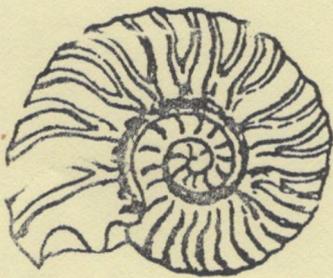
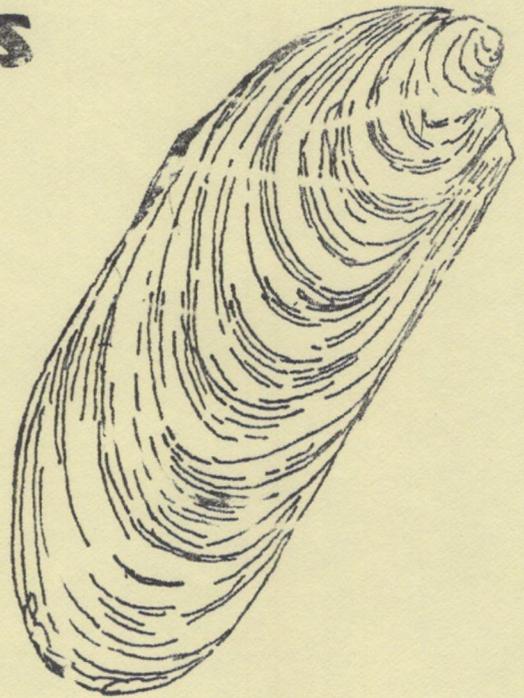
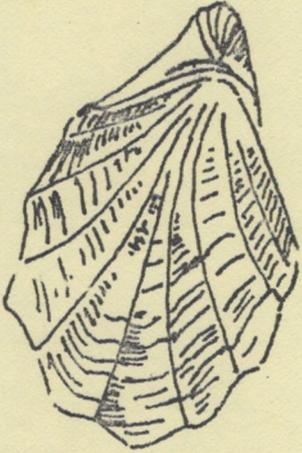


J. SORNAY

Bien sincèrement à vous

J. Sornay

INOCERAMES



EXTRAIT

Bulletin Annuel de

l'Association Géologique Aixoise

n° 9, février 1986, ISSN 02249-0102

Par Jacques SORNAY

Les inocérames sont des bivalves comme les huîtres ou les coquilles Saint Jacques, mais ils sont uniquement fossiles. Ils appartiennent à la superfamille des Ptériacées comme l'huître perlière, *Pinctada* et les *Isognomon* ou *Perna*. Il semble très probable que certains inocérames aussi pouvaient sécréter des perles.

Les inocérames débutent dans le Trias supérieur et s'éteignent au Maastrichtien. On a quelquefois signalé leur présence dans le Tertiaire inférieur mais, jusqu'ici, il s'est toujours avéré que les couches contenant ces inocérames étaient en fait maastrichtiennes. Les inocérames ne sont pas répartis uniformément dans l'ensemble du Secondaire. Abondants à certaines époques, ils sont rares à d'autres. En France, ils sont assez fréquents dans le Lias et la base du Jurassique moyen (Aalénien) mais ils sont rares dans le reste du Jurassique. Peu fréquents dans le Crétacé inférieur, on commence à en trouver souvent dans l'Aptien, ils ne deviennent réellement abondants qu'à partir de l'Albien et ils restent fréquents pendant tout le Crétacé supérieur (Cénomanién-Sénonien).

Caractères de la coquille.

La coquille des inocérames comprend trois couches :

- a) Une couche externe ou péριοstracum, de nature cornée, faite d'une substance organique, la conchioline.
- b) Une couche moyenne dite prismatique, formée de prismes de calcites, perpendiculaires à la surface de la coquille.
- c) Une couche interne dite couche nacrée formée de cristaux d'aragonite aplatis, disposés en couches parallèles alternant avec des couches de conchyoline.

Le péριοstracum a toujours disparu sauf cas exceptionnels. La couche nacrée est rarement conservée. Seule reste la couche prismatique. Cette couche est épaisse par rapport à ce qu'on voit chez beaucoup de bivalves. Les prismes de calcite y sont longs et minces, ce qui entraînent deux conséquences. D'abord cette couche prismatique peut se déformer sans se fracturer ce qui peut entraîner des difficultés pour la détermination des espèces, la déformation pouvant ne pas être visible. La deuxième conséquence est plus importante. La couche prismatique, de par sa constitution est fragile aux chocs et se brise facilement lorsque les coquilles sont dans des eaux agitées où se déposent des sédiments grossiers. Les coquilles seront donc en moyenne mieux conservées dans des sédiments fins déposés en eau calme. Cela donne l'impression fautive que les inocérames préféreraient les eaux tranquilles. Chez les bivalves, l'articulation des deux valves entre elles se fait ordinairement d'une part grâce au ligament de nature organique, chitineuse qui maintient les deux valves ensemble, d'autre part grâce à un système de dents et le ligament seul assure le maintien et l'articulation des valves. Il est logé dans une série de fossettes allongées alignées sous le crochet sur une

aire ligamentaire, surface plane faiblement concave. La largeur de l'aire ligamentaire, la hauteur des fossettes et leur largeur varient beaucoup suivant les espèces d'inocérames (fig 1).

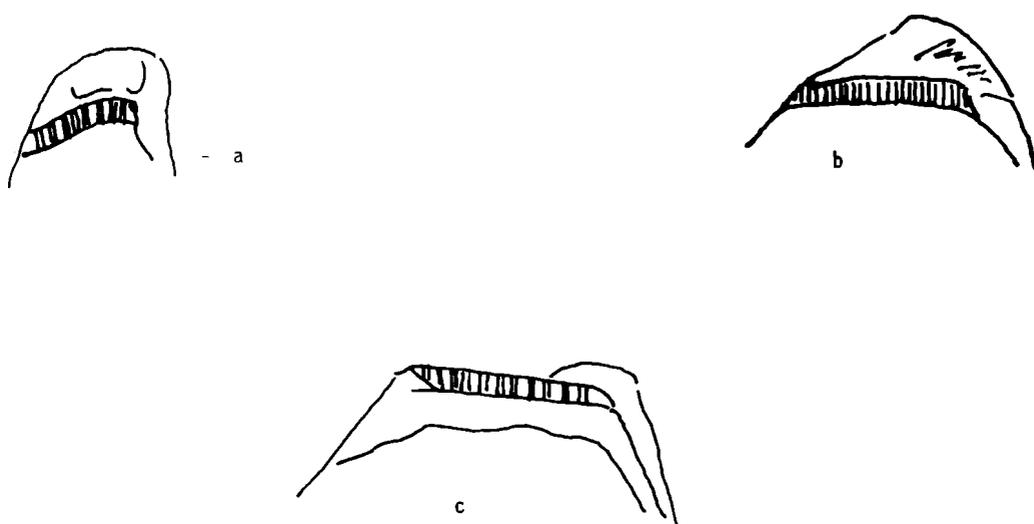


Fig. 1. a) I. concentricus Park. (Albien).
 b) I. crippsi Mant. (Cénomanién).
 c) I. brongniarti Mant. (Turonien).

La forme de la coquille est très variable. Elle peut être très allongée comme chez la moule I. mytiloides ou, au contraire, étirée dans le sens transversal. La coquille est relativement peu bombée en général. Mais elle peut être très plate comme chez I. martelli du Sénonien ou, au contraire, très bombée comme chez I. involutus ou I. cordiformis qui sont aussi du Sénonien. (fig)

L'ornementation est généralement simple, formée de côtes plus ou moins concentriques par rapport au sommet de la coquille. Ces côtes peuvent être égales ou bien inégales se groupant et se combinant entre elles de diverses façons. Il y a rarement des côtes radiales dont le type le plus fréquent en France est I. sulcatus de l'Albien.

La taille de la coquille est très variable. Elle peut être petite, de quelques cm. Le plus souvent, elle est de 8-15cm. Elle est parfois géante atteignant le mètre. Enfin, des traces de couleur sont parfois conservées sur la coquille. Le cas le plus célèbre est celui de I. pictus, l'inocérame peint, qui doit son nom aux bandes brunes rayonnantes sur la coquille du type de l'espèce.

Mode de vie.

On est assez mal renseigné sur le mode de vie des inocérames. Comme on les trouve très souvent dans des faciès fins, on a pensé qu'ils vivaient surtout dans des faciès profonds, bathyaux. On sait maintenant qu'il n'en est rien. D'une part, il y a des sédiments fins correspondant à des milieux peu profonds comme les vasières des mangroves ; d'autre part les inocérames sont toujours mieux conservés dans les sédiments fins déposés en eau calme que dans les sédiments grossiers déposés en eau agitée. Cela tient à la fragilité de la couche prismatique de la coquille des inocérames.

La grande variété de forme de la coquille conduit à penser que les modes de vie de ces animaux étaient très variés. Divers auteurs se sont occupés de ces questions et ont montré que les inocérames vivaient dans des milieux très divers. On les trouve dans des sédiments fins où les coquilles sont souvent bien conservées, mais aussi dans des grès plus ou moins grossiers, parfois dans des conglomérats ou même des faciès ligniteux. Le paléontologiste russe Aliev (1958) pense que les inocérames très bombés et inéquivalés comme *J. involutus* du Sénonien devaient vivre un peu enfoncés dans la vase. Certaines formes très plates comme *J. cycloides* du Sénonien, à coquille mince, devaient vivre à plat sur des vases molles. D'autres formes étaient probablement capables de nager à la manière des coquilles Saint Jacques actuelles. D'autres semblent avoir eu un byssus et avoir été fixées comme les moules actuelles (Abel 1926, Seitz 1962, Tanabe 1983) soit sur des troncs flottants, soit sur les arbres des mangroves crétacées. Malgré tout, sauf que ce n'étaient pas des bivalves de grande profondeur et qu'ils vivaient très probablement entre 100 m et une trentaine de mètres de profondeur, les idées sur le mode de vie des inocérames restent encore conjecturales.

La distribution géographique des espèces est souvent très vaste. On peut penser avec l'américain Kauffman (1975) que les larves d'inocérames comme celles de nombreux autres bivalves étaient pélagiques et pouvaient être transportées par les courants.

Importance stratigraphique des inocérames.

La vaste répartition géographique et la succession rapide dans le temps des espèces expliquent leur importance stratigraphique. Sans jouer un rôle comparable à celui des ammonites ou des foraminifères, les inocérames sont précieux pour les corrélations entre régions assez éloignées. Ainsi, de l'Albien au Campanien, les successions de leurs faunes sont à peu près les mêmes dans toute l'Europe occidentale au sens large.

D'autre part, dans certains faciès où les ammonites sont rares, comme les craies sénoniennes, les inocérames permettent d'établir des échelles stratigraphiques précises. De cette importance stratigraphique des inocérames résulte la nécessité de les déterminer avec précision. Toutes les méthodes de détermination dérivent en fait de celles de Heinz (1928) et de Seitz (1934, 1961).

Méthodes de détermination.

Méthode de Heinz. Il propose de baser les déterminations d'espèces sur les caractères d'ornementation de la coquille mais en distinguant avec précision les divers types connus d'ornementation chez les inocérames. Chacun de ces types a reçu de Heinz un nom spécial. Les types les plus courants présentés ici donnent une idée de la méthode (fig. 2).

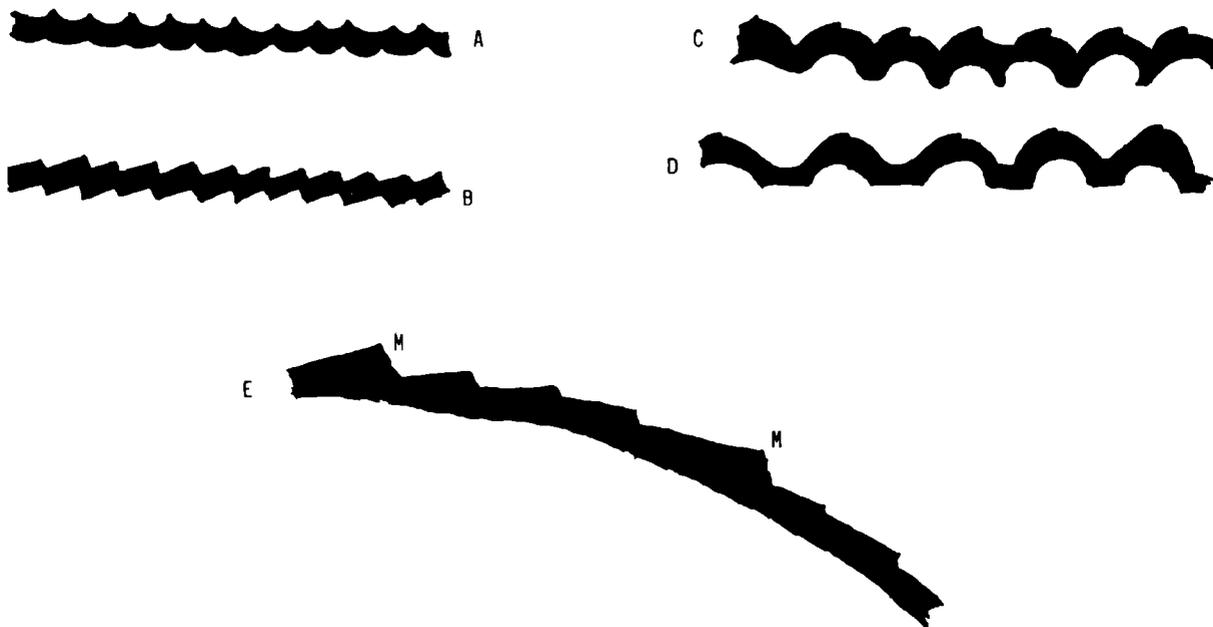


Fig. 2. Sections de coquilles d'inocérames montrant les termes d'ornementation utilisés par R. Heinz.

- A. (Anwachskämme symétriques).
- B. (Anw. dissymétriques).
- C et D. (2 types d'Anwachsringe).
- E. (Anwachsmarken, marquées M).

a) La coquille montre uniquement des stries d'accroissement, simples lignes sur le test. Heinz appelle ce type d'ornementation "Anwachslinien".
Exemple : *I. striatus* Mantell.

b) Chaque strie correspond à une petite crête aigüe symétrique ou dissymétrique. C'est une ornementation de "Anwachskämme".
Exemple : *I. striatoconcentricus* Gümbel.

c) Chaque strie est située sur une petite côte ronde. On a alors des "Anwachsringe".
Exemple : *I. pictus* Sowerby.

d) Certaines stries d'accroissement, régulièrement ou non, sont plus fortes que les autres, dessinant une petite marche parfois haute de plusieurs millimètres. Ces fortes stries sont des "Anwachsmarken".
Exemple : *I. schloenbachi* J. Böhm.

Ces quatre types d'ornementation peuvent se combiner entre eux et aussi avec les grosses ondulations de la coquille qu'on appelle couramment des côtes. Heinz a créé ainsi toute une série de termes correspondant à tous les types possibles d'ornementation de la coquille. La terminologie de Heinz permet de décrire avec beaucoup de précision l'ornementation fine de la coquille. Elle est souvent employée actuellement surtout en Allemagne, en France et en URSS.

Méthode de O. Seitz. Alors que Heinz donnait la priorité à l'ornementation de la coquille, Seitz fait passer en premier la forme de cette coquille. Les stries d'accroissement successives correspondent aux positions successives du bord de la coquille au cours de sa croissance. En mesurant la longueur (1)

et la hauteur (h) des stries et en dressant le tableau des valeurs de l et de h/l, on peut construire la courbe montrant comment se modifie avec l'âge la forme des stries c'est-à-dire du contour de la coquille. (fig 3).

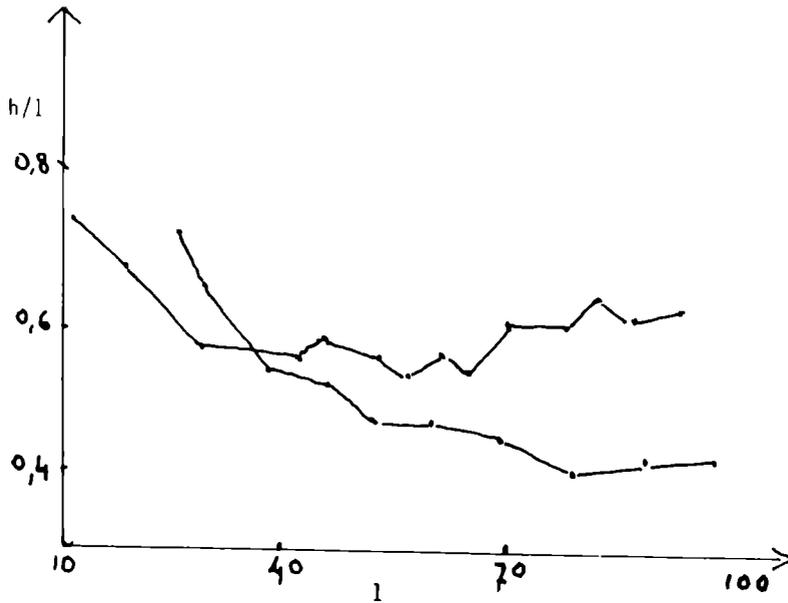


Fig. 3. Exemples de courbes construites en portant en ordonnée les valeurs calculées de h/l et en abscisse les valeurs mesurées de l pour deux espèces différentes d'inocérames.

Seitz a employé successivement deux méthodes pour mesurer h et l. En 1934, dans la première méthode utilisée par lui pour les inocérames du groupe de *I. mytiloides*, la longueur l d'une strie est pour chacune la plus grande dimension mesurable à partir du sommet, la hauteur h étant la plus grande dimension mesurée perpendiculairement à l (fig 4-I). Dans la deuxième méthode en 1961, c'est le bord cardinal qui sert de point de référence et la hauteur d'une strie est la plus grande distance existant entre le bord cardinal et une parallèle à celui-ci (fig 4-II). La longueur est la plus grande dimension perpendiculaire à la hauteur.

Dans les deux méthodes on considère aussi la droite partant du sommet et sur laquelle en 1934 Seitz mesurait la longueur d'une strie. Cette droite D est appelée axe de croissance et l'angle γ qu'elle fait avec le bord cardinal varie suivant la strie considérée.

l, h et γ varient dans un éventail de valeurs caractéristiques pour chaque espèce de même que la courbe construite sur les variations correspondant à l et h/l.

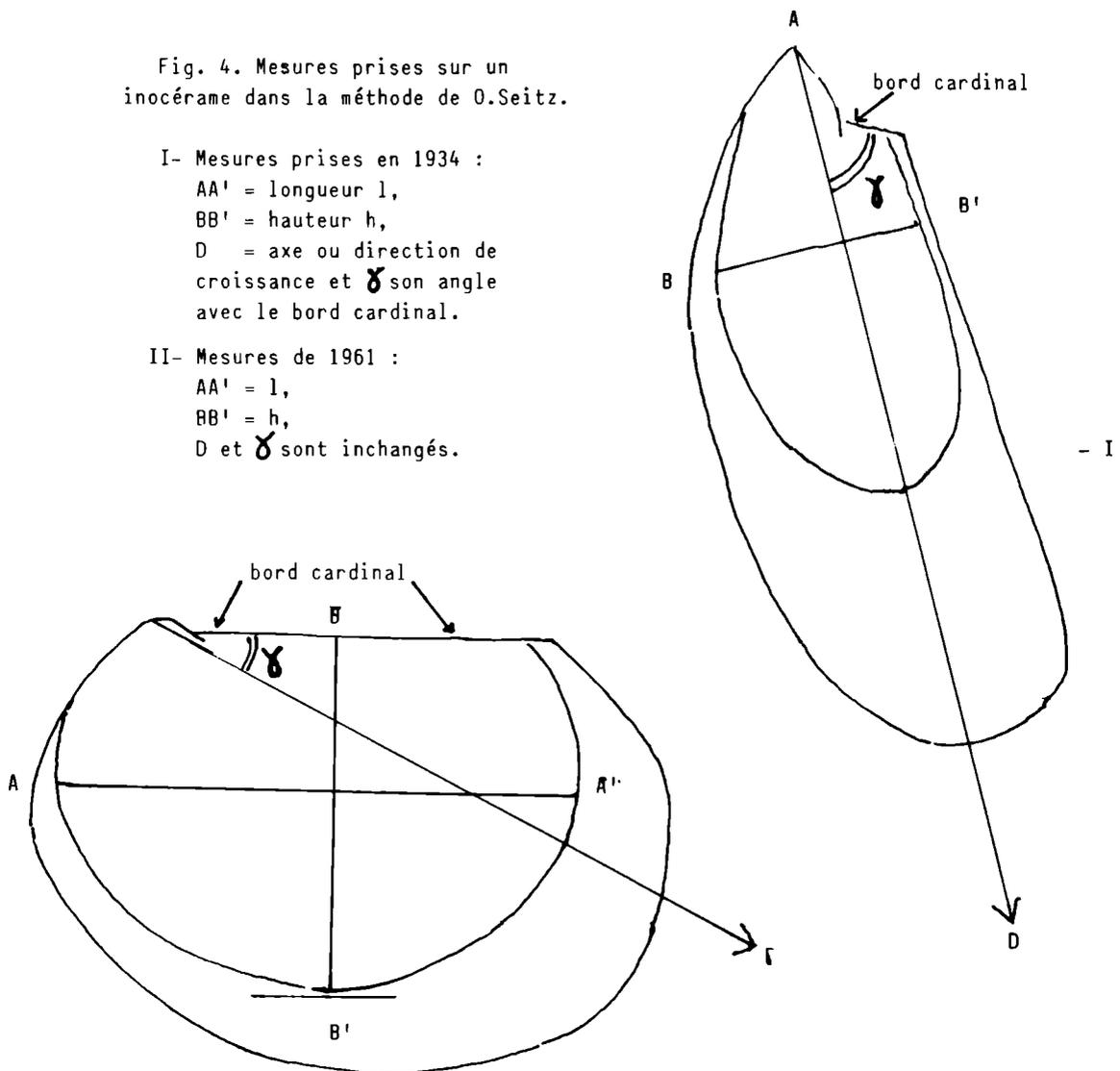
Les mesures faites par la deuxième méthode sont plus faciles à prendre et plus exactes. Elles sont d'ailleurs plus employées.

Souvent le test n'est pas conservé et le moule interne ne montre pas ou mal les stries d'accroissement. Dans ce cas, mais seulement si il y a des côtes concentriques on mesure la hauteur h, la longueur l et le rapport h/l mais en prenant les mesures sur les côtes au lieu des stries. Les mesures sont moins précises sur le bourrelet d'une côte que sur une strie, mais les résultats sont néanmoins utilisables.

Fig. 4. Mesures prises sur un inocérame dans la méthode de O.Seitz.

I- Mesures prises en 1934 :
 AA' = longueur l,
 BB' = hauteur h,
 D = axe ou direction de
 croissance et δ son angle
 avec le bord cardinal.

II- Mesures de 1961 :
 AA' = l,
 BB' = h,
 D et δ sont inchangés.



Actuellement, la détermination des espèces d'inocérames est basée sur les idées de Heinz et sur celles de Seitz, c'est-à-dire qu'on tient compte à la fois des caractères de l'ornementation et de ceux d'évolution de la forme de la coquille. On a abandonné l'idée de la stabilité absolue des caractères d'ornementation distingués par Heintz et celle de la stabilité de la forme de la coquille admise un temps par Seitz, dans ses travaux. Sans distinguer comme Heinz des dizaines de genres et 24 sous-familles dans le genre *Inoceramus*, le nombre des espèces encore admis actuellement est très élevé, plusieurs centaines pour le monde entier. En France, les espèces sont bien moins nombreuses, une soixantaine, parmi lesquelles beaucoup sont très rares.

En conclusion de ces généralités sur les inocérames, quelques unes des espèces les plus courantes de France sont décrites et figurées ici.

Les faunes d'inocérames sont assez pauvres en France dans l'ensemble, sauf au Cénomaniens et au Turonien dont les espèces représentent les trois quarts des formes figurées ici aussi bien en nombre qu'en fréquence. On notera que dans les descriptions, la nomenclature très lourde de Heinz (v.p.) est toujours abrégée par suppression du préfixe "Anwachs" dans tous les termes qu'il a créé lorsqu'on les emploie ici.

Albien. Deux espèces sont courantes dans cet étage : *I. concentricus* Parkinson et *I. sulcatus* Parkinson. Toutes deux se trouvent dans l'Albien élevé et toutes deux sont inéquivalves. *I. concentricus* a des côtes concentriques irrégulières comme taille et écartement. *I. sulcatus* est une des rares formes à côtes rayonnantes (fig.5).

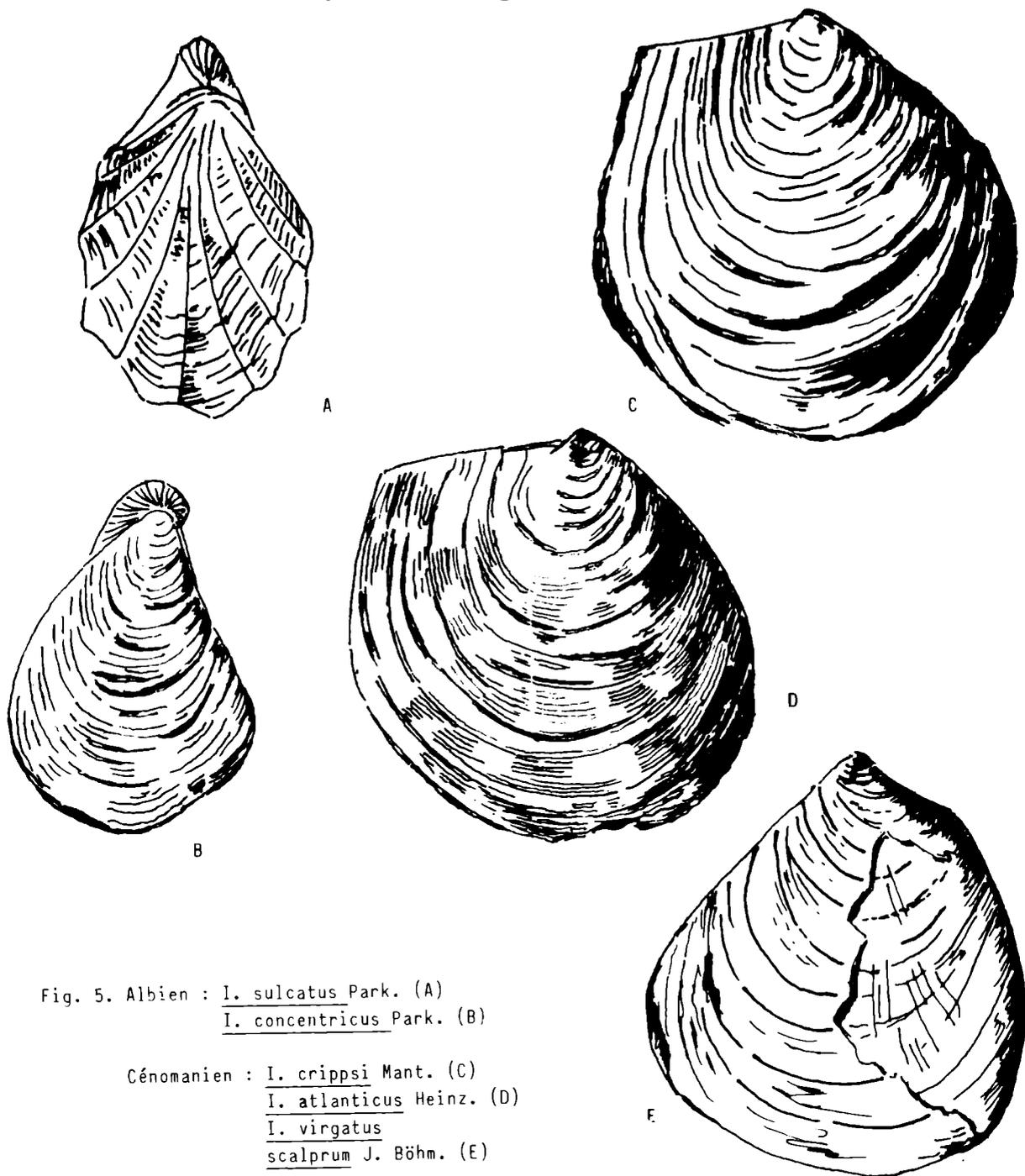


Fig. 5. Albien : *I. sulcatus* Park. (A)
I. concentricus Park. (B)

Cénomaniens : *I. crippei* Mant. (C)
I. atlanticus Heinz. (D)
I. virgatus
scalprum J. Böhm. (E)

Cénomaniens. Quatre espèces caractérisent le Cénomaniens : *I. crippei* Mantell, *I. virgatus scalprum* J. Böhm, *I. atlanticus* Heinz, *I. pictus* Sowerby. Elles permettent de subdiviser l'étage en trois parties inégales et qui ne correspondent pas à la division en trois de l'étage basée sur les ammonites (fig.5,6).

La partie inférieure avec *I. crippei* et *I. virgatus scalprum* correspond au Cénomaniens inférieur et à la moitié inférieure du Cénomaniens moyen.

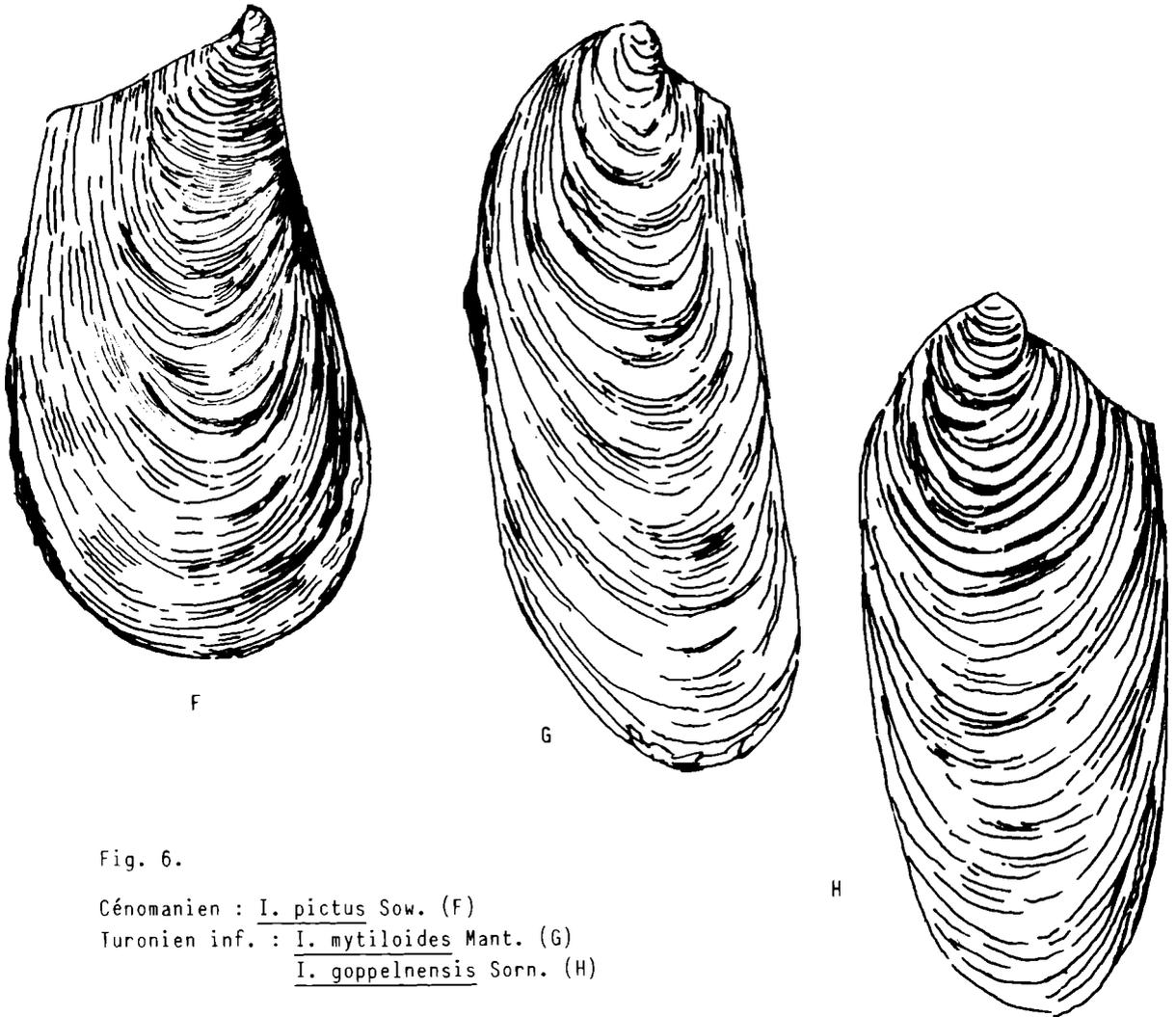


Fig. 6.

Cénomaniens : *I. pictus* Sow. (F)
 Turonien inf. : *I. mytiloides* Mant. (G)
 I. goppelnensis Sorn. (H)

La partie moyenne caractérisée par *I. atlanticus* et les deux espèces précédentes, correspond à la moitié supérieure du Cénomaniens moyen et à la partie inférieure du Cénomaniens supérieur. Enfin, la partie supérieure est caractérisée par *I. pictus* et correspond à la moitié supérieure du Cénomaniens supérieur. On peut noter que *I. virgatus scalprum* a des stries radiales sur le moule interne et que *I. pictus* est ornée de ringe (v.p.).

Turonien inférieur. Il est caractérisé surtout par les trois espèces voisines: *I. mytiloides* Mantell, *I. goppelnensis* Sornay, *I. hercynicus* Petra-

scheck. Les deux premières sont caractérisées par un angle δ petit et tendant à diminuer avec la croissance. Chez *I. mytiloides* les côtes ont une courbe très allongée. Chez *I. goppelnensis* les premières côtes sont à trajet très arrondi, la suite de la coquille ayant l'aspect de *I. mytiloides*. Chez *I. hercynicus* l'angle δ est moins petit, il y a une ornementation de grosses ringe avec 2-3 petites ringe entre elles. (fig 6,7).

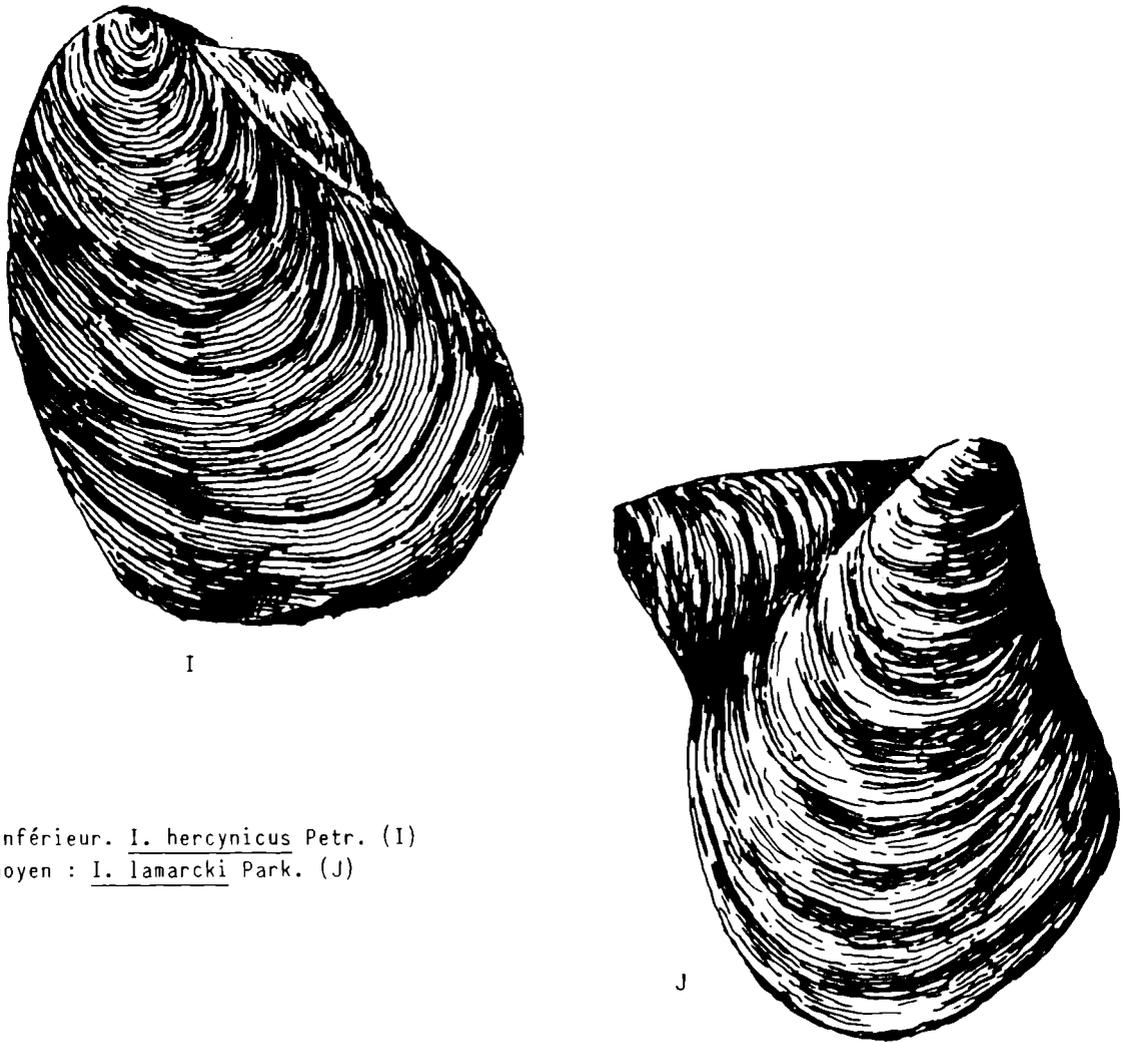


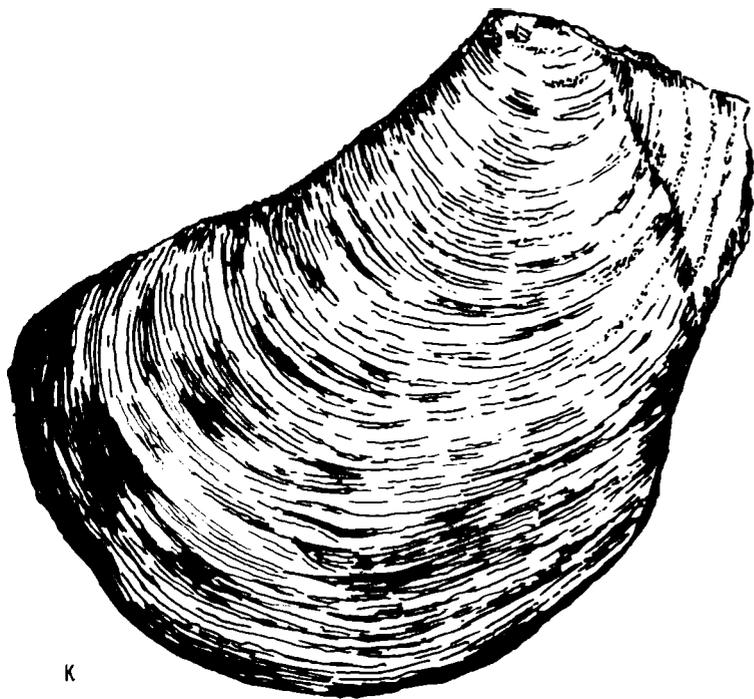
Fig. 7.

Turonien inférieur. *I. hercynicus* Petr. (I)
 Turonien moyen : *I. lamarcki* Park. (J)

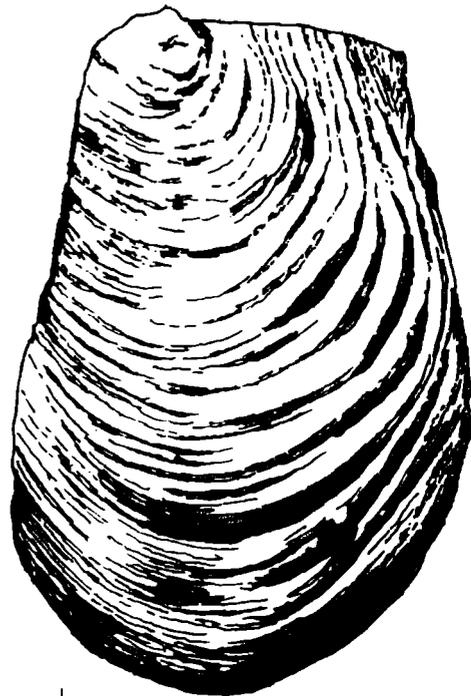
Turonien moyen et supérieur. Le Turonien moyen est approximativement caractérisé par *I. lamarcki* Parkinson et des formes voisines comme *I. cuvieri* Sowerby. (fig 7,8).

Dans le Turonien supérieur sont caractéristiques : *I. striatoconcentricus* Gümbel et *I. brongniarti* Mantell. Le groupe d'*I. schloenbachi* J. Böhm et celui de *I. waltersdorfensis* Andert-*I. hannovrensis* Heinz sont à cheval sur le Turonien supérieur et le Coniacien inférieur (fig 8, 9, 10).

I. lamarcki est renflé avec une très grande aile, des côtes arrondies ornées de linien. *I. cuvieri* n'a aussi que des linien sur des côtes floues et irrégulières. Il est bien plus plat que *I. lamarcki*.



K



L

Fig.8.

Turonien moyen et supérieur : I. cuvieri sow. (K)

I. brongnarti Mant. (L)

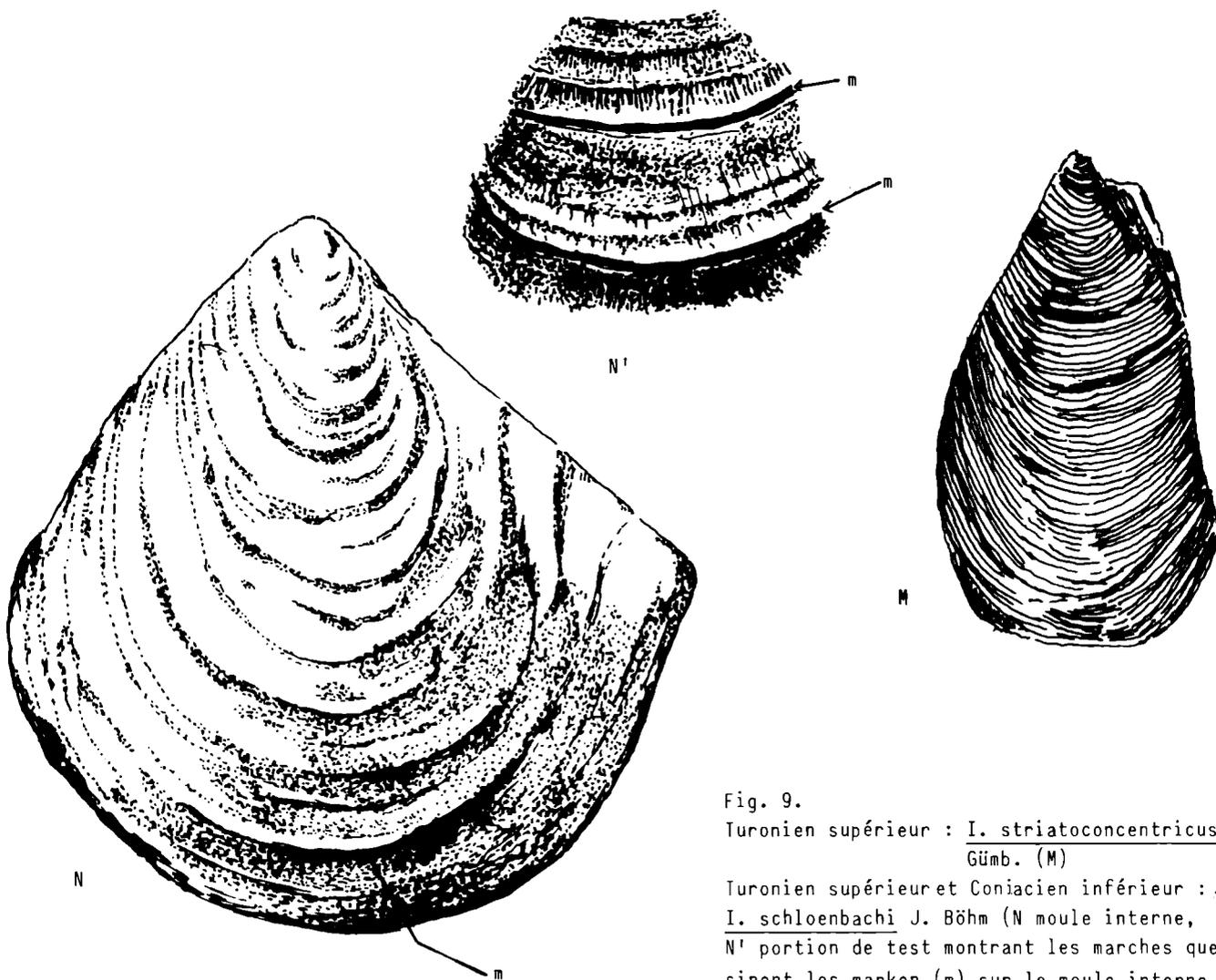


Fig. 9.

Turonien supérieur : I. striatoconcentricus.
Gümb. (M)

Turonien supérieur et Coniacien inférieur :
I. schloenbachi J. Böhm (N moule interne,
N' portion de test montrant les marches que des-
sinent les marken (m) sur le moule interne et sur
le test).

J. striatoconcentricus n'a pas de côtes mais seulement des kämme très serrées. *J. schloenbachi* est grand avec de fortes côtes en escalier ornées de marken ; entre elles on voit des ringe ou des kämme. *J. waltersdorfensis* est petit, assez bombé, les côtes ont un trajet plus ou moins anguleux. Même chose pour *J. hannovrensis*, plus grand, plat et dont la partie jeune a une ornementation différente, fine et régulière de ringe .

Coniacien. Deux formes sont assez caractéristiques : *J. mantelli* de Mercey et *J. involutus* sowerby. *J. mantelli* se montre dès le sommet du Turonien mais n'est vraiment fréquent qu'au Coniacien inférieur. *J. involutus* est dans la partie moyenne du Coniacien. Ce sont deux espèces de grande taille qu'on rencontre surtout en fragments. *J. mantelli* est très plat, *J. involutus* est très inéquivalve, en forme de Gryphée arquée. (fig 10, 11).

Santonien et Campanien. Au Santonien inférieur *J. undulato-plicatus* Roemer montre une double ornementation, avec des côtes concentriques et des côtes radiales. Dans le Santonien moyen, *J. cordiformis* Sowerby a des valves très renflées et de grosses côtes irrégulières. Au Santonien supérieur *J. muelleri* Petrascheck a une coquille très allongée suivant l'arête cardinale, un peu renflée, à côtes régulières, peu élevées, à trajet un peu anguleux. (fig 12-13).

Campanien et Maastrichtien. Au Campanien la plupart des formes ressemblent à *J. muelleri* et se groupent autour de *J. balticus* J. Böhm (fig. 13). Ces formes sont ordinairement de taille moyenne, entre 8 et 12 cm de long, avec un bord cardinal long et droit, une coquille bombée, parfois très renflée, ornée de côtes concentriques régulières.

La forme générale des espèces maastrichtiennes est analogue, mais, plus encore que pour le Campanien, les niveaux maastrichtiens contenant des inocérames sont rares en France et il est sans intérêt d'en parler ici.

Conclusion.

Pour terminer on peut dire que par leur vaste répartition géographique et le nombre de leurs espèces, les inocérames devraient jouer en France un rôle stratigraphique bien plus important que celui qui est le leur. Mais, pour cela, il faudrait de très nombreuses récoltes d'inocérames bien datées et calées sur des échelles d'ammonites ou de microfaunes, ce qui est loin d'être réalisé. Il y a donc encore bien du travail à faire pour les paléontologistes qui voudraient s'occuper de ce groupe de bivalves d'étude difficile mais très intéressante.

Bibliographie.

- Abel . Amerikafahrt etc. Iena 1926, édit. Fischer, 461p.
Aliev M. Les inocérames du Crétacé supérieur d'URSS (en russe)
Congr.géol.intern. VII Paléontol., 1958, p. 123-137.
Heinz R. Ueber die bisher wenig beachtete Skulptur der Inoceramen-Schale
etc.
Mitteil.min.géol.Staatsinst.Hamburg, 1928, n° 10, p.1-39, 3pl.
Kauffman e.G. Dispersal and biostratigraphic potential of Cretaceous
benthonic Bivalvia in the Western Interior.
Geol.Ass.Canada, spec. Pap., 1975, n° 13, p.163-94.

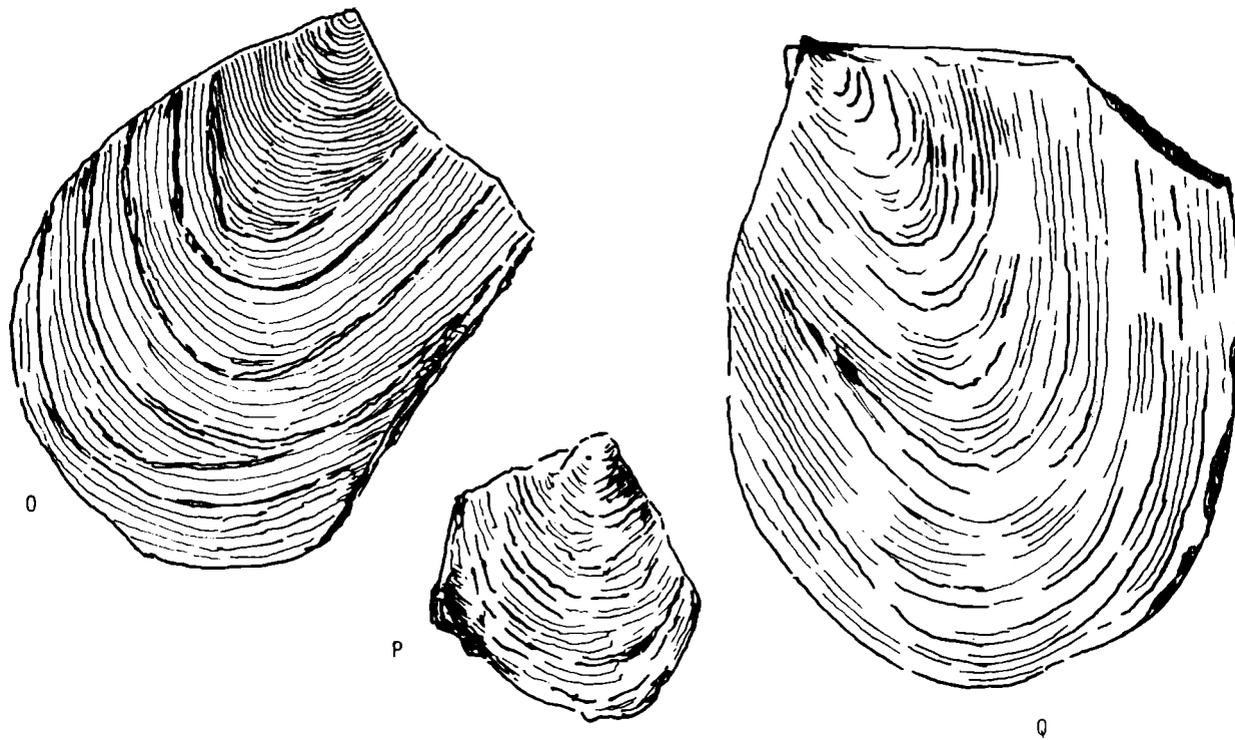


fig. 10.

Turonien supérieur et Coniacien inférieur : I. hannovrensis Heinz (O), I. waltersdorfensis And. (P), I. mantelli de Merc. (Q).

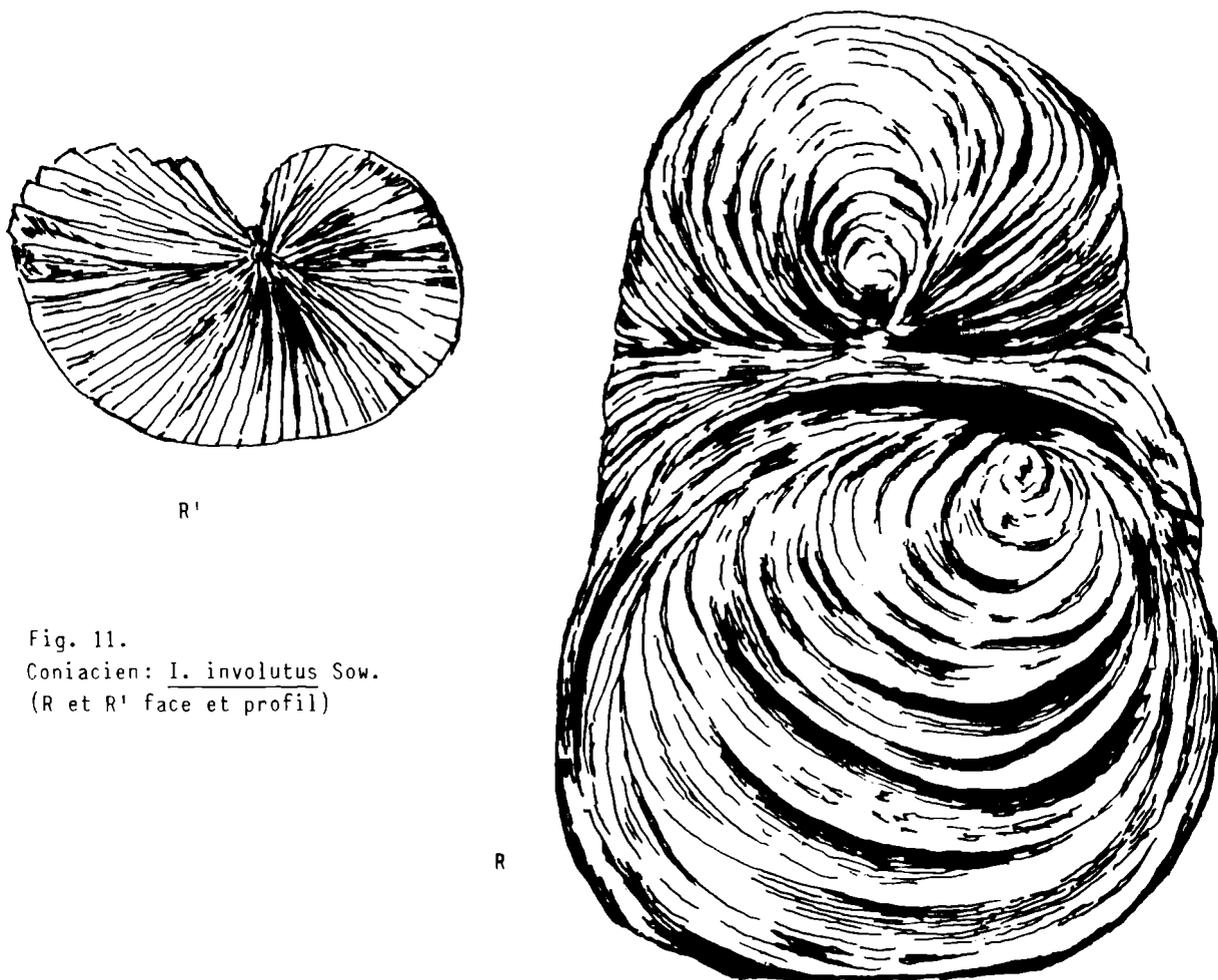
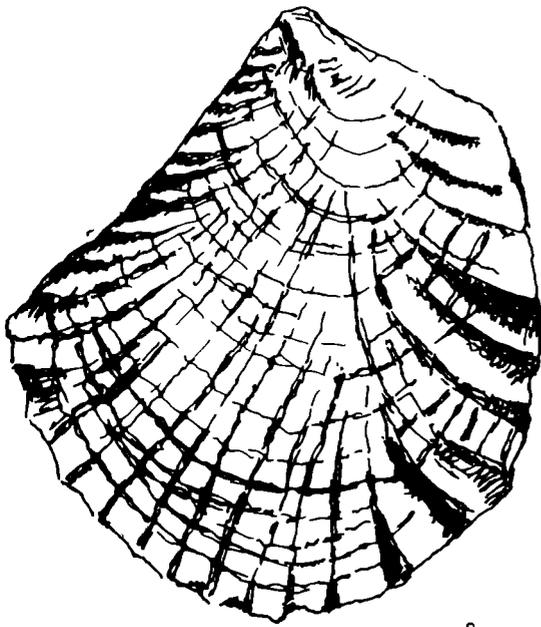


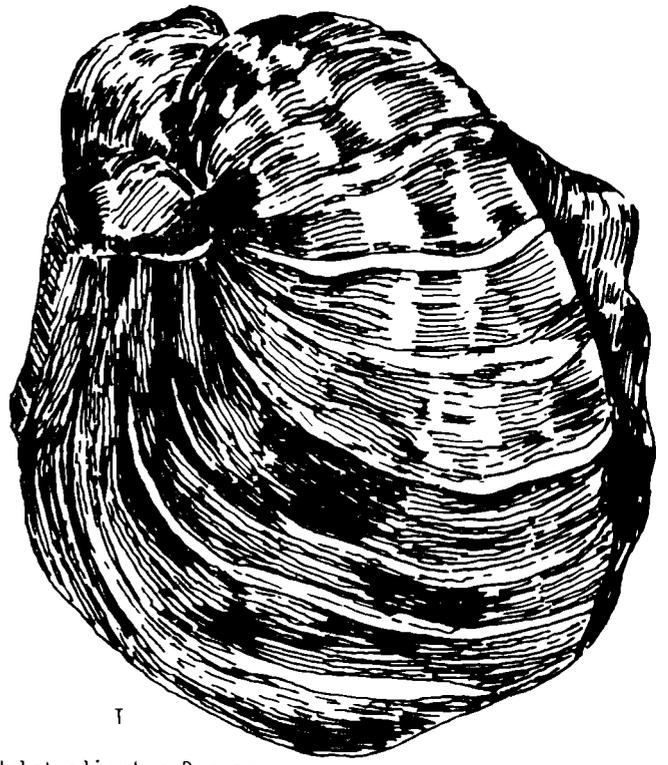
Fig. 11.

Coniacien: I. involutus Sow.
(R et R' face et profil)

- Seitz O. Die Variabilität des Inoceramus labiatus von Schlotheim.
Jahrb.preuss.géol.L.A., 1934, t.55, p.429-74, fig., 5pl.
- Seitz O. Ueber Inoceramus (Platyceramus) mantelli de Mercey (Barrois)
aus dem Coniac und die frage des Byssus-Ausschnittes etc.
Geol.Jahrb., 1962, t.79, p. 353-86, 6 fig., 4pl.
- Seitz O. Die Inoceramen des Santon von Nordwestdeutschland (I).
Beiheft geol.Jahrb., 1961, t.46, 186p., fig., 15pl.
- Tanabe K. Mode of life of an inoceramid bivalve from the lower Jurassic
of West Japan
Neues Jahrb.Geol.Pal.Monstsh., 1983, n° 7, p.419-428, 6 fig.



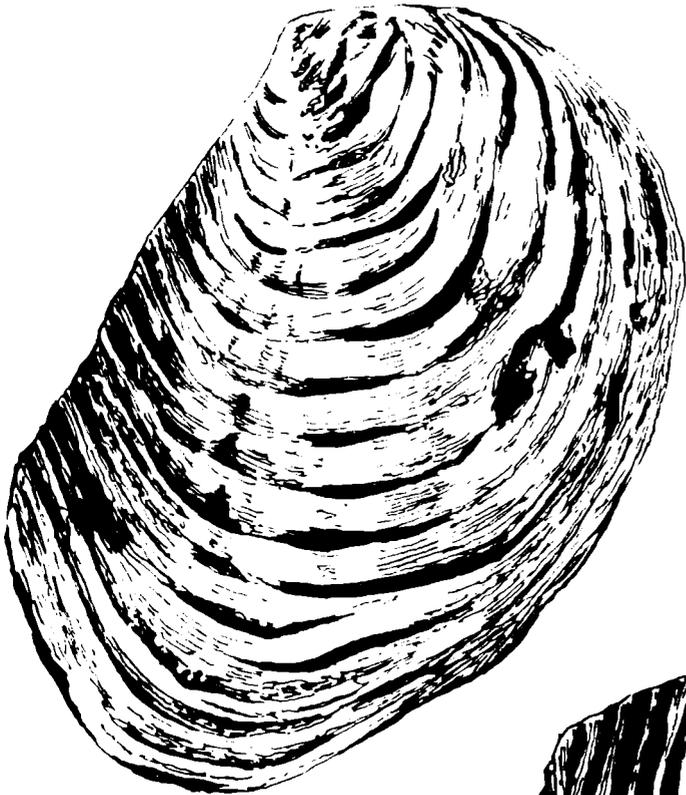
S



I

Fig. 12.
Santonien inférieur : I. undulatoPLICATUS Roemer
(S)

Santonien moyen : I. cordiformis Sow. (I)



U

Santonien supérieur : I. muelleri Petr. (U)

Campanien : I. balticus J. Böhm (V)



V