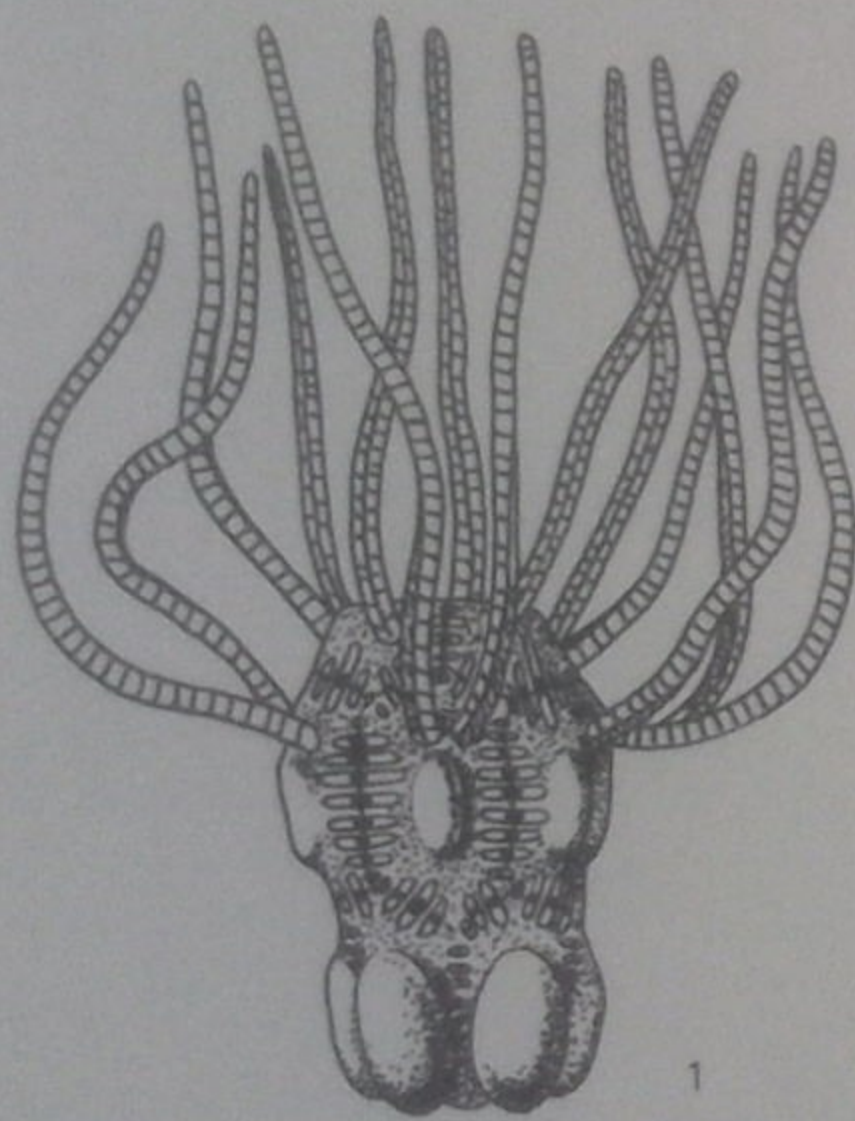
Troostocrinus reinwardti (1) est le plus ancien blastoïde connu de l'ordre *Spiraculata*. On le trouve dans le silurien du Tennessee, aux États-Unis. Il possède une thèque mince, fuselée, d'environ 3 cm de haut et des aires ambulacraires étroites et courtes.

Pentremites est le genre du même ordre le plus connu et le plus caractéristique du carbonifère de l'Amérique du Nord. Sa thèque est large et basse, en forme de bouton ou de poire; elle comporte de larges aires ambulacraires paraboliques, et cinq spiracles ovales autour de la bouche. *Pentremites godoni* (2) est l'une des espèces les plus abondantes et les mieux conservées, dont on connaît divers stades de croissance, depuis des individus de quelques millimètres, jusqu'aux adultes, d'environ deux centimètres.

C'est par une morphologie différente de la thèque que se caractérise l'un des blastoïdes les plus récents, *Deltoblastus timorensis* (3) du permien, connu dans l'île de Timor et peut-être même en Sicile. La thèque de cette espèce était ovoïde et tronquée dans le bas, à l'endroit où se trouvait le pédoncule. Les aires ambulacraires s'étendent sur toute la longueur de la thèque, jusqu'à sa base. Les orifices des spiracles sont petits et vont par deux, sur chacun des cinq sommets des aires ambulacraires.



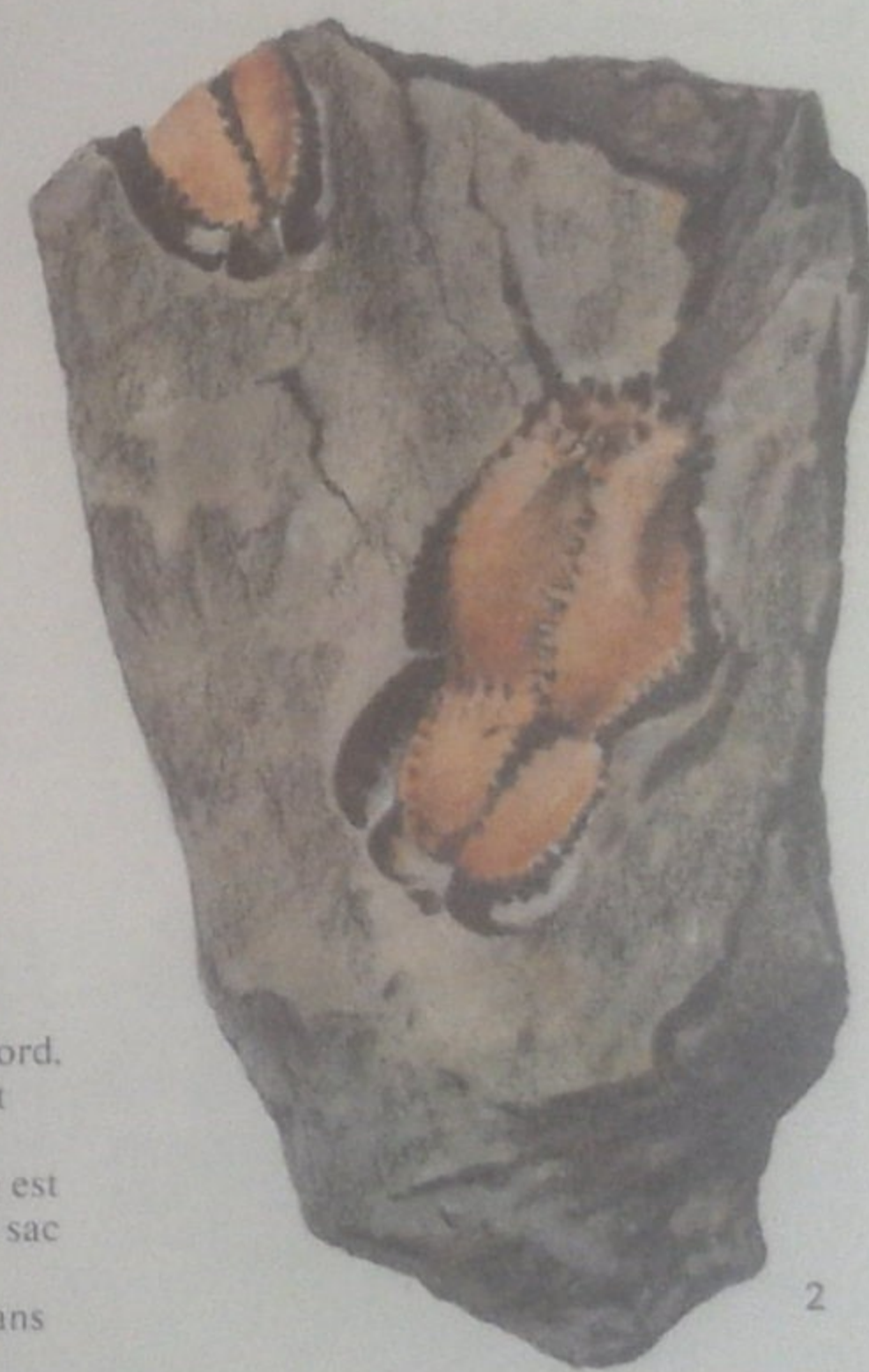
La classe *Eocrinoidea* englobe des échinodermes complètement éteints que l'on ne trouve qu'au cambrien et à l'ordovicien. C'est un groupe dans une certaine mesure artificiel qui renferme divers types primitifs d'échinodermes dont la morphologie est semblable à celle des crinoïdes véritables, comme à celle des cystidés. Le squelette comporte un calice, des bras et un pédoncule de longueur variable. Chez la plupart des espèces connues, le calice est en forme de sac ou de coupe et formé de petites plaquettes irrégulières. Les bras sont primitifs, à deux rangs de plaquettes et non ramifiés. Le pédoncule, formé de petits articles circulaires, est du type cystidé. Un autre caractère des cystidés que l'on retrouve chez les éocrinoïdes est constitué par les pores, dans toutes les sutures entre les plaques du calice. Ces animaux vivaient sur un fond sableux, mais solide, dans des eaux peu profondes; mais on connaît également des espèces qui n'avaient de pédoncules que dans leur jeunesse, les adultes nageant librement ou se fixant sur le fond par la base élargie du calice. C'est dans le centre et le sud-ouest de l'Europe que l'on trouve ces échinodermes en grande abondance, mais il y en a également dans le nord de l'Afrique et aux États-Unis. En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Lichenoides priscus (1, 2) est une espèce importante, abondante dans le cambrien moyen de Bohême. Elle a un calice relativement régulier, formé de trois rangs de grandes plaques, et de longs bras nombreux. Les pores se trouvent disposés régulièrement dans les profonds sillons perpendiculaires aux sutures entre les plaques. A l'âge adulte, cette espèce nageait librement, ce dont témoignent non seulement un pédoncule presque totalement réduit, mais aussi les grandes cavités ovales servant de flotteurs sur les disques de base du calice.



3



2

Gogia est un genre intéressant du cambrien moyen de l'Amérique du Nord, que l'on trouve en abondance, surtout dans l'ouest des États-Unis, où on en a décrit plus de dix espèces. Ce genre est caractérisé par un calice en forme de sac ou de coupe, composé de plaques irrégulières à très nombreux pores dans les sutures (3 — *Gogia prolifica*).

Scyphocrinites elegans

Echinodermata
Crinoidea

La classe des crinoïdes (lys de mer) est très ancienne, paléontologiquement très importante et très riche par le nombre de formes. Avec les autres groupes d'échinodermes fixés, les crinoïdes ont animé les mers au début du primaire. Parmi les échinodermes, ce sont les crinoïdes qui ont le mieux résisté; c'est comme fossiles vivants qu'on les rencontre dans les mers actuelles. Comme tous les échinodermes, ce sont des organismes exclusivement marins. Leur thèque calcaire est composée d'un calice régulier, de bras ramifiés ou simples, toujours articulés, et, en général, d'un pédoncule de longueur variable, également articulé, qui permettait à l'animal de se fixer sur un support. Seule, une petite partie des crinoïdes n'a pas de pédoncule ou bien le perd à l'âge adulte et vit ensuite librement. Le calice avec les bras (la couronne) est de structure rayonnante de type cinq. La thèque est très belle, semblable à une fleur fantastique. Les crinoïdes du paléozoïque ne sont pas seulement d'excellents fossiles spécifiques, mais comme ils ont vécu et qu'ils vivent encore en grandes sociétés, leur restes ont concouru abondamment à la formation des roches. Certains calcaires paléozoïques à gros grains sont formés, jusqu'à 95 %, de débris de crinoïdes. Malheureusement leur détermination n'est pas facile, car après la mort le corps des crinoïdes se disloque en plaques ou en articles.

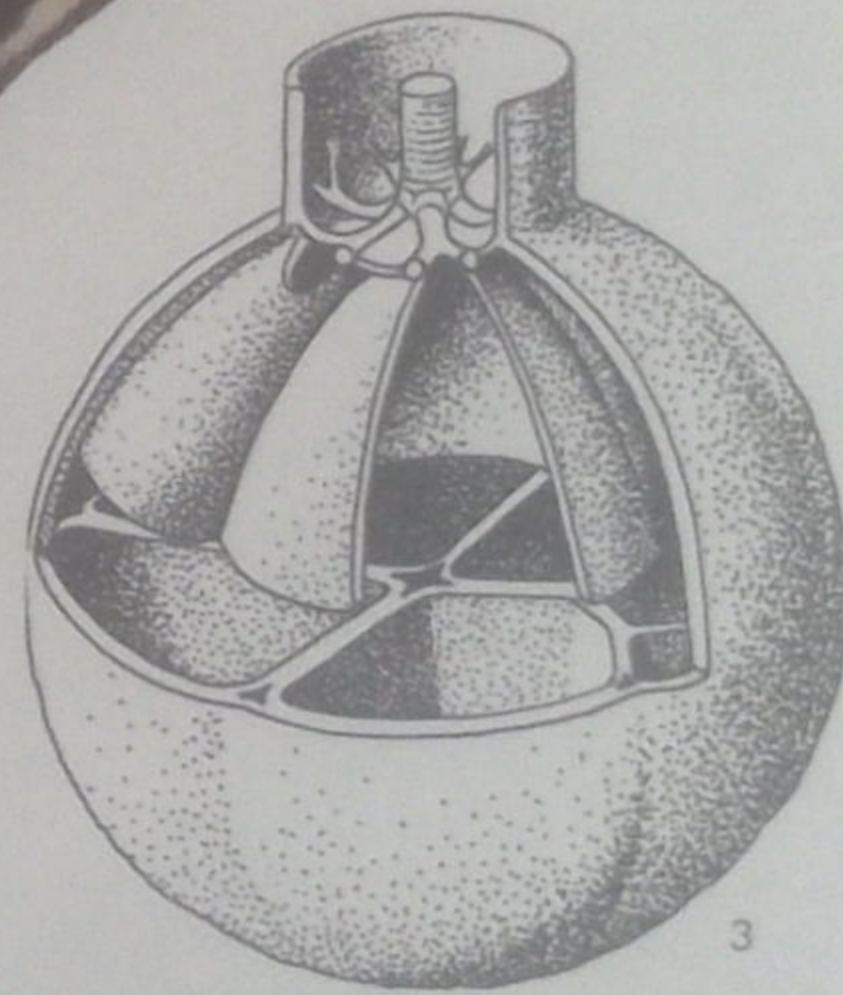
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2



1



3

Camerata est une des sous-classes les plus importantes de crinoïdes, exclusivement du primaire. Ils ont un grand calice né de la soudure non seulement des disques du calice proprement dit, mais aussi de la base des bras. Seule, la partie supérieure des bras reste libre et se ramifie. *Scyphocrinites* est le genre le plus important de cette sous-classe. *Scyphocrinites elegans* (1) est caractérisé par un calice extrêmement grand, pouvant atteindre 15 cm de diamètre. La figure 2 représente les articles du pédoncule. Les espèces de ce genre ne se rencontrent qu'au sommet du silurien et à la base du dévonien et servent donc à marquer la limite entre ces deux formations.

A l'extrémité du pédoncule des crinoïdes du genre *Scyphocrinites* se trouvait un grand flotteur sphérique, formé de petites plaques polygonales et

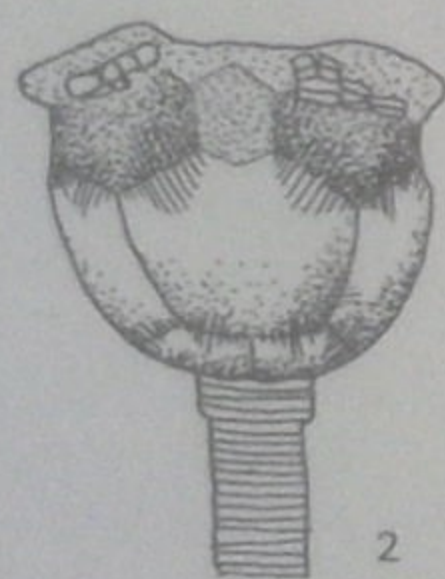
divisé à l'intérieur en plusieurs chambres (3). Ce flotteur (lobolite) permettait à ces crinoïdes de flotter librement dans les courants marins. Il explique aussi la rapide extension géographique de ce genre.

Caleidocrinus multiramus

Echinodermata
Crinoidea

Les crinoïdes de la sous-classe *Inadunata* sont caractérisés par un calice régulier, formé de plaquettes solidement reliées. Ces plaques sont disposées de la façon caractéristique des crinoïdes, c'est-à-dire en formant deux ou trois anneaux les uns au-dessus des autres. Les bras de ces crinoïdes sont libres, non soudés, formés d'une ou deux rangées d'articles. Ils sont souvent longs et plus ou moins régulièrement ramifiés. Le pédoncule était également long en général et muni à la base d'excroissances en forme de racine qui le fixaient dans le sédiment du fond. *Inadunata* constitue un groupe de crinoïdes entièrement éteint qui a connu son plus grand épanouissement dans les mers du paléozoïque. Son mode de vie est le même que celui de la majorité des crinoïdes de cette époque. Ces échinodermes recherchaient les eaux marines peu profondes, bien oxygénées et certaines formes spécialisées ne s'écartaient pas du ressac, au milieu des récifs.

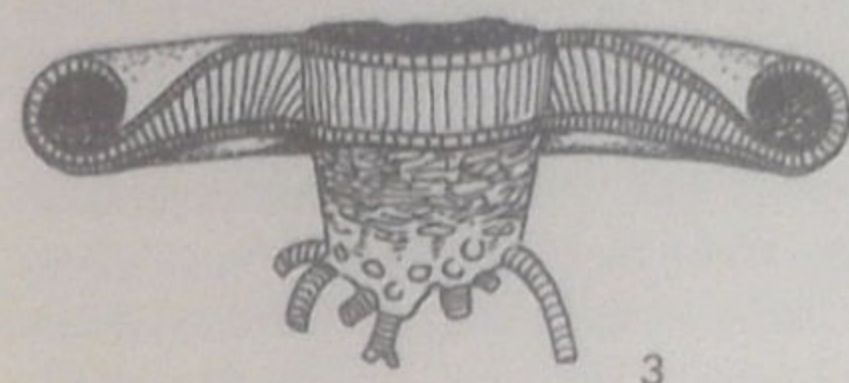
En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2

Caleidocrinus multiramus (1), des grès de l'ordovicien du centre de la Bohême, est l'un des plus anciens représentants de la sous-classe *Inadunata*. Il a un tout petit calice, des bras nombreux, régulièrement ramifiés et un long pédoncule articulé. Des espèces voisines sont abondantes dans l'ordovicien d'Europe et d'Amérique.

Crotalocrinites, répandu dans le monde entier, est un type intéressant du silurien. Son calice sphérique peut atteindre la taille d'un poing et ses larges bras résultent de la soudure de branches fourchues particulières. L'espèce caractéristique *Crotalocrinites rugosus* (2) vivait dans les eaux peu profondes, sur les pentes des îles volcaniques de Bohême, d'Angleterre et de Scandinavie (île de Gotland).



3

Perneroocrinus paradoxus (3) est un bon exemple d'adaptation à la vie dans le ressac des récifs coralliens. Il avait un énorme calice pouvant atteindre 1.50 m de diamètre. On distingue mal les plaques du calice. Les cinq branches fondamentales des bras se soudent latéralement, aboutissant à une structure plate ou largement conique. Ces crinoïdes étaient fixés le plus souvent par la base du calice qui comportait des excroissances en forme de racines, ou bien par un pédoncule massif pouvant avoir 20 cm de large et, dans les cas extrêmes, jusqu'à 5 m de long. *Perneroocrinus* s'étend depuis l'Europe centrale et l'Asie du Sud-Ouest, jusqu'en Australie.

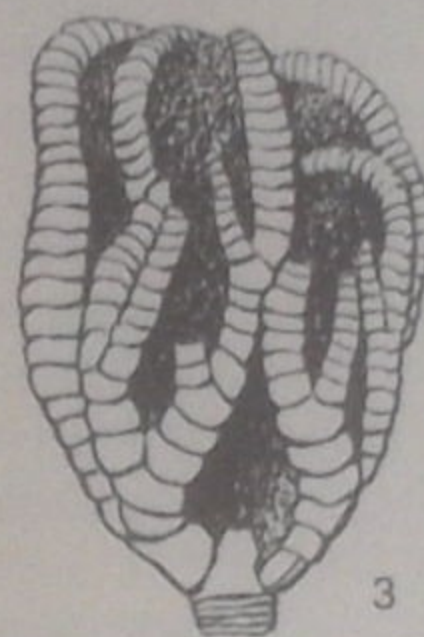
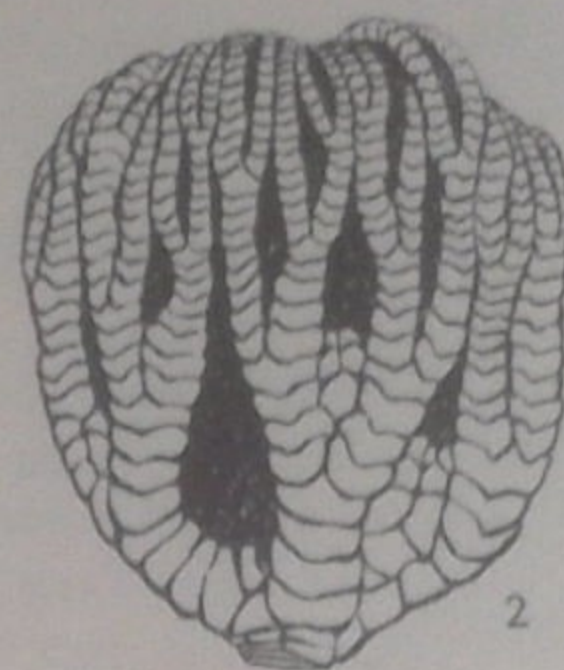


Flexibilia est la dernière des trois sous-classes des crinoïdes dont l'origine, le développement et l'extinction, se situent au primaire. Elle offre, avec les groupes précédents, de grandes différences. Les disques du calice et, chez certaines espèces, la partie inférieure des bras, sont reliés par des coussinets conjonctifs souples, d'où résulte un calice moins rigide. L'ensemble forme une sorte de sac souple, bordé par l'extrémité inférieure des bras, ce sac étant tourné contre le courant et recueillant toute la nourriture microscopique apportée par l'eau. Le calice et les bras étaient fixés au support par un long pédoncule souple formé d'articles circulaires. Comme les autres crinoïdes du primaire, les espèces de la sous-famille *Flexibilia* cherchaient plutôt les eaux peu profondes, bien éclairées, à fort courant et fond solide. On constate qu'au cours de l'histoire géologique, les crinoïdes ont gagné progressivement les profondeurs; les espèces fixées actuelles se trouvent en majorité, aujourd'hui, à des profondeurs de plusieurs milliers de mètres; seules, les espèces libres à la maturité vivent dans les eaux peu profondes du littoral.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Taxocrinus est un genre caractéristique parmi les crinoïdes *Flexibilia*. Il a un calice petit et des bras puissants plusieurs fois ramifiés. De nombreuses espèces de ce genre hantaient les mers du dévonien et du carbonifère inférieur d'Europe, et surtout d'Amérique du Nord. *Taxocrinus coletti* (1, 2) est une espèce importante des calcaires du carbonifère inférieur aux États-Unis.



Protaxocrinus est un genre voisin plus ancien. L'espèce *Protaxocrinus svobodai* (3) vivait en relative abondance sur les fonds calcaires peu profonds, aux abords des îles volcaniques du silurien, en Bohême centrale. L'image schématique de la couronne, vue de derrière, montre la plaque anale rectangulaire, inscrite dans le cercle radial.

Le genre *Pycnosaccus*, dont on connaît les nombreuses espèces du silurien et du dévonien, en Europe et en Amérique du Nord, est caractérisé par un calice globuleux, comme renflé, formé de grandes plaques, ornées à la surface de côtes radiales, et par des bras fourchus, relativement courts. *Pycnosaccus bucephalus* (4) est caractéristique des tufs calcaires siluriens en Europe.

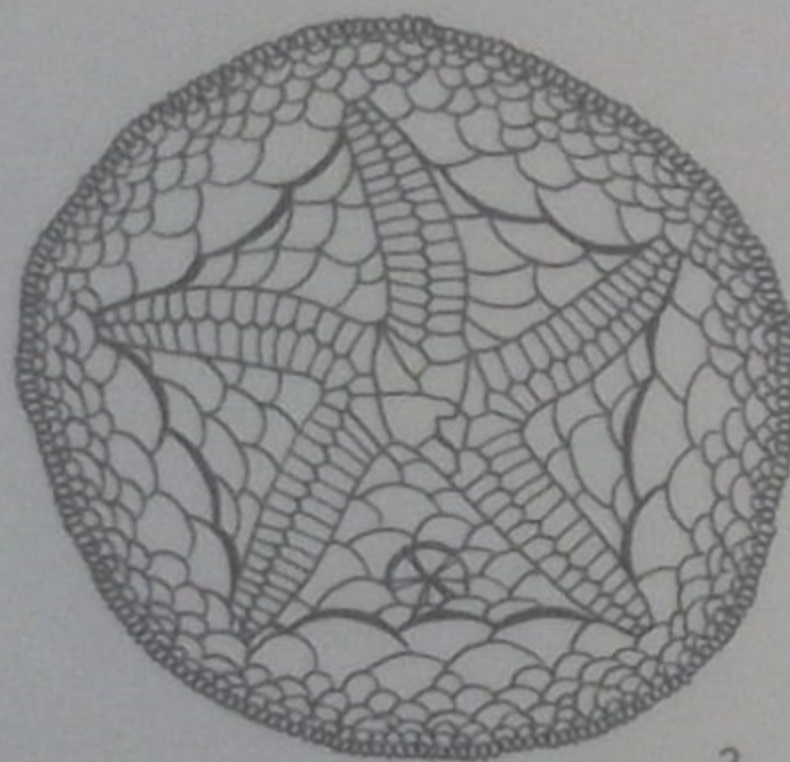


Stromatocystites pentangularis

Echinodermata
Edrioasteroidea

Dans les sédiments du primaire on rencontre, par endroits en assez grande abondance, de petites thèques formées de plaquettes qui se recouvrent souvent à la manière des tuiles. Ces thèques sont fixées au support par toute la paroi dorsale inférieure. La bouche est au milieu de la paroi supérieure ventrale; de là s'étendent en étoile cinq aires ambulacraires, droites ou courbées, couvertes par deux rangées de petites plaques reliées par des dents. L'orifice anal, recouvert le plus souvent par une petite pyramide de plaquettes triangulaires, se trouve excentré. Ces thèques appartiennent à des échinodermes de la classe *Edrioasteroidea*, qui vivaient dans des eaux marines peu profondes, fixés au fond ou bien, très souvent, à la coquille d'autres organismes. C'est ainsi que les trilobites épineux du genre *Selenopeltis* étaient souvent les hôtes des Edrioastéroïdés. Nageant ou se laissant porter par les eaux, ils amenaient leurs passagers vers de nouvelles sources de nourriture et il semble que ces échinodermes ne les gênaient en rien. *Edrioasteroidea* est une classe d'échinodermes très ancienne. On la connaît dans le monde entier depuis le cambrien inférieur jusqu'au carbonifère. Néanmoins, on a trouvé des formes semblables dans les sédiments précambriens (protérozoïques).

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



2

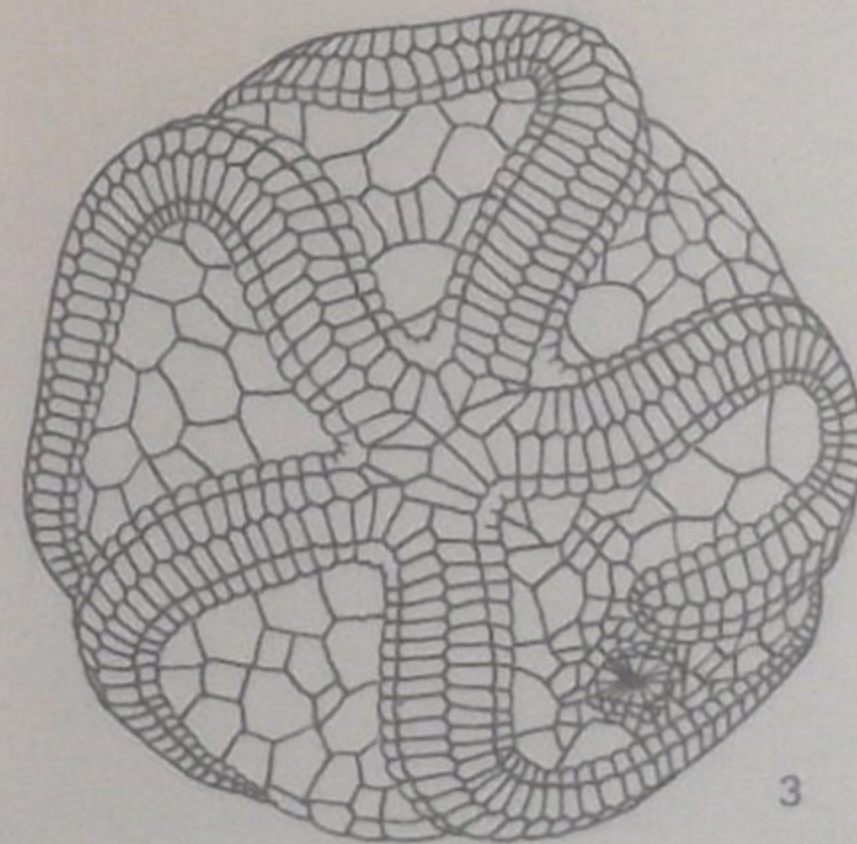
Les édrioastéroïdés les plus anciens font partie du genre *Stromatocystites*. On trouve la plupart en Europe, mais on en a aussi trouvé à Terre-Neuve.

Stromatocystites pentangularis (1) est caractéristique des couches sableuses du cambrien moyen de Bohême.

Le genre «*Hemicystites*» (2) est caractéristique des couches ordoviciennes. D'après les études récentes, ce nom recouvrirait plusieurs genres voisins, mais indépendants. Les échinodermes de ce type ont des thèques en forme de disque, de 1 à 2 cm de diamètre, formées de plaquettes se



1



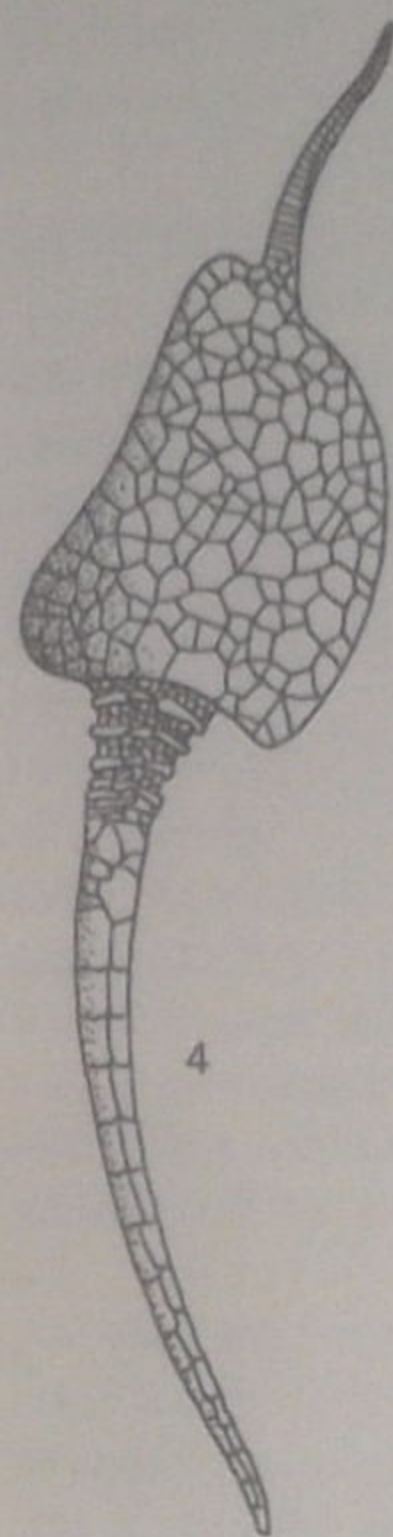
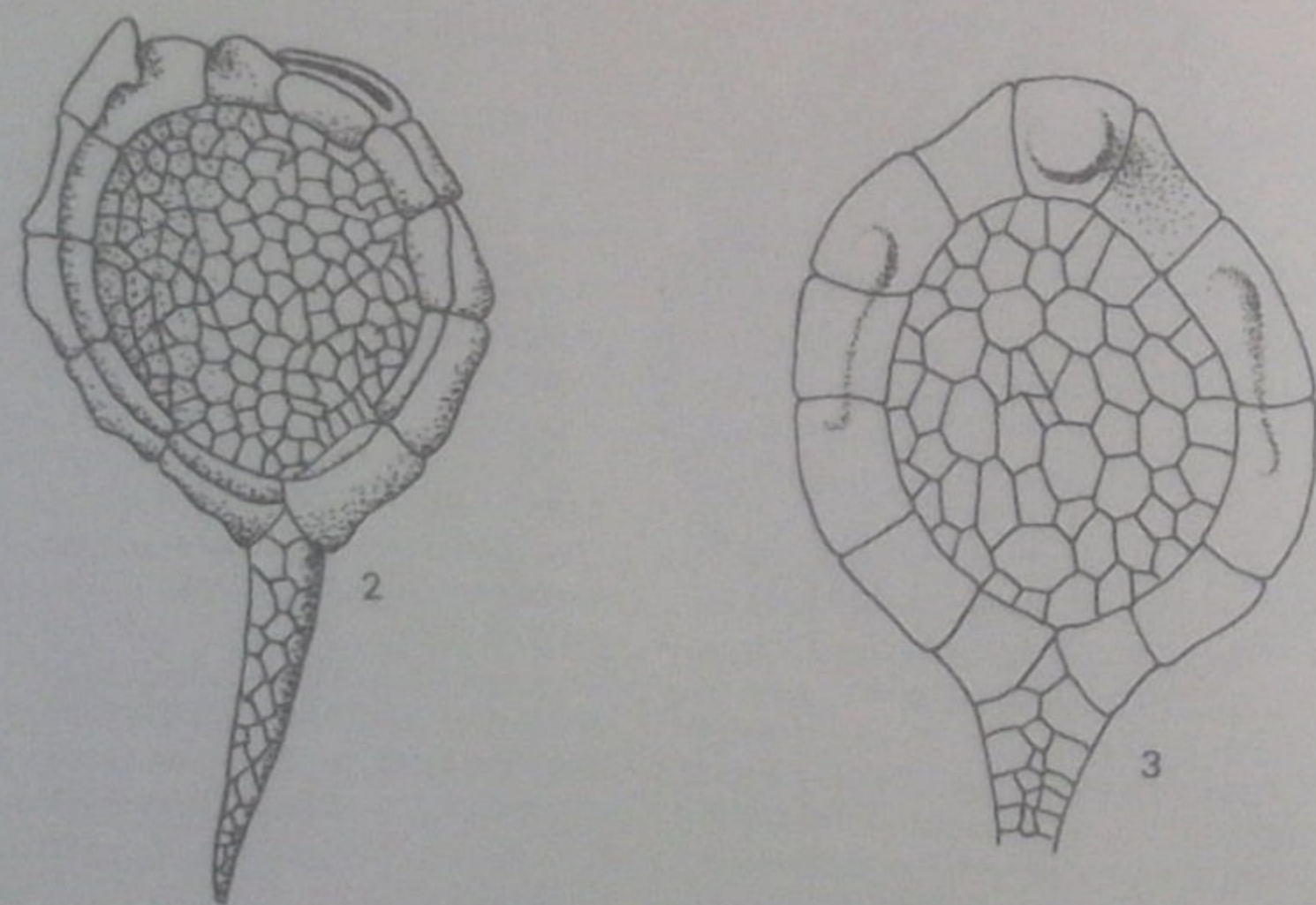
3

recouvrant comme des tuiles et des aires ambulacraires courtes, légèrement recourbées. On les connaît en Europe, en Amérique du Nord et en Australie.

Edrioaster bigsbyi (3) est le représentant d'une espèce d'organisation plus complexe que la précédente. Sa thèque arrondie et souple est formée de plaques assez grandes et porte de larges aires ambulacraires courbées qui s'étendent jusqu'à sa partie inférieure. L'espèce citée et plusieurs autres voisines sont assez abondantes dans l'ordovicien d'Amérique du Nord; on en aurait trouvé en Europe.

Les échinodermes de la sous-classe *Homalozoa* («*Carpoidea*») sont actuellement l'objet d'une étude intensive, qui a provoqué de grands changements dans l'idée que l'on avait de ce groupe. Ces transformations ont provoqué d'abord la division en *Homalozoa* proprement dits et *Calcichordata*. Ces derniers sont des organismes beaucoup plus élevés sur l'échelle de l'évolution et sont déjà beaucoup plus proches des vertébrés. Les homalozoaires étaient des échinodermes libres, dont la thèque en boule ou en poche était formée de nombreuses petites plaques calcaires. Sur la partie antérieure, se trouvait la bouche et une courte aire ambulacraire; la partie postérieure présentait un long pédoncule creux articulé se transformant progressivement en pointe. Ce pédoncule n'avait pas pour fonction de fixer l'animal, il lui servait au contraire d'organe de mouvement. Les homalozoaires recherchaient de préférence les zones marines profondes et calmes où ils fouillaient le fond ou s'y déplaçaient en rampant. Certaines espèces devaient sans doute reposer librement sur le fond. On les trouve le plus souvent dans les sédiments argileux du monde entier, depuis le cambrien jusqu'au dévonien moyen, le plus grand épanouissement s'étant produit à l'ordovicien.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Trochocystites bohemicus (1, 2), du cambrien moyen de Bohême, d'Espagne et de France, se caractérise par une thèque arrondie d'environ 2 cm et un court pédoncule de 2 à 3 rangs de plaquettes. La morphologie de la tête est différenciée. Ses bords sont formés par de grandes plaques rectangulaires, alors que la partie centrale est constituée de petites plaques polygonales. Il n'y a pas de bras, mais deux courts sillons ambulacraires, partant des deux côtés de la bouche, sur la paroi antérieure de la thèque.

Gyrocystis barrandei, espèce voisine du cambrien français, se distingue de l'espèce précédente par une thèque ovoïde dont les bords sont aigus et par une bouche sans sillon ambulacraire (3).

Dendrocystites barrandei (4) est un exemple d'homalozoaire de l'ordovicien moyen de Bohême, dont la thèque est en forme de poche. Elle a sur la partie antérieure une large brachiole recourbée, formée de deux rangées de plaquettes minces. Le pédoncule est massif et sa partie supérieure, largement conique, est formée de rangées de petites plaques, alors que la partie inférieure est composée de plaques plus grandes semi-cylindriques. On connaît des espèces voisines dans la région balto-scandinave et en Écosse.

Somasteroidea est une classe d'échinodermes mobiles qui ont causé une certaine sensation chez les spécialistes. Ils étaient en effet considérés comme un groupe exclusivement paléozoïque dont les derniers représentants s'étaient éteints au dévonien. Pourtant en 1952 fut décrit un représentant vivant de cette classe, vieille de plus de 250 millions d'années, donc un véritable fossile vivant. Au cours de cette longue période, il ne s'était qu'à peine modifié. *Somasteroidea* est une classe d'échinodermes qui rappelle les astérozoaires. Alors que les astéries (étoiles de mer) et les ophiures ont, comme axes du corps les plus rigides, les axes ambulacraires passant par le centre des bras et que les bords de la thèque sont souples, chez les somastéroïdés c'est exactement le contraire. Les aires ambulacraires, partant en étoile de la bouche centrale, sont souples et le bord de la thèque est renforcé par de grandes plaques rectangulaires massives, les plaques marginales. Partant de ces plaques marginales en direction des aires ambulacraires, se trouvent des rangées parallèles de plaquettes en baguettes, dites virgalia.

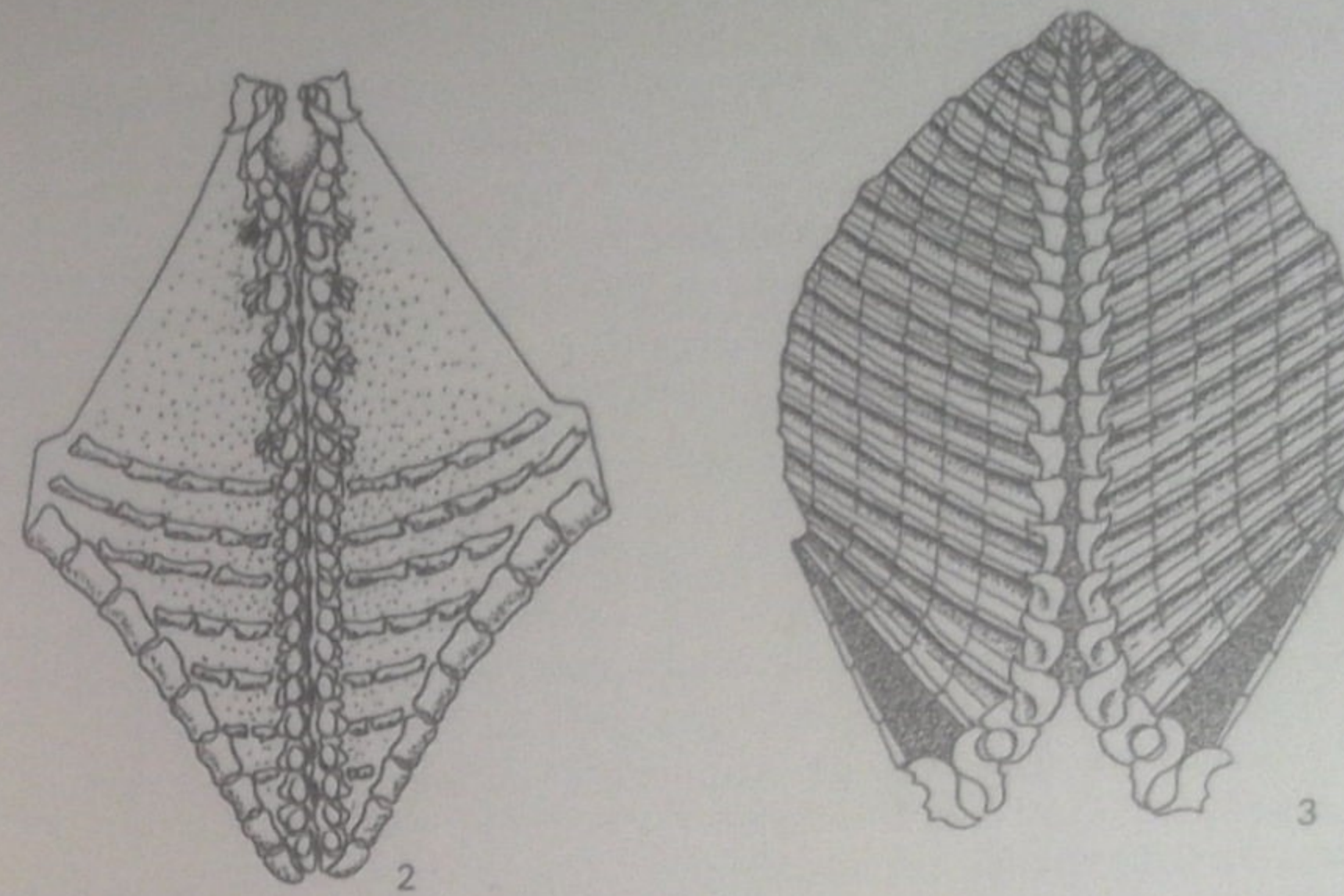
On a supposé que les somastéroïdés vivaient dans des eaux calmes, enfouis dans la vase et se nourrissaient des matières organiques, flottant près du fond. Cette supposition a été confirmée par la découverte des somastéroïdés actuels qui vivent dans le golfe du Mexique, enfouis dans le fond argilo-sableux, à une profondeur qui ne dépasse pas trois à cinq mètres. Les somastéroïdés du primaire sont connus dans l'ordovicien de Bohême, de France et d'Espagne, dans le silurien d'Australie et dans le dévonien des États-Unis; ils ont donc une extension paléogéographique notable.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.

Un des plus anciens représentants de cette classe, *Archegonaster pentagonus* (1), de l'ordovicien moyen de Bohême, avait une thèque souple, de forme pentagonale. Les plaques marginales étaient relativement longues et bombées. On trouve des fragments de thèques et, plus rarement, des exemplaires entiers dans les concrétions siliceuses (calcaires à l'origine) des schistes des environs de Prague et de Rokycany, en Tchécoslovaquie.

Le schéma 2 montre les détails de la structure d'un bras d'une thèque du genre *Archegonaster*; les larges aires ambulacraires, les plaques marginales et les virgalia.

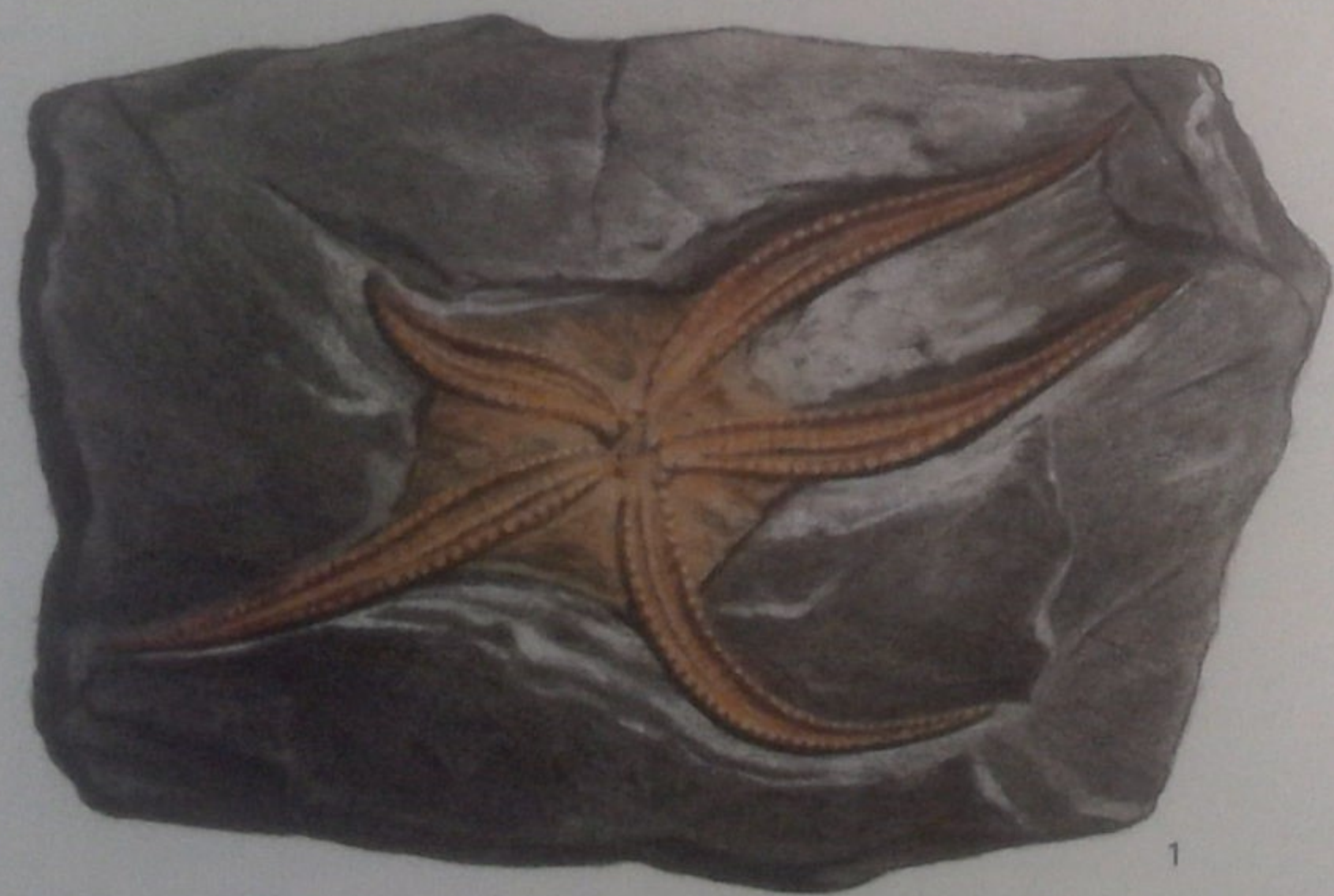
Villebrunaster thoralis, de l'ordovicien français, était d'une structure un peu différente. La thèque était en étoile, les plaques marginales atrophiées, leur fonction de consolidation étant reprise par les virgalia. Le schéma 3 montre la structure de l'un des bras.



1

La classe des ophiures (ophiuridés) fait partie des groupes d'échinodermes mobiles qui forment encore aujourd'hui un élément important des sociétés marines. On peut la trouver dans toutes les mers, à l'exception des golfes intérieurs à faible salinité, comme par exemple la mer Baltique. Les ophiures vivent sous les pierres de la zone littorale, aussi bien que dans des profondeurs de plusieurs milliers de mètres. On les distingue facilement des étoiles de mer parce qu'elles ont un corps plat, de forme ronde ou polygonale, nettement séparé des longs bras minces qui se rétrécissent progressivement pour former une pointe aiguë. Ces bras sont très mobiles, formés d'articles; ils permettent à l'ophiure de ramper ou de nager adroitement. Les ophiures se nourrissent en général d'aliments organiques microscopiques du fond marin. On distingue deux ordres, suivant la structure des aires ambulacraires. Les représentants du premier ordre des *Ophiurida*, plus primitifs, apparaissent déjà à l'ordovicien, tandis que les *Euryalae*, plus récents, au carbonifère. Les deux groupes d'échinodermes vivent jusqu'à nos jours, en grand nombre dans toutes les mers, mais les espèces fossiles ont laissé peu de restes.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



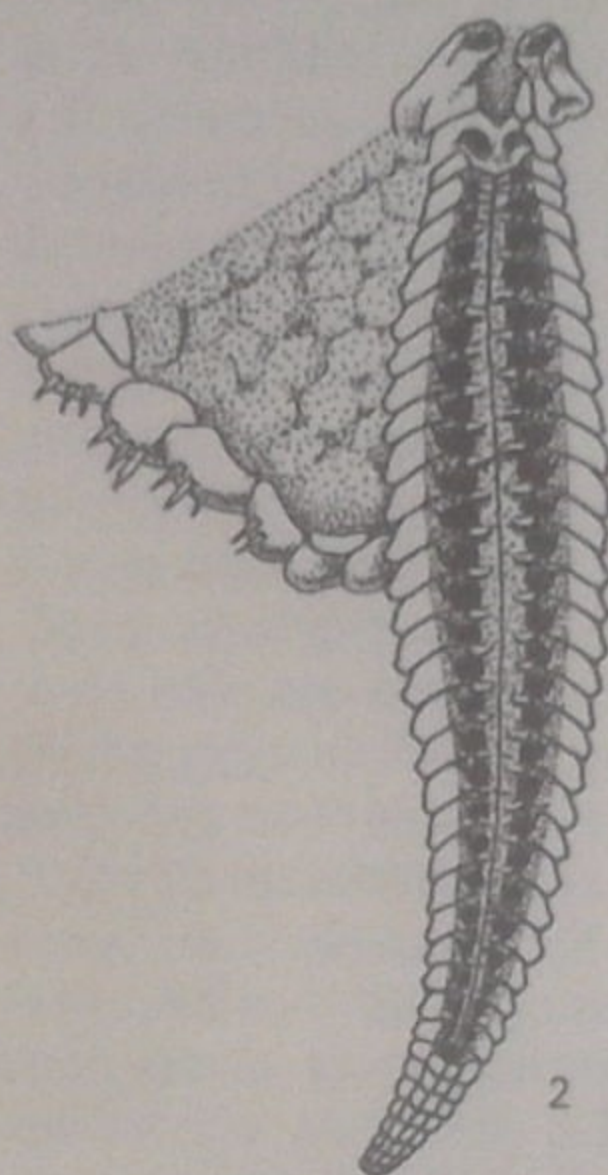
1

Les schistes fins du Hunsrück, dans le dévonien inférieur allemand, ont offert des fossiles nombreux et très bien conservés. Parmi eux figure *Encrinaster roemeri*, au corps pentagonal, aux longs

bras fuselés, qui s'effilent vers l'extrémité (1). Le genre *Encrinaster* est connu en Europe centrale, et dans l'ordovicien et le carbonifère inférieur d'Angleterre et d'Écosse.

Le schéma de la partie inférieure de la thèque d'*Encrinaster* (2) montre le bras fuselé, l'aire ambulacraire aux nombreux orifices et une partie du corps dont les plaques de bordure sont munies de petites épines.

Le genre *Furcaster*, dont l'extension géographique est importante, présente une structure du corps très délicate et de très longs bras minces. Les plaques de la bouche, qui forment une étoile à cinq branches, sont caractéristiques. *Furcaster palaeozoicus* (3) est assez abondant dans le dévonien inférieur européen; on trouve des espèces voisines depuis l'ordovicien jusqu'au carbonifère inférieur en Amérique du Nord et en Australie.



2



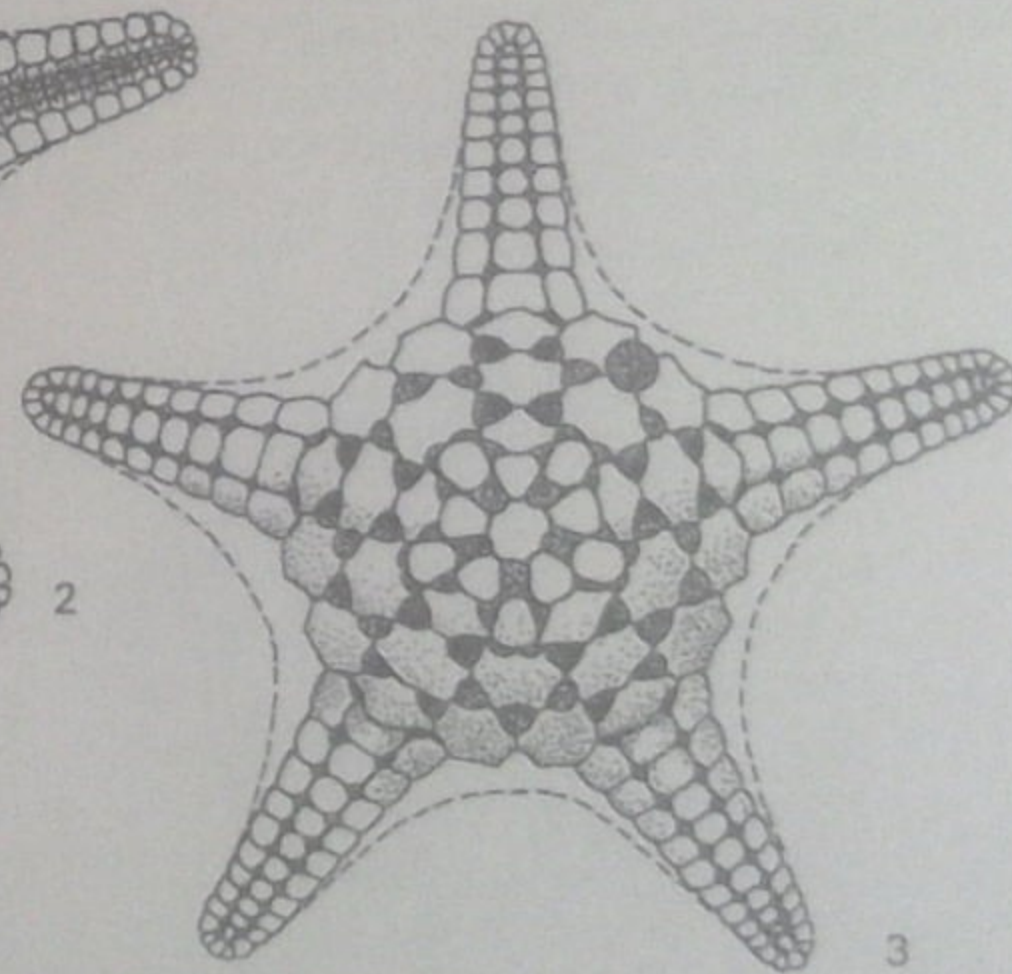
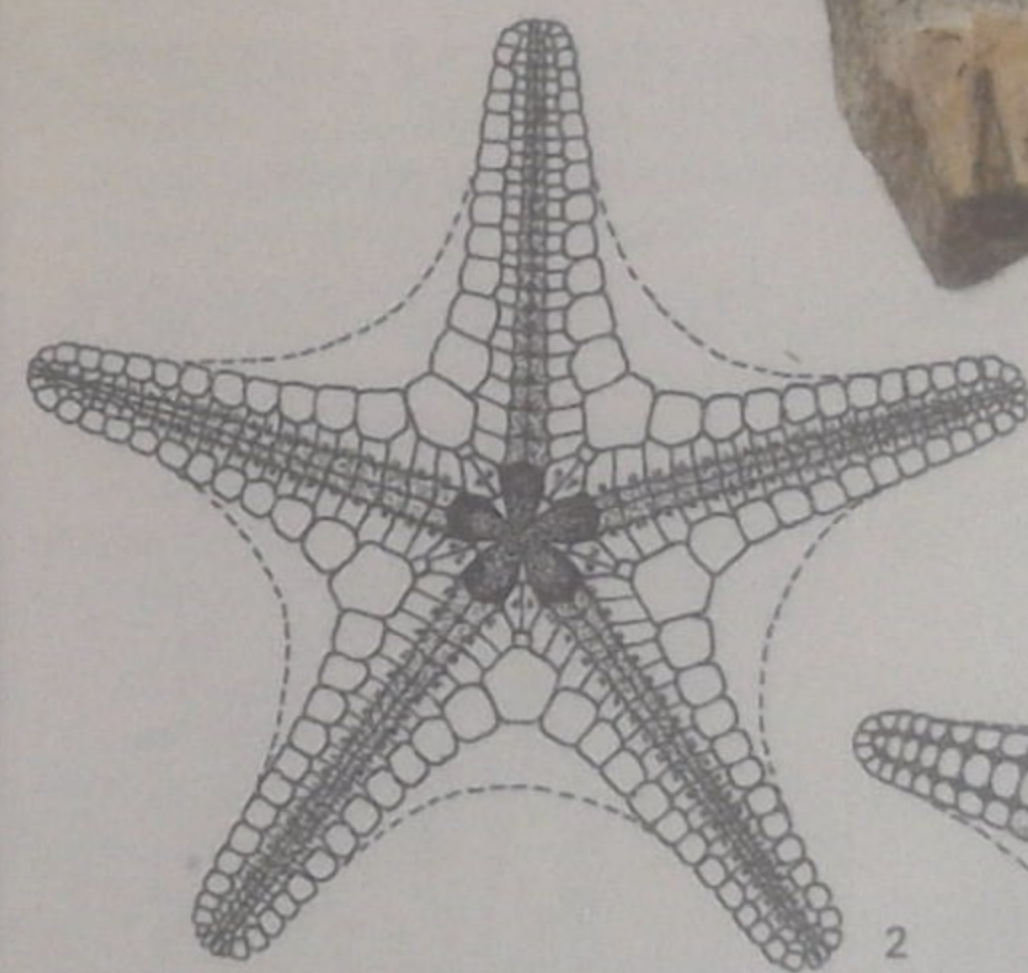
3

Les astérozoaires sont des échinodermes universellement connus. C'est une classe dont les nombreuses espèces hantaient déjà les mers du début du primaire. Les astérozoaires sont des échinodermes mobiles au corps plat ou bombé, qui n'est pas nettement délimité et se prolonge progressivement par des bras larges et plats, en étoile. Il y a habituellement cinq bras, mais on peut en trouver jusqu'à quarante-cinq. La bouche est sur le côté inférieur de la thèque d'où partent, en rayonnant dans les différents bras, des sillons ambulacraires qui, chez ces formes mobiles, ont perdu leur fonction alimentaire et sont devenus des organes locomoteurs. Chaque sillon ambulacraire est parcouru par une branche de l'appareil aquifère; cette branche forme les ouvertures dans les plaques ambulacraires, où passent les podia munis de ventouses. Ces podia permettent à l'animal de se déplacer lentement en rampant. A la différence des ophiures, les astéries sont féroces. Leur estomac musculueux sort de l'orifice buccal, enveloppe les proies et les digère en dehors du corps. Elles sont également capables d'ouvrir les valves des coquillages. Les astéries apparaissent dès l'ordovicien inférieur et connaissent un grand développement au cours du primaire. A la fin du primaire, un grand nombre d'ordres s'est éteint, mais une partie se maintint au secondaire, et la classe tout entière connut un nouvel épanouissement. De nos jours encore les astéries forment une partie importante de la faune marine et on peut les considérer comme des fossiles vivants qui, au cours de ces 480 millions d'années, ne se sont pas profondément modifiés.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.

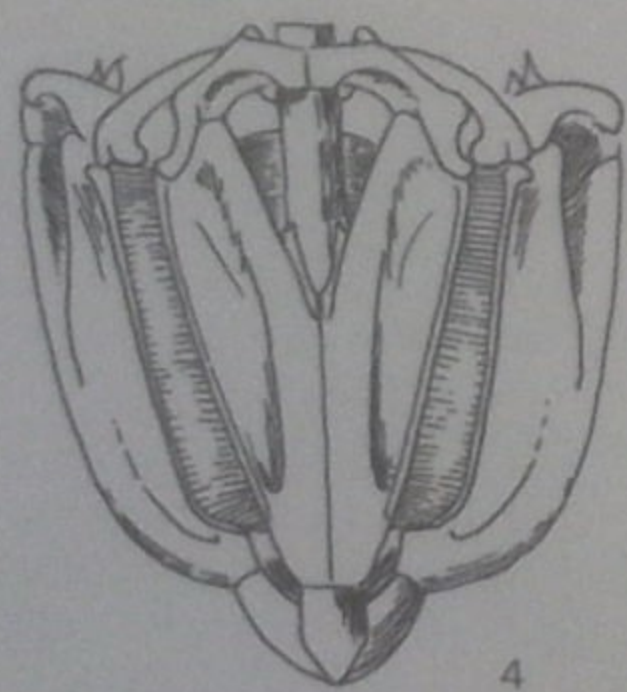
On trouve dans les schistes sableux de Bohême et d'Angleterre des fragments, et parfois même des thèques entières, massives, d'environ 5 cm, d'astéries du genre *Siluraster*, à longs bras minces (1). Les belles astéries du genre *Protopalaeaster* sont caractéristiques de l'ordovicien inférieur en Amérique du Nord, et surtout aux États-Unis; on les trouve aussi dans l'ordovicien en Europe occidentale et en Asie centrale. La

reconstitution schématique de l'espèce américaine *Protopalaeaster narrawayi* montre d'une part la partie inférieure, ventrale de la thèque, avec la bouche centrale et le système ambulacraire (2), et d'autre part la partie supérieure ou dorsale de cette thèque, formée de plaques régulièrement disposées et de bras courts, arrondis à l'extrémité, constitués également de rangées de plaques régulières (3).



Les oursins constituent sans doute la classe d'échinodermes la plus populaire, non seulement parmi les spécialistes — paléontologistes et zoologistes — mais aussi parmi les touristes qui cherchent parfois vainement, sur la plage rocheuse, où poser leurs pieds pour ne pas écraser leurs coques épineuses. Les oursins sont des échinodermes supérieurement organisés, dont la coque est de structure régulière. La surface est couverte de piquants mobiles, articulés, de longueurs et de formes diverses. La thèque est le plus souvent hémisphérique ou discoïdale. On peut y distinguer cinq aires ambulacraires, formées de plaquettes poreuses et cinq interambulacres, formés de plaques pleines. Les orifices des plaques ambulacraires laissent passer les podia, c'est-à-dire les systèmes respiratoire et locomoteur. La bouche se trouve au milieu de la paroi inférieure ventrale, et l'anus est au sommet de la paroi dorsale opposée, ou bien situé sur le côté. Les oursins vivent dans toutes les mers à salinité normale, aux profondeurs les plus diverses. En général, ils rampent sur le fond, mais certaines espèces s'enfouissent assez profondément dans le sable. D'autres sont fixés sur les rochers et se déplacent à peine. Ils se nourrissent de détritus organiques, d'algues, et ils sont même féroces. Les oursins ne jouaient pas encore un rôle important dans les mers du primaire. Leur épanouissement a eu lieu au secondaire et au tertiaire; il se prolonge actuellement.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



4



5



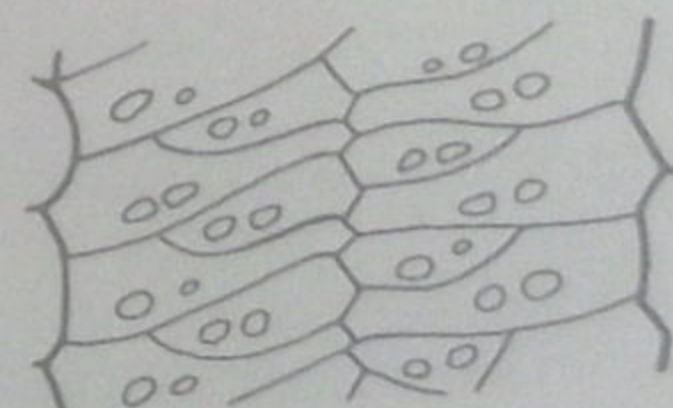
1

Les schistes du Hunsrück, dans le dévonien allemand, offrent une faune très riche et bien conservée. On y a trouvé, entre autres, des theques entières d'oursins de l'espèce *Rhenechinus hopstätteri* formées de petites plaques polygonales munies de fines épines et aux longues aires ambulacraires. Un individu aux mâchoires calcaires bien conservées constitue un échantillon unique (1). La figure 2 montre le détail de l'appareil masticateur d'un individu du genre *Rhenechinus*, la figure 3 les détails d'une aire ambulacraire et de ses pores.

On trouve parfois, dans les calcaires du dévonien européen et nord-américain, des plaques isolées et des fragments de l'appareil masticateur, dit lanterne d'Aristote (4) des grands oursins du genre *Lepidocentrus*. C'est un organe très compliqué, mais efficace. Il a la forme d'une pyramide à cinq faces, tournée vers le bas et composée de grandes plaques masticatrices pourvues de dents au sommet (5). Ces mâchoires s'ouvrent et se referment un peu à la manière d'une décapeuse (scraper).



2



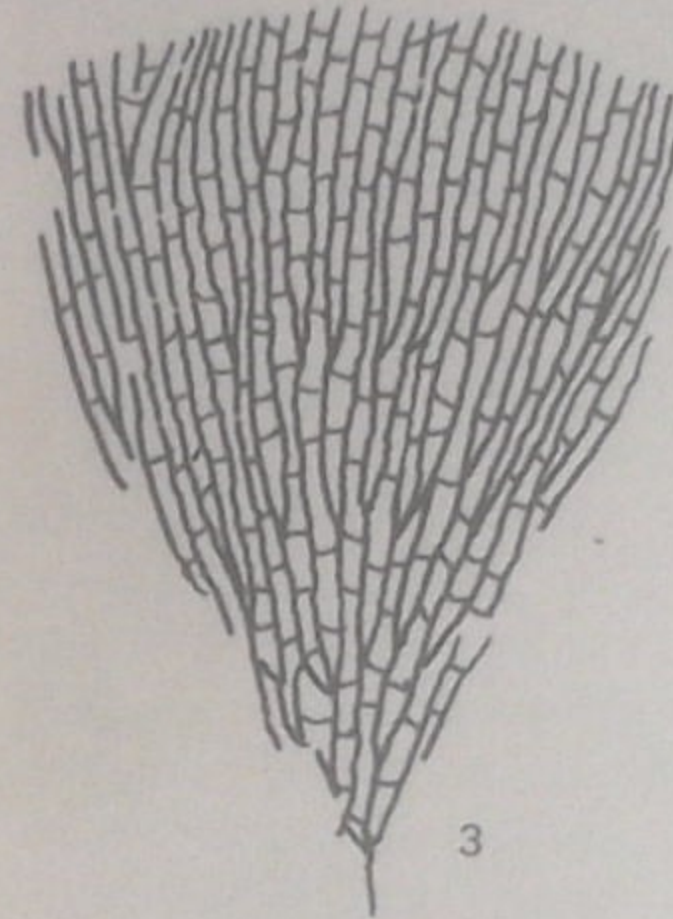
3

Koremagraptus spectabilis

Hemichordata
Dendroidea

Les animaux marins de l'ordre *Dendroidea* se placent à la limite entre les organismes sans corde dorsale et les procordés. Ils formaient des colonies buissonnantes, les rhabdosomes, composées de nombreux individus reliés par une tige. Chaque individu avait un système nerveux bien développé et un axe corporel rigide, l'hémichorde. Le corps se trouvait dans un tube (thèque), composé comme le rhabdosome tout entier d'un matériau semblable à la chitine; cela explique leur bonne conservation comme fossiles. Les dendroïdes vivaient en général fixés, dans des eaux peu profondes à proximité du rivage, soit directement sur le fond rocheux, soit attachés aux longues tiges des algues du littoral. Très exceptionnellement, certaines espèces vivaient comme un épiplancton, c'est-à-dire se laissaient porter par des objets flottants. L'ordre des dendroïdes est exclusivement primaire et a connu son plus grand épanouissement au silurien. Le nombre des dendroïdes décroît considérablement au dévonien et les derniers représentants disparaissent au carbonifère.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Koremagraptus spectabilis (1) a un grand rhabdosome, en touffe ou en entonnoir, formé de branches irrégulièrement entrelacées et reliées entre elles. Les branches portent de nombreuses excroissances épineuses, formées de l'entrelacement de l'extrémité libre des longues thèques. On trouve plusieurs espèces du genre *Koremagraptus* dans l'ordovicien, le silurien et le dévonien européens.

Le genre *Thallograptus* a connu une grande extension aussi bien stratigraphique, de l'ordovicien au dévonien, que géographique. Ses rhabdosomes robustes, à nombreuses branches courtes, portant à la surface une quantité de longues thèques étroites, ont été trouvés en Europe, en Amérique du



Nord, et assez récemment en Asie. *Thallograptus muscosus* (2) est la plus nombreuse des quinze espèces du silurien européen.

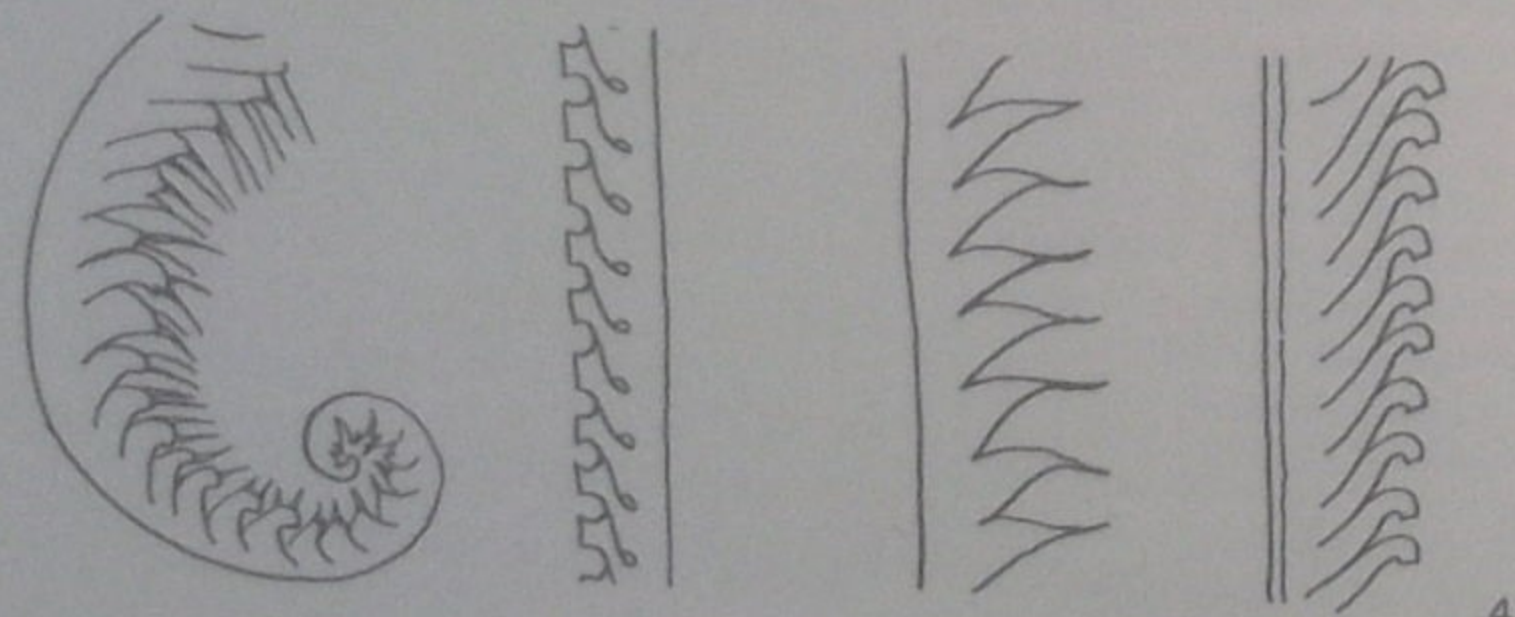
Dictyonema flabelliforme (3) est une espèce importante pour la stratigraphie. Elle a des rhabdosomes dont les branches se divisent en fourches, reliées les unes aux autres. On ne la trouve qu'à l'ordovicien et elle fait partie des espèces qui vivaient comme un épiplancton, pouvant être entraînée par les courants marins à de grandes distances. On a trouvé cette espèce en Europe, dans le nord de l'Afrique et en Asie, mais il existe des espèces voisines dans le cambrien supérieur et jusqu'au carbonifère inférieur dans le monde entier.

Monograptus priodon

Hemichordata
Graptoloidea

Il y a plus de 150 ans, on a trouvé dans les schistes noirs de l'ordovicien et du silurien des restes curieux, qui avaient l'aspect d'une petite scie brillante ou qui ressemblaient à des lignes tracées au crayon. Ces jeux de la nature ont été appelés graptolites, du grec *graptos* — écrit, et *lithos* — pierre. C'est beaucoup plus tard que ces «pierres écrites» furent identifiées comme les restes d'un fossile très important, parvenu à un haut degré d'organisation, et particulièrement précieux pour la datation des couches (biostratigraphie). Les graptolites étaient des organismes marins qui formaient des sortes de colonies en baguettes chitineuses, des rhabdosomes de structure simple. Les organismes étaient fixés sur l'un ou sur les deux côtés de l'axe du rhabdosome. Des colonies entières vivaient librement comme un plancton, accrochées à des flotteurs particuliers. Cela explique l'extension mondiale de nombreux genres et espèces, mais aussi leur accumulation en grandes quantités dans les fins schistes noirs riches en pyrite (schistes à graptolites), où avaient été transportées, après leur mort, les colonies. Il est vraisemblable que ce milieu biologiquement vénéneux et pauvre en oxygène constituait un piège pour les colonies vivantes portées par les flots. Dans la courte période géologique qui va de l'ordovicien au dévonien inférieur, les graptolites ont connu un développement explosif; cela renforce leur valeur stratigraphique exceptionnelle. Presque chaque ensemble de couches contient des sociétés différentes, ce qui permet la comparaison des couches de continents différents, mais aussi la reconstitution des rapports paléogéographiques entre les diverses provinces du monde géologique.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Monograptus priodon (1, 2), aux longs rhabdosomes droits, est l'un des graptolites les plus connus. Ses loges sont disposées en rangs les unes au-dessus des autres sur un seul côté de l'axe et sont caractérisées par une bouche recourbée en crochet. Cette espèce est abondante dans les schistes siluriens et plus rare dans les calcaires du monde entier.

Monograptus lobiferus (3), du silurien européen et américain, est une autre espèce intéressante. Ses rhabdosomes sont élancés et menus, et l'orifice buccal est arrondi.

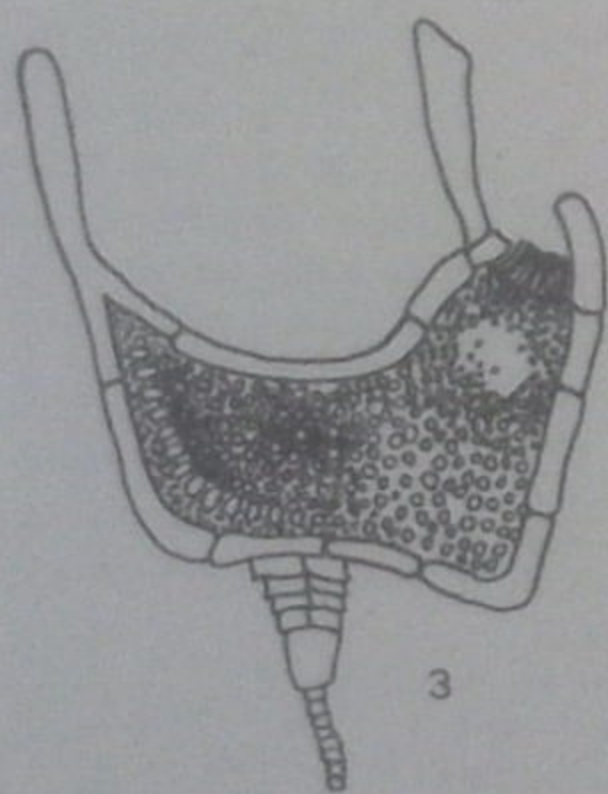
La variété de formes des rhabdosomes de chaque espèce ou genre de graptolites est remarquable (4) et constitue le critère principal de leur classement systématique.

Mitrocystites mitra

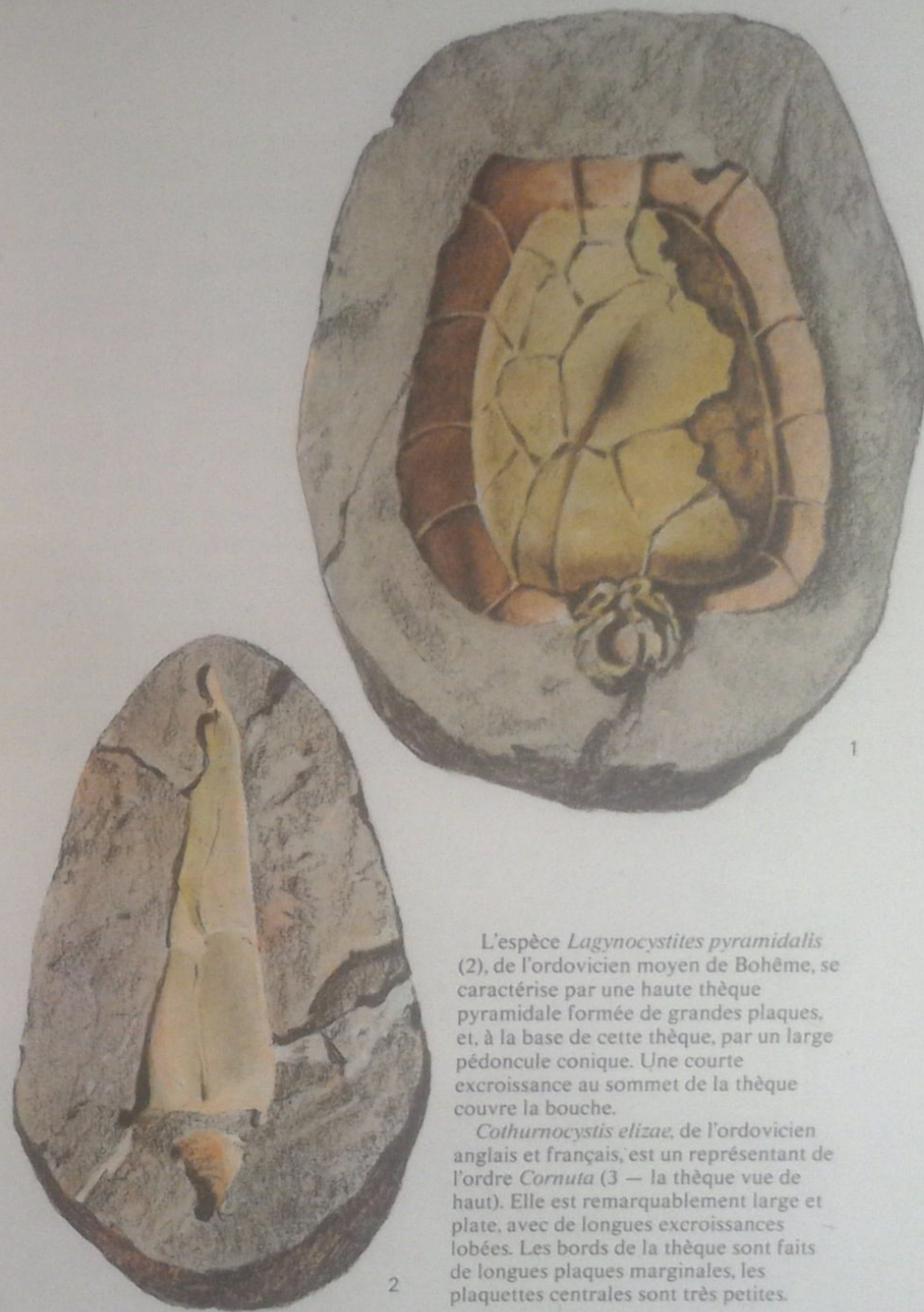
Calcichordata
Mitrata

Peu de groupes d'organismes paléozoïques ont été, ces derniers temps, l'objet de tels débats que les *Calcichordata*. Il y a peu encore, on les classait dans les échinodermes carpoïdes. Le chercheur anglais R.P.S. Jefferies a déduit d'une étude approfondie de leur anatomie que leur organisation n'était pas celle des échinodermes, mais celle d'animaux plus évolués, voisins des procordés. Leur corps est semblable à celui des carpoïdes. Mais il ne s'agit que d'une ressemblance extérieure de deux groupes d'organismes différents, obtenue en particulier par le même mode de vie. Cette organisation est déjà compliquée et on peut distinguer un système digestif, un centre nerveux et des nerfs oculaires, un système respiratoire branchial, etc. Le pédoncule articulé souple sur la paroi postérieure de la tête était un organe locomoteur. Ces organismes recherchaient de préférence les eaux marines profondes et calmes et les fonds boueux. Certaines espèces rampaient sur la vase ou s'y enfouissaient, d'autres nageaient activement au-dessus du fond. Ils sont apparus à l'ordovicien où ils ont connu leur plus grand épanouissement et ont disparu au dévonien moyen. De nombreuses espèces vivaient dans le monde entier, mais dans des endroits précis; seules quelques espèces avaient une extension géographique plus grande.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Mitrocystites mitra (1) est l'espèce de *Calcichordata* la mieux connue. Sa thèque ovale a une paroi supérieure formée de petites plaques et une paroi inférieure constituée de cinq grandes plaques. Les bords de la thèque sont renforcés par de grandes plaques marginales allongées qui débordent le côté inférieur de la thèque. Le pédoncule, à deux rangs de petites plaques, est à peine un peu plus long que la thèque. C'est une espèce caractéristique de l'ordovicien central de France, d'Espagne et de Bohême.

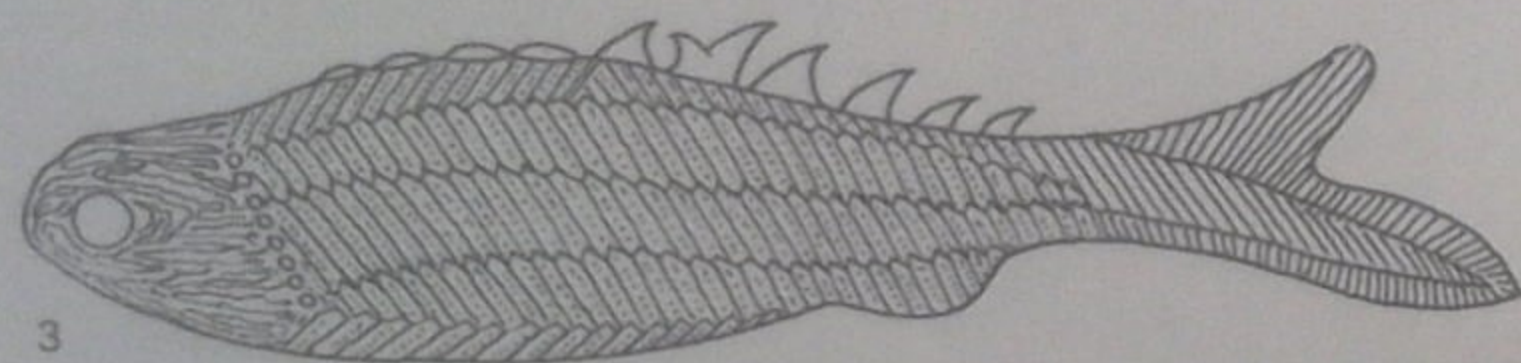


L'espèce *Lagynocystites pyramidalis* (2), de l'ordovicien moyen de Bohême, se caractérise par une haute thèque pyramidale formée de grandes plaques, et, à la base de cette thèque, par un large pédoncule conique. Une courte excroissance au sommet de la thèque couvre la bouche.

Cothurnocystis elizae, de l'ordovicien anglais et français, est un représentant de l'ordre *Cornuta* (3 — la thèque vue de haut). Elle est remarquablement large et plate, avec de longues excroissances lobées. Les bords de la thèque sont faits de longues plaques marginales, les plaquettes centrales sont très petites.

Les mers de l'ère primaire n'ont pas été seulement le berceau des nombreuses classes d'invertébrés. De cette époque, on connaît également des restes de cordés, dont le corps était muni d'un axe rigide, la corde, et d'un squelette interne, plus ou moins ossifié. Les plus anciens restes de cordés datent du cambrien supérieur. C'est donc un groupe d'animaux aussi anciens que les autres, dont il faut rechercher l'origine avant le primaire. Les agnathes constituent un groupe curieux de poissons vertébrés primitifs dépourvus de mâchoires. Le squelette interne n'était représenté que par une corde, par contre, ils avaient un bouclier externe bien développé, formé de plaques osseuses. Le bouclier céphalique en forme de demi-cercle portait deux yeux à la partie antérieure et un troisième œil crânien, mais une seule narine. Ils ne possédaient ni nageoires paires ni mâchoire, mais seulement un orifice buccal en fente. On trouve de précieux restes de ce bouclier dans le cambrien supérieur et l'ordovicien. Ils ont connu leur plus grand épanouissement au silurien, mais ils se sont éteints avant la fin du dévonien. En considérant leur corps massif, en général aplati, et la petite nageoire caudale, il semble que la majorité de ces poissons ne nageaient pas très bien. Ils vivaient de préférence près du fond, dans les zones calmes et peu profondes de la mer.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien.



Eucephalaspis est l'un des genres les plus abondants dont on connaît de nombreuses espèces dans le silurien et le dévonien d'Europe, du Spitzberg, d'Amérique du Nord et d'Asie orientale. On ne trouve en général que les plaques céphaliques, semi-circulaires, de 10 à 15 cm de long, dont les bords postérieurs s'allongent en pointe. On trouve beaucoup moins d'écaillés rectangulaires couvrant le corps (1, 2 — *Eucephalaspis lyelli*).

Les espèces européennes du genre *Birkenia* (3) avaient une structure plus

légère. La nageoire postérieure, bien échancrée, indique qu'il s'agissait de nageurs relativement bons. Des exemplaires entiers, d'environ 10 cm de long, ont été découverts dans les couches du silurien et du dévonien inférieur, en Écosse et en Scandinavie.

Pteraspis cornutus (4), un autre représentant de la classe des agnathes, ne mesure que 6 cm de long. Ses restes ont été trouvés dans le dévonien inférieur en Europe, au Spitzberg, en Amérique du Nord et en Sibérie.

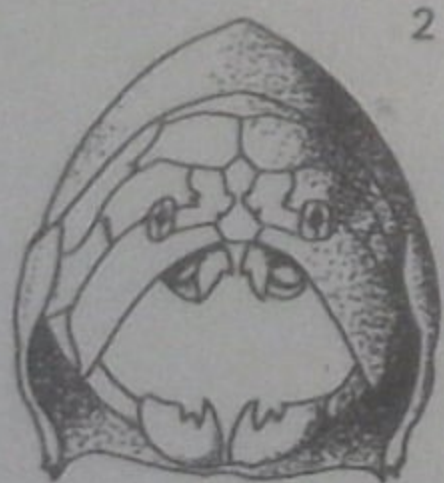


Bothryolepis canadensis

Chordata
Placodermi

Alors que l'épanouissement des agnathes s'est produit au silurien, les mers du dévonien ont été dominées par les placodermes. Ils possédaient également un bouclier de plaques rigides, leur squelette était plus ou moins ossifié, leurs mâchoires mobiles étaient garnies de plaques en forme de dents, munies de pointes et de crochets. Le bouclier céphalique portait les yeux et deux narines. La partie antérieure du corps comportait au moins une paire de nageoires. Il semble que les placodermes n'aient pas connu de concurrents dans les mers dévoniennes. C'étaient de bons nageurs dont la majorité étaient féroces et ce n'est pas par hasard que leur épanouissement coïncide avec le déclin de nombreux groupes d'invertébrés, tels que les trilobites, les nautilus, etc. Ils vivaient dans toutes les mers du globe et il semble qu'ils préféraient les anses peu profondes et les zones littorales. Au dévonien supérieur, ils ont même envahi les eaux saumâtres et les eaux douces, dans les bassins des continents où s'accumulaient les formations gréseuses, dites vieux grès rouges. Les placodermes sont apparus dès le silurien supérieur, mais n'ont pas joué alors un rôle important. Leur plus grand épanouissement, comme il a été dit, se situe au dévonien et les derniers représentants disparaissent au début du carbonifère.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



2 Le genre *Bothryolepis* du dévonien, connu pratiquement dans le monde entier, montre la structure caractéristique du corps des poissons de l'ordre *Antiarchi*. Le bouclier osseux de la tête et de la partie antérieure du thorax formait un tout, comme cela est visible chez *Bothryolepis canadensis* (1). La tête n'était donc pas mobile. La partie postérieure du corps était couverte de fines écailles. La paire de nageoires pectorales était composée d'un assez grand nombre de plaques.



1



3

Le genre *Dinichthys* (*Dunkleosteus* — 2), dont les représentants qui mesuraient parfois plus de cinq mètres de long, ont été trouvés dans le dévonien supérieur en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, appartenait à l'ordre *Arthodira*. Dans ce groupe, les parties céphalique et thoracique du bouclier étaient librement articulées et la tête était mobile. Les nageoires pectorales étaient formées d'un seul article. Les mâchoires comportaient des plaques pointues (ils n'avaient pas de véritables dents), ce qui indique que ces géants étaient féroces.

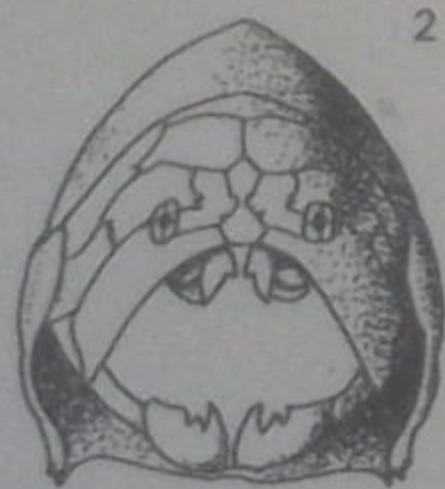
Dans les mers du dévonien inférieur, apparaissent de petits placodermes d'environ 30 cm de long, au corps plat et aux larges nageoires, assez semblables aux raies actuelles, comme par exemple *Radotina kosorensis*. On a trouvé des fragments de leur bouclier écailleux (3) dans les calcaires limoneux du dévonien inférieur de Bohême.

Bothryolepis canadensis

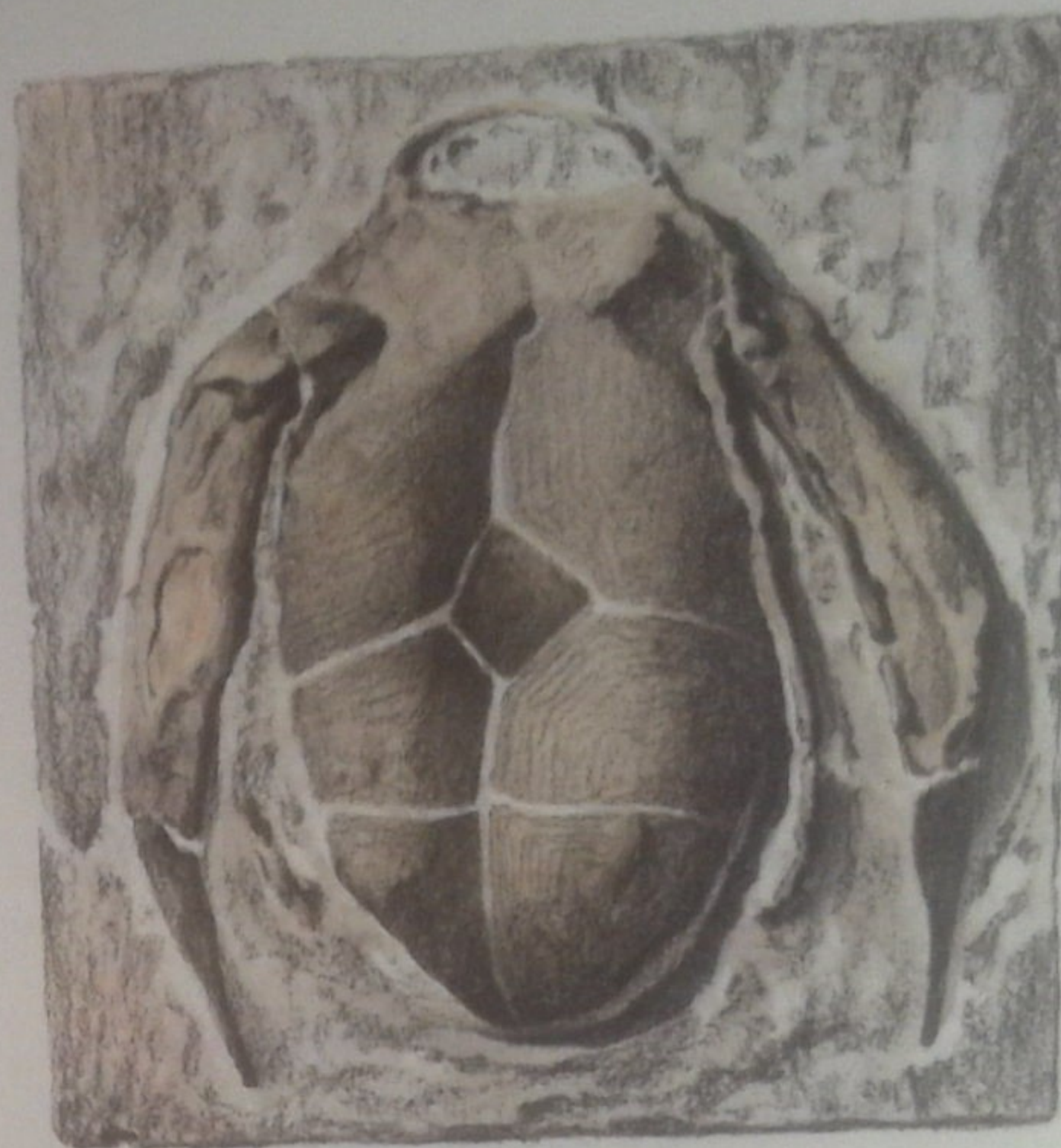
Chordata
Placodermi

Alors que l'épanouissement des agnathes s'est produit au silurien, les mers du dévonien ont été dominées par les placodermes. Ils possédaient également un bouclier de plaques rigides, leur squelette était plus ou moins ossifié, leurs mâchoires mobiles étaient garnies de plaques en forme de dents, munies de pointes et de crochets. Le bouclier céphalique portait les yeux et deux narines. La partie antérieure du corps comportait au moins une paire de nageoires. Il semble que les placodermes n'aient pas connu de concurrents dans les mers dévoniennes. C'étaient de bons nageurs dont la majorité étaient féroces et ce n'est pas par hasard que leur épanouissement coïncide avec le déclin de nombreux groupes d'invertébrés, tels que les trilobites, les nautilus, etc. Ils vivaient dans toutes les mers du globe et il semble qu'ils préféraient les anses peu profondes et les zones littorales. Au dévonien supérieur, ils ont même envahi les eaux saumâtres et les eaux douces, dans les bassins des continents où s'accumulaient les formations gréseuses, dites vieux grès rouges. Les placodermes sont apparus dès le silurien supérieur, mais n'ont pas joué alors un rôle important. Leur plus grand épanouissement, comme il a été dit, se situe au dévonien et les derniers représentants disparaissent au début du carbonifère.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



2
Le genre *Bothryolepis* du dévonien, connu pratiquement dans le monde entier, montre la structure caractéristique du corps des poissons de l'ordre *Antiarchi*. Le bouclier osseux de la tête et de la partie antérieure du thorax formait un tout, comme cela est visible chez *Bothryolepis canadensis* (1). La tête n'était donc pas mobile. La partie postérieure du corps était couverte de fines écailles. La paire de nageoires pectorales était composée d'un assez grand nombre de plaques.



1



3

Le genre *Dinichthys* (*Dunkleosteus* — 2), dont les représentants qui mesuraient parfois plus de cinq mètres de long, ont été trouvés dans le dévonien supérieur en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, appartenait à l'ordre *Arthodira*. Dans ce groupe, les parties céphalique et thoracique du bouclier étaient librement articulées et la tête était mobile. Les nageoires pectorales étaient formées d'un seul article. Les mâchoires comportaient des plaques pointues (ils n'avaient pas de véritables dents), ce qui indique que ces géants étaient féroces.

Dans les mers du dévonien inférieur, apparaissent de petits placodermes d'environ 30 cm de long, au corps plat et aux larges nageoires, assez semblables aux raies actuelles, comme par exemple *Radotina kosorensis*. On a trouvé des fragments de leur bouclier écailleux (3) dans les calcaires limoneux du dévonien inférieur de Bohême.

Xenacanthus bohemicus

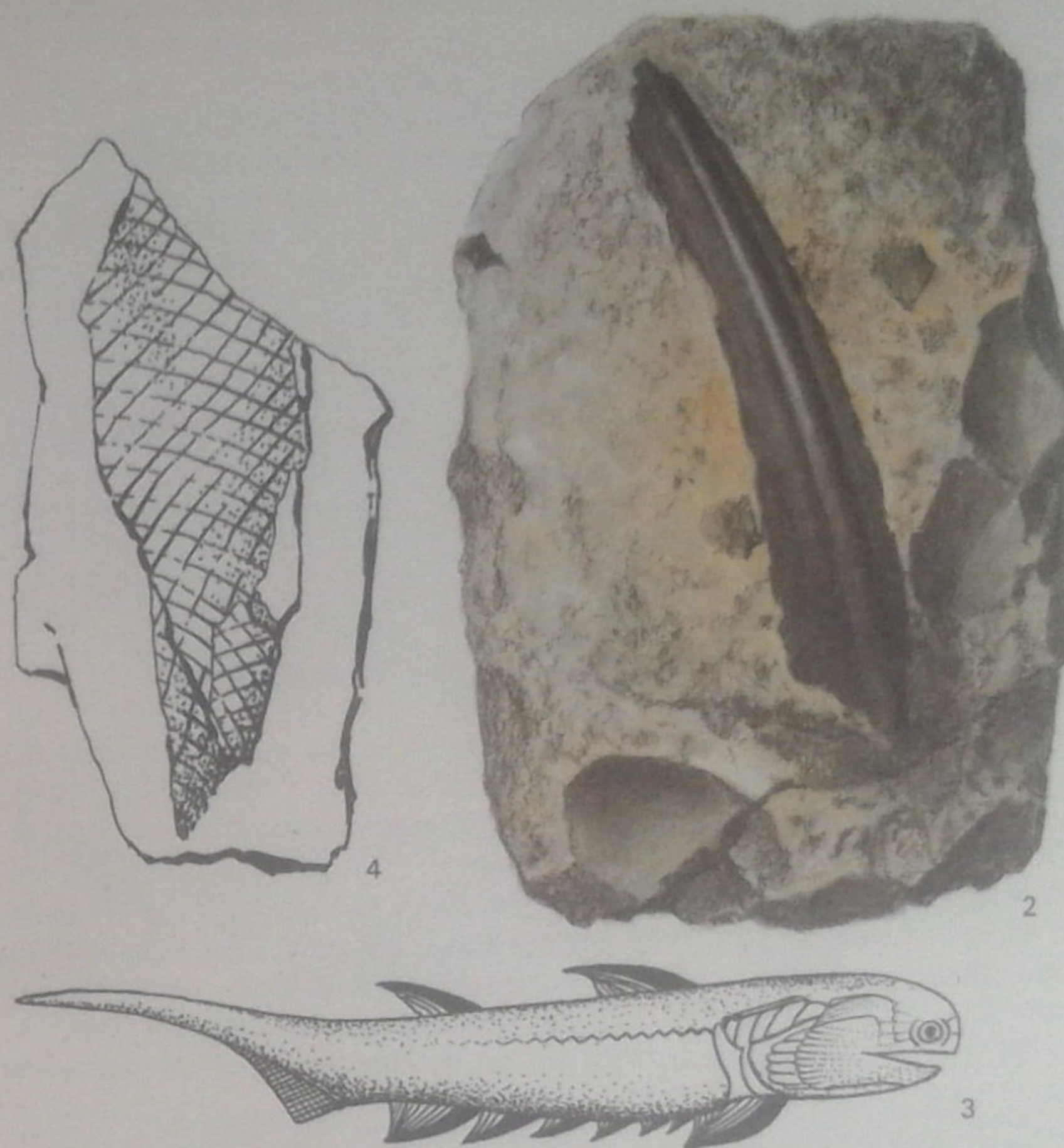
Chordata
Acanthodii — Elasmobranchii

Parmi les poissons vertébrés primitifs de la fin du paléozoïque ancien, on voit apparaître les premiers poissons d'organisation supérieure qui, pendant le paléozoïque récent, se sont extraordinairement développés dans les mers, les rivières et les lacs. Ils ont déjà un squelette interne cartilagineux ossifié par endroits et une peau couverte de petites écailles, rugueuses ou même épineuses à la surface. Celles-ci résultant de la réduction des plaques du bouclier externe. Les premières dents véritables apparaissent. Parmi ces poissons, les moins perfectionnés font partie du groupe *Acanthodii*. Ils ne mesuraient en général que quelques centimètres, bien que l'on trouve parmi eux des espèces atteignant deux mètres. Devant chaque nageoire se développait une épine forte et bien visible en ivoire. Les yeux latéraux du crâne sont bordés d'un cercle sclérotique constitué de fines écailles d'ivoire. On trouve les restes des poissons de ce groupe surtout dans les sédiments dévoniens; les derniers représentants ne se sont éteints qu'à la fin du primaire.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



178



Les représentants des élastombranchies du genre *Xenacanthus*, des rivières et lacs du permien et du carbonifère, sont relativement grands. On trouve des fragments de leurs squelettes et leurs dents aiguës à 2 ou 3 pointes dans les sédiments d'eau douce du monde entier. *Xenacanthus bohemicus* (1) a un corps cylindrique de plus d'un mètre de long et un gros crâne, muni d'une pointe occipitale.

On trouve assez souvent, dans les calcaires marins dévoniens d'Europe, d'Amérique du Nord et du nord de l'Afrique, des épines de nageoires isolées, pouvant avoir 30 cm de long, qui ont sans doute appartenu à de grands représentants du groupe *Acanthodii*.

Décrits à l'origine en Bohême comme *Machaeracanthus*, ils sont connus aujourd'hui comme *Orthacanthus bohemicus* (2).

Climacodus (3), qui ne mesure qu'environ 10 cm de long, est remarquable par ses petites nageoires paires, renforcées par de larges épines recourbées. De nombreuses espèces datent du silurien et sont abondantes dans le dévoniens en Europe, en Amérique du Nord et au Spitzberg.

Dans les sédiments d'eau douce du centre de la Bohême, datant du permien et du carbonifère, on a trouvé des restes de squelettes de requins primitifs, ainsi que leurs oothèques. Ils appartiennent au genre *Paleoxyris* (4).

179

Paramblypterus rohani

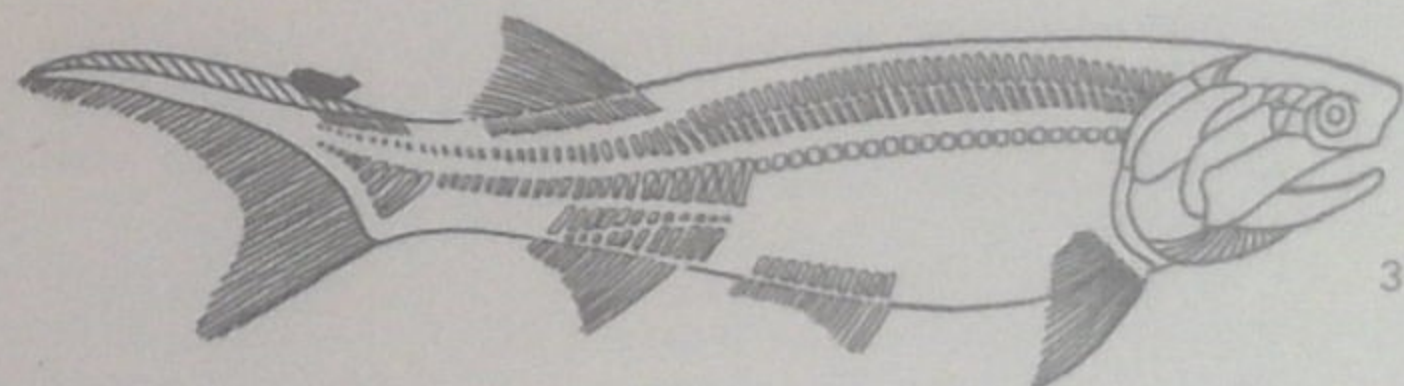
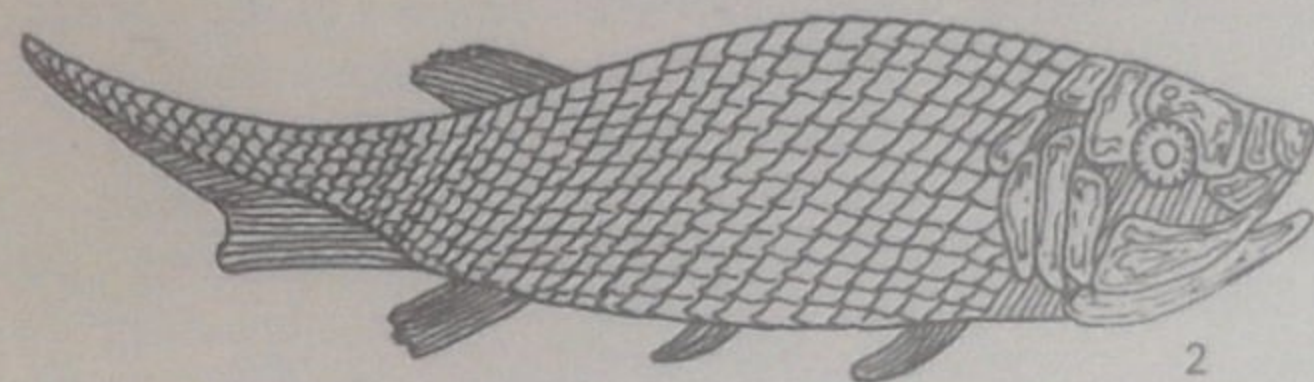
Chordata
Osteichthyes

De vrais poissons osseux (*Osteichthyes*) vivaient déjà dans les eaux du paléozoïque, poissons qui se sont épanouis au cours des temps géologiques. C'étaient en particulier les représentants de l'ordre *Palaeonisciformes*, qui ont joué un rôle important à cette époque. Il s'agissait de poissons d'eau douce dont le squelette n'était pas entièrement ossifié et dont le corps fuselé et relativement haut était couvert d'écaillés carrées, rigides, lisses et brillantes. Les écaillés étaient formées de ganoïne; c'est pour cela qu'on appelait ces poissons des ganoïdes. Les nageoires paires de ces poissons avaient une structure semblable à celle des nageoires des poissons actuels, mais la nageoire caudale, largement échancrée, était formée de deux lobes inégaux (nageoire hétérocerque). Les espèces les plus anciennes et les plus primitives de paléoniscidés apparaissent dans les sédiments d'eau douce du dévonien supérieur. Mais c'est dans les lacs et rivières du carbonifère et du permien, et en particulier dans l'hémisphère nord, qu'ils ont connu leur plus grand épanouissement et qu'ils ont dominé les autres poissons. Leur déclin a commencé au secondaire et les derniers représentants s'éteignent au crétacé. On trouve dans les eaux d'Afrique tropicale des descendants spécialisés ou dégénérés qui se sont détachés de la branche d'évolution principale au permien. Ce sont le *Polypterus bichir* du Nil, et le genre voisin *Calamoichthyes*.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

On trouve dans les veines de charbon des bassins du centre de la Bohême, datant du permien et du carbonifère, des exemplaires de quinze à trente centimètres de long de *Paramblypterus rohani*. (1). Des espèces voisines existent dans toute l'Europe, dans les couches du même âge.

Une autre espèce du carbonifère européen avait les os de la tête ornés de lignes concentriques, fines et ondulées. Il s'agit du petit *Pyritocephalus sculptus* (2), qui mesurait environ 10 cm de long.



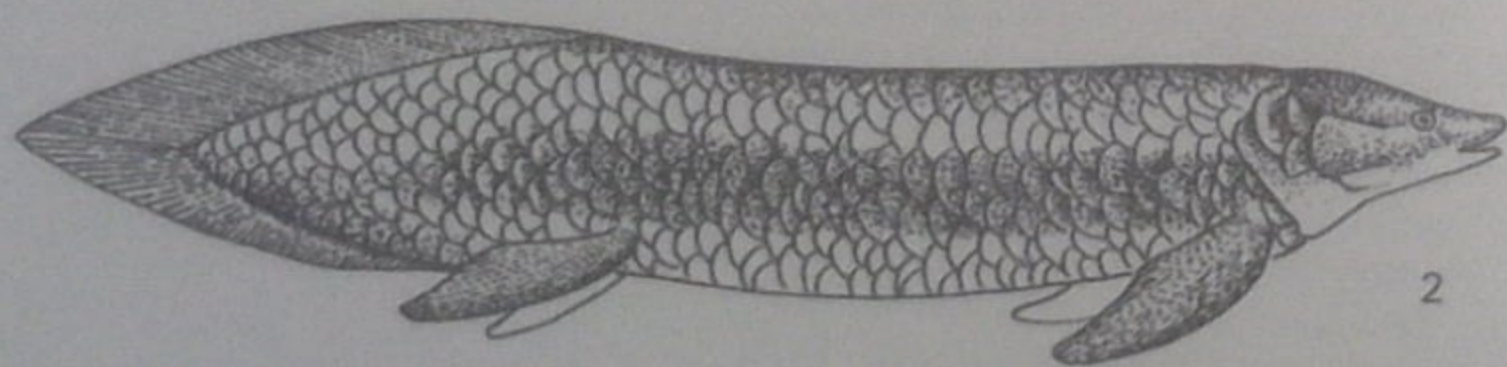
Le schéma d'un paléoniscidé du genre *Cheirolepis*, du dévonien d'Europe et d'Amérique du Nord, montre la structure déjà complexe du squelette interne de ces poissons (3). Les espèces du genre *Cheirolepis* sont assez nombreuses dans les schistes et grès d'eau douce et se caractérisent par un corps fuselé d'environ 30 cm de long, des dents petites mais nombreuses, sur des mâchoires assez solides et une peau recouverte de très fines écaillés ganoïdes.

Ctenodus obliquus

Chordata
Osteichthyes

Dans les marais proches des cours d'eau tropicaux d'Australie, d'Amérique du Sud et d'Afrique, vivent aujourd'hui d'étonnants poissons qui peuvent atteindre 1,75 m de long, auxquels l'eau boueuse et peu oxygénée ne semble causer nulle gêne. Ils montent de temps en temps à la surface et absorbent l'oxygène de l'air. Ils respirent avec des branchies et avec un sac pulmonaire. Ils ne meurent pas quand leur habitat se dessèche, à la saison sèche. Ils construisent dans la boue une sorte d'étui cylindrique renforcé par un mucus et y passent confortablement la période défavorable. Quand arrivent les pluies, l'eau dissout les étuis et le poisson revit. Les habitants de ces régions apprécient sa chair savoureuse et l'extraient du sol quand il est enfermé dans son étui. Prendre une pioche pour capturer des poissons est une méthode quelque peu inhabituelle, mais c'est la plus efficace dans ce cas, car les dipneustes sont des poissons agiles et féroces. Les trois ordres de dipneustes actuels ne constituent qu'un reliquat insignifiant d'un ordre jadis très nombreux. Il s'agit de vrais fossiles et *Neoceratodus*, par exemple, un dipneuste australien, n'a été connu longtemps que comme fossile, avant d'être découvert vivant. Les membres les plus anciens de l'ordre des dipneustes apparaissent au dévonien et habitent les eaux douces du monde entier. Leur développement s'est poursuivi au carbonifère, mais ils connaissent un certain déclin au permien. Un nouvel épanouissement a lieu au début du secondaire, mais ils sont depuis en déclin continu.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque ancien et récent.



2



1

On trouve des restes indubitables de dipneustes surtout dans les sédiments des anciens marais du permien et du carbonifère. Ce sont en général des os de la tête, des fragments de côtes et surtout, des grandes dents caractéristiques à 4 à 6 pointes. La figure 1 montre un morceau de charbon où l'on voit les dents dans leur mâchoire et des fragments d'os de la tête de l'espèce *Ctenodus obliquus*. Le genre connaissait une large répartition dans les eaux douces d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Australie. Les longues nageoires paires sont très développées et permettaient au poisson non seulement de nager, mais aussi de ramper sur le substrat vaseux.

La figure 2 représente la forme typique et l'organisation du corps du dipneuste *Neoceratodus forsteri* qui vit encore de nos jours en Australie.

Un morceau irrégulier du bouclier céphalique osseux de *Gompholepis panderi* (3) était jadis considéré comme un reste fossile de dipneuste du dévonien. On pense plutôt aujourd'hui qu'il s'agit d'un morceau de bouclier d'un individu de la classe des agnathes.

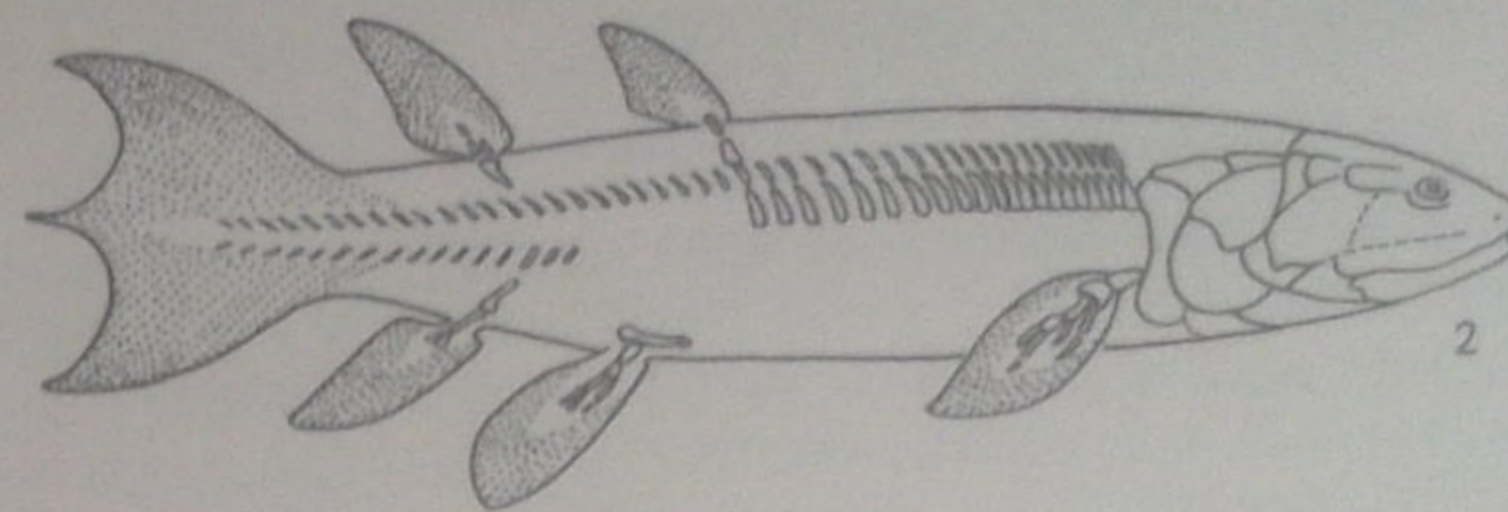


3

Latimeria chalumnae

Chordata
Osteichthyes

Quand en 1838 le capitaine d'un schooner de pêche donna l'ordre de lancer les filets près du rivage de Madagascar, il ne savait certes pas qu'il s'inscrivait ainsi dans l'histoire paléontologique. Il n'y pensait pas davantage quand l'équipage remonta d'une soixantaine de mètres de profondeur, un étonnant poisson, d'environ 1,5 m de long, aux grands yeux et au bouclier d'un bleu acier, brillant de grandes écailles rigides. Par contre, il fut frappé de voir que ce poisson inconnu était exceptionnellement actif, qu'il se déplaçait sur de fortes nageoires en forme de moignons et qu'il essayait énergiquement de retourner dans l'eau. Le capitaine Goosen était un homme avisé et ce poisson n'acheva sa carrière ni dans la mer, ni au marché, mais il parvint jusqu'au professeur J. L. B. Smith qui faisait alors autorité. Celui-ci se rendit compte, très étonné, qu'il s'agissait d'un coelacanthidé de l'ordre *Crossopterygii*, considéré comme ayant vécu au primaire et s'étant éteint au secondaire, il y a plus de 70 millions d'années. Il était donc en présence d'un fossile vivant.



Les crossoptérygiens sont des poissons primitifs qui montrent de quelle manière les vertébrés, au cours de leur évolution, ont pu passer de l'eau à la terre ferme. Tout comme les dipneustes, ces poissons pouvaient absorber l'oxygène dans l'air et leurs nageoires paires étaient si robustes qu'elles leur permettaient de passer d'un trou d'eau en voie d'assèchement dans un autre encore pourvu d'eau. C'étaient en général des poissons féroces, au corps couvert d'écailles cosmoïdes rigides et au crâne protégé par un bouclier osseux. Ils sont apparus au dévonien; leur épanouissement commence au permien et se poursuit au secondaire. Depuis le crétacé on ne trouve plus leurs fossiles; par contre on connaît leur célèbre représentant actuel.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

La représentation de *Latimeria chalumnae* (1), poisson crossoptérygien vivant, montre l'aspect que pouvait avoir le type fossile. On connaît aujourd'hui plusieurs dizaines d'individus de la région de Madagascar et des îles Comores, qui ont donné lieu à une étude approfondie.

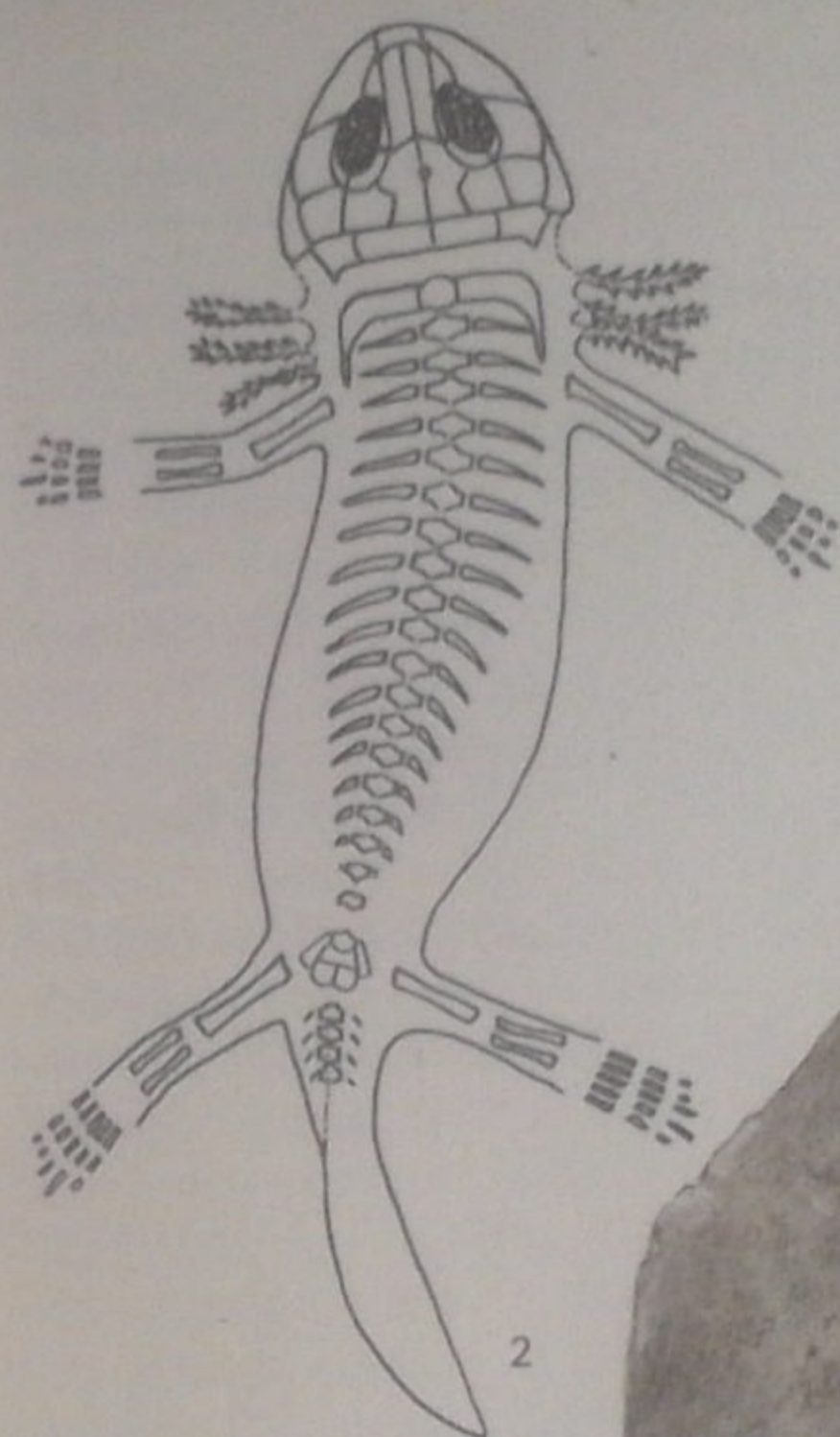
Le schéma du genre *Eusthenopteron* (2) montre la morphologie des crossoptérygiens paléozoïques primitifs. On remarque l'épine dorsale ossifiée et les moignons osseux portant les nageoires, qui existent même pour les nageoires dorsales. Les restes de plusieurs espèces de ces poissons, qui mesuraient environ 50 cm, ont été trouvés en Europe et dans le nord de l'Amérique.



Les amphibiens sont les premiers vertébrés qui ont réussi à s'installer définitivement sur la terre ferme. Néanmoins ils continuent à pondre leurs œufs dans l'eau où leurs larves se développent. Les adultes vivent sur la terre ferme, près des eaux et dans un milieu humide, ne s'éloignant guère de leur élément d'origine. Au point de vue de l'évolution, ils sont à un degré assez bas et leurs derniers représentants en particulier, que l'on connaît depuis le dévonien supérieur, portent encore de nombreuses marques de leurs ancêtres poissons. Il s'agit surtout des amphibiens primitifs du primaire ancien, appartenant à la sous-classe nombreuse des labyrinthodontes qui animaient les marais et les forêts vierges du permo-carbonifère. On les appelait également stégocéphales, la partie supérieure de leur crâne étant entièrement formée d'os. Ils ne mesuraient en général que 15 à 20 cm, mais on trouve quelques espèces de plus de 2 m de long. La forme du corps ressemble à celle d'un serpent ou d'une salamandre à tête large et longue queue. La tête portait deux grands yeux à cercle sclérotique et un petit œil impair au sommet du crâne. Le corps était couvert d'un bouclier d'écailles de formes diverses. Les membres antérieurs portaient quatre doigts et les postérieurs cinq (les membres à cinq doigts des vertébrés ont donc au moins 300 millions d'années). Les petites dents acérées de la mâchoire indiquent que les labyrinthodontes étaient féroces. Après le grand épanouissement du permo-carbonifère, la sous-classe tout entière s'éteignit au trias, c'est-à-dire au début du secondaire.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

On trouve, dans le carbonifère supérieur et le permien d'Europe, d'assez nombreux squelettes de petits labyrinthodontes à forme de salamandre, qui ont été classés dans le genre *Branchiosaurus*. On a décrit un grand nombre d'espèces trouvées dans les mines de charbon de la Bohême centrale, dont la plus nombreuse est *Branchiosaurus salamandroides* (1) qui mesure environ 5 cm de long. Il apparaît aujourd'hui qu'il s'agit d'un ensemble de plusieurs genres de ces stégocéphales primitifs.



On a décrit aussi des stades larvaires de certains labyrinthodontes dont la détermination est imprécise (2). Il est intéressant de noter que les larves avaient des arcs branchiaux externes qu'elles perdaient à l'état adulte, tout comme certains amphibiens actuels.



Anthracosaurus dyscriton

Chordata
Amphibia

Les représentants de l'ordre *Anthracosauria* forment un groupe spécialisé de labyrinthodontes du permo-carbonifère. En faisaient partie les grandes formes d'amphibiens, ressemblant à des crocodiles et dont la taille atteignait souvent 2 m. Ils avaient une longue tête allongée, de petits yeux, des narines très grandes, de fortes dents à replis d'émail et un squelette dont les vertèbres étaient entièrement ossifiées à maturité. Dans l'évolution des amphibiens labyrinthodontes, ils représentent un degré plus élevé, et selon certains chercheurs ils représentent une ligne d'évolution d'où s'est détachée la branche menant aux reptiles. A en juger d'après leur corps élancé et leurs fortes dents, il semble que la majorité des anthracosaures était formée d'animaux rapides, agiles et féroces, qui représentaient un grand danger pour les autres petites espèces de stégocéphales. Les plus anciens apparaissent dès le carbonifère inférieur en Europe. Le groupe se développe à une vitesse exceptionnelle au carbonifère supérieur aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord. Il semble que, par leur mode de vie, les anthracosaures étaient liés aux forêts vierges marécageuses des plaines du carbonifère supérieur. La sécheresse progressive du climat au cours du permien et la disparition des forêts vierges ont entraîné leur extinction à la fin de cette même période.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

Dans le carbonifère supérieur d'Europe et d'Amérique du Nord, on trouve d'assez nombreux restes de crânes, et plus rarement des morceaux de squelettes du genre *Anthracosaurus*, caractérisé par un crâne triangulaire allongé et un corps de plus d'un mètre de long. *Anthracosaurus dyscriton* (1) est l'une des plus anciennes espèces dont on a trouvé un crâne de plus de 20 cm de long dans les schistes houillers du permien inférieur de la Bohême du Nord.



Diplovertebron punctatum (2) est plus petit et ne mesure qu'environ 15 cm de long; sa structure paraît plus primitive. Des squelettes à peu près complets ont été trouvés dans le carbonifère supérieur des bassins houillers de la Bohême centrale. Ces anthracosaures avaient un corps de lézard et un large crâne, où on remarque les grands yeux et le cercle sclérotique formé de plaquettes rectangulaires. Ils n'ont vécu qu'au carbonifère supérieur; ils forment plusieurs espèces, qu'on trouve non seulement en Europe mais aussi dans plusieurs États d'Amérique du Nord.

Discosauriscus potamites

Chordata
Amphibia

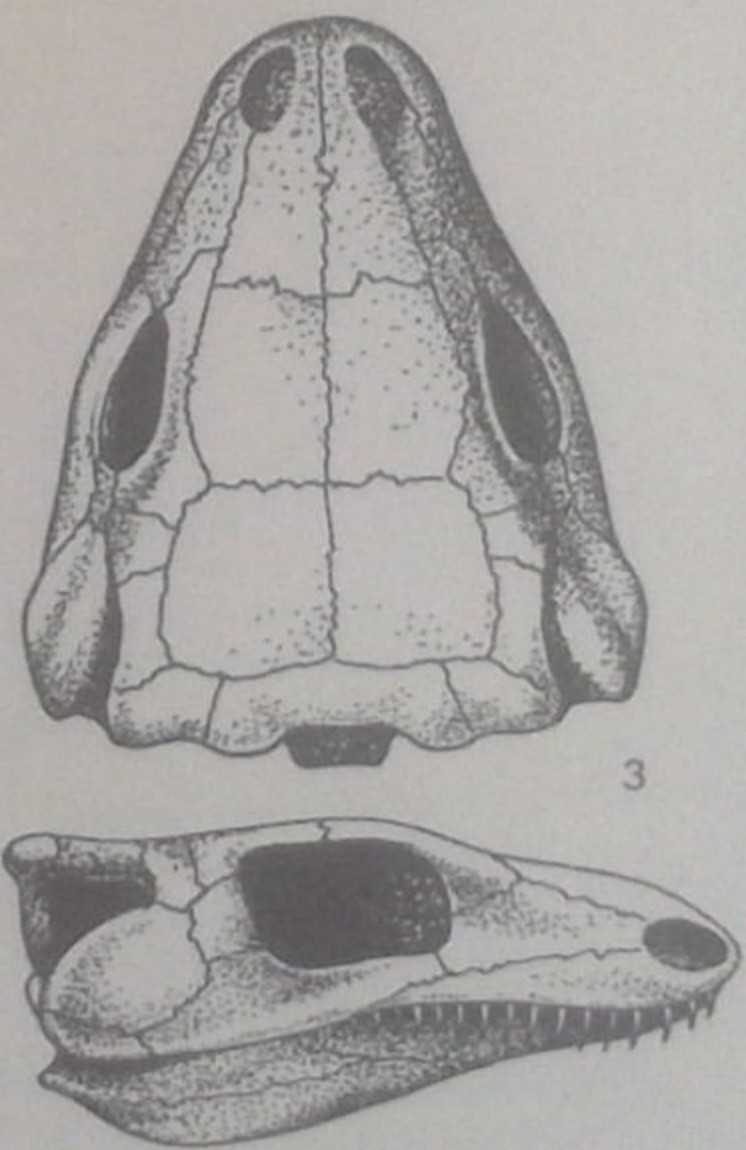
En étudiant la flore paléontologique des couches du permien supérieur au Texas, on a également découvert les restes d'amphibiens d'environ 75 cm de long qui constituent un groupe très surprenant. Surprenant parce que dans la structure du squelette on trouve, à côté des caractères primitifs des amphibiens, des caractères reptiliens. Des amphibiens, ils tiennent le type de crâne stégocéphale, complètement osseux au sommet, l'œil au sommet du crâne (*foramen parietale*), les dents labyrinthodontes à replis d'émail, le corps couvert d'un bouclier écailleux. Des reptiles ils ont, en particulier, la pièce articulaire unique de l'os occipital (au lieu de deux chez les stégocéphales), ce qui indique une mobilité plus grande de la tête. *Seymouria* (on donna ce nom à cette découverte) fait partie des amphibiens d'évolution supérieure, déjà très proches des reptiles. Aujourd'hui, on connaît plusieurs genres semblables, en Amérique du Nord, mais aussi en Europe et en Asie. On les classe dans le sous-ordre *Seymouriamorpha*, que l'on ne trouve pratiquement qu'au permien. Très exceptionnellement on en a trouvé des représentants au carbonifère supérieur. Il semble que ces amphibiens n'étaient pas déterminés par la proximité de l'eau, et que les adultes pouvaient vivre dans des régions très sèches.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



On a trouvé dans les calcaires bitumineux du permien inférieur, en Moravie, plusieurs milliers de restes de petits amphibiens de 20 à 30 cm de long du genre *Discosauriscus*. Le squelette presque complet de *Discosauriscus potamites* (1) est caractérisé par un crâne relativement étroit, de grands yeux et un corps de lézard, couvert d'un bouclier de petites écailles arrondies. La reconstitution de *Discosauriscus pulcherrimus* (2) a été permise par les nombreuses découvertes faites. A la différence de l'espèce précédente, celle-ci avait une large tête triangulaire et un corps en forme de salamandre. Les individus de ces deux espèces vivaient à maturité sur la terre ferme et se livraient à la chasse dans la flore des bords des cours d'eau et des mares, durant le permien inférieur.

La reconstitution du crâne du genre *Seymouria*, du permien du Texas, montre le caractère encore stégocéphale de son organisation (3).

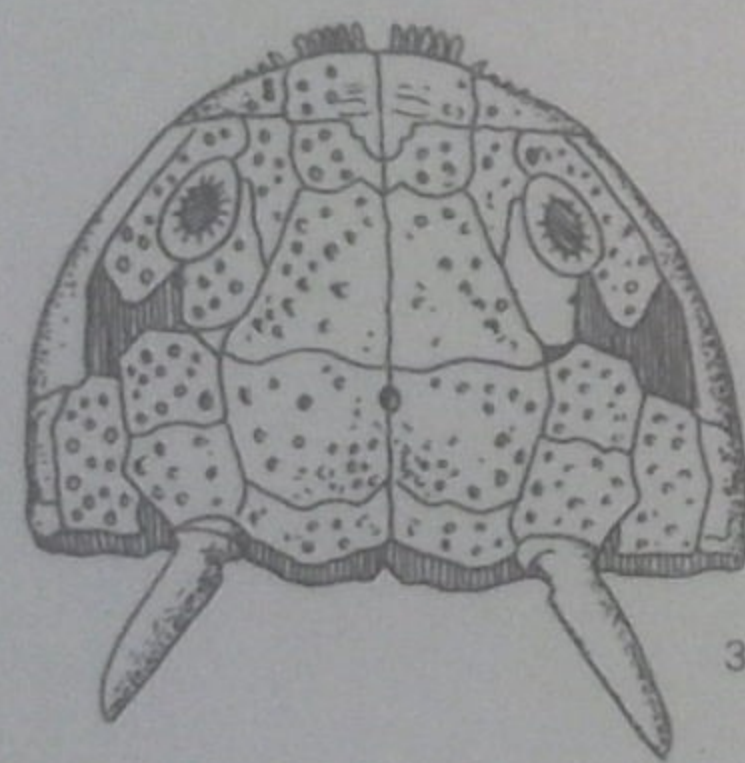


Urocordylus scalaris

Chordata
Amphibia

Lepospondyli désigne une sous-classe d'amphibiens stégocéphales qui a dû se séparer de ses ancêtres, probablement les poissons crossoptérygiens, vers le début du dévonien. Ces amphibiens avaient un squelette relativement bien ossifié. La colonne vertébrale était composée de vertèbres en forme de sablier et d'une corde étranglée. Cette sous-classe rassemble de nombreuses espèces, souvent très intéressantes et de structure curieuse. On y trouve des formes en lézard, en salamandre, mais aussi en serpent, dont les membres sont complètement atrophiés, de même que les ceintures. La longueur ne dépassait pas en général 10 à 20 cm et c'est rarement qu'on en trouve de plus de 50 cm. Par contre on y trouve aussi les amphibiens les plus petits dont le corps ne mesure que 2 cm à l'état adulte. Il semble que la majorité de ces stégocéphales était liée par son mode de vie aux régions de plaines marécageuses, aux forêts vierges carbonifères, riches en prêles, en lycopodes et en fougères. Leurs restes ont été découverts dès le carbonifère inférieur, mais leur épanouissement ne s'est produit qu'au carbonifère supérieur. Au début du permien, quand le climat est brusquement devenu plus sec, les forêts vierges ont régressé et ces intéressants amphibiens se sont éteints.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



Urocordylus scalaris (1) caractérisé par sa large tête triangulaire, et son corps élancé à longue et large queue, était une espèce non seulement agile sur la terre ferme, mais aussi excellente nageuse. Les nombreux restes trouvés dans les charbons du carbonifère supérieur de l'Europe centrale et occidentale en ont permis une bonne reconstitution.

Keraterpeton porte, à l'arrière de la tête, deux longues pointes acérées. De nombreuses espèces de ce genre ont vécu en assez grand nombre au carbonifère, en Europe et en Amérique du Nord.



Un morceau de crâne, de l'espèce typique *Keraterpeton crassus* (2), à pointes occipitales, a été trouvé dans les charbons du carbonifère supérieur du centre de la Bohême. Reconstitution du crâne (3).



Dolichosoma longissimum

Chordata
Amphibia

Aistopoda est un groupe d'amphibiens lépospondylés du carbonifère, caractérisé par un corps reptilien de près de 75 cm. Les membres étaient atrophiés ou complètement absents. Le crâne, triangulaire et allongé, n'était pas entièrement fermé au sommet par des os, comme les crânes des autres stégocéphales et la colonne vertébrale pouvait avoir jusqu'à 200 vertèbres à côtes minces et partiellement atrophiées. Le corps était couvert de petites écailles, uniquement sur le dos, le bouclier ventral n'était pas développé. Les mâchoires ne portaient que des dents simples, petites, coniques ou légèrement recourbées. *Aistopoda* n'occupait pas une grande place dans les associations animales du carbonifère, bien que ses restes ne soient pas rares par endroits. On en a décrit trois genres qui n'ont vécu qu'au carbonifère et au début du permien, en Europe et en Amérique du Nord. Les représentants les plus anciens sont déjà connus au carbonifère inférieur, ce qui range le groupe parmi les amphibiens les plus anciens. On ne sait pas très bien comment ces amphibiens reptiliens vivaient. Il est hors de doute qu'ils étaient féroces. On pensait jadis qu'ils vivaient exclusivement dans l'eau en se nourrissant surtout de poissons. Aujourd'hui la majorité des chercheurs estiment que les adultes rampaient et chassaient sur le sol des marécages du carbonifère.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



194

Dans les charbons des bassins du centre de la Bohême, on a trouvé des squelettes presque complets, de plus de 50 cm de long, d'individus de l'espèce *Dolichosoma longissimum* (1 - crâne), qui ont permis de reconstituer ces intéressants amphibiens (2).

Le schéma 3 montre la reconstitution du squelette d'un genre très voisin, qui vivait au carbonifère, non seulement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord. *Ophiderpeton* se distingue de l'espèce précédente par un nombre plus petit de vertèbres (une centaine) et des excroissances latérales sur les côtes.



195

Dolichosoma longissimum

Chordata
Amphibia

Aistopoda est un groupe d'amphibiens lépospondylés du carbonifère, caractérisé par un corps reptilien de près de 75 cm. Les membres étaient atrophiés ou complètement absents. Le crâne, triangulaire et allongé, n'était pas entièrement fermé au sommet par des os, comme les crânes des autres stégocéphales et la colonne vertébrale pouvait avoir jusqu'à 200 vertèbres à côtes minces et partiellement atrophiées. Le corps était couvert de petites écailles, uniquement sur le dos, le bouclier ventral n'était pas développé. Les mâchoires ne portaient que des dents simples, petites, coniques ou légèrement recourbées. *Aistopoda* n'occupait pas une grande place dans les associations animales du carbonifère, bien que ses restes ne soient pas rares par endroits. On en a décrit trois genres qui n'ont vécu qu'au carbonifère et au début du permien, en Europe et en Amérique du Nord. Les représentants les plus anciens sont déjà connus au carbonifère inférieur, ce qui range le groupe parmi les amphibiens les plus anciens. On ne sait pas très bien comment ces amphibiens reptiliens vivaient. Il est hors de doute qu'ils étaient féroces. On pensait jadis qu'ils vivaient exclusivement dans l'eau en se nourrissant surtout de poissons. Aujourd'hui la majorité des chercheurs estiment que les adultes rampaient et chassaient sur le sol des marécages du carbonifère.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.



Dans les charbons des bassins du centre de la Bohême, on a trouvé des squelettes presque complets, de plus de 50 cm de long, d'individus de l'espèce *Dolichosoma longissimum* (1 - crâne), qui ont permis de reconstituer ces intéressants amphibiens (2).

Le schéma 3 montre la reconstitution du squelette d'un genre très voisin, qui vivait au carbonifère, non seulement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord. *Ophiderpeton* se distingue de l'espèce précédente par un nombre plus petit de vertèbres (une centaine) et des excroissances latérales sur les côtes.



Edaphosaurus sp.

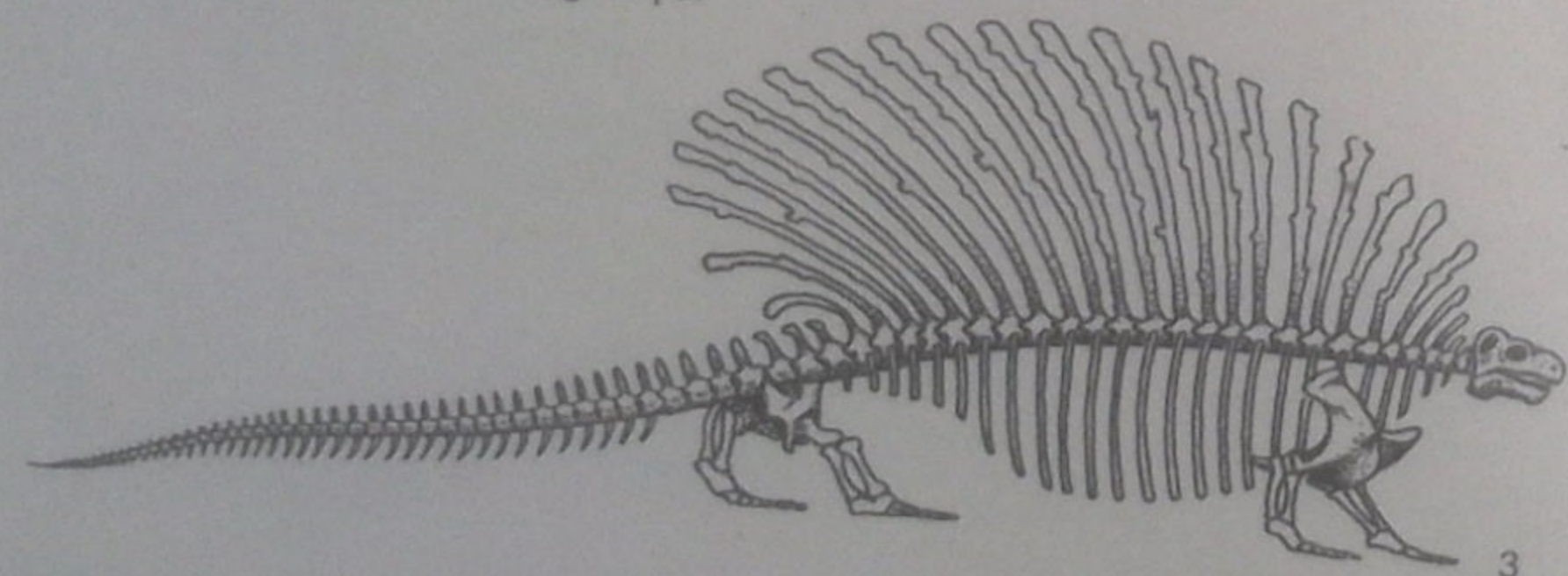
Chordata
Reptilia

Le plus haut stade d'évolution atteint par les animaux du primaire est celui des reptiles. On n'en trouve pas trace au primaire ancien; par contre au permo-carbonifère, on en trouve de nombreux genres et espèces, qui ont parfois formé des types étonnants et même monstrueux. Les reptiles n'étaient plus inconditionnellement liés à l'eau comme les amphibiens; ils étaient entièrement adaptés à la vie sur la terre ferme. Parmi les types primitifs, rappelant encore fortement les amphibiens stégocéphales, vivaient dans les forêts vierges du permo-carbonifère des reptiles de formes très variées, dont la structure du corps évoquait déjà les mammifères. Il s'agit des pélycosaures, un groupe qui apparut à la fin du carbonifère et qui s'éteignit au permien moyen. C'étaient des animaux dont la majorité atteignait un mètre de long, bien que certaines espèces aient pu dépasser 3 m. Certains pélycosaures, par leur morphologie et leur mode de vie, rappelaient les féroces varans actuels. Les types massifs, lourds et souvent très étranges étaient en général herbivores. C'est aux États-Unis et, en particulier dans les grès rouges du permien inférieur du Texas et du Nouveau-Mexique que l'on a trouvé le plus grand nombre de restes de squelettes de pélycosaures d'espèces diverses. On a également trouvé leurs restes en Europe et en Afrique du Sud.

En France, les représentants de ce groupe se trouvent dans les couches du paléozoïque récent.

Edaphosaurus est un pélycosaure herbivore, à l'aspect un peu monstrueux, qui vivait dans les forêts vierges du permien inférieur. Ce grand reptile, qui pouvait avoir plus de 3 m de long, possédait des vertèbres prolongées par

des épines, enveloppées et reliées entre elles par de la peau et qui formaient sur son dos une sorte de grand aileron osseux. Abondant en Amérique, on l'a trouvé également en Europe. Ces



3



2

fragments d'épines vertébrales à excroissances latérales, caractéristiques de ce genre, constituent une pièce rare en Europe et proviennent du bassin houiller de Moravie (1).



1



4

Cette vertèbre isolée (2) nous montre le petit corps cylindrique de la vertèbre et l'énorme épine vertébrale.

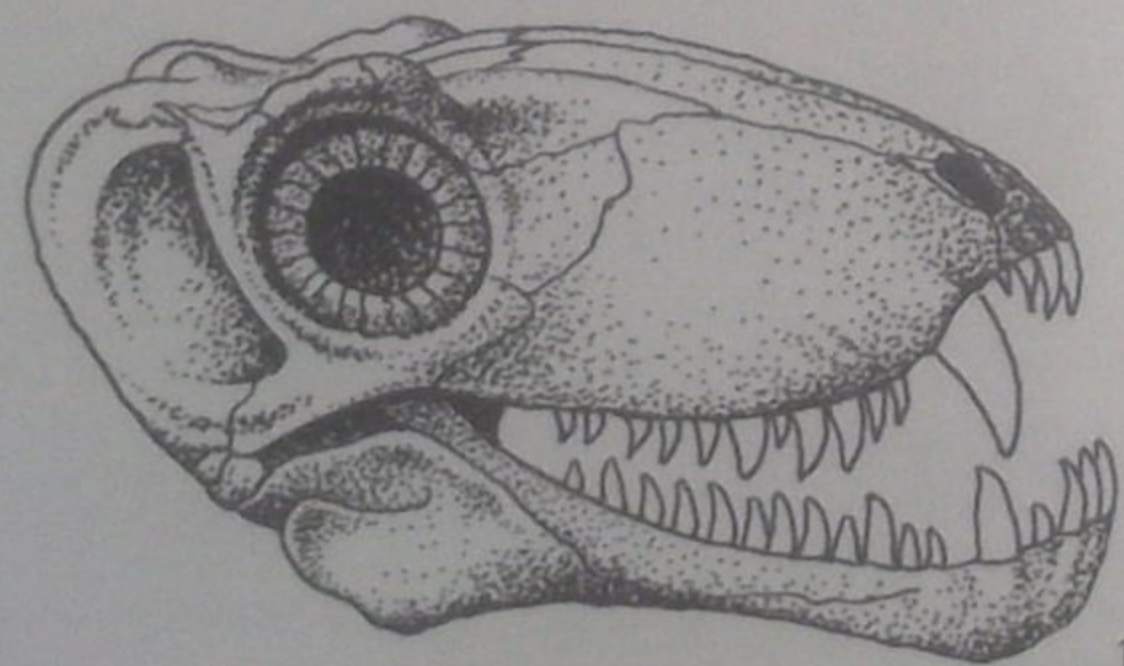
La reconstitution schématique du crâne et d'un squelette complet d'*Edaphosaurus* montre bien la forme du corps et l'aspect de ces étonnants reptiles (3, 4).

Lycosuchus sp.

Chordata
Reptilia

Une grande partie de la pointe du sud de l'Afrique est constituée par de puissantes couches de plusieurs centaines de mètres de grès, de conglomérats et de schistes, datant du permio-triasique, et connus en géologie sous le nom de Karoo Formation. On a trouvé dans ces couches un grand nombre de restes de vertébrés terrestres du permien et, parmi eux, des crânes et des fragments de colonnes vertébrales qui ont retenu l'attention des spécialistes. Les crânes de ces curieux animaux avaient déjà la partie inférieure complètement fermée par des os et les formes féroces avaient des dents différenciées en incisives, canines et molaires. Il s'agit donc de caractères mammaliens. On a longtemps discuté de l'existence de mammifères primitifs au primaire récent, mais des études approfondies ont montré que les restes fossilisés appartenaient à des reptiles. Ces reptiles ont été classés dans l'ordre *Therapsida*. Ces reptiles ont dû se séparer des pélycosaures au cours du permien et ils représentent une branche d'évolution qui, par son organisation, évoque des mammifères ultérieurs. Comme si la nature avait voulu essayer une voie vers un nouveau type animal. Mais cette voie se termina en impasse; les thérapsidés se sont éteints sans descendance au début du jurassique, c'est-à-dire au milieu du secondaire. A l'époque de leur plus grand épanouissement, durant le permien, ces reptiles constituaient pourtant un groupe en bonne voie; on en a trouvé un grand nombre d'espèces non seulement dans le sud et dans l'est de l'Afrique, mais aussi en Europe, en particulier dans l'Oural et en Amérique du Sud, au trias.

En France, aucun représentant de ce groupe n'a encore été trouvé dans les couches du paléozoïque.



Le crâne de *Phthinosuchus* (1), un thérapsidé féroce d'environ 1,50 m de long, trouvé dans le permien moyen en URSS, mesure environ 20 cm et présente des caractères encore reptiliens, comme le cercle sclérotique dans les orbites. Par contre, le rétrécissement de la partie antérieure du crâne, l'apparition d'une gueule bien marquée et la denture différenciée évoquent les mammifères.

Lycosuchus (2) est un thérapsidé du permien moyen du sud de l'Afrique, de structure légère, mesurant plus de 2 m de long. Il était féroce et, sur son crâne triangulaire allongé, on remarque les dents à fonctions différentes, en particulier les canines pointues de 5 cm de long.

Parasitisme et blessures

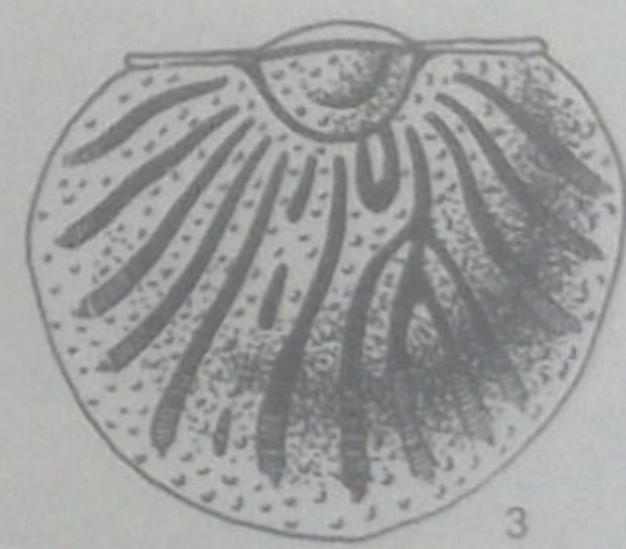
Depuis déjà un certain temps, les paléontologues ont renoncé à étudier isolément les animaux qui vivaient dans les mers ou sur les continents disparus maintenant et dont on avait trouvé des restes. Ils essaient de se rendre compte de ce que fut la vie préhistorique dans toute sa richesse et d'étudier, en premier lieu, les rapports entre les différentes sociétés animales ou entre les organismes individuels. Dans cette optique, la découverte de nombreux fossiles et leur étude soigneuse permettent de découvrir beaucoup d'éléments importants et intéressants. Par exemple, on constate sur les restes des plus anciens organismes du primaire des tumeurs ou des épaissements pathologiques, soit à la surface des enveloppes, soit à l'intérieur; les déformations donnent de précieuses informations sur l'activité des parasites. Par analogie avec les organismes actuels, on peut déterminer de quels parasites il s'agissait. Dans d'autres cas, on trouve des enveloppes ou des parties d'enveloppes déformées, cassées, endommagées, qui rendent compte de la blessure d'origine mécanique de l'organisme ou de sa blessure par un animal féroce. Ces blessures ont été causées durant la vie de l'animal; elles se sont en général guéries, mais les traces sont encore visibles.



Sur les pédoncules et, plus rarement, sur les plaques des calices des crinoïdes du dévonien, on trouve très souvent des épaissements pathologiques, provoqués par des organismes qui ont creusé le squelette des crinoïdes et ont parasité leur corps (1). Ces épaissements déforment complètement le pédoncule. On ne sait pas encore avec certitude quels étaient les parasites; on suppose qu'il s'agissait de vers du groupe *Myzostomida*.

Les petits crinoïdes *Junocrinus globulus* (2), du dévonien de Bohême, n'ont pas échappé à ces attaques. Le calice agrandi (taille véritable 3 mm) montre une quantité de fossettes ovales, causées par des parasites externes qui s'accrochaient aux plaques du calice et corrodaient son squelette calcaire. Des fossettes semblables, provoquées par des éponges parasites du genre *Vioa*, sont connues sur les enveloppes d'animaux des mers actuelles.

Le moulage du pygidium d'un trilobite silurien du genre *Scutellum* montre un exemple de blessure mécanique. La blessure a parfaitement guéri, mais l'allure des plèvres, à l'endroit du dommage, est modifiée et le pygidium est dissymétrique (3).

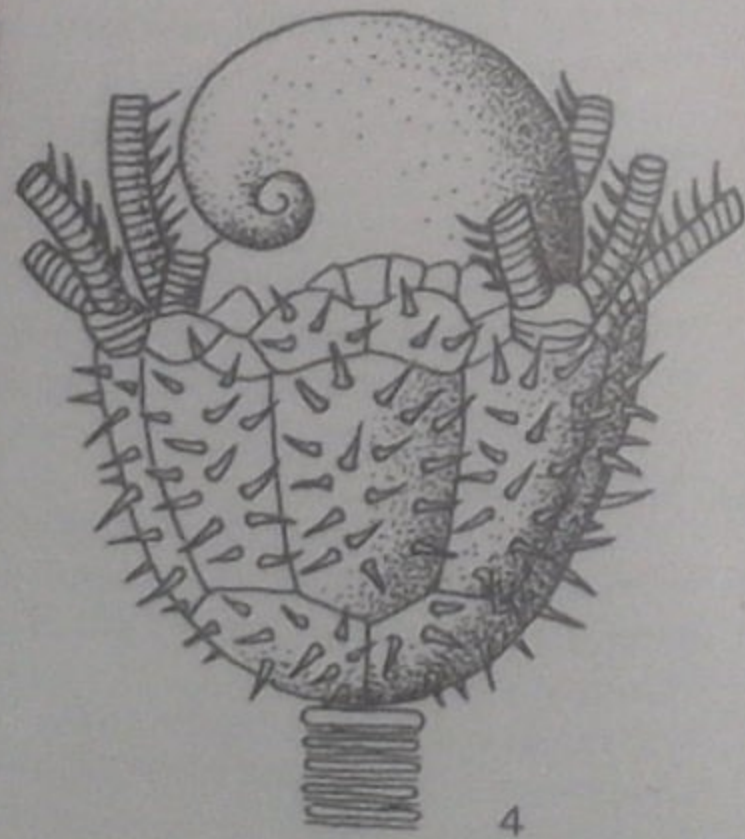


Commensalisme et symbiose

Le commensalisme et la symbiose sont des relations entre organismes que l'on peut parfaitement observer sur les fossiles. Il ne s'agit plus d'agression comme dans le cas précédent, mais d'un rapport équilibré entre deux organismes, pouvant aller jusqu'à une certaine collaboration. Le commensalisme est l'association d'organismes d'espèces différentes, profitable pour l'un et sans danger pour l'autre. Cette relation, que l'on trouve dès les premières sociétés du primaire, existe toujours à une grande échelle dans la nature. Elle existe, par exemple, chez tous les organismes qui se fixent sur la coquille rigide d'autres organismes. On parle de symbiose lorsque deux organismes vivent ensemble et tirent chacun profit de cette cohabitation. A la limite, le mutualisme est une symbiose où deux organismes, ou deux sociétés, collaborent de telle façon que la séparation signifie la mort pour l'un et l'autre. Un exemple fossile de ce dernier cas est l'algue calcaire, bulbeuse du genre *Sphaerocodium*, du silurien scandinave, qui est un complexe de plusieurs organismes. Chez beaucoup d'animaux actuels, en particulier chez les insectes, on en trouve de très nombreux exemples.



2



4

(1) Exemple de commensalisme chez des fossiles marins de couches dévoniennes des États-Unis. Une colonie de petits bryozoaires de l'espèce *Intrapora irregularis* se développe sur le support offert par un grand polypier plat de coraux du genre *Hernodia*.

Un autre exemple de commensalisme chez les organismes fixés est offert par les petits échinodermes en étoile, *Carneyella pilea* de l'ordovicien moyen



1



3

des États-Unis, qui ont utilisé pour se fixer la grande et large valve d'un brachiopode du genre *Rhipidomena* (2).

Les animaux commensaux se sont parfois fixés sur des coquilles d'organismes nageant librement ou se laissant porter par les eaux. Les coquilles de *Conularia*, de l'ordovicien de Bohême, portent souvent plusieurs exemplaires d'échinodermes discoïdes du groupe des édriostéridés (3).

Les relations entre les gastéropodes platycératidés et certains crinoïdes peuvent être considérées comme une symbiose. Ces gastéropodes vivaient solidement fixés sur le calice des crinoïdes (exemple: le genre *Arthroacantha* — 4), se nourrissaient de leurs excréments; les en débarrassant, ils concouraient à leur prospérité.

Les traces de l'activité des organismes

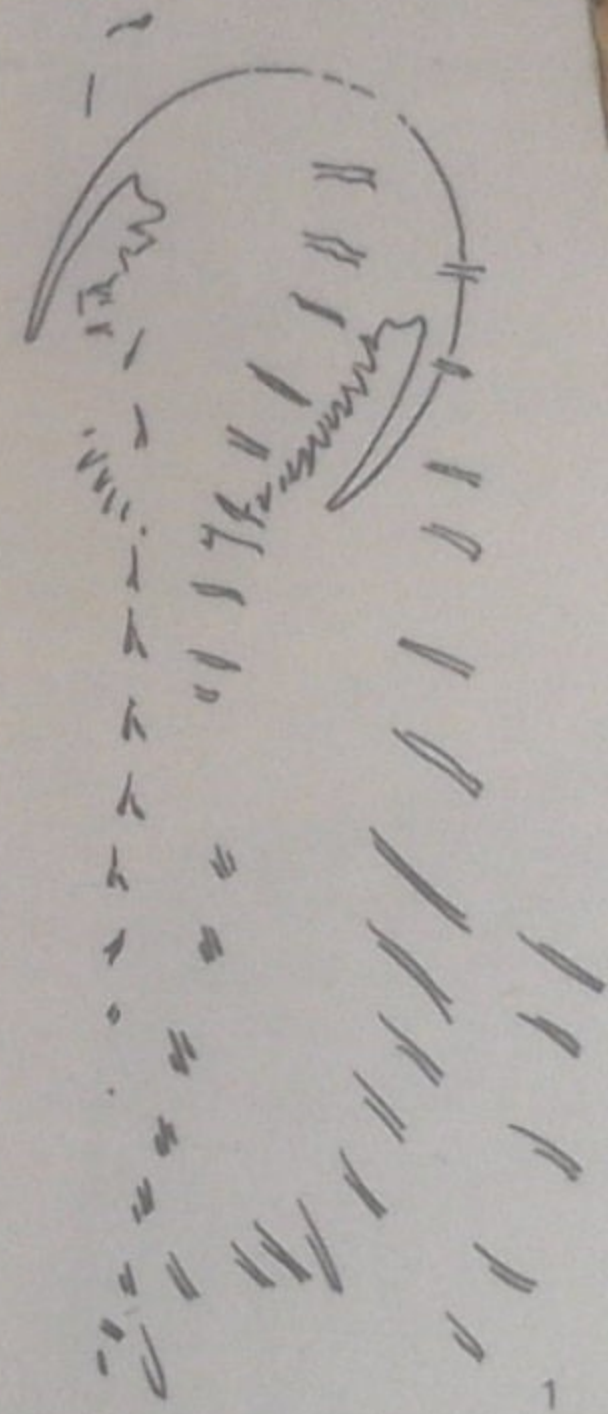
Les traces superficielles

Outre l'étude des restes des animaux disparus, de leurs coquilles ou de leurs squelettes, on s'intéresse beaucoup actuellement à l'étude des traces les plus diverses de l'activité des organismes fossiles. Il s'agit des sillons, des traces de reptation, des galeries des organismes fouisseurs, des tanières, des déchets alimentaires, etc. Tous ces phénomènes sont rassemblés sous le nom de bioglyphes; on les divise en traces superficielles et traces internes dans les sédiments. Il est exceptionnel que l'on retrouve ensemble les traces et leurs auteurs; c'est pourquoi on les interprète par analogie avec les traces d'organismes actuels ou par une analyse morphologique comparative. Il apparaît toujours davantage que cette étude a une grande importance pour le paléontologue, d'abord parce qu'elle complète le tableau de la vie aux périodes géologiques ou dans des milieux où d'autres restes fossiles, pour une raison ou pour une autre, n'existent pas. Les bioglyphes fossiles existent pratiquement dans toutes les sortes de couches et sont connus depuis les époques géologiques les plus anciennes. Il est actuellement difficile de les classer, et ils font l'objet d'une étude intensive.

La découverte rare de traces superficielles, conservées en même temps que leurs auteurs, des trilobites, a été faite dans les schistes du cambrien inférieur au Pakistan. Ces traces ont été décrites comme *Dimorphichnus obliquus* (1), mais les trilobites qui les ont laissées n'ont pas pu être déterminés avec précision, par suite de leur mauvais état de conservation.

On a décrit comme *Asteriacites fallax* (2) des traces superficielles en étoile, de l'ordovicien de Bohême. Il s'agit de creux laissés par des astéries reposant sur un sédiment mou. Des traces semblables ont été trouvées dans des couches du même âge, ou plus récentes en Europe et en Amérique du Sud.

Les sillons tortueux que l'on trouve en abondance dans les schistes argileux de l'ordovicien sont les traces laissées par des vers dans la boue molle du fond marin. On les a nommées *Helminthopsis* (3) et on en a trouvé de l'ordovicien jusqu'au tertiaire, en Europe, en Asie, en Amérique et, récemment, dans l'Antarctique.



Les traces de l'activité des organismes

Les traces internes

Un pourcentage important d'invertébrés marins vit dans les sédiments du fond qu'il s'agisse de vase molle ou du sable des plages. Il en allait de même pour les organismes fossiles et nous trouvons aujourd'hui des grès ou des schistes portant les traces de tout un système de galeries et de couloirs verticaux, obliques ou horizontaux. Ces traces internes, ces endobioglyphes, résultent de l'activité des différents vers ou autres organismes qui se nourrissaient des tissus organiques de la vase et frayaient, en mangeant, leur chemin dans les sédiments. Cette activité a souvent modifié le sédiment lui-même et l'étude de ces traces a une grande importance pour la sédimentologie. Les endobioglyphes apparaissent dans les sédiments dès les débuts du primaire, c'est-à-dire au cambrien inférieur; on en note même certaines traces dans les sédiments protérozoïques. On appelle chondrites les galeries, et scolites les couloirs verticaux. On distingue actuellement plusieurs centaines de types que l'on étudie dans le monde entier. Par endroits, elles forment même des horizons utilisables pour la stratigraphie locale.



1



3



2

Dans les roches siliceuses du paléozoïque, en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, on trouve souvent de longues galeries verticales d'environ 5 mm de large, avec parfois des rangées de cercles transversaux. On les appelle *Tigillites* et elles représentent l'abri des vers de sable dans les sédiments des plages préhistoriques. *Tigillites vertebralis* (1) est caractéristique des roches siliceuses de l'ordovicien de Bohême.

Le schéma montre un autre type de refuge, en forme de tube en U, avec une sortie en forme d'haltère. Les moulages de ces refuges ont été trouvés dans les sédiments de l'ordovicien moyen de Bohême et décrits sous le nom de *Rhizocorallium* (2). Aujourd'hui, les vers marins du genre *Polydora* (3) creusent dans le fond argilo-sableux des refuges analogues. Depuis 480 millions d'années, l'aspect de ces refuges ne s'est donc pas modifié.

Le message des fossiles

Les fossiles nous fournissent des informations en nombre considérable, plus considérable que ne l'avaient rêvé les paléontologues et les collectionneurs. Le paléontologue apparaissait comme un homme qui ne faisait que chercher et collectionner des traces anciennes, des témoignages de la vie des périodes géologiques écoulées, qui les classait, les décrivait, les cataloguait en catégories systématiques, puis les considérait avec satisfaction. Il faut bien noter d'ailleurs que cette idée réapparaît parfois...

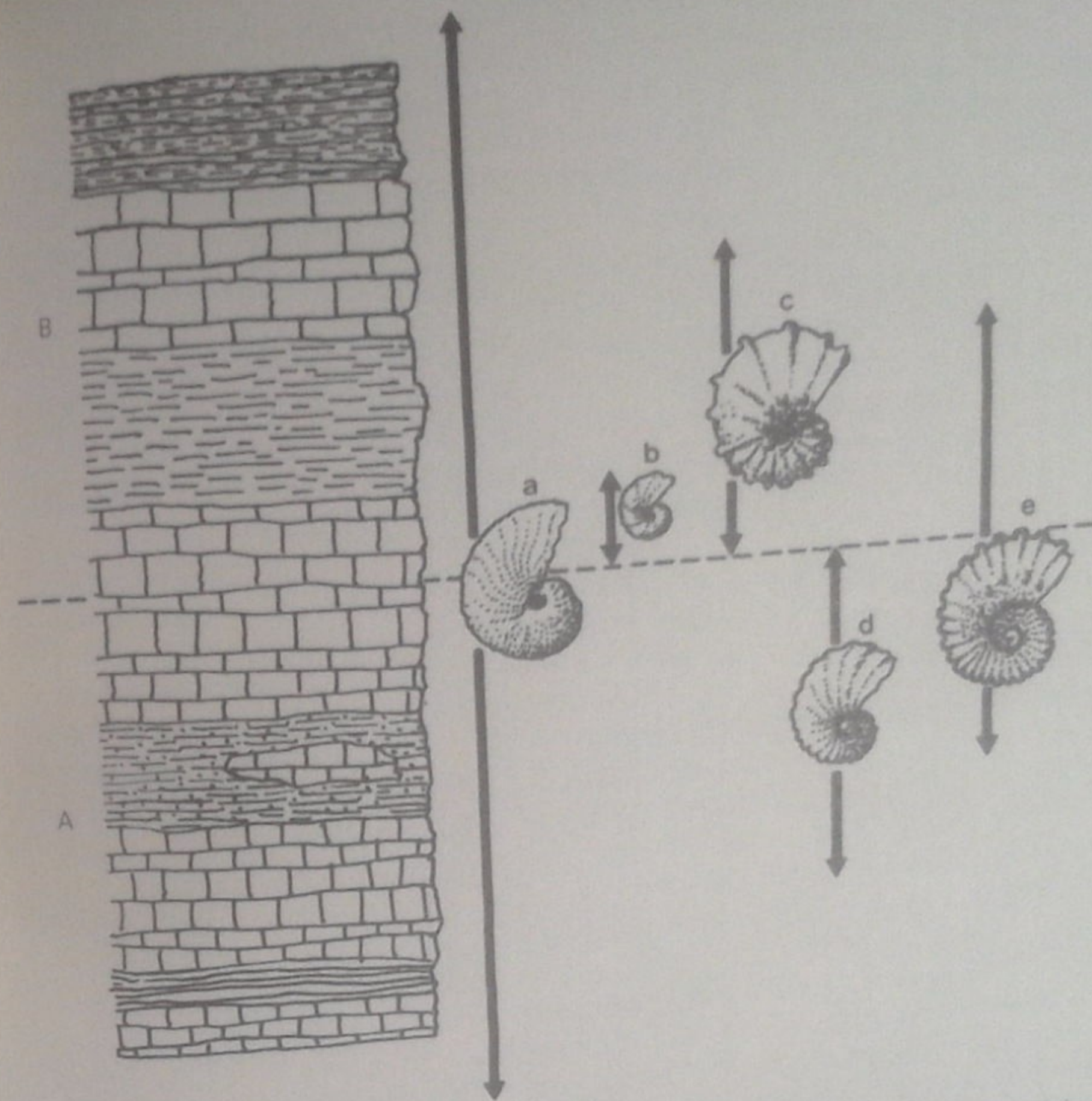
L'importance des fossiles pour la recherche géologique est incontestable. Bien qu'il existe plusieurs méthodes de datation en géologie, la biostratigraphie (division des couches et détermination de leur âge relatif sur la base de leur contenu paléontologique) est toujours la plus fine et la plus sûre des méthodes. C'est aussi la moins onéreuse, ce qui n'est pas à négliger. Les données biostratigraphiques sont utilisées pour dresser les cartes géologiques, mais aussi pour rechercher les gisements de matières premières (houille, sel, phosphates, minerais d'uranium et de fer) et pour être utilisées par l'hydrogéologie.

Sur la base de bonnes données biostratigraphiques, on peut comprendre la tectonique d'une région, c'est-à-dire déceler les failles et l'altération des plissements, les couches pouvant être déplacées, renversées, affaissées ou, au contraire surélevées et partiellement charriées. On peut même, par l'observation des restes de fossiles, déterminer l'âge de certaines couches, partiellement transformées et métamorphisées.

On enseignait jadis comme une loi que toutes les roches fortement métamorphisées, telles que les gneiss et les micaschistes relèvent du précambrien, c'est-à-dire du début de la formation de l'écorce terrestre. Puis on découvrit dans les micaschistes de Scandinavie des restes de trilobites du primaire, vieux de 450 millions d'années et, dans les métamorphites des Alpes, des fossiles encore plus jeunes. Ce fut la fin d'une théorie; on considéra de façon nouvelle les possibilités de métamorphose des roches et l'âge de ces processus.

La vie a toujours été diverse et liée aux conditions du milieu. La paléontologie moderne ne travaille plus exclusivement avec les fossiles spécifiques, c'est-à-dire ceux qui étaient caractéristiques d'une certaine couche. Là, où le caractère des matériaux le permet, elle travaille selon une méthode biologique, fondée sur l'analyse des associations fossiles, incluant, l'aspect statistique, grâce aux ordinateurs.

L'état actuel de la faune et de la flore est le résultat d'une évolution de milliards d'années et ne peut être compris sans le point de vue du temps qu'apporte la paléontologie. Le degré de parenté des organis-



Exemple idéal de l'utilisation des fossiles en biostratigraphie pour la datation précise des couches. Pour une meilleure détermination des limites entre deux formations A et B, il faut choisir, de préférence, l'espèce *b* qui a la plus petite extension stratigraphique et qui n'existe que dans les couches de base de la formation B. Les espèces *c* et *d* sont également de bons fossiles spécifiques. L'espèce *e* ne peut être utilisée que pour une datation approximative des limites. L'espèce *a* a une grande extension stratigraphique; elle existe dans les deux formations et, par conséquent, n'offre pas d'intérêt pour une datation précise des couches.

mes actuels ne peut être étudié par la biologie récente — néontologie — que par des méthodes déductives, issues de l'anatomie comparée, de la morphologie fonctionnelle, de l'ontogenèse (évolution de l'individu), de la biochimie, de la génétique, etc. On parvient parfois à des résultats très opposés et à des hypothèses qui ne peuvent être confir-

mées que par une confrontation avec les réalités paléontologiques.

D'autres données, très importantes, que l'on peut lire dans les pierres, concernent le milieu: les données paléoécologiques. Pour les animaux aquatiques, il ne s'agit pas seulement de savoir si l'on est en présence de sédiments marins, lagunaires ou terrestres, mais d'obtenir des informations plus précises, telles que le degré de salinité d'une mer ancienne, sa profondeur et sa température, la direction et la force des courants, l'oxygénation de l'eau, etc.

Certains groupes d'animaux marins, les échinodermes par exemple, sont des indicateurs particulièrement sensibles des conditions de vie, donc, de bons informateurs. Les animaux terrestres nous renseignent plutôt sur la température, l'humidité ou l'aridité du sol, les modifications climatiques et les changements saisonniers de l'atmosphère.

L'apport des fossiles est important pour la paléogéographie. L'étude des êtres vivants au cours des périodes géologiques nous permet de deviner et de reconstituer le tableau géographique d'une région, éventuellement de comprendre la répartition des continents et des mers. Cette étude est aujourd'hui très actuelle dans le cadre de l'étude générale du caractère et de l'évolution de l'écorce terrestre, des mouvements des continents et des fonds océaniques, du déplacement des pôles magnétiques et d'autres études géophysiques ou géographiques.

La paléontologie vient compléter la lithologie (étude des roches) et la géochimie. L'activité des organismes vivants a beaucoup influencé et continue à agir sur les processus géochimiques dans l'atmosphère, sur le sol et dans l'eau. N'oublions pas que l'oxygène libre, essentiel pour la vie des organismes supérieurs, résulte de cette activité. En outre, les organismes ont joué et jouent un rôle important dans les cycles géochimiques des carbonates, du soufre, du phosphore, du carbone et d'autres éléments. Les organismes fournissent les matériaux pour la formation de sédiments importants et déterminent leurs structures, de sorte qu'une étude approfondie des roches sédimentaires, en particulier des carbonates, est impossible si l'on ne tient pas compte du rôle des organismes.

Le sujet des fossiles et de la paléontologie est loin d'être épuisé. Dans l'étude générale sur la vie et le milieu, et, en particulier en ce qui concerne le rôle de la paléontologie dans la défense et la conservation du milieu, il y aurait encore beaucoup à dire. Ce sont des sujets dont traitent les revues paléontologiques spécialisées. Notre ouvrage a un but quelque peu différent. Il est consacré à la faune du primaire et ne fait que des incursions exceptionnelles dans le domaine du secondaire. Le primaire est la plus ancienne époque de l'histoire de la terre, pour laquelle les fossiles nous fournissent de nombreux documents. On peut dire que le début de l'ère primaire est aussi le début du

développement de la faune sur notre planète. Bien que l'on connaisse des restes de certains groupes d'invertébrés dans l'antécambrien (protéozoïque), ils sont si différents de ceux du primaire et il y en a relativement si peu qu'il nous faut considérer le début de l'ère primaire comme une ligne de partage dans l'histoire de la vie sur la terre. Depuis l'époque où la paléontologie et la biostratigraphie sont devenues des sciences, les chercheurs n'ont pas réussi à expliquer comment sont apparus brusquement, dans le cambrien inférieur, presque tous les embranchements d'invertébrés et, peut-être même, les vertébrés primitifs.

Si nous devons décrire, dans notre ouvrage, les centaines de milliers d'espèces d'animaux qui habitaient dans les eaux et sur la terre à l'ère primaire, cela produirait une bibliothèque immense, et outrepasserait les forces d'un seul homme. Un ouvrage de référence, comme *Treatise on Invertebrate Paleontology* comprend déjà plusieurs volumes et est constamment complété et mis à jour par une équipe de spécialistes du monde entier. L'objet de notre ouvrage est d'être seulement un répertoire qui montrera la beauté et la diversité de la faune d'époques vieilles de 220 à 600 millions d'années, et de permettre d'imaginer, à partir de ces restes de pierre incomplets, la vie merveilleuse de ces mers et de ces continents, perdus dans la nuit du passé.

Récolte des fossiles

Un proverbe bien connu dit que, si l'on veut vendre la peau de l'ours, il faut d'abord l'avoir tué. De même, si l'on veut constituer une collection de fossiles, il faut d'abord en récolter. Il est vrai qu'il s'agit d'animaux morts depuis longtemps, qui ne peuvent se sauver. Mais il faut rester constamment en éveil. On ouvre tous les jours des tranchées (pour des travaux de construction, par exemple) ou des carrières, qui révèlent des couches riches en fossiles. Si l'on néglige de s'en occuper, elles seront refermées et des fossiles précieux seront perdus pour longtemps. De plus les sites classiques vieillissent, se délabrent et perdent progressivement de leur valeur. La qualité des résultats des recherches paléontologiques dépend de la richesse des trouvailles de fossiles et de la méthode employée pour les analyser.

Ceux qui recherchent des fossiles le font dans un but scientifique, ou bien pour satisfaire leur goût de la paléontologie. On a déjà parlé de l'utilité scientifique, professionnelle ou documentaire des récoltes. Les paléontologues ont pour but d'accumuler la plus grande quantité possible d'informations qui pourront être utilisées en biologie, en stratigraphie, en écologie, en paléogéographie, etc. Les collections des amateurs sont de deux sortes. La première, heureusement de plus en

plus rare, comprend celles qui n'ont qu'un but décoratif, ou bien qui ne rassemblent que des pièces rares, très bien conservées, objets de la fierté de leur possesseur. Ces collections, si elles sont accompagnées de références sérieuses, ont un certain intérêt scientifique. Il en va rarement ainsi et, bien souvent, le scientifique jette un coup d'œil attristé sur cette occasion gâchée, en s'en indignant.

La seconde sorte de collection est celle des amateurs qui effectuent un travail d'une valeur certaine et qui sont en fait des collaborateurs précieux pour les chercheurs. Ce sont des gens curieux, qui prennent leur collection au sérieux. Leurs collections sont complétées de nombreux documents, concernant surtout les localisations. Elles présentent souvent des groupes entiers, provenant soit de sites connus, soit de fouilles particulières dont les spécialistes n'ont pas eu connaissance ou qu'ils n'ont pas eu le loisir de visiter. Ces amateurs se livrent souvent à des études personnelles où ils obtiennent des résultats importants.

Les conseils qui suivent s'adressent à tous ceux qui s'intéressent aux fossiles et qui sont tentés par «l'aventure de la connaissance». La recherche en paléontologie exige patience et constance. Un début modeste ne doit pas décourager; les collections les plus riches ont toutes commencé petites. Le collectionneur, s'il est vraiment sérieux, doit avant toute chose savoir observer. Jadis on ramassait, puis on observait en laboratoire; maintenant la démarche est inverse. On observe sur le terrain avant de récolter. Pour ce qui est de l'origine, le plus important est de savoir si le fossile se trouvait dans un éboulis ou dans la roche elle-même. On précise ensuite la position du fossile dans la roche: est-il dans la position qu'il occupait durant sa vie, ce qui est habituel pour les animaux fixés, tels que les coraux ou les bryozoaires, ou s'agit-il de restes transportés et déposés? Parfois, d'après la position du fossile, on peut déterminer le sens du courant. Si l'on ramasse des fossiles dans un terrain où sont représentées des couches d'âges géologiques différents, il est bon de vérifier quelles couches ou quels horizons renferment ou non des fossiles. Il est évident que l'on essaye de trouver le plus grand nombre d'espèces différentes dans chaque couche fossilifère et de connaître ainsi le caractère et les modifications éventuelles des ensembles. Au cas où il y a plusieurs horizons fossilifères pétrographiquement différents, une telle détermination servira, plus tard, pour les recherches dans une zone plus large que celle du site d'origine.

La composition pétrographique des couches doit être déterminée dans chaque cas. Il est des roches qui se laissent facilement fendre dans le sens des surfaces incluant des fossiles; les récoltes y sont relativement simples et faciles. Plus difficile est la récolte des fossiles

inclus dans les roches massives dures, telles que certains calcaires ou certaines roches siliceuses dans lesquelles le fossile est, pour ainsi dire, soudé avec la roche; souvent, en détachant un morceau de la roche, on cause des dommages au fossile. Les collectionneurs expérimentés recherchent alors dans ce cas des fossiles déjà presque exhumés dans des roches fortement érodées, ou à la surface des couches dont il est beaucoup plus facile d'extraire les échantillons.

Les paléontologues actuels se consacrent à la recherche de parties tendres de roches déjà en voie de dislocation, en particulier les calcaires, entamés par l'érosion, selon des lignes tectoniques, comme les fractures. Le lavage de telles parties de roches sur lesquelles les anciens paléontologues ne se seraient pas penchés et le tri des restes sur le site rendent possible de trouver une grande quantité d'exemplaires parfaitement conservés et souvent complets de petits brachiopodes, gastropodes, échinodermes, etc, que l'on n'aurait pas soupçonnés dans la roche fraîche.

Les anciens collectionneurs, et parfois même certains aujourd'hui, ne ramassaient que les fossiles positifs et non les empreintes, leur négatif. Il faut bien comprendre que le positif n'est, la plupart du temps, que le contenu lisse de l'intérieur des valves ou des carapaces dont la surface, avec ses ornements importants, n'a été conservée que dans ces négatifs que le collectionneur avait dédaignés. Pour certains groupes d'animaux, certaines espèces ou unités systématiques supérieures ne peuvent être déterminées que par comparaison du positif et du négatif. Voici deux exemples classiques: dans les schistes de l'ordovicien moyen de Bohême, on trouvait de nombreuses concrétions siliceuses, mais calcaires à l'origine, contenant une faune magnifiquement conservée. Dans cette faune, il y avait des fossiles précieux et rares de deux représentants de familles d'échinodermes cystoïdés complètement distinctes, mais qui avaient la même thèque, en forme de poire, alors que le système ambulacraire avait une structure systématique absolument différente. Le premier d'entre eux, *Pyrocystites*, a une petite bouche et de très longs sillons ambulacraires minces se ramifiant en courts canalicules secondaires, à l'extrémité desquels se trouvent les facettes réniformes pour les bras. Le représentant de la seconde famille, *Arhegocystis*, a une grande bouche pentagonale, d'où partent en éventail cinq courts sillons ambulacraires, terminés par les facettes brachiales. Tout ceci n'a pu être déterminé qu'à partir de cinq exemplaires chez lesquels des collectionneurs éclairés avaient laissé les empreintes ou qui n'ont été découverts que très récemment. Quant aux 150 noyaux internes soigneusement rassemblés et qui ont une belle forme en poire, ils ne servent pratiquement pas au spécialiste.

Le second exemple est encore plus significatif. Comme on l'a dit dans les descriptions, des échinodermes du genre *Hemicystites* se fixaient sur les carapaces des grands trilobites du genre *Selenopeltis*, qui vivaient et nageaient librement dans les mers de l'ordovicien moyen. Il y en avait parfois plus de vingt sur une seule carapace et il est assez difficile de trouver un exemplaire de ce trilobite qui en soit dépourvu. Mais nous ne savons cela que depuis relativement peu de temps, depuis que l'on récolte soigneusement les empreintes de ces trilobites. Par contre, sur les positifs, c'est-à-dire les noyaux que l'on ramassait exclusivement, on ne voit rien, parce qu'ils sont complètement lisses.

Bien entendu, les positifs ne sont pas sans valeur. Ils montrent souvent les empreintes de la structure interne, par exemple des muscles ou de certains organes. Pour connaître parfaitement un fossile il faut, quand cela est possible, ramasser aussi bien les négatifs que les positifs.

Matériel du collectionneur

Pour ramasser les fossiles, il suffit d'avoir un petit matériel simple pour les extraire, les protéger et les transporter. L'outil essentiel est le marteau en bon acier, ou éventuellement une série de marteaux de tailles diverses pour briser les roches et libérer les fossiles. Le meilleur des marteaux géologiques est celui dont l'extrémité est taillée en biseau et qu'on peut utiliser dans les roches tendres en guise de petite pioche. Le paléontologue devra posséder aussi des ciseaux et des poinçons pour mettre au jour les fossiles et les libérer des roches. Une loupe est également indispensable, même à faible grossissement, 4-10 x, mais de dimension assez importante. Les petits fossiles que l'on trouve dans les roches friables seront extraits à l'aide d'une pince en acier, dite d'entomologiste. Il faut encore posséder une carte topographique ou géologique, un carnet de notes et un appareil photographique pour marquer les localités et noter le «lieu-dit». On peut indiquer la position des carrières sur la carte et esquisser, sur son carnet, la disposition des couches fossilifères. Il vaut mieux une esquisse schématique plutôt qu'aucune esquisse, mais on peut aussi faire une photographie.

Le temps passé à prendre des notes n'excède pas celui passé à chercher ou à ramasser. L'idéal serait évidemment d'accompagner chaque fossile de sa fiche signalétique, mais en général il suffit de rassembler toutes les découvertes faites dans une couche particulière, dans un emballage marqué d'un chiffre ou d'un mot de code. Un carnet à souche rend de grands services; chaque feuillet détachable

accompagnera un fossile et les indications correspondantes seront notées sur la souche. Le collectionneur ne doit jamais se fier à un instrument aussi peu fidèle que la mémoire. Le fossile trouvé peut être déterminé et classé cent fois de suite mais, si on oublie une seule fois la localisation, on ne pourra jamais la retrouver. C'est ainsi que de très beaux fossiles n'ont aucune valeur pour la recherche scientifique.

Il faut apporter un grand soin à l'emballage et au transport des matériaux récoltés. Les pièces écorchées ou éraflées ne peuvent être parfaitement restaurées. Chaque fossile résistant est enveloppé autant que possible seul dans du papier journal; il est préférable d'envelopper dans du coton et de mettre dans une boîte ou une éprouvette les fossiles fragiles, friables ou très petits. Tout le matériel du collectionneur peut tenir dans un sac de voyage ou une sacoche. On doit ranger dans des caisses, en les immobilisant, les grosses pièces destinées à voyager en auto ou en train. On disposera sur le fond les grandes plaques à fossiles pour éviter qu'elles se brisent.

Préparation et conservation des fossiles

Il faut en général nettoyer, arranger, coller les pièces que l'on a trouvées avant de les disposer dans sa collection, pour les débarrasser de leur gangue, les reconstituer et protéger celles qui sont fragiles d'un fractionnement possible. Pour procéder à une préparation même rudimentaire, on doit disposer de pinces coupantes ou de tenailles aux mâchoires acérées, d'une paire de bons ciseaux et de poinçons, d'un support solide qui peut être constitué par un sac rempli de sable ou bien par une plaque de plomb. Une bonne loupe ou un microscope binoculaire sont indispensables. Il faut, en plus, de la patience et de la délicatesse. Maintenant, on se sert très souvent d'un petit moteur électrique auquel s'adaptent une série de poinçons et des ciseaux. Dans certains cas, par exemple pour libérer d'un calcaire des coquilles siliceuses, on peut utiliser des préparations chimiques.

Les pièces trouvées nécessitent habituellement un lavage; seuls les fossiles des schistes argileux doivent être, de préférence, nettoyés à l'alcool et à la brosse douce, afin de ne pas transformer en un bloc d'argile molle un bel exemplaire. On enlèvera à l'aide de la pince ou des tenailles les parties de roches inutiles. Mais à moins qu'il ne s'agisse d'un noyau libre, il ne faut pas essayer par la force de séparer un fossile de la roche qui l'enserme. La surface externe est souvent soudée à la roche et on risque de l'endommager ou de la briser. Du reste, la roche mère, la roche dans laquelle le fossile s'est conservé, en apprend souvent beaucoup sur l'appartenance stratigraphique ou sur les

conditions écologiques du milieu dans lequel vivait le fossile. Les fossiles fendus ou cassés peuvent être adroitement recollés, mais, en ce qui concerne les calcaires, il ne faut pas utiliser de colle renfermant de l'acide qui, à la longue, corrode le fossile. On se servira de colles spéciales.

Pour conserver les fossiles fragiles, on peut utiliser par exemple, une dissolution d'acrylite dans l'acétone ou d'autres agents. Elle doit toujours être fortement diluée; il faut que les minces parois des coquilles s'imprègnent, sans que le produit de conservation forme, à leur surface, une pellicule brillante qui masque des détails intéressants qu'il ne serait plus possible ensuite d'observer et d'étudier. Des manuels spécialisés donnent tous les renseignements utiles sur la préparation et la conservation des microfossiles et des restes osseux.

Pour l'étude et la détermination précise des espèces de certains groupes d'invertébrés, comme les coraux, les bryozoaires et les brachiopodes, il est nécessaire d'observer la structure interne de leur squelette ou de leur coquille. On utilise alors la technique, assez rigoureuse, des sections polies et des lames minces.

Les sections polies sont plus faciles à obtenir. La roche avec son fossile ou le fossile isolé sont coupés à la scie au carborundum ou au diamant. Une scie à métaux suffit pour les roches tendres. On ponce la surface obtenue à l'aide d'un abrasif fin. Ensuite on observe ou on photographie cette plaque soit à la lumière normale, soit dans un liquide d'immersion qui accentue les détails, tel que l'alcool. On peut aussi colorer cette plaque ou l'attaquer avec des acides appropriés afin d'obtenir un relief.

On peut aussi obtenir de minces lamelles de roche contenant un fossile, ou de fossile seul dont les détails pourront être étudiés par transparence au microscope. Habituellement, le fossile, déjà coupé en plaque, est fixé au baume canadien sur un verre et la partie supérieure est poncée jusqu'à obtenir une lamelle suffisamment mince et transparente. La lamelle peut être colorée pour différencier les structures, elle peut être recouverte d'un autre verre collé au baume canadien pour obtenir une préparation durable.

La collection de fossiles

Les fossiles correctement arrangés, préparés, parfois traités, munis d'une étiquette signalétique et d'un numéro de référence, peuvent être disposés dans la collection. Quand c'est possible, il est bon d'inscrire sur la pièce elle-même son numéro et d'autres indications, telles que le nom de la localité en abréviation, à un endroit où cela ne gêne pas,

sur le dessous ou le côté de la roche mère. Les étiquettes en papier, collées sur la roche même, ne sont pas à recommander, car elles se décolent facilement. On n'oubliera pas de mettre une étiquette dans les boîtes ou dans les éprouvettes renfermant les petits fossiles.

L'intérêt particulier de chaque collectionneur et ses possibilités jouent leur rôle dans l'organisation et l'aménagement de la collection, de même que dans l'orientation de ses activités. Ici il n'existe pas de règles. Mais tous les collectionneurs se heurtent à la nécessité du choix, parmi tout le matériel qu'ils ont ramassé. Il faut se décider très rapidement à ne pas tout ramasser et choisir la façon d'organiser sa collection, afin de pouvoir retrouver rapidement les pièces dont, à un moment ou à un autre, on a besoin. Il faut aussi considérer l'espace dont on dispose, car les fossiles exigent de la place. Si la collection n'est pas destinée au public, on peut la classer d'après les localités, les horizons et couches stratigraphiques ou d'après un système biologique (éventuellement en combinant les deux). Cela permet de rassembler des informations sur les différentes sociétés animales d'un point de vue écologique et biostratigraphique, ou bien de faciliter l'étude biologique de groupes particuliers auxquels le collectionneur s'intéresse plus spécialement (trilobites, coraux, mollusques, etc.).

On dispose en général les fossiles dans des boîtes de forme semblable, mais de tailles différentes, chacune ayant une surface double de la précédente. Cela permet d'utiliser les tiroirs de son classeur, si l'on en a un. Sinon, on peut se contenter de caisses, toujours utiles, ne serait-ce que pour classer les pièces provenant d'une même localité ou bien pour ranger le matériel en dépôt qu'on a l'intention de classer et d'étudier ultérieurement. Il faut répertorier et étiqueter les caisses à l'extérieur, déposer une fiche à l'intérieur et protéger soigneusement le contenu de la poussière.

Il existe une sorte de matériel paléontologique que l'on trouve en général dans les musées, les universités et autres institutions scientifiques, mais qu'on peut rencontrer dans des collections particulières. Ce sont les syntypes et les holotypes, c'est-à-dire les pièces qui ont permis de déterminer et de décrire de nouvelles espèces. Ce matériel a une exceptionnelle valeur et doit être protégé de toutes les manières possibles des dommages ou de la destruction. On doit le marquer de façon bien visible pour éviter toute confusion ou toute erreur de classement et il faut le tenir à part des autres pièces. En effet, ces pièces constituent un matériau de référence soit pour les chercheurs, en cas de modifications de la systématique par exemple, soit pour les étrangers qui veulent comparer des découvertes nouvelles. Des règlements internationaux exigent que ce matériel soit constamment accessible aux spécialistes.

Détermination et classification

Un collectionneur s'intéresse à chacune de ses trouvailles et essaie de la déterminer, de la classer et d'en apprendre le plus possible. Soit en consultant des spécialistes, soit en se penchant sur des manuels, il est confronté au problème de la classification et, de ce fait, avec les méthodes de la pratique scientifique.

Comme toute science, la paléontologie doit organiser les résultats de son étude d'une façon claire, synoptique, afin de les rendre utilisables. La base de la classification paléontologique est représentée par l'espèce, qui est immuable; le genre est l'échelon supérieur plus général; il englobe plusieurs espèces qui se ressemblent. La classification continue, répondant à des concepts de plus en plus généraux, concernant des groupes de plus en plus étendus, mais tous parfaitement définis. Dans le langage scientifique et d'une façon simplifiée, se succèdent: la famille, l'ordre, la classe, l'embranchement.

Le lecteur ou le collectionneur reste parfois réticent devant ces mots savants, souvent en langue étrangère. Mais d'une part, les termes latins ou latinisés sont internationaux et permettent aux spécialistes du monde entier de se comprendre facilement; d'autre part, aucune langue d'aucun pays ne possède assez de vocables pour tous les animaux vivants, et à plus forte raison pour les fossiles. Les vocables qui existent se généralisent difficilement et leur utilisation reste étroitement locale. On assimile en fait facilement les appellations latines.

La méthode de classification internationale scientifique des animaux, et des fossiles, est très simple. Le naturaliste Carl von Linné l'a créée en introduisant la classification binaire. Chaque désignation se compose de deux vocables, dont le premier désigne le genre et le second l'espèce. Pour faciliter les recherches, on indique, après le nom de l'espèce, celui du chercheur qui l'a décrite et la date de l'édition où cette espèce a été valablement déterminée. Ces règles sont valables pour les paléontologues et, par exemple, le nom scientifique complet d'un des trilobites décrits dans ce livre est *Harpides grimmi* Barrande, 1872.

Quand, pour une raison quelconque, le nom générique se trouve modifié, soit parce qu'on a rattaché une certaine espèce à un autre genre soit parce que l'on a divisé un genre en plusieurs genres voisins, on met le nom de l'auteur entre parenthèses. Par exemple, le trilobite *Odontochile hausmanni* a d'abord été décrit par Brongniart sous l'appellation *Trilobites hausmanni*. Après division de ce genre, l'espèce de Brongniart fut classée dans le genre *Odontochile* et l'appellation scientifique actuelle de ce trilobite est *Odontochile hausmanni* (Brongniart, 1822).

Pour les échelons systématiques supérieurs, on utilise également des noms latins ou latinisés, comportant souvent des suffixes obligatoires; le suffixe *-idae* pour la famille, par exemple. On peut créer à l'infini des vocables désignant les ordres ou les échelons supérieurs.

Encore un mot pour conclure. Dernièrement, on a pensé que le système de Linné pouvait être modifié et qu'on pouvait remplacer par un code chiffré des appellations étranges et difficiles à mémoriser. Mais on s'est heurté là à une difficulté importante. Les scientifiques, donc les paléontologues, qui s'occupent des sciences de la nature, n'ont pas nécessairement la mémoire des désignations chiffrées (par exemple 281735 42218: le trilobite *Paradoxides gracilis*)...

INDEX

- Acantherpestes* 138
Acantherpestes vicinus 138
Acanthochitona caliozona 48
Acanthodii 178, 179
Aegiromena aquila 40
Agetochorista tillyarhi 137
Agnatha 174, 175
Agnostida 102
Agraulos ceticephalus 106
Aistopoda 194
Ammodiscus 17
Amphibia 186–195
Anaconularia anomala 22
Anahamulina subcylindrica 85
Anarcestes plebejus 76
Anarcestina 76
Anthozoa 24–29
Anthracosauria 188
Anthracosaurus 188
Anthracosaurus dyscriton 188
Antiarchi 176
Arachnocystites infaustus 140
Archaeogastropoda 58
Archegocystis 213
Archegonaster 160
Archegonaster pentagonus 160
Archiscudderia 139
Archiscudderia tapeta 139
Aristocystites bohemicus 142, 143
Aristozoe 93
Aristozoe memoranda 92, 93
Arthodira 177
Arthroacantha 203
Arthropoda 90–139
Articulata 36–47
Asaphacea 108
Asteriacites fallax 204
Asterioidea 164, 165
Asteropyge punctata 129
Asteropygidae 129
Astylospongia 19
Astylospongia praemorsa 19
Atrypa 46
Atrypa renitens 46
Atrypa verneuiliana 46
Aulacopleura konincki 118
Aviculopecten multiplicans 56
Barrandeoceras bohemicum* 67, 74
Bathmoceras praeposternum 68
Batostoma 30
Batostoma minnesotense 30
Batostoma poctai 30
Bellerophon 58
Bellerophon vasulites 58
Beyrichia 95
Beyrichia latispinosa 95
Beyrichia moodleyi 95
Billingsella 37
Billingsella coloradoensis 37
Birkenia 175
Bivalvia 52–57
Blastoidea 144–147
Blessures 200, 201
Bohemoharpes ungula 121
Bohemopyge 109
Bohemopyge discreta 108, 109
Boiotremus fortis 58, 59
Bojoptera colorata 135
Bojoscutellum paliferum 113
Bolloceras 73
Bolloceras rex 73
Bothryolepis 176
Bothryolepis canadensis 176
Brachiopoda 34–47
Branchiosaurus 186
Branchiosaurus salamandroides 186
Bryozoa 30–33
Bumastus 114
Bumastus hornyi 114
Calamoichthyes 180
Calcarea 18
Calceola 25
Calceola sandalina 25
Calcichordata 172, 173, 158
Calcidocrinus multiramus 152
Calymenina 124
Camerata 151
Cancrinella altissima 42
Cardiola 53
Cardiola docens 52, 53
Carneyella pilea 203
Cephalopoda 64–85
Ceratiocaris 93
Ceratiocaris bohemicus 93
Ceratiocaris papilio 93
Ceratites 80
Ceratites semipartitus 80
Cheirocrinus 141
Cheirocrinus insignis 141
Cheirolepis 181
Chelodes 49
Chelodes bohemicus 49
Cheirurina 124
Cheirurus insignis 124
Chonetes tardus 42
Chordata 174–199
Climatius 179
Coelenterata 20–29
Collignoniceras woolgari 84
Commensalisme 202, 203
Conchidium 39
Condylopyge rex 103
Conocoryphe 104
Conocoryphe sulzeri 104
Conularia 203
Conularia niagarensis 22
Conulata 22
Corbuloceras corbulatum 70
Cornuproetus 117
Cornuproetus venustus 116
Cornuta 173
Cothurnocystis elizae 173
Crinoidea 150–155
Crossopterygii 184
Crotalocrinites 152
Crotalocrinites rugosus 152
Crustacea 92–95
Cryphops cryptophthalmus 127
Cryptodonta 52
Cryptostomata 32–33
Ctenocephalus coronatus 105
Ctenodonta 54
Ctenodonta bohémica 54
Ctenodus obliquus 182, 183
Cyclomedusa 20
Cyclomedusa plana 20
Cyclopygacea 110
Cymostrophia stefani 41
Cyrtia 44
Cyrtia exprorecta 44
Cyrtoceras 68
Cystoidea 140–143
Dalmanitidae 128
Dalmanitina proaeva 129
Deltoblastus timorensis 147
Dendrocystites harrandeii 159
Dendroidea 168, 169
Dicranopeltis scabra 130
Dicranurus monstrosus 133
Dictyonema flabelliforme 169
Dimorphicnus obliquus 204
Dinichthys (Dunkleosteus) 177
Diplopoda 138, 139
Diploporita 142
Diplovertebron punctatum 189
Discosauriscus 191
Discosauriscus potamites 190, 191
Discosauriscus pulcherrimus 191
Dolichosoma longissimum 194
Drahomira 51
Drevermannia 117
Echinodermata 140–167
Echinoidea 166, 167
Ectillaenus parabolinus 114
Edaphosaurus sp. 196
Edrioaster bigsbyi 157
Edrioasteroidea 156, 157
Elasmobranchii 178–179
Ellesmeroceratida 68
Ellipsocephalacea 100
Ellipsocephalus 101
Ellipsocephalus hoffi 100, 101
Ellipsostrenua grippi 101
Ellipsotaphrus 111
Ellipsotaphrus monophthalmus 111
Encrinaster 163
Encrinaster roemeri 162, 163
Endoceras sp. 64
Endoceras novator 65
Endoceratoidea 64
Entelophyllum (Xylodes) 24
Entelophyllum prosperum 24
Eocheilodes 49
Eocrinoidea 148, 149
Eoharpes bentignensis 121
Eoporpita 20
Eoporpita medusa 21
Eospirifer togatus 44
Ettoblatina 137
Ettoblatina bohémica 137
Eucephalaspis 175
Eucephalaspis lyelli 174, 175
Euryalae 162
Eurypterida 90, 91
Eurypterus 91
Eurypterus fischeri 90, 91
Eusthenopteron 185
Famatinolithus noticus 123
Favosites 27
Favosites gothlandicus 27
Favosites tachlowitzensis 26, 27
Fenestella antiqua 32
Fenestrellina 32
Fenestrellina capilosa 32
Fissiculata 145, 146
Flexibilia 154
Flexicalymene 124
Flexicalymene incerta 124
Foraminifera 16, 17
Furca bohémica 96
Furcaster 163
Furcaster palaeozoicus 163
Fusulina sp. 16
Gastropoda 58–63
Germaropyge germari 101
Gogia 149
Gogia prolifica 149
Gompholepis panderi 183
Gonioclymenia speciosa 78, 79
Graptoloidea 170, 171
Gymnites 83
Gymnites incultus 83
Gypidula 39
Gypidula caduca 38
Gyrocytis harrandeii 159
Halysites catenularia 27
Harperopsis 94
Harperopsis bohémica 94
Harpides 120
Harpides grimmeri 120, 218
Harpina 120
Helcionella 58
Helcionella subrugosa 58
Heliolitoidea 28
Heliolites decipiens 28, 29
Helioplasma 29
Helioplasma aliena 29
Helioplasma kolihai 29
Helminthopsis 204
Hemichordata 168–171
Hemicystites 156, 214
Hemodia 203
Heteroschima gracile 145
Hexameroceras panderi 72
Homalozoa 158, 159
Homocystites alter 141
Hydnoceras 19
Hydnoceras tuberosum 18
Hydrocephalus 99
Hydrocephalus carens 99
Hydrozoa 20, 21
Hyalitha 88, 89
Hysterolites nereii 44
Iliaenidae 114
Inadunata 152
Inarticulata 34, 35
Insecta 134–137
Intrapora irregularis 203
Ivdelinia 39
Ivdelinia procerula 39
Jivinella 37
Jivinella incola 36, 37
Junocrinus globulus 201
Keraterpeton 192
Keraterpeton crassus 193
Keriophyllum tabulatum 25
Koremagraptus 169
Koremagraptus spectabilis 168, 169
Lagynocystites pyramidalis 173
Latimeria chalumnae 184, 185
Lachritrochoceras 71
Lachritrochoceras trochoides 71
Leiopteria macro 56
Lepidocentrus 167
Lepospondyli 192
Leptaena 40
Leptaena depressa 40
Leptostraca 92
Lichenoides priscus 148
Lichida 130
Lingula 34, 35
Lingulella 34, 35
Lingulella insons 34
Lingulobolus 34
Lingulobolus feistmanteli 34
Loxonema sinuosum 63
Lyeosuchus sp. 198, 199
Machaeracanthus 179
Macrosaphites yvoni 85
Mantelliceras mantelli 83
Marella 96
Marella splendens 96
Maxillites maximus 88, 89
Megalaspides dalecarlicus 108
Meganeura sp. 134
Michelinoceratida 68

Microparia 110
Microphaga 72
Mimagoniatites 77
Mimagoniatites fecundus 77
Mitrata 172–173
Mitrocystites mitra 172
Mollusca 48–85
Mollusca (?) 86–89
Monograptus lobiferus 171
Monograptus priodon 170, 171
Monoplacophora 50, 51
Monotrypa kettneri 31
Monotrypa undulata 30
Myzostomida 201

Nanillaenus 114
Nautilus 66, 74
Nautilus pompilius 74
Neoceratodus 182
Neoceratodus forsteri 183
Neoloricata 48
Neopilina galathea 50
Nisusia kuthani 37
Novakella 110
Novakella bergeroni 110
Nowakia 87
Nowakia cancellata 86
Nuculana 55
Nuculana pernula 55

Obolus 35
Obolus complexus 35
Octamerella
calistomoides 72
Odontochile 129, 218
Odontochile hausmanni 128, 129, 218
Odontopleura ovata 133
Odontopleurida 132
Ophiderpeton 194
Ophioceras 67, 71
Ophioceras rudens 71
Ophiurida 162
Ophiuroidea 162, 163
Opsimasaphus nobilis 108
Oriostoma 62
Oriostoma eximium 62
Orthacanthus bohemicus 179
Orthis 37
Orthis callactis 37
Orthoceras 68
-Orthoceras- arion 66, 67
Orthonychia 61
Osteichthyes 180–185
Ostracoda 94
Ostrava 134
Ostrava nigra 134

Ostrea 56
Otarion diffractum 118

Palaeoconcha 52
Palaeoloricata 48
Palaeonisciformes 180
Paleoxyris 179
Panenka 53
Panenka expansa 53
Paradoxidacea 98
Paradoxides gracilis 98, 99, 219
Parakionoceras 69
Parakionoceras originale 69
Paramblypterus rohani 180
Parapyxion 95
Parapyxion subovatum 95
Parasitisme 200–201
Pauxilites 89
Pauxilites solitarius 89
Peismoceras 67
Pentremites 146
Pentremites godoni 146
Pernerocrinus 153
Pernerocrinus paradoxus 153
Peronopsis 103
Phacopida 124
Phacopidae 126
Phacops rana 126
Phacops rana
crassituberculata 126
Pholagnostus nudus 102
Phestia 54
Phestia attenuata 55
Phillipsia 119
Phillipsia gemmulifera 119
Plithinosuchus 199
Phyloblatta 137
Phyloblatta sp. 136
Phyllocarida 92
Pinacites jugleri 77
Placodermi 176, 177
Placoparia barrandei 125
Platyceras 60
Platyceras anquis 61
Platyceras elegans 61
Platyceras gregarium 60, 61
Pleurojulus 139
Pleurojulus levis 139
Polydeltoideus plasovae 144, 145
Polydora 207
Polyplacophora 48, 49
Polypterus bichir 180
Porifera 18, 19
Porpita 21
Posidonia 57
Posidonia becheri 57

Praecardium 53
Pricyclopyge binodosa 110
Proetacea 116, 118
Proplacenticeras 83
Proplacenticeras
orbignyianum 82, 83
Protaxocrinus 155
Protaxocrinus svobodai 155
Proteocystites flavus 143
Protopalaeaster 164
Protopalaeaster
narrawayi 164
Protorthoptera 137
Protospongia mononema 19
Protospongia novaki 19
Ptenoceras 67
Pteraspis cornutus 175
Pterygotus 91
Pterygotus bohemicus 91
Pterygotus buffaloensis 91
Ptychoparia 104
Ptychoparia striata 104
Ptychopariina 104
Pycnosaccus 155
Pycnosaccus bucephalus 155
Pyritocephalus sculptus 180
Pyrocystites 213

Radotina kosorensis 177
Reedops cephalotes 127
Reptilia 196–199
Reteporina prisca 32
Retipilina knighti 50
Rhabdammina 16
Rhenechinus 167
Rhenechinus hopstätteri 166, 167
Rhipidomena 203
Rhizocorallium 207
Rhizopoda 16, 17
Rhombifera 140
Richthofenia 42
Richthofenia lawrenciana 43
Rizosceras 67

Sao 106
Sao hirsuta 106
Scutellum 201
Scyphocrinites 61, 151
Scyphocrinites elegans 150, 151
Scyphozoa 22, 23
Selenopeltis 133, 156, 214
Selenopeltis buchi 132, 133
Seymouria 190, 191
Seymouriamorpha 190
Sieberella 39
Sieberella sieberi 38, 39

Silicea 18, 19
Siluraster 164
Siluraster perfectus 164
Solenopleura
canaliculata 107
Solenopleuracea 106
Somasteroidea 160, 161
Sphaerexochus mirus 125
Sphaerocodium 202
Sphenothallus 23
Sphenothallus
angustifolius 23
Spiniscutellum
umbelliferum 112
Spiraculata 146
Stenoparia 114
Sthenaropoda fischeri 137
Strenuella 101
Striatostyliolina 87
Striatostyliolina peneau 87
Stringocephalus burtini 46
Stromatocystites 156
Stromatocystites
pentangularis 156
Styliolina 87
Styliolina fissurella 86

Symbiose 202, 203

Tabulata 26
Taxocrinus 154
Taxocrinus coletti 154
Tentaculites 86
Tentaculitida 86–87
Terataspis grandis 131
Thallograptus 169
Thallograptus muscosus 169
Therapsida 198
Thysanopeltis 113
Thysanopeltis speciosum 113
Tigillites 207
Tigillites vertebralis 207
Tirolites 81
Tirolites idrianus 81
Traces 204–207
Tremanotus 59
Tremanotus civis 59
Trepstomata 30, 31, 32
Tretaspis 122
Trilobita 98–133
Trilobites hausmanni 218
Trilobitomorpha 96, 97
Trimerocephalus 127

Trinucleina 122
Trinucleoides reussi 122
Trochoceras 68
Trochocystites
bohemicus 158, 159
Troostocrinus reinwardti 146
Tryblidium reticulatum 50
Tubina 62
Tubina armata 63
Turrilites costatus 85

Urocordylus scalaris 192

Villebrunaster thoralis 160
Vioa 201

Warburgella 117
Weberides 119
Weberides mucronatus 119
Wocklumeria 79
Wocklumeria sphaeroides 79

Xenacanthus 179
Xenacanthus bohemicus 178
Xenodiscus plicatus 81
Xylodes 24

TABLE

| | |
|--|-----|
| Qu'est-ce que la paléontologie? | 5 |
| Nature et formation des fossiles | 8 |
| Tableau des différentes périodes du passé de la Terre | 12 |
| Carte géologique de la France | 14 |
| Descriptions des espèces | 15 |
| Le message des fossiles | 208 |
| Récolte des fossiles | 211 |
| Matériel du collectionneur | 214 |
| Préparation et conservation des fossiles | 215 |
| La collection de fossiles | 216 |
| Détermination et classification | 218 |
| Index | 220 |

2400

