

Description de la première faune ichthyologique exclusivement bathyale du Tertiaire d'Europe: otolithes de l'Oligocène Inférieur du gisement de Pizzocorno, Italie septentrionale

216199

par Dirk NOLF et Etienne STEURBAUT

Résumé

L'association d'otolithes du gisement de Pizzocorno, daté de l'Oligocène Inférieur par le nannoplancton calcaire (Zone NP21), est constituée de 13 taxa dont 6 représentent des espèces nouvelles: *Diaphus molossus*, *Diaphus stafforaensis*, *Melanonus gabbai*, *Squalogadus mosnai*, «genus *Trachyrincinarum*» *anfossii* et *Poromitra pizzocornensis*. Il s'agit d'une association de poissons ayant vécu à une profondeur dépassant certainement 500 m. Le caractère bathyal de cette faune est encore accentué par l'absence totale de taxa néritiques. C'est l'association de téléostéens la plus franchement bathyale de tous les terrains tertiaires d'Europe. Un examen de la répartition actuelle des taxa représentés montre que seuls trois d'entre eux (*Diaphus*, *Coryphaenoides* et les *Trachyrincinae*) existent encore dans la faune actuelle de la Méditerranée. Cette partie de la Téthys semble avoir eu à l'Oligocène Inférieur un caractère plus océanique.

Mots-clés: poissons téléostéens, faune bathyale, Oligocène Inférieur.

Abstract

The otolith-fauna of Pizzocorno, attributed to the Early Oligocene on the basis of calcareous nannofossils (Zone NP21), contains 13 taxa. Six new species are introduced: *Diaphus molossus*, *Diaphus stafforaensis*, *Melanonus gabbai*, *Squalogadus mosnai*, «genus *Trachyrincinarum*» *anfossii* and *Poromitra pizzocornensis*. The association indicates a depositional environment at a minimum of 500 m depth, as demonstrated by the various deepwater forms and the total absence of neritic taxa. It represents the first fully bathyal teleost fauna described from the European Tertiary. The evaluation of the present-day distribution of the taxa represented indicates that only three among them (*Diaphus*, *Coryphaenoides* and the *Trachyrincinae*) still exist in the Recent Mediterranean fauna. During Early Oligocene times the portion of the Tethys from which the studied fauna is derived may have had a more oceanic character.

Key-words: teleostean fishes, bathyal fauna, Early Oligocene.

Riassunto

L'associazione di otoliti del giacimento di Pizzocorno (prov. Lombardia), riferita all'Oligocene Inferiore sulla base del nannoplancton calcareo (zona NP21), è costituita da 13 specie, di cui 6 nuove: *Diaphus molossus*, *Diaphus stafforaensis*, *Melanonus gabbai*, *Squalogadus mosnai*, «genus *Trachyrincinarum*» *anfossii* e *Poromitra pizzocornensis*. Si tratta di una associazione di pesci che dovevano vivere ad una profondità superiore ai 500 m. Il carattere batiale della fauna viene avvalorato dall'assenza totale di forme neritiche. Questa è l'associazione di Teleostei più francamente batiale finora nota per

tutto il Terziario europeo. Un'analisi della distribuzione attuale dei taxa rappresentati rivela che soltanto tre di essi (*Diaphus*, *Coryphaenoides* e *Trachyrincinae*) esistono ancora nel Mediterraneo. Questo fatto fa supporre che nell'Oligocene inferiore questa parte della Tetide avesse un carattere francamente oceanico.

Parole chiave: Pesci teleostei, fauna batiale, Oligocene Inferiore.

Introduction

En 1983, le Professeur S. MOSNA de l'Université de Pavie nous a montré quelques remarquables otolithes de macrouridés en provenance d'une ancienne collection portant «Rio Staffora» comme seule indication. Les macrouridés sont des gadiformes bathyaux qui constituent la portion majeure de la faune ichthyologique benthique des pentes continentales, aussi bien en biomasse qu'en nombre d'individus. Leurs otolithes sont communes dans les paléo-environnements correspondants (de nombreux dépôts d'âge tortonien et zancien de la Méditerranée sont représentés dans de tels environnements; voir NOLF et STEURBAUT, 1983; SCHWARZHANZ, 1986). En vue de leur étude nous avons rassemblé un abondant matériel de comparaison actuel de ce groupe réunissant la quasi totalité des genres récents (NOLF et STEURBAUT, sous presse).

D'après ce que nous savons sur les macrouridés tortoniens, pliocènes et actuels, la morphologie de ces otolithes suggère un âge préortonien.

Etant donné que les poissons bathyaux du Paléogène et du Miocène Inférieur sont mal connus, le repérage du gisement ayant livré les spécimens précités s'est avéré indispensable. Grâce à Monsieur F. GABBA, nous avons pu localiser le gisement de Pizzocorno à une vingtaine de kilomètres au sud de Voghera, petite ville située à 50 km au sud de Milan. Lors de notre visite, la croûte superficielle des argiles était relativement enrichie en otolithes de grandes dimensions, mais le tamisage (échantillon de 30 kg) n'a donné que des résultats décevants. Il est probable que l'enrichissement de surface se soit effectué durant une période relativement longue — peut-être plusieurs années —, les eaux de pluie ayant érodé et emporté une quantité

TABLEAU 1

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES NANNOFOSSILES CALCAIRES NON-REMANIÉS DU GISEMENT DE PIZZOCORNO																							
CHRONOSTRATIGRAPHIE				NANNO-ZONATION STANDARD (MARTINI, 1971)																			
E	O	C	E	N	E	OLIGOCENE		MIOCENE															
						Latdorfien	Rupélien	Chattien	Aquitainien		Burdigalien												
Yprésien	NP10	NP11	NP12	NP13	NP14	NP15	NP16	NP17	NP18	NP19	NP20	NP21	NP22	NP23	NP24	NP25	NN 1	NN 2	NN 3				
Lutétien	NP14	NP15	NP16	NP17	NP18	NP19	NP20	NP21	NP22	NP23	NP24	NP25	NP26	NP27	NP28	NP29	NP30	NP31	NP32	NP33	NP34	NP35	NP36
Bartonian	NP17	NP18	NP19	NP20	NP21	NP22	NP23	NP24	NP25	NP26	NP27	NP28	NP29	NP30	NP31	NP32	NP33	NP34	NP35	NP36			
Priabonien	NP19	NP20	NP21	NP22	NP23	NP24	NP25	NP26	NP27	NP28	NP29	NP30	NP31	NP32	NP33	NP34	NP35	NP36					
Chattien	NP25	NP26	NP27	NP28	NP29	NP30	NP31	NP32	NP33	NP34	NP35	NP36											
Aquitainien	NN 1	NN 2	NN 3																				
Burdigalien	NN 3	NN 2	NN 1																				
1. Braarudosphaera bigelowii (GRAN & BFAARUD, 1935)																							
2. Sphenolithus moriformis (BRONNIMANN & STRADNER, 1960)																							
3. Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE & FERT, 1954)																							
4. Ericsonia eopelagica (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)																							
5. Ericsonia formosa (KAMPTNER, 1963)																							
6. Discoaster deflandrei (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)																							
7. Pontosphaera multipora (KAMPTNER, 1948)																							
8. Rhabdosphaera vitrea DEFLANDRE & FERT, 1954																							
9. Pontosphaera obliquipons (DEFLANDRE, 1954)																							
10. Lanternithus minutus STRADNER, 1962																							
11. Pontosphaera wechesensis (BUKRY & PERCIVAL, 1971)																							
12. Rhabdosphaera tenuis BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961																							
13. Rhabdosphaera recta (DEFLANDRE, 1954)																							
14. Ericsonia fenestrata (DEFLANDRE & FERT, 1954)																							
15. Reticulofenestra davisii (HAQ, 1968)																							
16. Reticulofenestra umbilica (L'F IN, 1965)																							
17. Reticulofenestra bisecta (HAY, MOHLER & WADE, 1966)																							
18. Reticulofenestra hillae BUKRY & PERCIVAL, 1971																							
19. Discoaster tanii BRAMLETTE & RIEDEL, 1954																							
20. Helicosphaera compacta BRAMLETTE & WILCOXON, 1967																							
21. Sphenolithus predistentus BRAMLETTE & WILCOXON, 1967																							
22. Chiasmolithus oamaruensis (DEFLANDRE, 1954)																							
23. Chiasmolithus altus BUKRY & PERCIVAL, 1971																							
24. Reticulofenestra hesslandii HAQ, 1971																							
25. Helicosphaera euphratis HAQ, 1966																							
26. Isthmolithus recurvus DEFLANDRE, 1954																							
27. Helicosphaera intermedia MARTINI, 1965																							
28. Orthozogus aureus (STRADNER, 1962)																							
29. Ericsonia subdisticha (ROTH & HAY, 1967)																							
30. Blackites spinosus (DEFLANDRE & FERT, 1954)																							
31. Reticulofenestra floridana (ROTH & HAY, 1967)																							
32. Reticulofenestra retiformis (REINHARDT, 1966)																							
33. Pontosphaera alta ROTH, 1970																							
34. Pontosphaera zigzag ROTH & HAY, 1967																							
35. Sphenolithus tribulosus ROTH, 1970																							
36. Sphenolithus distentus (MARTINI, 1965)																							

1. Braarudosphaera bigelowii (GRAN & BFAARUD, 1935)
2. Sphenolithus moriformis (BRONNIMANN & STRADNER, 1960)
3. Zygolithus biogatus (DEFLANDRE & FERT, 1954)
4. Ericsonia eopelagica (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)
5. Ericsonia formosa (KAMPTNER, 1963)
6. Discoaster deflandrei (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954)
7. Pontosphaera multipora (KAMPTNER, 1948)
8. Rhabdosphaera vitrea DEFLANDRE & FERT, 1954
9. Pontosphaera obliquipons (DEFLANDRE, 1954)
10. Lanerithus minutus STRADNER, 1962
11. Pontosphaera wechesensis (BURY & PERCIVAL, 1971)
12. Rhabdosphaera tenuis BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
13. Rhabdosphaera recta (DEFLANDRE, 1954)
14. Ericsonia fenestrata (DEFLANDRE & FERT, 1954)
15. Reticulofenestra daviesi (HAQ, 1968)
16. Reticulofenestra umbilica (LÉVY, 1965)
17. Reticulofenestra bisecta (HAY, MOHLER & WADE, 1966)
18. Reticulofenestra hillae BURY & PERCIVAL, 1971
19. Discoaster tani BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
20. Helicosphaera compacta BRAMLETTE & WILCOXON, 1967
21. Sphenolithus predistinctus BRAMLETTE & WILCOXON, 1967
22. Chiasmolithus oamaruensis (DEFLANDRE, 1954)
23. Chiasmolithus altus BURY & PERCIVAL, 1971
24. Reticulofenestra hesslandii HAQ, 1971
25. Helicosphaera euphratis HAQ, 1966
26. Isthmolithus recurvus DEFLANDRE, 1954
27. Helicosphaera intermedia MARTINI, 1965
28. Orthozymus aureus (STRADNER, 1962)
29. Ericsonia subdisticha (ROTH & HAY, 1967)
30. Blackites spinosus (DEFLANDRE & FERT, 1954)
31. Reticulofenestra floridana (ROTH & HAY, 1967)
32. Reticulofenestra retiformis (REINHARDT, 1966)
33. Pontosphaera alta ROTH, 1970
34. Pontosphaera zigzag ROTH & HAY, 1967
35. Sphenolithus tribulosus ROTH, 1970
36. Sphenolithus distinctus (MARTINI, 1965)

considérable des argiles en laissant sur place les éléments plus grossiers. Nous avons récolté 68 otolithes (dont quelques unes sont identiques à celles conservées à l'Université de Pavie) représentant treize espèces, ainsi que quelques rares débris coquilliers et une dent du requin *Isurus desori* AGASSIZ, 1844.

Le gisement se situe en amont et sur la rive occidentale d'une calanque descendant du nord de Pizzocorno vers la Nizza, affluent de la Staffora (feuille 71, Val di Nizza, x = 509.300, y = 4966.850). Cet affleurement fait partie de la série très variée de terrains tertiaires pré-tortonien affectés par de nombreux accidents tectoniques (voir la feuille 71 Voghera, de la carte géologique d'Italie au 1/100.000, établie par BELLINZONA, BONI, BRAGA et MARCHETTI, 1971), que la Staffora recoupe sur une vingtaine de kilomètres en amont de Voghera. Le gisement fossilifère se trouve dans une zone attribuée, avec doute, à la Formation d'Antognola, d'âge «Eocène Supérieur à Miocène Prélanghien» qui est constituée, d'après la légende, d'une série de marnes gris-verdâtre à intercalations sableuses et à niveaux de cendres volcaniques.

Âge du gisement

Le nannoplancton calcaire du gisement a été examiné par l'un de nous (E.S.). La datation qui en résulte concerne l'échantillon prélevé dans le gisement à otolithes sur la rive occidentale de la calanque au nord de Pizzocorno et ne peut en aucun cas être appliquée à tous les terrains cartographiés «Formation d'Antognola» sur la feuille de Voghera.

Les argiles silteuses de Pizzocorno sont extrêmement riches en nannofossiles. La nannoflore est très diversifiée et assez bien conservée, n'ayant subi qu'une légère dissolution. L'évaluation de cette flore est cependant difficile, vu l'abondance de formes remaniées (environ 50% des exemplaires). Parmi celles-ci figurent des formes crétacées (ca. 30%), paléocènes (15%) et quelques formes éocènes.

Une quarantaine d'espèces autochtones ont été identifiées, parmi lesquelles *Ericsonia eoelagica* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954), *Lanternithus minutus* STRADNER, 1962, *Reticulofenestra floridana* (ROTH & HAY, 1967), *Reticulofenestra hesslandii* HAQ, 1917 et *Zyghrabolithus bijugatus* (DEFLANDRE, 1954) abondent. Nous attribuons l'association à la nannozone NP21 pour les raisons suivantes: présence simultanée de *Chiasmolithus oamaruensis* (DEFLANDRE, 1954), *Ericsonia subdisticha* (ROTH & HAY, 1967), *Isthmolithus recurvus* (DEFLANDRE, 1954), *Helicosphaera intermedia* MARTINI, 1965, *Pontosphaera alta* ROTH, 1970, *Pontosphaera zigzag* (ROTH & HAY, 1967) et *Sphenolithus tribulosus* (ROTH, 1970); absence de *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK, 1927 et *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954. On se rapportera au tableau 1 pour la répartition stratigraphique

de ces espèces [compilation des travaux de ROTH (1970), BYBELL (1982) et PERCH-NIELSEN (1985)]. Il faut cependant noter que nous avons reconnu quelques exemplaires de *Reticulofenestra reticulata* (GARTNER & SMITH, 1967), espèce généralement considérée typique de l'intervalle NP16 - sommet NP20. Comme ces formes se sont avérées très rares et d'une conservation médiocre elles sont interprétées comme remaniées. La présence de *Sphenolithus distentus* (MARTINI, 1965) dans le gisement de Pizzocorno mérite également d'être citée. On considère généralement que cette espèce apparaît au sein de la nannozone NP23 (voir PERCH-NIELSEN, 1985: 431). Toutefois, nos propres recherches (données inédites) ainsi que celles de BYBELL dans le «Gulf Coastal Plain» (Alabama et Mississippi) (1982, p. 299) montrent que cette espèce apparaît déjà dans la nannozone NP21.

En résumé, l'ensemble des nannofossiles du gisement de Pizzocorno indique la nannozone NP21, et par conséquent, un âge oligocène inférieur. La nannoflore est pratiquement identique à celle des Sables d'Yrieu de Bassin d'Aquitaine (STEURBAUT, 1983) et est également comparable, quoique nettement plus riche et diversifiée, à celles du domaine nordique: celles des Latdorf Schichten en Allemagne (MARTINI, 1969), des Sables de Grimmertingen du Bassin belge (STEURBAUT, 1986) et de la Formation de Viborg au Danemark (MIKKELSEN, 1975).

Systématique

La classification adoptée est celle utilisée par NOLF (1985) dans le «Handbook of Paleoichthyology». Cette classification est en principe celle de GREENWOOD, ROSEN, WEITZMAN et MYERS (1966), tenant compte des modifications ultérieures, citées par NOLF (1985, p. 34).

Famille BATHYLAGIDAE GILL, 1884

Genre *Opisthoproctus* VAILLANT, 1888

Espèce-type: *Opisthoproctus soleatus* VAILLANT, 1888

Opisthoproctus sp.

(Pl. 1, Figs. 9-10)

Matériel:

Deux spécimens.

Discussion:

Deux otolithes grandes et robustes, légèrement endommagées au rostre, montrent des affinités manifestes avec celles du genre *Opisthoproctus*: hauteur plus considérable que la longueur, rostre saillant et mince, grande épaisseur de la portion postérieure, crista inferior très marquée. Par l'absence d'une crista superior nette, elles diffèrent de celles des deux espèces actuelles connues du genre: *O. grimaldii* ZUGMAYER, 1911 et *O. soleatus* VAILLANT, 1888 (voir

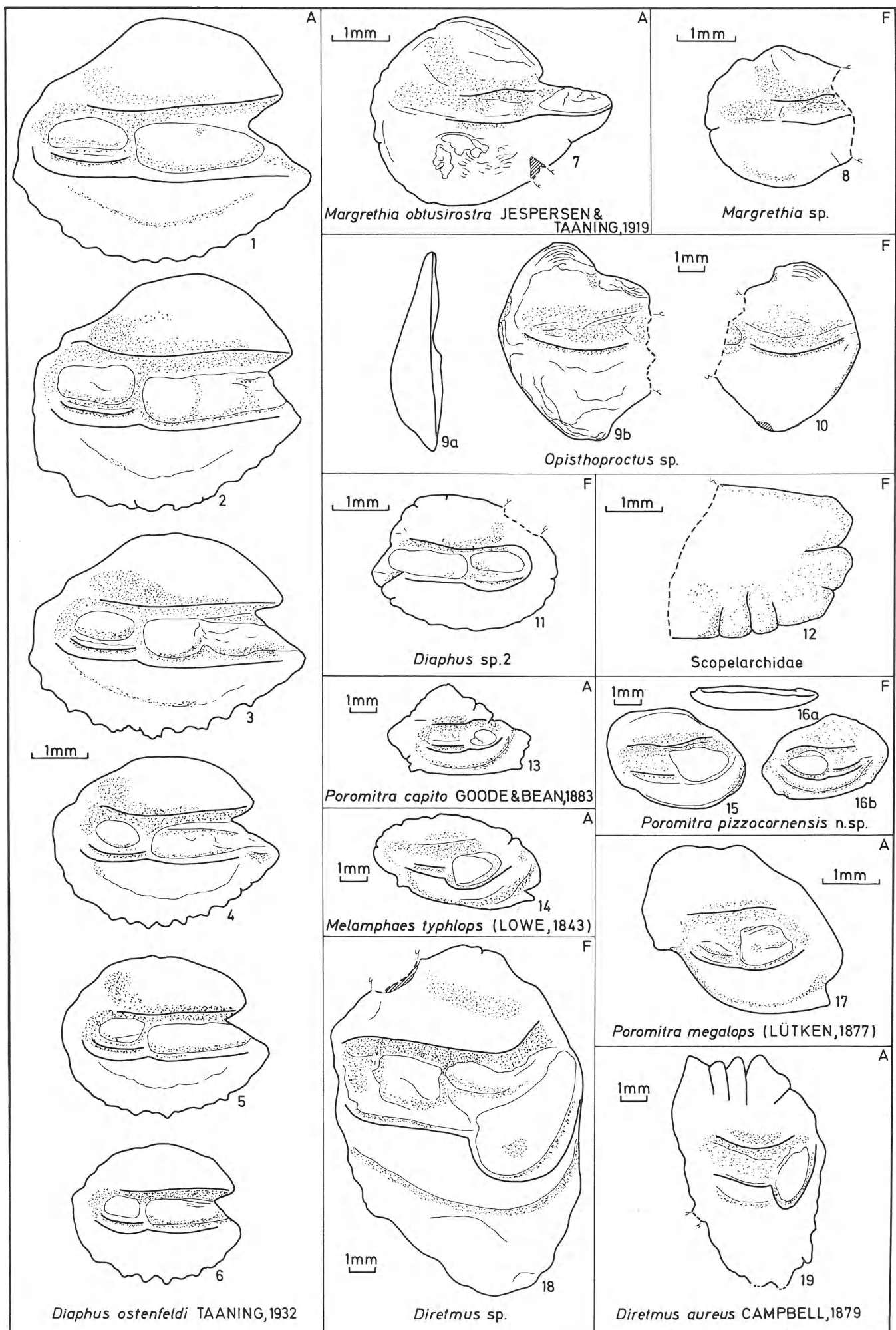
Explication des planches

Abréviations utilisées: A = espèce actuelle
D = otolithe sacculaire droite
G = otolithe sacculaire gauche
I = face interne
V = vue ventrale

Tous les spécimens figurés sont déposés dans les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

PLANCHE 1

- Figs. 1-6. *Diaphus ostenfeldi* TAANING, 1932. G.I., actuel, Antarctique.
Fig. 7. *Margrethia obtusirostra* JESPERSEN & TAANING, 1919. G.I., actuel, au large de Gran Canaria.
Fig. 8. *Margrethia* sp. G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3406).
Figs. 9-10. *Opisthoproctus* sp. 9a = G, vue postérieure, 9b = G.I.; 10 = D.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3407, P. 3408).
Fig. 11. *Diaphus* sp. 2. D.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3409).
Fig. 12. *Scopelarchidae*. G. face externe, Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3410).
Fig. 13. *Poromitra capito* GOODE & BEAN, 1883. G.I., actuel, au large de Maryland, Etats-Unis.
Fig. 14. *Melamphaes typhlops* (LOWE, 1843). G.I., actuel, Atlantique, au large du Maroc.
Figs. 15-16. *Poromitra pizzocornensis* n. sp. 15 = G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno, paratype (P. 3411); 16a = D.V., 16b = D.I., même gisement, holotype (P. 3412).
Fig. 17. *Poromitra megalops* (LÜTKEN, 1877). G.I., actuel, au large de Vénézuéla.
Fig. 18. *Diretmus* sp. G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3413).
Fig. 19. *Diretmus aureus* CAMPBELL, 1879. G.I., actuel, au large de Nouvelle Zélande.



NOLF, sous presse, Pl. 3, Figs. 6-7) et *O. vonhachti* SCHWARZHANS, 1986 du Pliocène Inférieur de la Côte d'Azur (SCHWARZHANS, 1986, Pl. 2, Figs. 14-15), mais toutes deux possèdent des otolithes qui sont deux fois aussi hautes que longues. Il n'y a pas de doute que les spécimens de Pizzocorno appartiennent à une nouvelle espèce, mais il faudrait du matériel mieux conservé pour en donner une description détaillée.

Famille GONOSTOMATIDAE GILL, 1893
 Genre *Margrethia* JESPERSEN & TAANING, 1919
 Espèce-type: *Margrethia obtusirostris*
 JESPERSEN & TAANING, 1919
Margrethia sp.
 (Pl. 1, Fig. 8)

Matériel:

Un spécimen.

Discussion:

Une petite otolithe dont manque la portion antérieure montre cependant suffisamment de ressemblance avec l'espèce actuelle *Margrethia obtusirostris* (Pl. 1, Fig. 7) pour qu'on puisse l'attribuer au même genre.

Famille SCOPELARCHIDAE REGAN, 1911
Scopelarchidae ind.
 (Pl. 1, Fig. 12)

Matériel:

Un spécimen.

Discussion:

Une demi-otolithe dont la face interne est assez érodée montre un contour postérieur typique de la famille des Scopelarchidae. Une espèce du genre *Scopelarchus*, *S. moravicus* BRZOBOHATY, 1982 est connue de l'Oligocène Inférieur de Tchécoslovaquie (BRZOBOHATY, 1982, p. 348), mais l'état du spécimen de Pizzocorno ne permet pas de juger d'éventuelles affinités avec l'espèce tchèque.

Famille MYCTOPHIDAE GILL, 1893
 Genre *Diaphus* EIGENMANN & EIGENMANN, 1890
 Espèce-type: *Diaphus theta*
 EIGENMANN & EIGENMANN, 1890

Les Myctophidés sont des petits poissons mésopélagiques vivant surtout dans la zone comprise entre 200 et 1000 m des eaux océaniques. La plupart des espèces effectuent des migrations verticales diurnes: la nuit, elles montent à la surface et le jour, elles redescendent en dessous de la zone euphotique, c'est-à-dire en dessous de 200 m. La présence d'innombrables individus de poissons dans la zone mésopélagique est traduite par une grande abondance de leurs otolithes dans les

dépôts océaniques et même dans des aires néritiques bien exposées au domaine océanique. La grande importance stratigraphique potentielle des Myctophidae a été discutée par NOLF (1985, p. 28).

Parmi les otolithes de Myctophidae fossiles, celles du genre *Diaphus* abondent. Dans la faune actuelle, ce genre est représenté par environ septante espèces (PAXTON, 1979). Plusieurs problèmes se posent dans l'identification de leurs otolithes. NOLF (1985, pp. 9-11, Fig. 9) dans le «Handbook of Paleoichthyology» a démontré que les otolithes de *Diaphus* juvéniles ne sont pas diagnostiques au niveau de l'espèce. Il en résulte que la plupart des otolithes fossiles n'atteignant pas une taille de 2 mm ne sont pas identifiables, à moins qu'il ne s'agisse de petites espèces dont les otolithes adultes ne dépassent pas cette taille. Dans la référence citée, seul la différence considérable entre otolithes juvéniles et adultes avait été illustrée.

Dans ce travail-ci, nous fixons l'attention sur le problème que pose l'évolution ontogénique au sein d'une seule espèce. Nous l'illustrons avec des otolithes de l'actuel *D. ostenfeldi* TAANING, 1932 (Pl. 1, Figs. 1-6), montrant l'acquisition progressive d'un contour très diagnostique chez des exemplaires de grande taille, à partir de stades juvéniles et subadultes au contour beaucoup plus généralisé. Dans le cas illustré, on se rend bien compte qu'isolé de la série de croissance, même l'otolithe de 3,7 mm, figuré à la Pl. 1, Fig. 4 ne peut guère être considérée comme diagnostique. Un autre cas est fourni par l'actuel *D. danae* TAANING, 1932, dont W. SCHWARZHANS (1980, Fig. 141) a figuré une otolithe de 3,6 mm, qui ne présente guère de caractères diagnostiques quand on la compare à celles, beaucoup plus grandes, ici figurées (Pl. 2, Figs. 1 & 2). Tout cela montre que pour une bonne identification des espèces du genre *Diaphus*, des données ontogéniques, et surtout des exemplaires de taille suffisamment grande sont indispensables.

Diaphus molossus n.sp.
 (Pl. 2, Fig. 7-11)

Types primaires:

Holotype: une otolithe gauche (Pl. 2, Fig. 7) (P. 3414); cinq paratypes, dont quatre figurés (Pl. 2, Fig. 8-11) (P. 3415-3418).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 4,4 mm; hauteur: 3,2 mm; épaisseur: 1,0 mm.

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Inférieur; Zone à nannoplancton calcaire NP21.

Derivatio nominis:

Molossus = grand chien du pays des Molosses; allusion à la taille exceptionnellement grande qu'atteignent les otolithes de cette espèce.

Diagnose:

Ce sont des otolithes ayant un contour subrectangulaire, pourvues d'un rostre saillant, mais relativement obtus. Elles sont surtout caractérisées par leur angle post-dorsal très marqué, leur angle prédorsal obtus et leur bord dorsal pour ainsi dire parallèle à la crista inferior. La plupart des spécimens ne présentent pas d'excissura bien nette, sauf le plus petit des paratypes (Pl. 2, Fig. 11). L'ostium et la cauda ont une longueur quasi égale. La face interne est relativement plate; la face externe est nettement bombée. Les otolithes de cette espèce peuvent atteindre une taille exceptionnellement grande (Pl. 2, Fig. 8) pour le genre *Diaphus*, correspondant à des poissons de près de 20 cm de long.

Rapports et différences:

Plusieurs espèces de *Diaphus* atteignant une taille relativement grande et à otolithes pourvues d'un angle post-dorsal très marqué existent dans la faune actuelle, par exemple *D. danae* TAANING, 1932 (Pl. 2, Fig. 1-2), *D. holti* TAANING, 1918 et *D. rafinesquii* (COCCO, 1838) (voir NOLF et MARTINELL, 1980, Pl. 2, Figs. 15-20 et 21-26), mais aucune ne présente un contour subrectangulaire comme celui de *D. molossus*.

Diaphus stafforaensis n. sp.
(Pl. 2, Figs. 12-15)

1984 *Diaphus* sp. — STEURBAUT, p. 54, Pl. 8, Figs. 10-11.

Types primaires:

Holotype: une otolithe droite (Pl. 2, Fig. 12) (P. 3419); cinq paratypes dont trois figurés (Pl. 2, Fig. 13-15) (P. 3420-3422).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 3,6 mm; hauteur: 2,5 mm; épaisseur: 0,8 mm.

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Inférieur, Zone à nannoplancton calcaire NP21.

Derivatio nominis:

Stafforaensis, is, e = provenant de la rivière Staffora; se réfère à la rivière Staffora, dans la vallée de laquelle est située le gisement de Pizzocorno.

Diagnose:

Ce sont des otolithes assez régulièrement ovales, caractérisées par la présence d'un angle postdorsal faisant suite à une petite dépression dans le bord dorsal, ce qui accentue la saillie de cet angle. L'aire antéro-dorsale est relativement bien développée. Le rostre et l'antirostre sont bien saillants et l'excissura est nette. L'ostium est presque deux fois aussi long

que la cauda; cette dernière est légèrement élargie du côté ventral. La dentelure du bord ventral est très irrégulière. La face interne est légèrement convexe; la face externe nettement bombée et lisse.

Rapports et différences:

Les otolithes de cette espèce se rapprochent le plus de celles d'espèces actuelles telles que *D. holti* TAANING, 1918 et *D. rafinesquii* (COCCO, 1838) (voir NOLF & MARTINELL, 1980, Pl. 2, Figs. 15-20 et 21-26), mais elles en diffèrent par leur contour plus régulièrement ovale, leur antirostre plus saillant et la portion antérieure plus étendue de leur area dorsale.

Répartition stratigraphique et géographique:

C'est probablement à *D. stafforaensis* que doivent être attribuées les cinq otolithes légèrement érodées que STEURBAUT (1984, p. 54) cite de l'Oligocène Inférieur (Zone à Nannoplancton Calcaire NP21) du Moulin d'Yrieu, en Aquitaine.

Diaphus sp. 1
(Pl. 2, Figs. 16-17)

Matériel:

10 otolithes.

Discussion:

Ce sont des otolithes à contour très régulièrement elliptique, ne manifestant guère de caractères bien diagnostiques, et de ce fait difficiles à classer. Elles se rapprochent le plus de celles d'espèces actuelles qui même à l'état adulte, conservent un aspect peu différencié, tels que *D. dumerili* (BLEEKER, 1856) (voir NOLF, 1976, Pl. III, Figs. 13 et 14) et *D. jensseni* TAANING, 1932 (Pl. 2, Figs. 3-6) et l'espèce (ou groupe d'espèces?) fossile *D. sulcatus* (BASSOLI, 1906) (voir NOLF & STEURBAUT, 1983, Pl. 2, Figs. 8-15) du Miocène. La détermination spécifique nécessiterait un matériel plus abondant et surtout de plus grande taille.

Diaphus sp. 2
(Pl. 1, Fig. 11)

Matériel:

Trois spécimens.

Discussion:

Ces otolithes se distinguent des autres *Diaphus* de Pizzocorno par une portion dorso-antérieure très étendue, mais le matériel disponible est insuffisant pour bien définir l'espèce.

Famille MELANONIDAE

MARSHALL & COHEN, 1973

Genre *Melanonus* GÜNTHER, 1878Espèce-type: *Melanonus gracilis* GÜNTHER, 1878*Melanonus gabbai* n. sp.

(Pl. 3, Figs. 5-9)

Types primaires:

Holotype: une otolithe gauche (Pl. 3, Fig. 5) (P. 3429);
six paratypes dont quatre figurés (Pl. 3, Figs. 6-9)
(P. 3430-3433).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 5,5 mm; hauteur: 4,0 mm; épaisseur:
1,4 mm.

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Infé-
rieur, Zone à nannoplancton calcaire NP21.

Derivatio nominis:

Cette espèce est dédiée à Monsieur F. GABBA
(Voghera) qui nous a conduit au gisement de Pizzo-
corno.

Diagnose:

Ce sont des otolithes relativement hautes, au contour
grossièrement triangulaire, la plus grande hauteur
étant située dans la portion antérieure. La crista infe-
rior est bien marquée, mais chez aucun des spécimens,
la délimitation supérieure du sulcus n'est marquée par
une crista superior. Les collicula sont relativement
grands et bien saillants. La face externe est nettement
convexe dans le sens dorso-ventral.

Dans l'aire dorsale on aperçoit quelques sillons radiai-
res, aboutissant aux encoches qui délimitent les lobes
du bord supérieur; le reste de la surface est lisse.

Rapports et différences:

Les otolithes de *M. gabbai* se distinguent aisément de
celles des espèces actuelles *M. zugmayeri* NORMAN,
1930 (voir NOLF & STEURBAUT, 1983, Pl. 4, Fig. 1)
et *M. gracilis* GÜNTHER, 1878 (voir NOLF & STEUR-
BAUT, 1983, Pl. 4, Figs. 2-7) par leur hauteur plus
considérable et leur contour subtriangulaire relative-
ment constant chez tous les spécimens. Elles se distin-
guent aisément de celles de *M. triangulus* ROBBA,

1970 (voir ROBBA, 1970, Pl. 11, Figs. 7-8; NOLF &
STEURBAUT, 1983, Pl. 3, Figs. 20-21) par l'absence
d'une crista superior et d'une excissura.

Famille MACROURIDAE

JORDAN & EVERMANN, 1898

Sous-Famille MACROURINAE

JORDAN & EVERMANN, 1898

Genre *Coryphaenoides* GUNNERUS, 1765Espèce-type: *Coryphaenoides ruprestris*

GUNNERUS, 1765

Coryphaenoides sp.

(Pl. 3, Fig. 4)

Matériel:

Un spécimen.

Discussion:

Une demi-otolithe de grande taille peut être attribuée
au genre *Coryphaenoides* (voir NOLF & STEURBAUT,
1988, Fig. 3A-G pour l'iconographie de matériel com-
paratif actuel), mais la pièce est trop incomplète pour
en dire plus.

Sous-Famille MACROUROIDINAE

SMITH & RADCLIFFE, 1912

Genre *Squalogadus* GILBERT & HUBBS, 1916Espèce-type: *Squalogadus modificatus*

GILBERT & HUBBS, 1916

Squalogadus mosnai n. sp.

(Pl. 3, Figs. 1-3)

Types primaires:

Holotype: une otolithe gauche (Pl. 3, Fig. 3) (P. 3427);
14 paratypes dont deux figurés (Pl. 3, Fig. 1-2) (P. 3425-
3426).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 10,0 mm; hauteur: 11,5 mm; épaisseur:
3,4 mm.

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Infé-
rieur; Zone à nannoplancton calcaire NP21.

PLANCHE 2

Figs. 1-2. *Diaphus danae* TAANING, 1932. G.I., actuel, au large de l'Australie orientale.

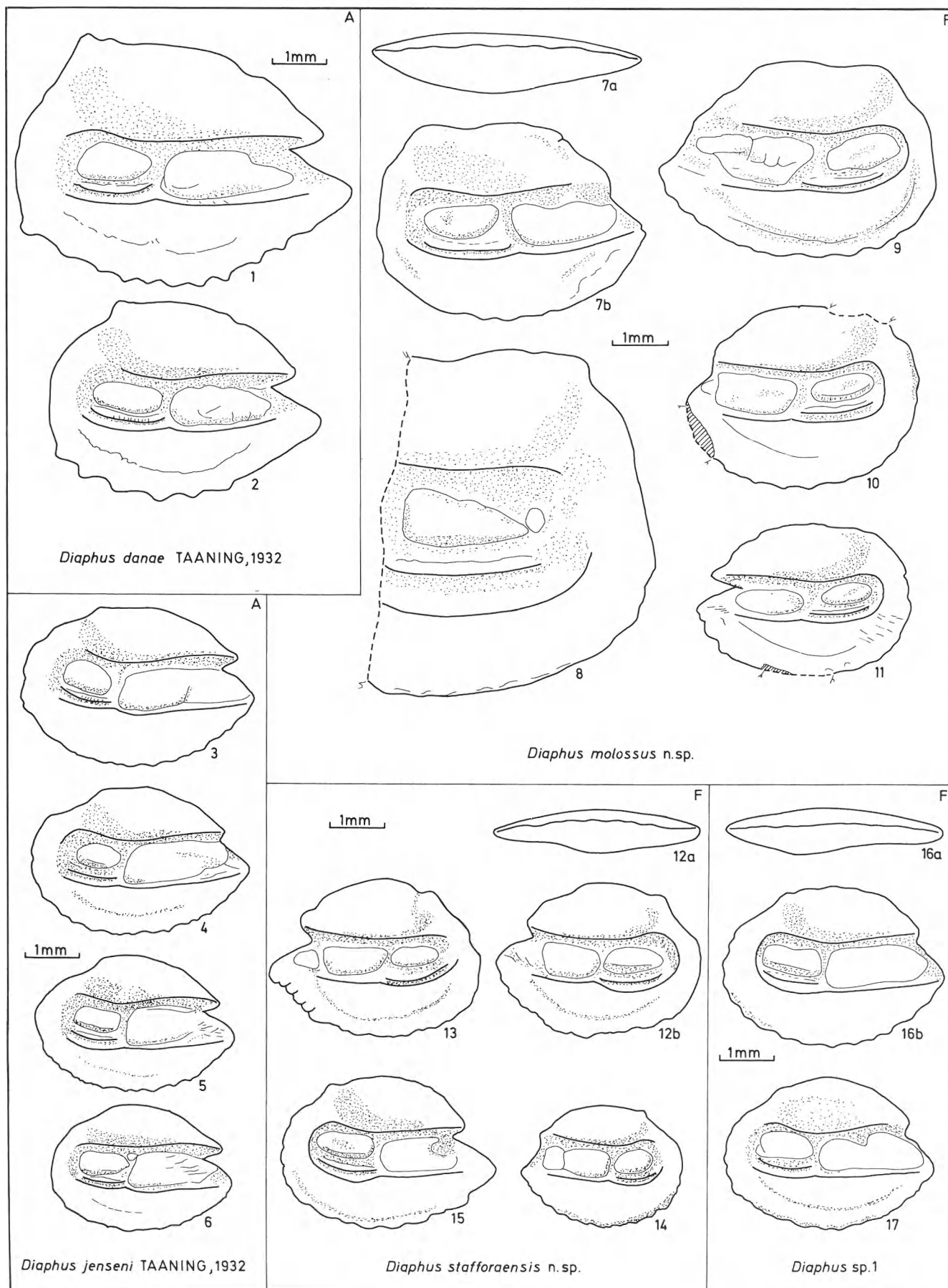
Figs. 3-6. *Diaphus jensenii* TAANING, 1932. G.I., actuel, Indonésie.

Figs. 7-11. *Diaphus molossus* n. sp. 7a = G.V., 7b = G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno, holotype (P. 3414);
8-11 = D.I., même gisement, paratypes (P. 3415, P. 3416, P. 3417, P. 3418).

Figs. 12-15. *Diaphus stafforaensis* n. sp. 12 = D.V., 12 = D.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno, holotype (P. 3419);
13-14 = D.I., 15 = G.I., même gisement, paratypes (P. 3420, P. 3421, P. 3422).

Figs. 16-17. *Diaphus* sp. I. 16a = G.V., 16b & 17 = G.V., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3423, P. 3424).

PL.2



Derivatio nominis:

Cette espèce est dédiée au Professeur S. MOSNA.

Diagnose:

Ce sont des otolithes massives et robustes, nettement plus hautes que longues, qui sont sujettes à de changements ontogéniques très marqués. Au stade juvénile et au début du stade adulte (Pl. 2, Figs. 2 et 3), elles présentent une face externe très fortement ornée de tubercules d'aspect gonflé et des bords très lobés; les sillons séparant ces lobes se prolongent fortement sur la face interne. Leur sulcus est étroit, et on peut très bien y distinguer une portion ostiale et caudale. Au cours de la croissance, toutes les ornements deviennent plus vagues, et le sulcus s'élargit d'une façon démesurée, perd toute division en portion ostiale et caudale et présente un seul colliculum fusionné (Pl. 3, Fig. 1b). Ces changements s'accompagnent d'une augmentation très considérable de l'épaisseur (la proportion épaisseur/longueur est de 34% chez l'exemplaire de la Pl. 3, Fig. 2a; de 40% chez l'exemplaire de la Pl. 3, Fig. 1a).

Rapports et différences:

Les otolithes de *S. mosnai* se rapprochent le plus de celles de l'actuel *S. modificatus*, qui montrent une évolution ontogénique du sulcus absolument comparable (voir NOLF & STEURBAUT, 1988, Fig. 5G & H). Chez cette dernière espèce cependant, les otolithes sont nettement plus hautes, et ne montrent pas la même forte ornementation au stade juvénile. L'espèce «*Macrouridarum*» *macmillani* GRENFELL, 1984, basée sur des otolithes juvéniles du Miocène Inférieur de Nouvelle Zélande appartient également à la sous-famille des Macrouroidinae; peut-être au genre *Squalogadus* (voir GRENFELL, 1984, Figs. 62 et 165). Ces otolithes diffèrent de celles de *S. mosnai* par leur portion dorsale beaucoup plus étendue, ce qui rend leur contour presque circulaire.

Sous-famille: TRACHYRINCINAE

MARSHALL, 1973

«genus *Trachyrincinarum*» *anfossii* n. sp.
(Pl. 3, Figs. 10-12)

Types primaires:

Holotype: une otolithe droite (Pl. 3, Fig. 10) (P. 3434); sept paratypes dont deux figurés (Pl. 3, Figs. 11-12).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 6,1 mm; hauteur: 5,0 mm; épaisseur: 2,1 mm.

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Inférieur, Zone à nannoplancton calcaire NP21.

Derivatio nominis:

Cette espèce est dédiée au Professeur G. ANFOSSI (Pavia).

Diagnose:

Ce sont des otolithes à surfaces très lisses, ayant la face interne presque plate et la face externe fortement bombée. Le sulcus a entièrement perdu la division en portion ostiale et caudale et s'ouvre aussi bien sur le bord ostial que sur le bord postérieur. Les collicula sont entièrement fusionnés dans une seule formation qui comble presque tout le sulcus. La portion centrale de cette formation colliculaire est légèrement concave. La partie centrale de la crista superior est assez saillante, ce qui est accentué par une dépression dans l'area dorsale, juste au-dessus de cette crista. Chez cette espèce, le contour des otolithes et surtout la forme de leur portion supérieure est particulièrement variable.

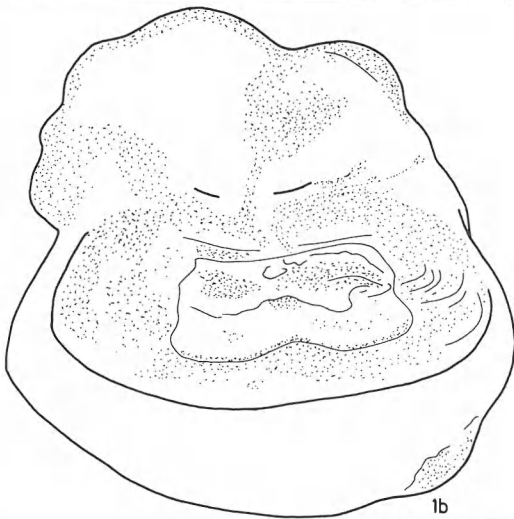
Rapports et différences:

A cause de leur taille et de leur sulcus à collicula complètement fusionnés, ayant perdu toute trace de division en portion ostiale et caudale, ces otolithes doivent être attribuées à la sous-famille des Trachyrincinae. Elles diffèrent de celles du genre actuel *Trachyrincus* GIORNA, 1809 (voir NOLF & STEURBAUT, 1988, Fig. 5A-C et E-F) par leur area dorsale beaucoup plus large et par l'absence de toute ornementation sur leur face externe. Elles ressemblent le plus à celles du genre actuel *Idiophorhynchus* SAZANOV, 1981, où l'on trouve également des otolithes à surfaces très lisses, face externe fortement bombée et face interne presque plate. Malheureusement, la seule otolithe que nous possédons de l'espèce actuelle rarissime *I. andriashevi* SAZANOV, 1981 est assez endommagée par le formol. Elle est plus allongée et possède une aire dorsale plus étroite que l'espèce fossile, mais l'état du spécimen ne permet pas de juger de sa morphologie avec précision.

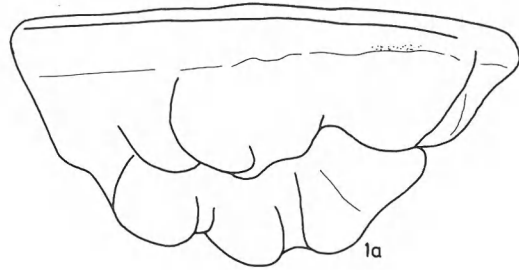
PLANCHE 3

- Figs. 1-3. *Squalogadus mosnai* n. sp. 1a & 2a = G.V., 1b & 2b = G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno, paratypes (P. 3425, P. 3426); 3 = G.I., même gisement, holotype (P. 3427).
- Fig. 4. *Coryphaenoides* sp. D.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno (P. 3428).
- Figs. 5-9. *Melanonus gabbai* n. sp. 5a = G.V., 5b = G.I., Formation d'Antognola, Pizzocorno, holotype (P. 3429); 6-8 = G.I., 9 = D.I., même gisement, paratypes (P. 3430, P. 3431, P. 3432, P. 3433).
- Figs. 10-12. «Genus *Trachyrincinarum*» *anfossii* n. sp. 10a = D.I., 10b = vue postérieure, Formation d'Antognola, Pizzocorno, holotype (P. 3434); 11 & 12: D.I., même gisement, paratypes (P. 3435, P. 3436).

F



1b



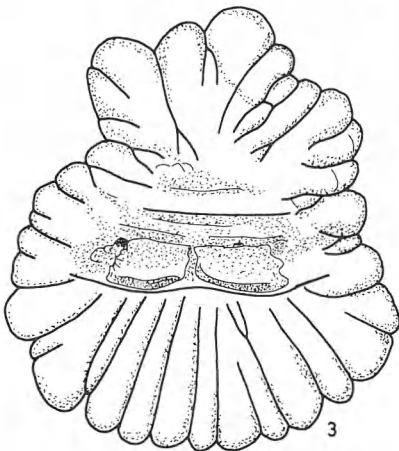
1a



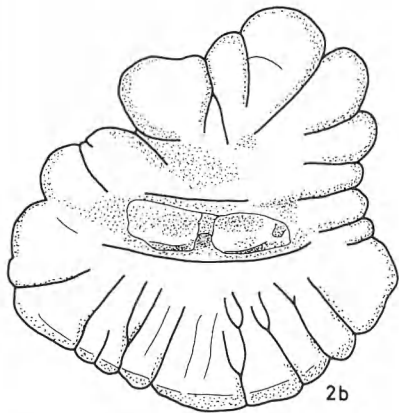
2a

Squalogadus mosnai n.sp.

F



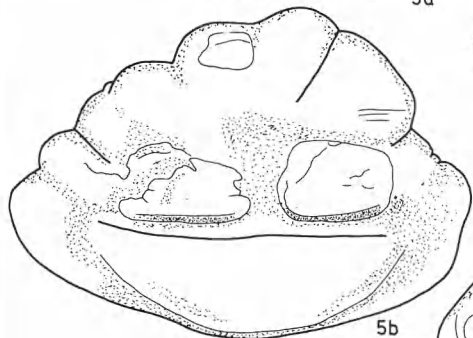
3



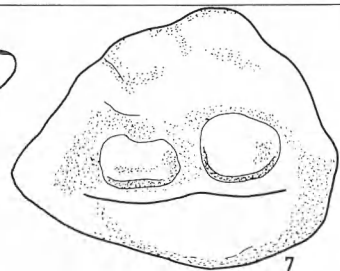
2b



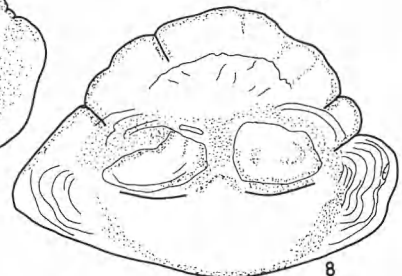
5a



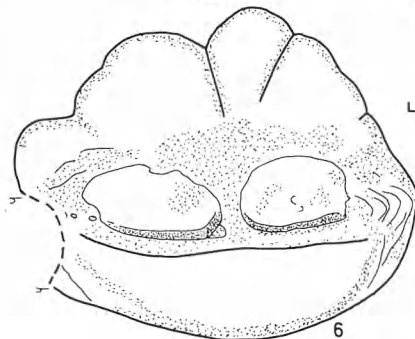
5b



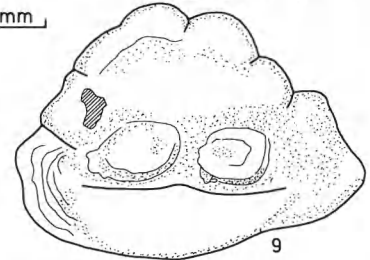
7



8



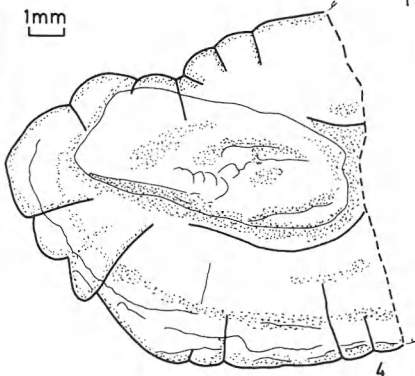
6



9

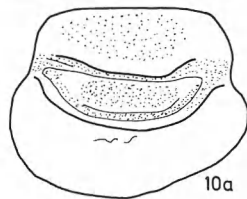
Melanonus gabbai n.sp.

F

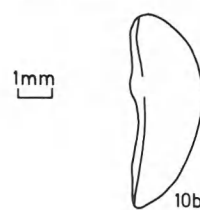


4

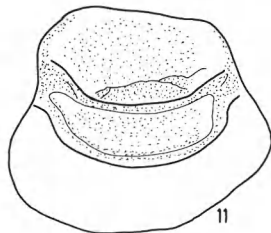
Coryphaenoides sp.



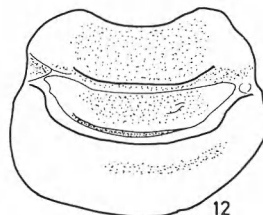
10a



10b



11



12

„genus *Trachyrincinarum*“ *anfossii* n.sp.

Famille MELAMPHAIDAE GILL, 1892
 Genre *Poromitra* GOODE & BEAN, 1883
 Espèce-type: *Poromitra capito* GOODE & BEAN, 1883
Poromitra pizzocornensis n.sp.
 (Pl. 1, Figs. 15-16)

Types primaires:

Holotype: une otolithe droite (Pl. 1, Fig. 16) (P. 3412);
 trois paratypes dont un figuré (Pl. 1, Fig. 15) (P. 3411).

Dimensions de l'holotype:

Longueur: 4,3 mm; hauteur: 2,7 mm; épaisseur:
 0,8 mm.

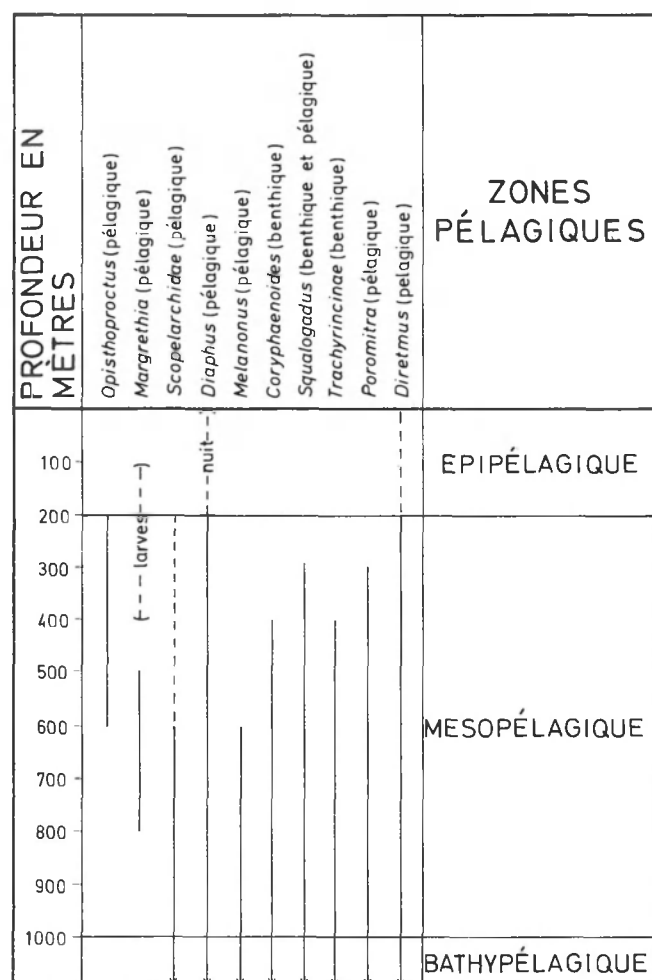


Tableau 2

Répartition bathymétrique et mode de vie actuel des genres et familles représentés au gisement de Pizzocorno, d'après des données empruntées aux travaux de AYLING & COX (1982), BAUCHOT & PRAS (1980), BOND (1974), COHEN, (1964), GRAY (1964), MARSHALL & IWAMOTO (1973) et ROFEN (1966).

Stratum typicum:

Formation d'Antognola à Pizzocorno; Oligocène Inférieur, Zone à nannoplancton calcaire NP21.

Derivatio nominis:

Cette espèce est nommée d'après sa localité-type.

Diagnose:

Cette espèce possède des otolithes allongées suivant un axe à orientation antéro-ventral/postéro-dorsal. L'holotype est de loin l'exemplaire le mieux conservé. Son contour est caractérisé par un développement considérable de l'aire postéro-dorsale, d'où la présence d'un angle obtus, situé légèrement en arrière du centre du bord dorsal. Le bord ventral est pourvu d'un angle antéro-ventral et postéro-ventral formant légèrement saillie. La face interne est plate dans son ensemble, mais le sulcus est nettement entaillé. L'ostium est pourvu d'un large colliculum régulier et dans la cauda, on aperçoit une crête colliculaire près du bord ventral. L'holotype possède un sillon ventral bien marqué, mais cela est moins net chez les paratypes qui sont tous légèrement affectés par l'érosion. La face externe est lisse et faiblement bombée.

Rapports et différences:

Par sa portion dorso-postérieure bien développée et surtout par la présence d'un angle obtus dans le bord dorsal, un peu en arrière de son centre, les otolithes de cette espèce se rapprochent de celles du genre *Poromitra*; voir Pl. 1, Figs. 13 et 17 pour l'iconographie des espèces actuelles *P. capito* GOODE & BEAN, 1883 et *P. megalops* (LÜTKEN, 1877). Certaines espèces du genre *Melamphaes*, par exemple *M. typhlops* (LOWE, 1843) (Pl. 1, Fig. 14) possèdent également une aire postéro-dorsale bien développée, mais jamais leur bord dorsal ne montre une saillie anguleuse.

Famille DIRETMIDAE GOODE & BEAN, 1896

Genre *Diretmus* JOHNSON, 1863

Espèce-type: *Diretmus argenteus* JOHNSON, 1863

Diretmus sp.

(Pl. 1, Fig. 18)

Matériel:

Quatre spécimens.

Discussion:

Trois des spécimens sont des demi-otolithes, brisées dans le long de leur sulcus. L'unique spécimen entier est une grande otolithe (12 mm de haut) assez fortement érodée; elle appartient certainement au genre *Diretmus*; mais il nous faudrait un matériel plus abondant et mieux conservé pour bien définir l'espèce. A la Pl. 1, Fig. 19, nous figurons une otolithe de l'actuel *D. aureus* CAMPBELL, 1879, à l'appui de notre identification générique.

Conclusions

La faune ichthyologique du gisement de Pizzocorno est une faune bathyale typique. Dans le tableau 2, nous donnons un aperçu de la répartition bathymétrique et du mode de vie actuel des genres (ou familles) identifiés. Parmi les dix taxa représentés, sept ont un mode de vie pélagique et trois (les Macrouridae) sont benthiques (ajoutant que le genre *Squalogadus* a toutefois déjà été capturé en milieu pélagique).

Cette association de poissons a certainement vécu à plus de 500 m de profondeur. Le caractère bathyal de cette faune est encore accentué par l'absence totale de taxa neritiques et par le fait que huit des dix taxa représentés sont même connus à des profondeurs de plus de 1.000 m.

Cette faune ichthyologique est la plus franchement bathyale de tous les terrains tertiaires d'Europe. Il y a bien des faunes bathyales du Miocène et du Pliocène méditerranéen (essentiellement au Tortonien et au Zancien), mais toutes ces associations contiennent également une portion non négligeable d'éléments neritiques, ce qui les situe plutôt dans la zone supérieure de la pente continentale. L'association de Pizzocorno n'est pour cela comparable à aucune autre faune ichthyologique d'âge contemporain.

Les seuls taxa communs à d'autres gisements sont *Diaphus stafforaensis*, également connu dans la zone NP21 de l'Oligocène Inférieur d'Aquitaine et la famille des Scopelarchidae, représentée dans l'Oligocène Inférieur de Moravie. On peut toutefois espérer que les taxa identifiés au niveau spécifique et surtout les *Diaphus* contribueront ultérieurement à l'établissement d'une échelle biostratigraphique basée sur les poissons pélagiques applicable dans des aires géographiques étendues.

Du point de vue évolutif, la faunule de Pizzocorno ne présente pas de différences essentielles avec la faune actuelle: sur les treize taxa représentés, onze appartiennent à des genres vivant encore dans la nature actuelle tandis que deux n'ont pu être identifiés au niveau générique à cause de la mauvaise conservation soit du fossile, soit du matériel de comparaison actuel disponible.

Du point de vue océanographique, il importe de noter que seulement trois (*Diaphus*, les Trachyrincinae et *Coryphaenoides*) des dix taxa mentionnés existent dans la faune actuelle de la Méditerranée. Cela indique qu'à l'Oligocène Inférieur, cette partie de la Tethys avait un caractère plus franchement océanique que de nos jours.

Index bibliographique

- AYLING, W. & COX, G.J., 1982. Collins Guide to the sea fishes of New Zealand, Collins, Auckland, Sydney et London, 343 pp.
- BAUCHOT, M.L. & PRAS, A., 1980. Guide des poissons d'Europe. Les guides du naturaliste, Delachaux et Nestlé, Lausanne et Paris, 427 pp.
- BELLINZONA, G., BONI, A., BRAGA, G. & MARCHETTI, G., 1971. Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, foglio 71, Voghera. Servizio Geologica d'Italia, 121 pp. et carte.
- BOND, G.W., 1974. Vertical distribution and life histories of the gonostomatid fishes (Pisces: Gonostomatidae) off Bermuda. - Report to the U.S. Navy Underwater Systems Center, Contract No. B00140-73-C-6304 (Smithsonian Institution, Washington), 276 pp.
- BRZOBHATY, R., 1982. Die bisher älteste tertiäre Otolithenfauna (Teleostei) der Westkarpaten. *Acta Universitatis Carolinae-Geologica, Pokorný*, 4: 341-355.
- BYBELL, L.M., 1982. Late Eocene to Early Oligocene Calcareous nannofossils in Alabama and Mississippi. *Transactions Gulf Coast Association of Geological Societies*, 32: 295-302.
- COHEN, D.M., 1964. Family Argentinidae. In: Fishes of the Western North Atlantic. *Memoir Sears foundation for marine research*, 1 (4): 1-70.
- GRAY, M., 1964. Family Gonostomatidae. In: Fishes of the Western North Atlantic. *Memoir Sears foundation for marine research*, 1 (4): 78-240.
- GREENWOOD, P.H., ROSEN, D.E., WEITZMAN, S.H. et MYERS, G.S., 1966. Phyletic studies on teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bulletin American Museum of Natural History*, 131 (4): 341-455.
- GRENFELL, H.R., 1984. Early Miocene teleost otoliths from Parengarenga Harbour, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 27: 51-96.
- MARSHALL, N.B. & IWAMOTO, T., 1973. Family Macrouridae. In: Fishes of the Western North Atlantic. *Memoir Sears foundation for marine research*, 1 (6): 496-665.
- MARTINI, E., 1969. Nannoplankton aus dem Latdorf (locus typicus) und weltweite Parellelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän. *Senckenbergiana Lethaea*, 50 (2/3): 117-159.
- MIKKELSEN, N., 1975. Marine Lower Oligocene sediments in Denmark as indicated by coccoliths in the Viborg Formation. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 24: 83-86.
- NOLF, D., 1976. Les otolithes de Téléostéens néogènes de Trinidad. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 69 (3): 703-742.
- NOLF, D., 1985. Otolithi Piscium. In: H.P. SCHULTZE (ed.). Handbook of Paleoichthyology, 10. Fischer, Stuttgart et New York, pp. 1-145.

- NOLF D., sous presse. Les otolithes de téléostéens éocènes d'Aquitaine (sud-ouest de la France) et leur intérêt stratigraphique. *Mémoire de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences, Mém. nr. 40*.
- NOLF, D. & MARTINELL, J., 1979. Otolithes de Téléostéens du Pliocène des environs de Figueras (Catalogne). *Geologica et Palaeontologica*, 14: 209-234.
- NOLF, D. & STEURBAUT, E., 1983. Révision des otolithes de téléostéens du Tortonien stratotypique et de Montegibbio (Miocène Supérieur d'Italie septentrionale). *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 20 (4): 143-197.
- NOLF, D. & STEURBAUT, E., 1988. Evidence from otoliths for establishing relationships within Gadiforms. In: Papers on the systematics of gadiform fishes. Special publication of the Natural History Museum of Los Angeles County, (in print).
- PAXTON, J.R., 1979. Nominal genera and species of lanternfishes (Family Myctophidae). *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*, 322: 1-28.
- PERCH-NIELSEN, K., 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In: BOLLI, H., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (ed.): *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 427-554.
- ROBBA, E., 1970. Otoliti del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Rivista Italiana de Paleontologia*, 76 (1): 89-172.
- ROFEN, R.R., 1966. Family Scopelarchidae. In: Fishes of the Western North Atlantic. *Memoir Sears Foundation for marine research*, 1 (5): 566-602.
- ROTH, P.H., 1970. Oligocene Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 63 (3): 799-881.
- SCHWARZHANS, W., 1980. Die Tertiäre Teleosteen-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* 26: 1-211.
- SCHWARZHANS, W., 1986. Die Otolithen des Unter-Pliozän von Le Puget, S-Frankreich. *Senckenbergiana Lethaea*, 67 (1-3): 219-273.
- STEURBAUT, E., 1983. The stratigraphic position of the Lower Oligocene Yrieu Sands (Southwestern France), based on calcareous nannofossils and a new *Helicosphaera* species. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 76 (2): 327-331.
- STEURBAUT, E., 1984. Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-ouest de la France). *Palaeontographica A*, 186: 1-162.
- STEURBAUT, E., 1986. Late Middle Eocene to Middle Oligocene calcareous nannoplankton from the Kallo well, some boreholes and exposures in Belgium and a description of the Ruisbroek Sand Member. *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 23 (2): 49-83.

Dirk NOLF,
Departement Paleontologie,
Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen,
Vautierstraat 20, B-1040 Brussel

Etienne STEURBAUT,
Laboratorium voor Paleontologie,
Rijksuniversiteit Gent,
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent