

DIRK NOLF \* - ETIENNE STEURBAUT \*

## OTOLITHES DE POISSONS DE L'OLIGOCENE INFERIEUR DU BASSIN LIGURO-PIEMONTAIS ORIENTAL, ITALIE

RESUME - L'étude des otolithes de cinq gisements d'âge oligocène inférieur dans le Bassin liguro-piémontais oriental a révélé la présence de 70 taxa de téléostéens dont 38 ont pu être identifiés au niveau spécifique. Onze de ces derniers représentent des espèces nouvelles: *Pterothrissus balisticus*, *P. complanatus*, *Rhechias biaculeatus*, *Coryphaenoides merluccioides*, *Ampheristus sztrakosi*, *Hoplobrotula pirum*, *Leptobrotula martinii*, *L. cinzanoi*, *Neobythites rattazzii*, *Dirctmus semicompletus* et "genus *Percoideorum*" *orestei*. Ces associations sont dominées par des poissons d'eau profonde du domaine benthique de la pente continentale et du domaine mésopélagique. C'est la seule faune de téléostéens d'eau profonde aussi ancienne pour laquelle on possède un aperçu bien documenté. Les affinités biogéographiques des genres actuels recensés dans cette faune sont notoires: seulement 26% vivent dans la Méditerranée actuelle, mais 88% vivent encore dans le domaine atlantique et 93% dans le domaine indo-pacifique. A l'Oligocène inférieur, il existait donc en Méditerranée une faune océanique téthysienne à répartition circumglobale dans les zones tropicale et subtropicale. Cette faune était fondamentalement différente de celle qui peuple actuellement les eaux profondes de la Méditerranée. Les données montrent en outre que plusieurs taxa avaient alors une aire de répartition plus étendue que maintenant, et que la Paléoméditerranée oligocène était un océan où les aires de répartition de taxa réputés maintenant "atlantiques" et "indo-pacifiques" se mélangeaient complètement.

ABSTRACT - *Fish otoliths from the Lower Oligocene of the Liguro-Piemontese Basin (Italy).*

Otolith associations from five Lower Oligocene localities in the oriental part of the Liguro-Piemontese Basin revealed the presence of 70 teleost taxa among which 38 could be identified at species level. Eleven of those, *Pterothrissus balisticus*, *P. complanatus*, *Rhechias biaculeatus*, *Coryphaenoides merluccioides*, *Ampheris-*

---

\* Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29, rue Vautier - 1000 Bruxelles, Belgique

*tus sztrakosi*, *Hoplobrotula pirum*, *Leptobrotula martinii*, *L. cinzanoi*, *Neobythites rattazzii*, *Diretmus semicompletus* and “genus *Percoideorum*” *orestei* represent new species. The associations are dominated by deepwater fishes, both mesopelagic and benthic from the continental slope. This is the oldest deepwater teleost fauna which is so extensively documented. The biogeographic affinities of the Recent genera represented in this fauna are notorious: only 26% are still living in present day Mediterranean waters, but 88% are inhabiting the Atlantic realm and 93% are known from the Indo-Pacific realm. It is clear that at the Lower Oligocene, the Mediterranean was inhabited by an oceanic Tethysian fauna with a circumglobal distribution in the tropical and subtropical zones. This fauna was fundamentally different from the present day Mediterranean deepwater fish fauna. Our data also show that several taxa had, at that time, a more extended geographic dispersal than today and that the Paleomediterranean was an ocean where taxa with a present day “Atlantic” or “Indo-Pacific” distribution were completely mixed.

RIASSUNTO - *Otoliti di Pesci dell'Oligocene inferiore del Bacino ligure-piemontese orientale.*

Lo studio degli otoliti raccolti in cinque giacimenti dell'Oligocene inferiore del Bacino ligure-piemontese orientale ha rivelato la presenza di 70 taxa di Teleostei, 38 dei quali sono stati determinati a livello di specie. Undici di queste ultime costituiscono delle specie nuove: *Pterothrissus balisticus*, *P. complanatus*, *Rhechias biaculeatus*, *Coryphaenoides merluccioides*, *Ampheristus sztrakosi*, *Hoplobrotula pirum*, *Leptobrotula martinii*, *L. cinzanoi*, *Neobythites rattazzii*, *Diretmus semicompletus* e “genus *Percoideorum*” *orestei*. Queste associazioni sono dominate da pesci di profondità del dominio bentico della scarpata continentale e del dominio mesopelagico. Questa è l'unica fauna di Teleostei di profondità così antica per la quale si possiede una conoscenza ben documentata. Le affinità biogeografiche dei generi attuali riscontrati in questa fauna sono notevoli: solo il 26% è presente attualmente nel Mediterraneo mentre l'88% si trova ancora nel dominio atlantico ed il 93% nell'indo-pacifico. Durante l'Oligocene inferiore, esisteva pertanto nel Mediterraneo una fauna oceanica tetisiana distribuita in tutta la fascia delle zone tropicale e subtropicale. Tale fauna era fondamentalmente diversa da quella che popola attualmente le acque profonde del Mediterraneo. I dati evidenziano inoltre che molti taxa avevano allora una distribuzione più ampia di quella attuale e che il Paleomediterraneo dell'Oligocene era un oceano nel quale le aree di distribuzione dei taxa attualmente definiti “atlantici” e “indopacifici” si mescolavano completamente.

## INTRODUCTION

Ce n'est qu'en 1988 que parut la première étude sur les otolithes de poissons oligocènes d'Italie septentrionale (Nolf & Steurbaut, 1988). En

fait, ce fut une redécouverte, car en 1986, le professeur Sergio Mosna (Université de Pavia) suscita notre curiosité en nous montrant quelques remarquables otolithes de macrouridés en provenance d'une ancienne collection portant "Rio Staffora" comme seule indication, et encouragea ainsi nos prospections dans ce secteur. Franco Gabba nous montra alors le gisement de Pizzocorno, où furent récoltées les otolithes décrites dans la publication citée ci-dessus. Un résumé de la même publication parut dans les "Quaderni" du Musée des Sciences naturelles de Voghera (Nolf & Steurbaut, 1990).

Par après, ce sont surtout les études stratigraphiques sur l'Oligocène de la région (Seguini, 1961; Labesse, 1966; Vervloet, 1966; Gelati *et al.*, 1974; Gelati, 1977; Andreoni *et al.*, 1981; Gelati & Gnaccolini, 1982; Di Giulio, 1990) qui ont orienté notre prospection sur le terrain. C'est ainsi que nous avons découvert en 1988 un gisement exceptionnellement riche en otolithes dans une petite calanque située à 250 m au SE de la Casa del Piano à Vigoponzo (ici appelé gisement CP). Une analyse bathymétrique de cette association d'otolithes, de même que de celle de Pizzocorno, est fournie par Nolf & Brzobohaty (1994a). Par la suite, d'autres gisements (V2, V4, Aia del Gallo) aux environs de Vigoponzo ont été découverts par Bruno Rattazzi qui nous en a communiqué les otolithes. C'est surtout le gisement V2 qui a fourni des otolithes d'une qualité exceptionnelle, ce qui a permis de bien définir plusieurs espèces nouvelles. Tous ces gisements nous ont essentiellement fait connaître des poissons d'eau profonde (mésopélagique et domaine benthique de la pente continentale) dont plusieurs appartiennent à des familles non encore recensées à l'Oligocène.

### *Contexte stratigraphique*

La série stratigraphique du secteur de Vigoponzo (Fig. 1-4), au Sud de la ligne tectonique Villavernia-Varzi (voir carte de Canava *et al.*, 1989 et schéma dans Di Giulio, 1991, fig. 1, ici reproduit à la Fig. 1) a été étudiée en détail par Gelati (1977) qui estime une épaisseur totale de près de 1500 m pour la Formation de Ranzano, un complexe essentiellement sableux, mais admettant aussi des intervalles argileux et des passages conglomératiques. La Formation de Ranzano fait suite aux Marnes de Monte Piano, d'âge éocène, et est couronnée par les Marnes d'Antognola ou leurs équivalents latéraux. Les gisements ayant livrés des otolithes appartiennent à des zones plutôt argileuses qui géométriquement (voir Fig. 2 et 3) se situent tous dans les 400 m inférieurs de la Formation de Ranzano, partie que ces

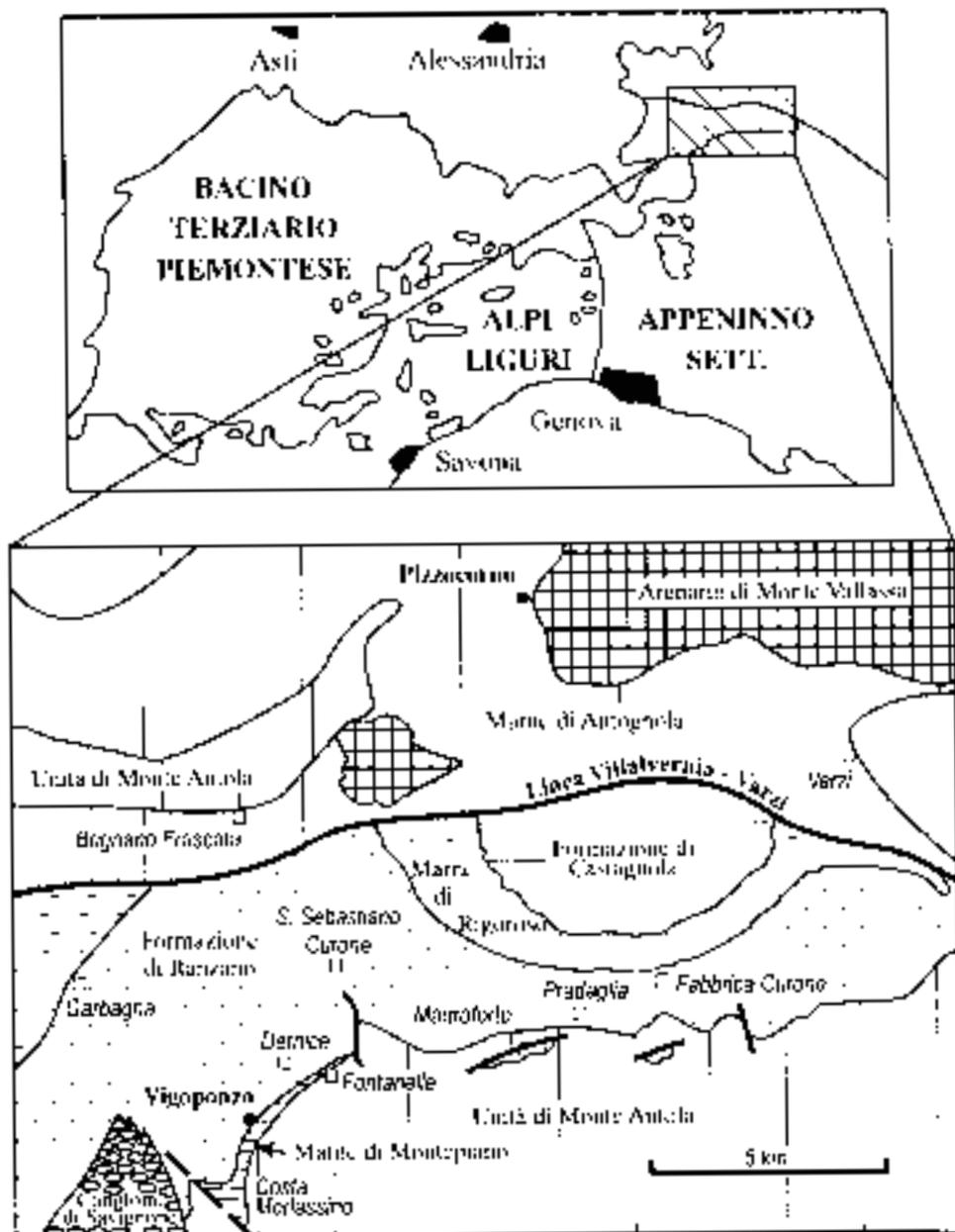


Fig. 1 - Aperçu structural et localisation de la zone des affleurements étudiés (d'après Di Giulio, 1991, modifié).

auteurs attribuent à l'Oligocène inférieur, avant l'apparition du foraminifère planctonique *Globorotalia opima opima*. Des échantillons de Pizzocorno, de Vigoponzo CP, V2 et V4 ont été datés par les foraminifères planctoniques et le nannoplancton calcaire (voir Bicchi *et al.*, 2004). Les foraminifères sont abondants et bien préservés dans la plupart des échantillons de Vigoponzo (CP, V2, V4). Les associations sont quasi identiques et appartiennent à la zone à *Globoquadrina barbadoensis* de Novaretti *et al.* (1995). Celle-ci est corrélative à l'intervalle P18-P19 de la zonation à foraminifères planctoniques de Blow (1969) et à la zone P18 de Berggren *et al.* (1995) et indique un âge Rupélien inférieur. Par contre, il y a des différences considérables entre les associations à nannofossiles calcaires. Certaines sont caractérisées par d'abondants remaniements du Crétacé et du Paléocène, d'autres beaucoup moins. L'analyse de la nannoflore permet une attribution à l'intervalle milieu NP21 - milieu NP23 pour l'ensemble des échantillons, suggérant un âge Rupélien inférieur.

Le gisement de Pizzocorno se situe au Nord de la ligne Villalvernia-Varzi, dans une zone cartographiée comme "Marnes d'Antognola" (Bellinzona *et al.*, 1971; Gelati *et al.* 1974; Di Giulio, 1991). Les marnes ayant livré les otolithes de Pizzocorno ont cependant été datées par le nannoplancton calcaire (Nolf & Steurbaut, 1988) comme appartenant à la Zone NP 21 de Martini (1971) du Rupélien inférieur, ce qui est nettement plus ancien que l'âge des Marnes d'Antognola dans leur localité-type (Rupélien supérieur à Burdigalien). Ceci est tout-à-fait conforme aux résultats de l'analyse des foraminifères planctoniques, qui réfère à la zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudohastigerina barbadoensis* de Novaretti *et al.* (1995) d'âge Rupélien inférieur.

*Liste des points échantillonnés (Fig. 1-4)*

### **Pizzocorno, gisement Piz.**

Carte topographique à 1/25 000, feuille 71, Val de Nizza, x = 509.300, y = 4966.850.

Bibliographie: Nolf & Steurbaut (1988 et 1990).

Le gisement se trouve en amont et sur le flanc occidental d'une calanque descendant du Nord de Pizzocorno vers la Nizza, affluent de la Staffora. Ce n'est qu'aux environs immédiats du point indiqué que l'on trouve des otolithes. Le terrain entaillé par la calanque étant fort comparti-

menté par une tectonique partiellement masquée par des glissements de terrain, il est difficile d'interpréter les relations géométriques précises entre le gisement à otolithes et les terrains qui l'encadrent. Nous n'avons rien trouvé sur le flanc oriental de la calanque, ce flanc appartenant à un autre bloc tectonique. Il s'agit surtout d'otolithes de grande taille que l'on trouve à la surface d'une argile grasse et compacte. Des essais de tamisage (35 kg) n'ont fourni que quelques petites otolithes.

### Vigoponzo, Aia del Gallo

Carte topographique à 1/25 000, feuille Garbagna, x = 503.000, y = 4957.200.

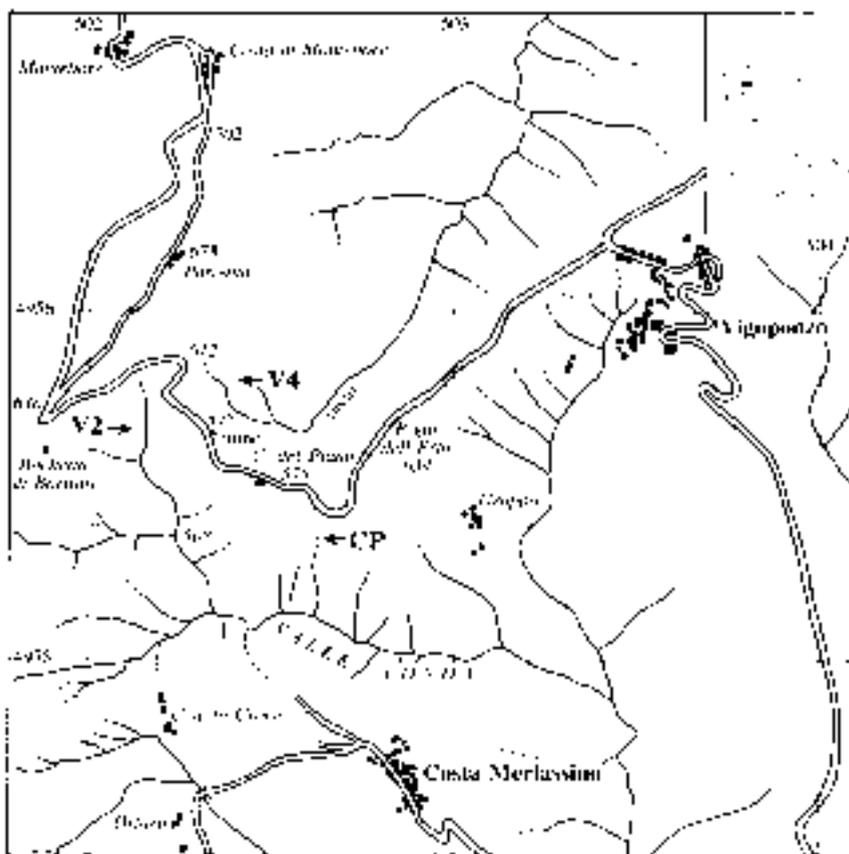


Fig. 2 - Localisation topographique des gisements CP, V2 et V4, près de la Casa del Piano, à Vigoponzo.

Flancs d'un ravin (récolte à la surface par B. Rattazzi). Ce gisement n'a livré qu'un nombre d'otolithes très restreint.

### Vigoponzo, gisement CP (Fig. 4)

Carte topographique à 1/25 000, feuille Rocchetta Ligure, x = 502.600, y = 4955.350.

Partie amont d'une calanque, juste au SE d'un sentier qui descend dans la Valle Fonda. De nombreuses otolithes de grande taille y ont été récoltées à la surface de la couche 14, et le tamisage de ce sédiment donne des résidus riches en otolithes de toutes tailles. Cette association tamisée est dominée par des myctophidés.

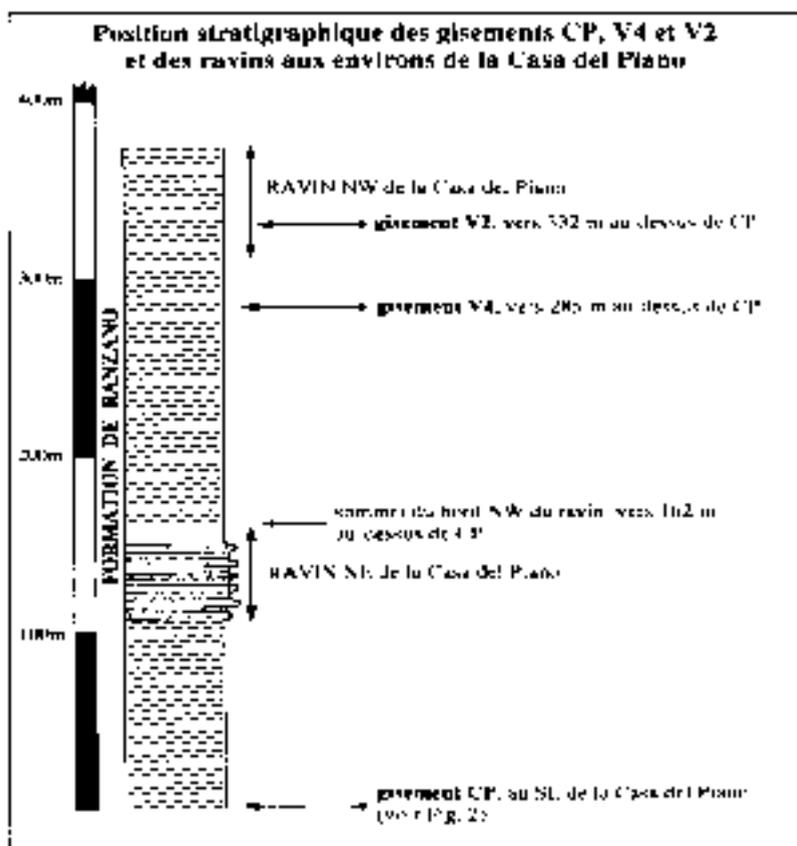


Fig. 3 - Relations stratigraphiques et géométriques entre les gisements CP, V4 et V2.

**Vigoponzo, gisement V2** (250 m au SE de la Casa del Piano) (Fig. 2 et 3)  
Carte topographique à 1/25 000, feuille Garbagna, x = 502.150, y = 4955.650.

Profonde calanque (partie amont de la Valle Fonda) au NE de la Casa del Piano. Récolte à la surface par B. Rattazzi et O. Cavallo et tamisage de 30 kg. Argile silteuse renfermant quelques nummulites. Le tamisage du sédiment n'a pas fourni de quantités notoires d'otolithes. Les résultats des récoltes à la surface dépendent fort du type d'érosion dont les parois ont été affectées. Les meilleures récoltes sont faites après les périodes de forte pluie qui emportent une quantité de sédiment considérable, suivies par une période de pluie fine et lente qui met bien à nu les particules indurées telles qu'otolithes et nummulites. La surface de ce gisement a été examinée régulièrement par B. Rattazzi, ce qui a livré une riche collection d'otolithes de très bonne conservation.

**Vigoponzo, gisement V4** (Fig. 2 et 3)

Carte topographique à 1/25 000, feuille Garbagna, x = 502.400, y = 4955.750.

Petite surface d'argile dénudée. Récolte à la surface par B. Rattazzi et tamisage de  $\pm$  100 kg.

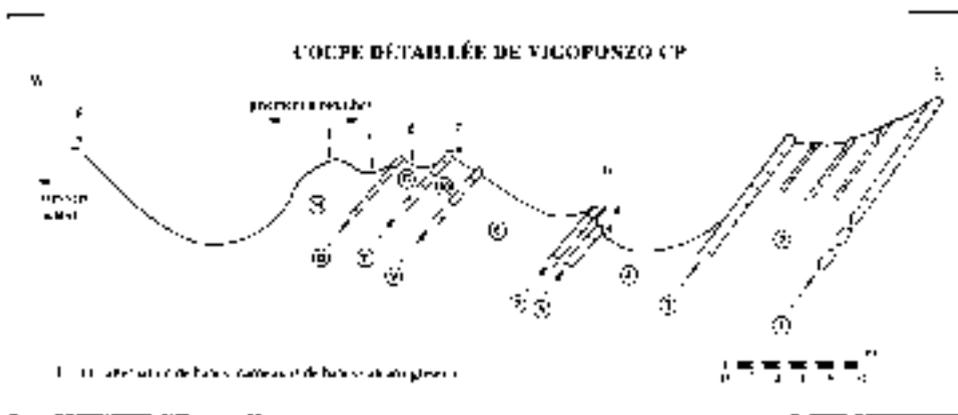


Fig. 4 - Encadrement lithologique et topographique du gisement à otolithes Vigoponzo CP (épaisseur des bancs indurés légèrement exagérée pour la netteté du dessin).

## INVENTAIRE DE LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

Dans le Tab. 1, nous donnons un aperçu de tous les taxa représentés par des otolithes dans l'Oligocène inférieur liguro-piémontais. Nous y avons ajouté le nombre de spécimens identifiés pour les gisements ayant livré un nombre de taxa suffisant pour donner une idée de la composition de l'association concernée. Toutefois, il ne s'agit pas de données numériques directement comparables, puisque beaucoup de matériel a été ramassé à la surface, avec ajout de matériel obtenu par tamisage. Pour les gisements Vigoponzo CP et V4, le matériel obtenu par tamisage a fourni un nombre de spécimens important; pour les gisements de Pizzocorno et Vigoponzo V2, le tamisage s'est avéré peu productif.

## REMARQUES SUR LES TAXA SUJETS A CAUTION

(1) *Melanonus triangulus*. Des spécimens oligocènes de Pizzocorno furent d'abord décrits sous le nom de *Melanonus gabbai* Nolf et Steurbaut, 1988. Les abondants spécimens maintenant disponibles montrent clairement qu'il s'agit de la même espèce que *M. triangulus* du Tortonien.

(2) *Bathygadus novus*. Cette espèce fut décrite du Priabonien d'Aquitaine sous le nom de *Bathygadus mauli* Nolf, 1988. Les nouveaux spécimens récoltés à Vigoponzo, du Tortonien piémontais et de divers gisements Zancliens du domaine méditerranéen montrent qu'une seule espèce, *B. novus*, a vécu du Priabonien au Zanclien.

(3) *Glyptophidium* sp. Deux otolithes (Pl. 6, Fig. 12-13) de grande taille (8,5 et 8,9 mm de long) et légèrement érodées représentent soit une espèce nouvelle, soit un aspect de la variabilité ou de la croissance allométrique de *Glyptophidium* aff. *major* (Pl. 6, Fig. 1-4). Elles sont moins hautes que celles de cette dernière espèce et présentent une cauda plus allongée. Pour le reste elles sont très similaires et montrent le même canal ostial dirigé vers le haut. Les différences dans la proportion longueur/hauteur pourraient légitimer des espèces différentes, mais Nielsen & Machida (1988, fig. 6 A-L) ont illustré une très grande variabilité pour les otolithes d'une des espèces actuelles, *G. argenteum*, ce qui incite à la prudence pour l'introduction de nouveaux taxa.

(4) *Bathyclupea* sp. En Aquitaine, le genre *Bathyclupea* est connu par une espèce, *B. aribaoutensis* Nolf, 1988 qui existe du Priabonien jusqu'à l'Aquitainien. Celle-ci semble avoir des otolithes moins longues et plus effilées vers le haut, mais comme elle n'est connue que par des spécimens de petite taille, il est difficile de juger des relations précises des grands spécimens de l'Arenaria di Ranzano, qui en plus ne sont pas d'une conservation parfaite.

(5) *Brachypleura* aff. *pentagonalis*. Cette espèce, décrite sous le nom de "genus Pleuronectidarum" *pentagonalis* par Steurbaut (1984) des Sables d'Yrieu, Oligocène inférieur d'Aquitaine, a été attribuée au genre *Brachypleura* par Schwarzhans (1999, p. 88), ce qui nous semble légitime.

## DESCRIPTION DES ESPECES NOUVELLES

*Pterotrissus balisticus* n. sp.

Pl. 1, Fig. 12

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 1, Fig. 12) (IRSNB P 7467) et sept paratypes non figurés provenant de Vigoponzo CP; un paratype non figuré provenant de Vigoponzo V2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 16,2 mm; hauteur: 11,3 mm; épaisseur: 6,6 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

*Derivatio nominis* - *Balisticus, a, um* (latin) = ayant trait à la balistique; se réfère à la taille et au poids de l'holotype, qui sont exactement ceux d'un parfait projectile de lance-pierres.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes robustes et très épaisses, ayant le bord ventral tranchant et le bord supérieur émoussé. La face externe est convexe et ornée seulement de quelques lignes de croissance concentriques. La face interne est fortement bombée, surtout dans le sens antéro-postérieur. Elle est bien entaillée par le sulcus, qui est constitué d'un large ostium, un peu moins long que la cauda. La cauda est plutôt large; son parcours est quasiment horizontal. Aussi bien l'ostium que la cauda sont garnis d'un colliculum mince et irrégulier. L'area située entre le sulcus et le bord dorsal est très étroite. Sur l'holotype on remarque un sillon ven-

tral, mais la plupart des paratypes sont trop usés pour que ce détail soit bien visible.

*Rapports et différences* - Tous les spécimens disponibles sont d'une taille d'ordre centimétrique, de sorte que nous ne pouvons illustrer une série de croissance pour cette espèce. Toutefois, cela ne constitue pas un grave inconvénient, car les otolithes de *Pterothrissus* ne deviennent vraiment diagnostiques qu'à partir d'une taille au-dessus de 5 mm. Les otolithes de *P. balisticus* se distinguent aisément de celles de *P. complanatus*, autre ptérothrissidé des gisements de Vigoponzo, par leur épaisseur plus considérable, leur forme plus allongée et leur cauda plus large. Elles se distinguent de celles de *P. umbonatus* (Koken, 1884), espèce de l'Oligocène d'Aquitaine (voir Nolf & Brzobohaty, 2002, pl. 1, fig. 4-6) et du Bassin de la Mer du Nord, par leur plus grande épaisseur et plus forte convexité de la face interne, par leur portion postérieure plus étroite et par leur cauda plus fortement entaillée.

*Pterothrissus complanatus* n. sp.

Pl. 1, Fig. 1-2

*Types primaires* - Holotype: une otolithe gauche (Pl. 1, Fig. 1) (IRSNB P 7456); deux paratypes, dont un figuré (Pl. 1, Fig. 2) (IRSNB P 7457).

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 15,3 mm; hauteur: 11,6 mm; épaisseur: 3,5 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo V2.

*Derivatio nominis* - *Complanatus*, *a, um* (latin) = aplani; se réfère à la forme régulière et aplanie des otolithes.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes relativement minces, de contour régulièrement arrondi. Le bord ventral est tranchant; le bord supérieur présente un profil plus émoussé. La face externe est lisse, plate ou légèrement convexe dans le sens antéro-postérieur, plus nettement convexe dans le sens dorso-ventral. La face interne est faiblement convexe dans tous les sens; elle est garnie d'un sulcus droit et peu entaillé, qui se situe vers le milieu de cette face. L'ostium, dont la portion antérieure est largement étendue vers le haut, est garni d'un colliculum régulier. La cauda en est quasiment dépourvue. Cette cauda est étroite, faiblement entaillée et, sous la crista inferior, on voit une faible dépression.

*Rapports et différences* - Les otolithes de *P. complanatus* se distinguent aisément de celles de *P. balisticus* par leur moindre épaisseur, leur contour plus arrondi, leur sulcus moins entaillé et leur area dorsale très étendue. Elles diffèrent de celles de *P. umbonatus* (Koken, 1884) par leur contour subquadrangulaire.

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

Abréviations utilisées:

D = otolithe sacculaire droite

G = otolithe sacculaire gauche

a, b, c: les annotations Fig. a, b, c, sont utilisées respectivement pour désigner des vues ventrales, internes et postérieures; les numéros de figures non annotées d'une lettre désignent toujours des vues internes.

Tous les spécimens figurés sont déposés dans les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB) et portent les numéros de la collection de types figurés de poissons fossiles de cette institution. Les fossiles non figurés sont répartis dans les collections du Museo Civico "F. Eusebio" à Alba, dans la collection privée de B. Rattazzi (Genova), et dans la collection de l'IRSNB.

### Planche 1

Fig. 1-2 - *Pterothrissus complanatus* n. sp.

1 = D, 2 = G, Formation de Ranzano, 1 = Vigoponzo, 2 = holotype (IRSNB P 7456, leg. Rattazzi), 2 = Vigoponzo CP, 2 = paratype (IRSNB P 7457).

Fig. 3-8 - *Rhechias biaculeatus* n. sp.

3-5 = G, 6-8 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7458-7463).

Fig. 9 - *Pseudophichthys elongatus* (Sulc, 1932)

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7464).

Fig. 10 - *Conger glaber* Brzobohaty, 1967

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7465).

Fig. 11 - *Ariosoma* sp.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7466).

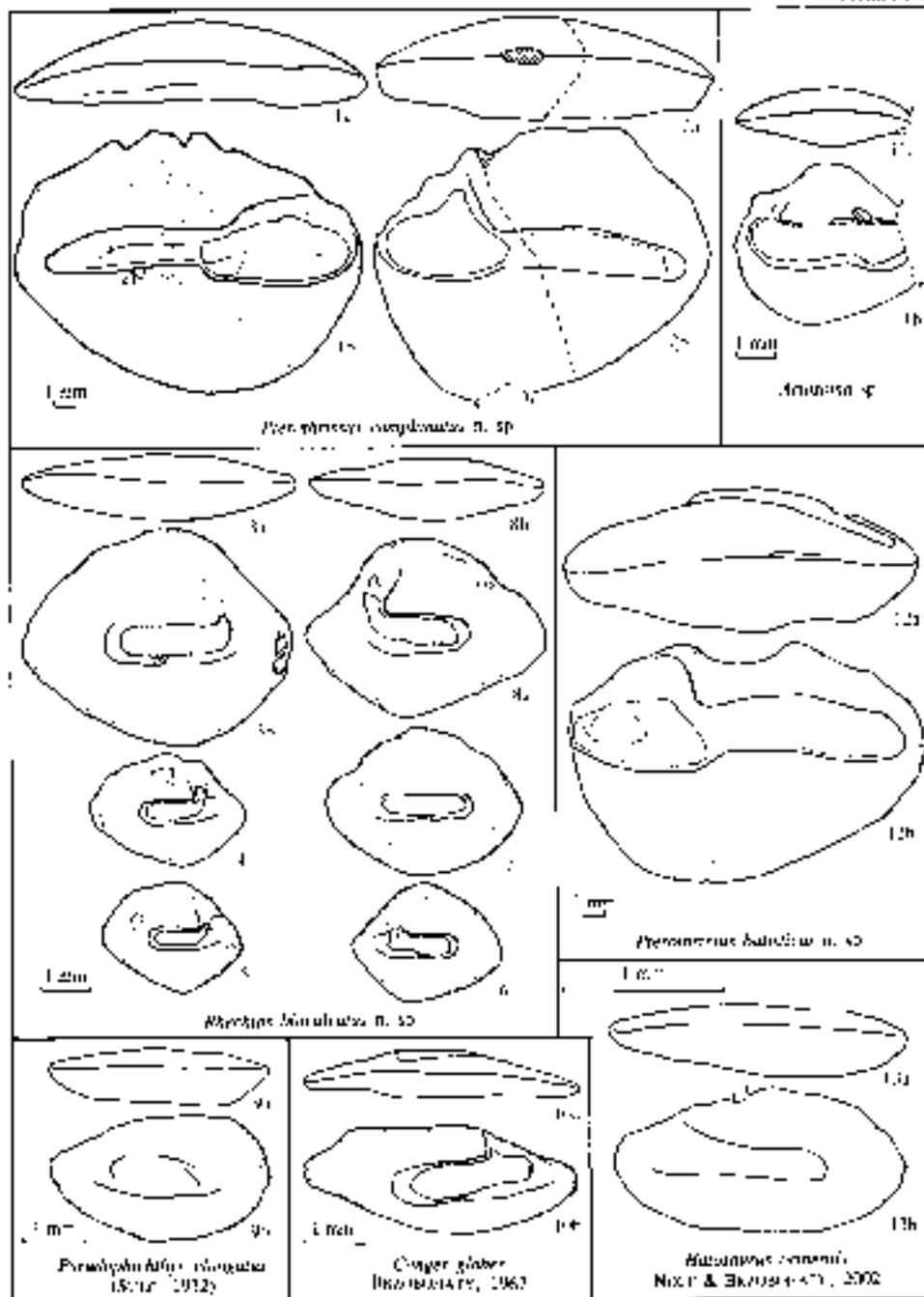
Fig. 12 - *Pterothrissus balisticus* n. sp.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP, holotype (IRSNB P 7467).

Fig. 13 - *Halosaurus orthensis* Nolf & Brzobohaty, 2002

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7468).

PLATE I



*Rhechias biaculeatus* n. sp.

Pl. 1, Fig. 3-8

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 1, Fig. 8) (IRSNB P 7463); 17 paratypes provenant de Vigoponzo CP, dont cinq figurés (Pl. 1, Fig. 3-7) (IRSNB P 7458-7462), trois paratypes non figurés provenant de Vigoponzo V2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 5,0 mm; hauteur: 3,6 mm; épaisseur: 1,4 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

---

**Planche 2**

Fig. 1 - *Rhechias* aff. *nagymarosyi* Nolf & Brzobohaty, 1994  
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7469).

Fig. 2 - *Opisthoproctus stellaris* Nolf & Brzobohaty, 1994  
G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7470, leg. Rattazzi).

Fig. 3 - *Opisthoproctus weitzmani* Nolf, 1988  
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2, (IRSNB P 7471, leg. Rattazzi).

Fig. 4 - *Rhynchobyalus natalensis* (Gilchrist & von Bonde, 1924)  
G, actuel, Atlantique tropical Est (coll. IRSNB).

Fig. 5 - *Rhynchobyalus* aff. *natalensis* (Gilchrist & von Bonde, 1924)  
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7472, leg. Cavallo).

Fig. 6 - *Danaphos gibbsi* Nolf, 1988  
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7473).

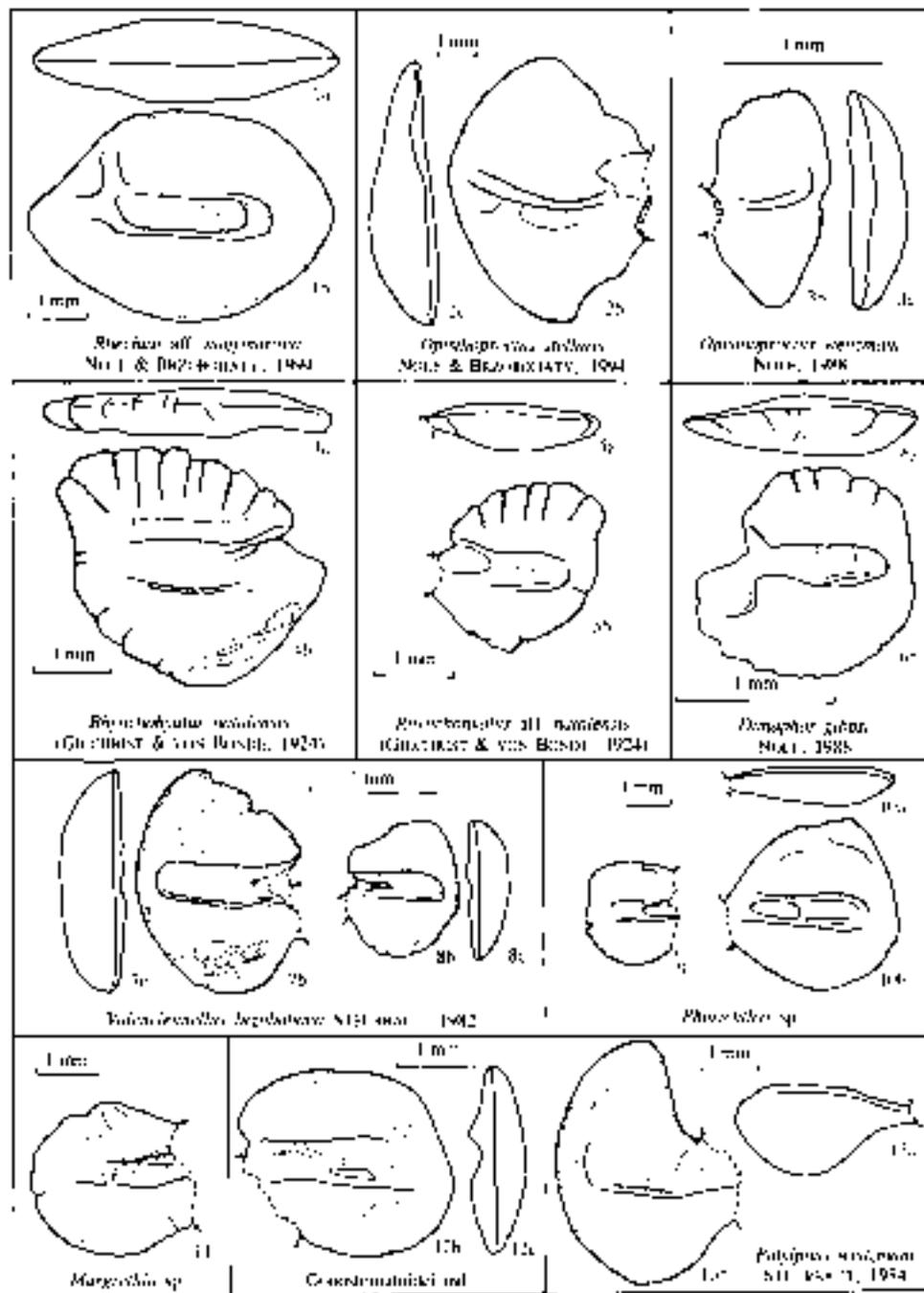
Fig. 7-8 - *Valenciennellus brzobohaty* Steurbaut, 1982  
7 = G, 8 = D, Formation de Ranzano, 7 = Vigoponzo 4 (IRSNB P 7474),  
8 = Vigoponzo 2 (IRSNB P 7475, leg. Rattazzi).

Fig. 9-10 - *Phosichthys* sp.  
9 = G, 10 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7476, P 7477,  
leg. Rattazzi).

Fig. 11 - *Margrethia* sp.  
G, Oligocène inférieur, Pizzocorno (IRSNB P 3406).

Fig. 12 - *Gonostomatoidei* ind.  
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7478, leg. Cavallo).

Fig. 13 - *Polyipnus weitzmani* Steurbaut, 1984  
G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7479).



*Derivatio nominis* - *Biaculeatus*, *a*, *um* (latin) = pourvu de deux pointes; se réfère aux extrémités antérieure et postérieure acuminées.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes de contour général en losange, dont les extrémités antérieure et postérieure sont acuminées mais légèrement émoussées. La face externe, convexe dans tous les sens, est complètement lisse. La face interne est bombée, sauf pour ce qui est d'une dépression bien accentuée dans l'area dorsale, juste au-dessus du sulcus. Le sulcus est constitué d'un ostium ayant la partie antérieure très mal délimitée, et d'une cauda plutôt courte, toujours garnie d'un colliculum bien développé, dont la partie centrale forme une sorte de dépression longitudinale. Les cristae caudales ne sont que très faiblement développées.

*Rapports et différences* - Deux autres espèces oligocènes du genre *Rhechias* existent: *R. nagymarosyi* Nolf et Brzobohaty, 1994b (Paratéthis et

---

### Planche 3

Fig. 1 - *Chlorophthalmus* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7480).

Fig. 2 - aff. *Parasudis* sp.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7481).

Fig. 3 - ? *Chlorophthalmidae*

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7482).

Fig. 4 - *Scopelarchus* cf. *nolfi* Steurbaut, 1982

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7483, leg. Cavallo).

Fig. 5 - *Diaphus* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7484, leg. Rattazzi).

Fig. 6 - *Diaphus alcoholicus* Brzobohaty & Nolf, 1995

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7485).

Fig. 7 - *Diaphus stafforaensis* Nolf & Steurbaut, 1988

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7486, leg. Rattazzi).

Fig. 8 - *Diaphus molossus* Nolf & Steurbaut, 1988

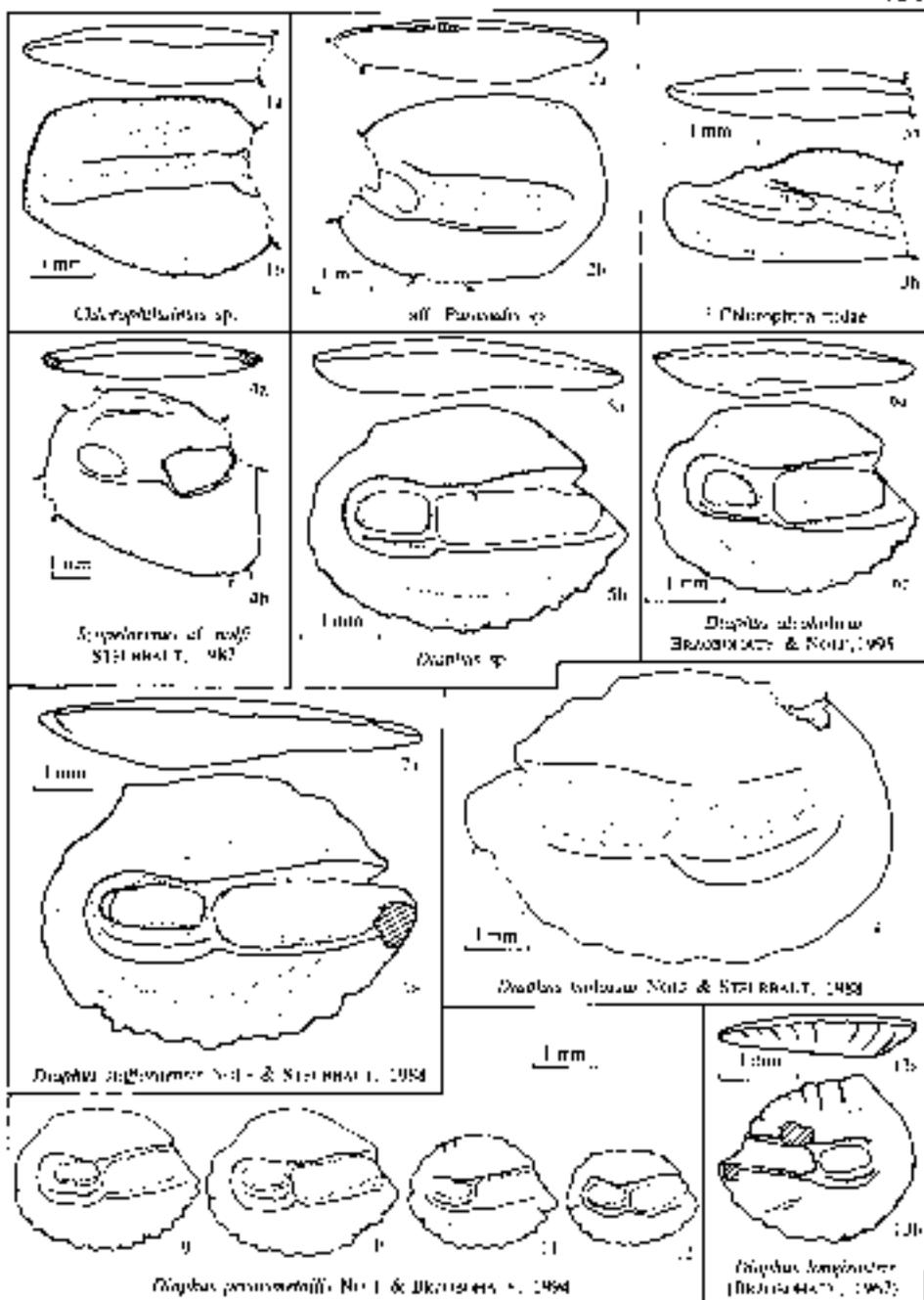
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 6212).

Fig. 9-12 - *Diaphus pristismetallis* Nolf & Brzobohaty, 1994

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 6193-6196).

Fig. 13 - *Diaphus longirostris* (Brzobohaty, 1967)

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7487).



Aquitaine), qui possède des otolithes plus régulièrement ovales et plus massives vers les bords, et *R. semiapertus* Brzobohaty, 1967 (Paratéthys), qui possède une cauda beaucoup plus longue.

*Coryphaenoides merluccioides* n. sp.  
Pl. 5, Fig. 1-3

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite provenant de Vigoponzo V2 (Pl. 5, Fig. 1) (IRSNB P 7504); 4 paratypes dont deux figurés (Pl. 5, Fig. 2-3) (IRSNB P 7505-7506) provenant de Vigoponzo CP, un paratype non figuré de Vigoponzo V2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 13,0 mm; hauteur: 6,6 mm; épaisseur: 1,8 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo V2.

*Derivatio nominis* - *Merluccioides* = comme un *Merluccius*; se réfère à une ressemblance superficielle avec les otolithes du genre *Merluccius*.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes robustes et allongées, montrant une petite saillie antérodorsale. Chez les exemplaires de

---

#### Planche 4

Fig. 1-2 - *Bathygadus novus* (Bassoli, 1906)

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7488, P 7489, leg. Rattazzi).

Fig. 3-5 - *Melanonus triangulus* (Robba, 1970)

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7490-7492, leg. Rattazzi).

Fig. 6-7 - *Coelorinchus* sp. ind.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7493, P 7494, leg. Rattazzi).

Fig. 8-11 - *Gadomus* sp.

8 = G, 9-11 = D, Formation de Ranzano, 8-9 = Vigoponzo 2 (IRSNB P 7495, P 7496, leg. Rattazzi), 10-11 = Vigoponzo CP (IRSNB P 7497, P 7498).

Fig. 12-13 - *Bregmaceros* sp.

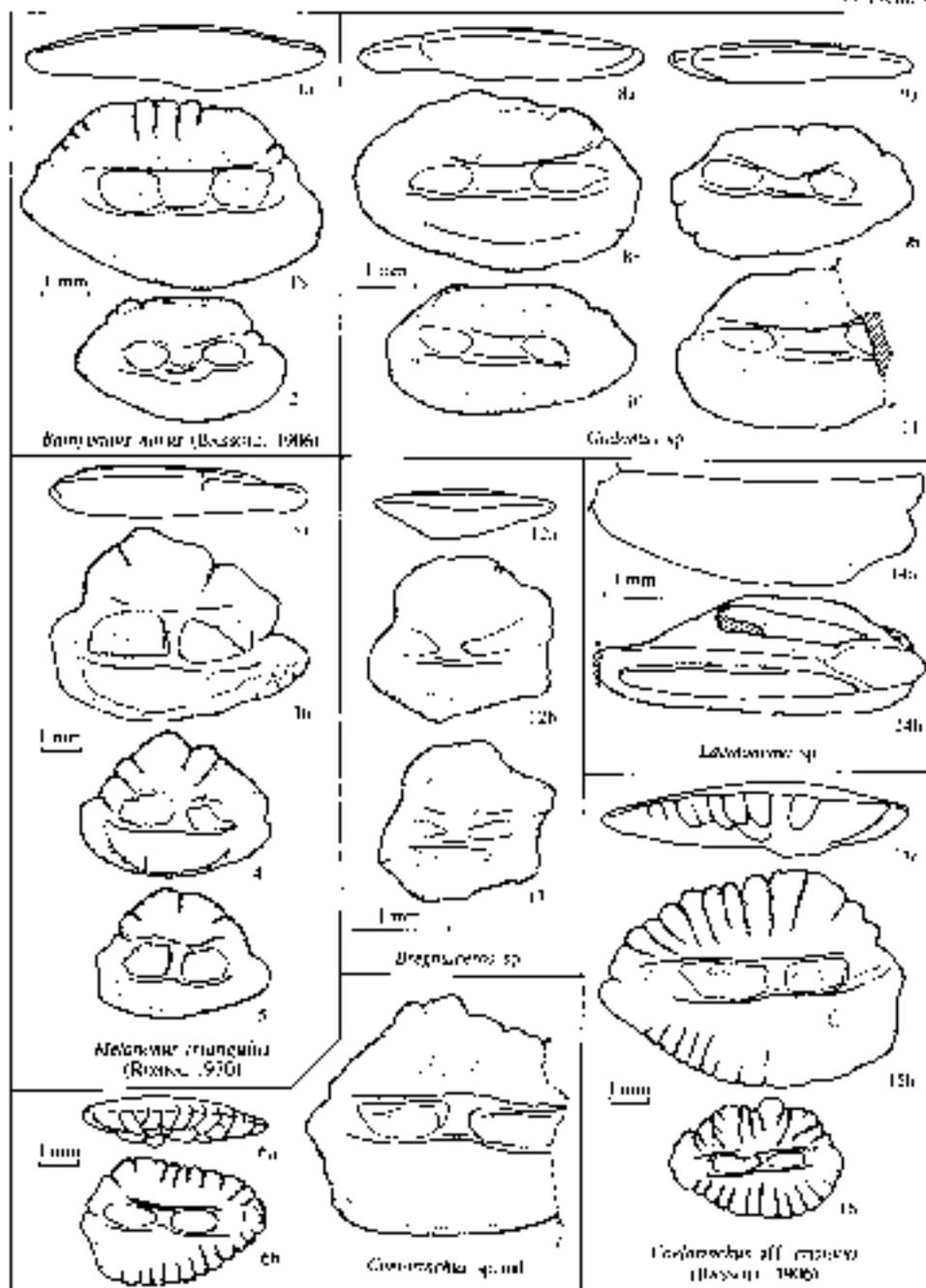
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7499, P 7500, leg. Cavallo).

Fig. 14 - *Laemonema* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7501, leg. Rattazzi).

Fig. 15-16 - *Coelorinchus* aff. *cristatus* (Bassoli, 1906)

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7502, P 7503, leg. Rattazzi).



forte taille, dont l'holotype, la face externe est lisse, presque plate dans la direction antéro-postérieure et légèrement convexe dans la direction dorso-ventrale. Chez les otolithes juvéniles, la périphérie de la face externe est fortement ornée de petits lobes, séparés par des sillons radiaires. La face interne des juvéniles est également ornée de sillons radiaires qui séparent des lobes marginaux. Le sulcus est nettement divisé en portions ostiale et caudale, la cauda étant nettement plus longue que l'ostium. Tous deux sont garnis de collicula nets et bien en relief. La face interne est légèrement convexe dans toutes les directions.

*Rapports et différences* - Chez les macrouridés de la sous-famille des macrourinés, des otolithes robustes et de grande taille ne se trouvent que chez quelques genres: *Coelorinchus*, *Lepidorhynchus*, *Ventrifossa*, *Macrourus* et *Coryphaenoides* (voir figures dans Nolf et Steurbaut, 1989). Ce n'est que dans ce dernier genre que le sulcus est très nettement séparé en portion ostiale et caudale par une jonction anguleuse dans la crista inferior, sans aucune trace de crête colliculaire. Parmi tous les représentants actuels et fossiles de *Coryphaenoides*, *C. merluccioides* est le seul dont le contour présente une si grande ressemblance avec celui des merlucciidés.

---

## Planche 5

Fig. 1-3 - *Coryphaenoides merluccioides* n. sp.

1 et 3 = G, 2 = D, Formation de Ranzano, 1 = Vigoponzo 2, holotype (IRSNB P 7504, leg. Rattazzi), 2-3 = Vigoponzo CP, paratypes (IRSNB P 7505, P 7506).

Fig. 4 - *Coryphaenoides* sp.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7507, leg. Rattazzi).

Fig. 5 - *Phycis* sp. ind.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7508, leg. Rattazzi).

Fig. 6 - *Squalogadus mosnai* Nolf & Steurbaut, 1988

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P7509, leg. Rattazzi).

Fig. 7 - ? *Nezumia* sp.

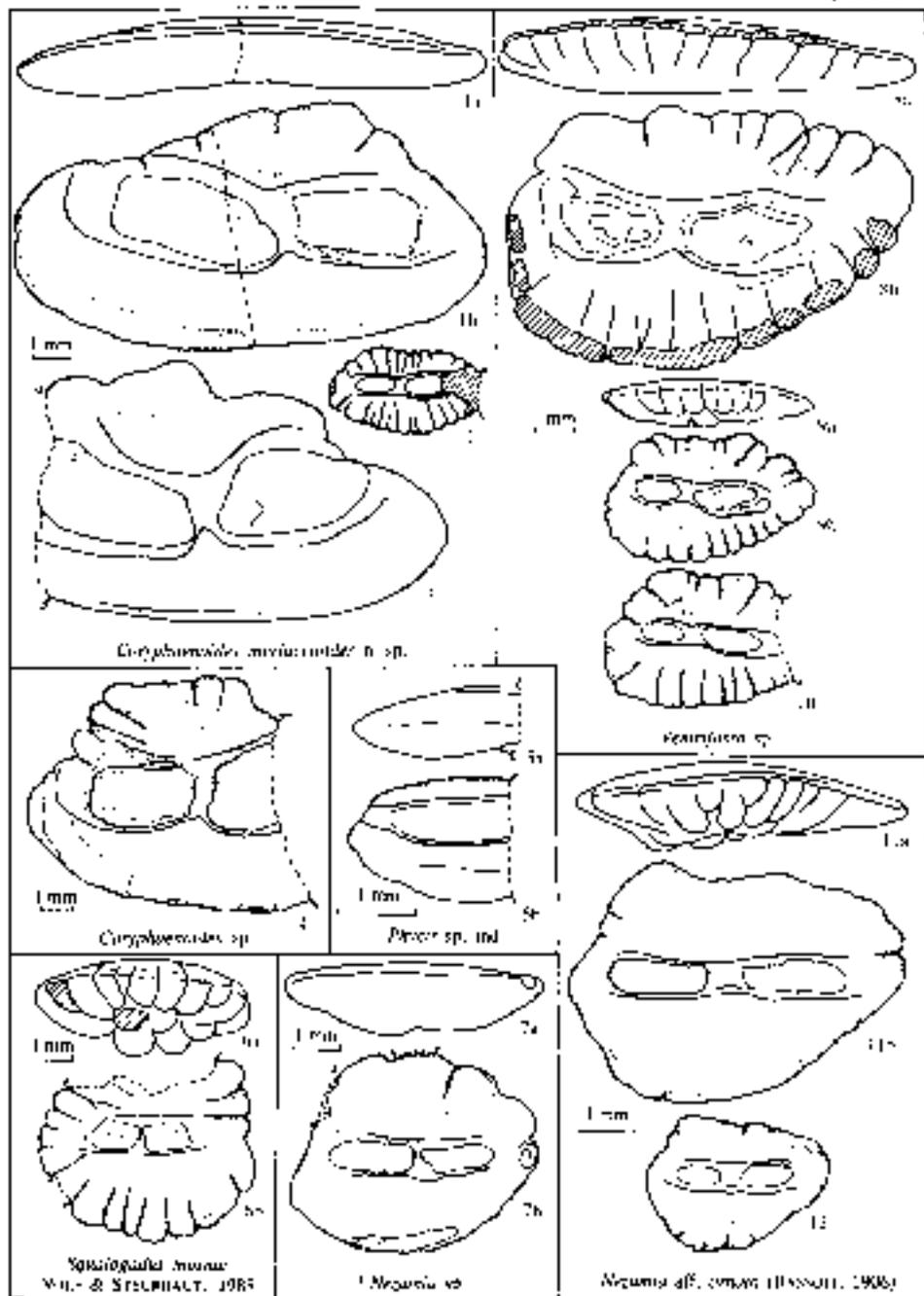
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7510, leg. Cavallo).

Fig. 8-10 - *Ventrifossa* sp.

D, 8 = Oligocène inférieur, Pizzocorno (IRSNB P 7511, leg. Cavallo), 9-10 = Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7512, P 7513, leg. Rattazzi).

Fig. 11-12 - *Nezumia* aff. *ornata* (Bassoli, 1906)

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7514, P 7515, leg. Rattazzi).



*Ampheristus sztrakosi* n. sp.  
Pl. 7, Fig. 1-2

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 1, Fig. 2) (IRSNB P 7532); quatre paratypes, dont un figuré (Pl. 7, Fig. 1) (IRSNB P 7531).

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 3,9 mm; hauteur: 2,1 mm; épaisseur: 0,9 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

*Derivatio nominis* - Cette espèce est dédiée à Karoly Sztrakos, en hommage à ses travaux sur la stratigraphie et la micropaléontologie d'Aquitaine.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes allongées, pourvues d'un angle prédorsal bien marqué et d'extrémités antérieure et postérieure bien saillantes mais émoussées. La face externe est lisse et convexe, la plus grande convexité étant située dans le sens dorso-ventral. La face interne est faiblement bombée, presque plate. Le parcours du sulcus est quasiment horizontal. La cauda est plus fortement entaillée que l'ostium. Les collicula sont peu saillants. Dans la cauda la formation colliculaire est quasiment réduite à une saillie obtuse près de la crista inferior

---

**Planche 6**

Fig. 1-4 - *Glyptophidium* aff. *major* (Schubert, 1905)

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7516-7519).

Fig. 5-8 - "genus *Trachyrincinarum*" *anfossii* Nolf & Steurbaut, 1988

G, 5-7 = Oligocène inférieur, Pizzocorno (IRSNB P 7520-7522), 8 = Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7523, leg. Rattazzi).

Fig. 9-11 - *Leptobrotula martinii* n. sp.

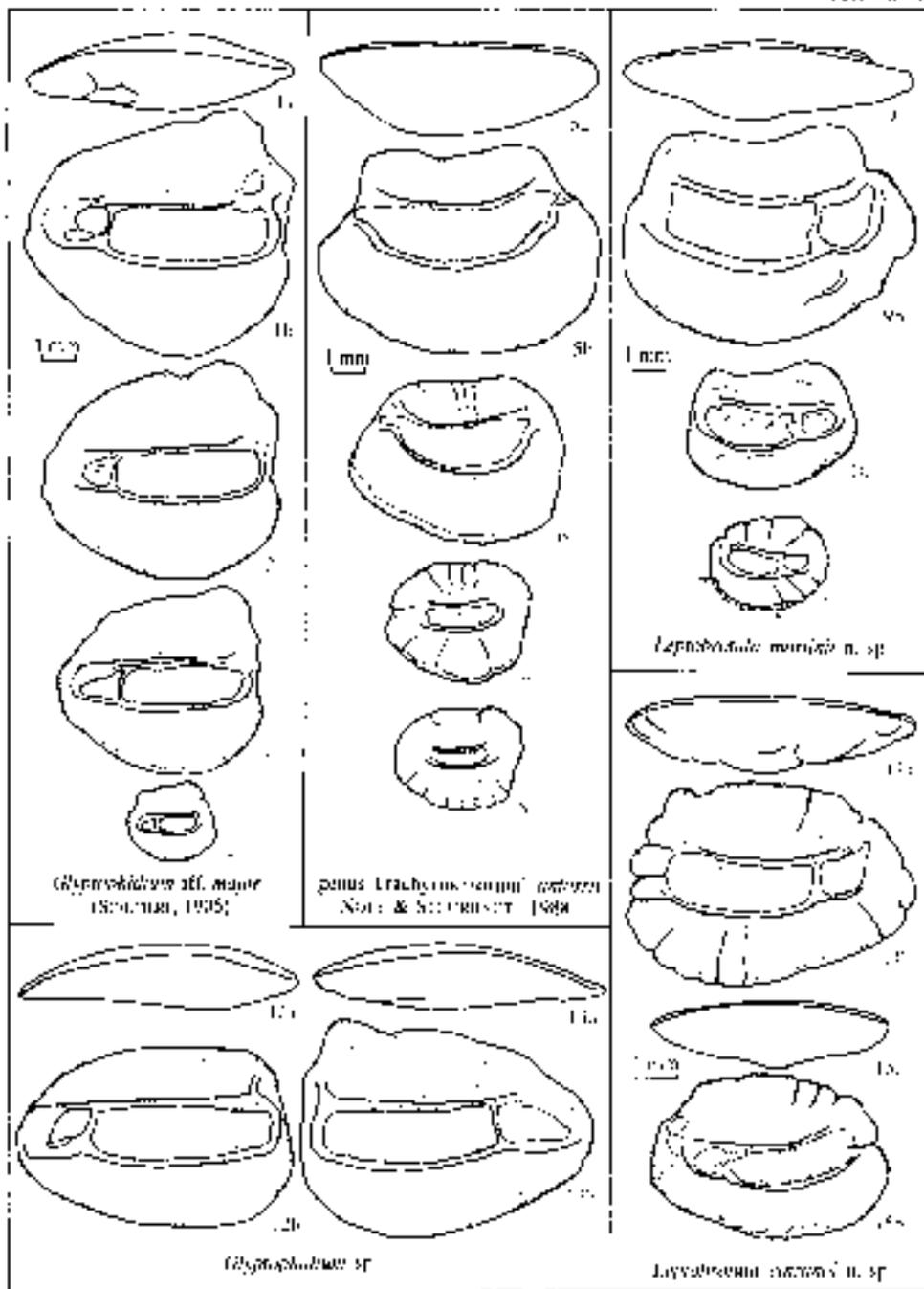
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2, 9 = holotype (IRSNB P 7524), 10-11 = paratypes (IRSNB P 7525, P 7526), leg. Rattazzi.

Fig. 12-13 - *Glyptophidium* sp.

12 = G, 13 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7527, P 7528, leg. Rattazzi).

Fig. 14-15 - *Leptobrotula cinzanoi* n. sp.

14 = D, 15 = G, 14 = holotype, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7529, leg. Cavallo), 15 = paratype, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7530, leg. Rattazzi).



caudale. La crista superior est accentuée par une dépression dans l'area dorsale, juste au-dessus.

*Rapports et différences* - Le genre *Ampheristus* est basé sur des squelettes du London Clay (*A. toliapicus* König, 1825), dont on connaît aussi un fragment de crâne avec otolithes *in situ*. A l'état isolé, ces otolithes (voir Nolf, 1980, pl. 15, fig. 16-19) sont régulièrement récoltées dans le London Clay. Trois autres espèces éocènes sont attribuées à ce genre éteint: *A. leri-chei* (Stinton & Nolf, 1970), *A. sinuocaudatus* Schwarzhans, 1980 et *A. waltoni* (Schubert, 1916). Toutes ont la portion postérieure plus effilée et la cauda plus infléchie vers le bord ventral que *A. sztrakosi*.

*Hoplobrotula pirum* n. sp.

Pl. 7, Fig. 3-5

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 7, Fig. 5) (IRSNB P 7535) et 26 paratypes dont deux figurés (Pl. 7, Fig. 3-4) (IRSNB P 7533-7534) provenant de Vigoponzo CP et deux paratypes provenant de Vigoponzo V2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 7,5 mm; hauteur: 4,2 mm; épaisseur: 1,6 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

*Derivatio nominis* - *Pirum* (latin) = poire; se réfère au contour piriforme des otolithes.

---

**Planche 7**

Fig. 1-2 - *Ampheristus sztrakosi* n. sp.

1 = G, 2 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP, 1 = paratype (IRSNB P 7531), 2 = holotype (IRSNB P 7532), leg. Cavallo.

Fig. 3-5 - *Hoplobrotula pirum* n. sp.

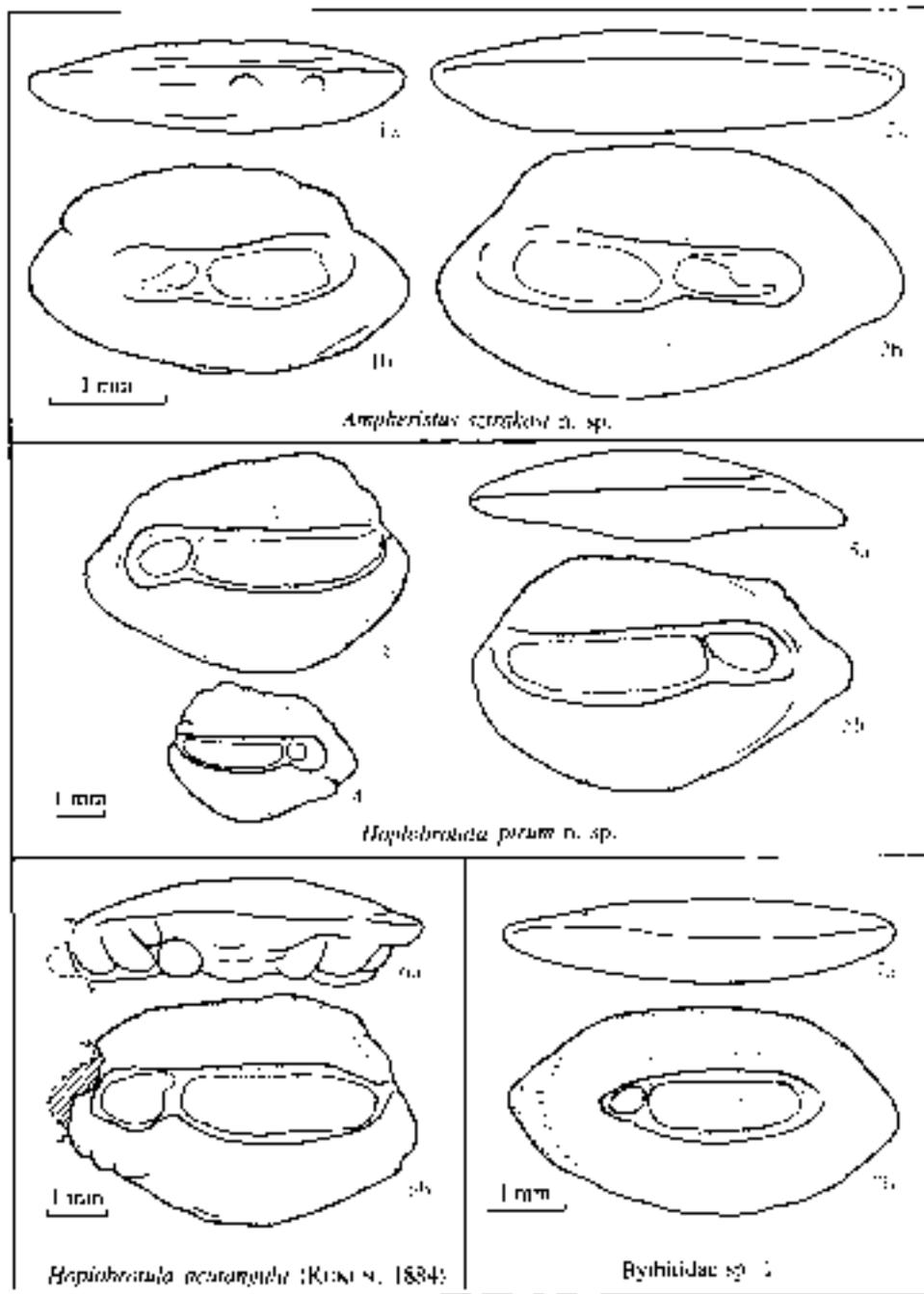
3 = G, 4-5 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP, 3-4 = paratypes (IRSNB P 7533, 7534, leg. Cavallo), 5 = holotype (IRSNB P 7535).

Fig. 6 - *Hoplobrotula acutangula* (Koken, 1884)

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7536).

Fig. 7 - Bythitidae sp. 1

G, Oligocène inférieur, Pizzocorno (IRSNB P 7537).



*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes dont le contour présente la forme d'une poire, avec toutefois un angle postérodorsal bien marqué. La face externe est lisse chez les grands spécimens (comme l'holotype) mais présente quelques faibles bourrelets marginaux, séparés par des petits sillons radiaires, chez les juvéniles. Cette face est convexe, surtout dans le sens dorso-ventral. En coupe dorso-ventrale, le bord ventral montre un profil faiblement tranchant, tandis que le bord dorsal est obtus. La face interne est très régulièrement convexe, hormis pour une très faible dépression située entre la crista inferior et le bord dorsal. Le sulcus est constitué d'un long ostium, dont la crista inferior est un peu arquée vers le bord ventral, et d'une petite cauda à peine infléchie vers le bord ventral. Tous deux sont garnis d'un colliculum lisse et bien délimité en portion ostiale et caudale. L'ostium s'ouvre sur le bord ostial par un très large canal ostial. L'area ventrale est lisse, avec toutefois une faible trace de sillon ventral tout près du bord ventral de certains spécimens.

*Rapports et différences* - Ces otolithes se rapprochent assez bien de celles des espèces actuelles *Hoplobrotula gnathophus* Regan, 1921 et *Hoplobrotula armata* Temminck & Schlegel, 1846 (voir Nolf, 1980, pl. 6, respectivement fig. 4-5 et 6-7), mais chez ces dernières, l'ostium est entièrement ouvert sur le bord ostial et le contour est différent. Il existe au moins sept espèces fossiles du genre *Hoplobrotula*, mais toutes ont la face interne moins lisse et moins régulièrement convexe. Les otolithes de *H. pirum* ressemblent aussi à celles des espèces éocènes *Ampheristus lerichei* Stinton

---

## Planche 8

Fig. 1-5 - *Neobythites rattazzii* n. sp.

2 = G, 1 et 3-5 = D, Formation de Ranzano, 1 et 2 = Vigoponzo 4, 3-5 = Vigoponzo 2, 1 = holotype (IRSNB P 7538), 2-5 = paratypes (IRSNB P 7539-7542), leg. Rattazzi.

Fig. 6-7 - *Neobythites* sp.

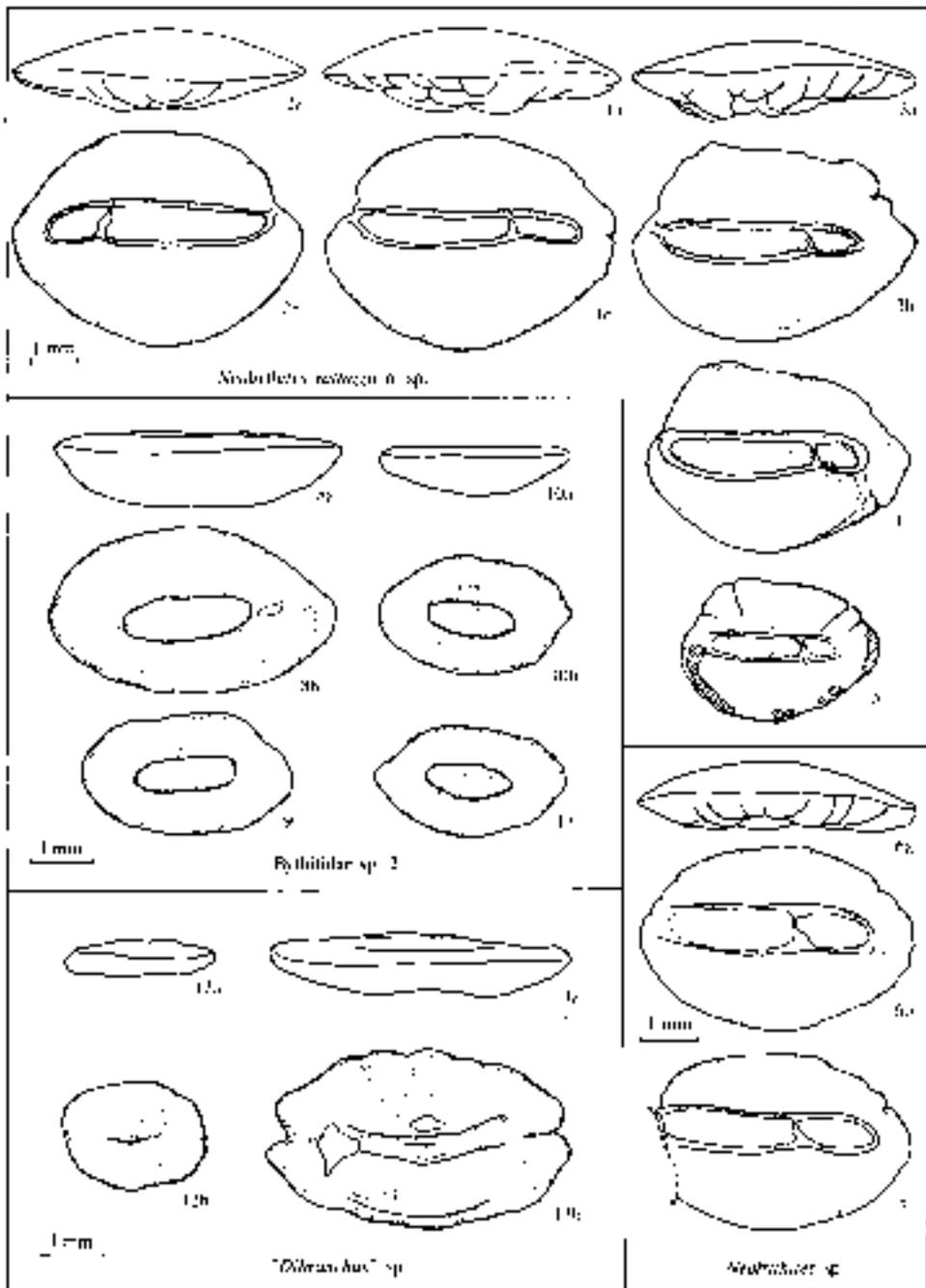
D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7543, P 7544).

Fig. 8-11 - Bythitidae sp. 2

8-9 = G, 10-11 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7545-7548).

Fig. 12-13 - "*Dibranchus*" sp.

12 = G, 13 = D, Formation de Ranzano, 12 = Vigoponzo CP (IRSNB P 7549, P 7550, leg. Cavallo).



& Nolf, 1970 et *A. waltoni* Schubert, 1916, mais ces deux espèces ont la cauda plus longue et plus fortement infléchie vers le bord ventral.

*Leptobrotula martinii* n. sp.

Pl. 6, Fig. 9-11

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 6, Fig. 9) (IRSNB P 7524) et six paratypes, dont deux figurés (Pl. 6, Fig. 10-11) (IRSNB P 7525-7526) provenant de Vigoponzo V2; un paratype provenant de Pizzocorno et huit paratypes provenant de Vigoponzo CP.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 8,9 mm; hauteur: 6,6 mm; épaisseur: 2,2 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

---

**Planche 9**

Fig. 1 - Trachichthyidae ind.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7551).

Fig. 2 - *Zenion* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7552, leg. Rattazzi).

Fig. 3 - ? *Dactylopterus* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7553, leg. Rattazzi).

Fig. 4 - *Peristedion* sp.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7554).

Fig. 5-6 - *Diretmus semicompletus* n. sp.

5 = G, 6 = D, 5 = Oligocène inférieur, Pizzocorno, holotype (IRSNB P 7555), 6 = Formation de Ranzano, Vigoponzo CP, paratype (IRSNB P 7556, leg. Cavallo).

Fig. 7 - *Poromitra pizzocornensis* Nolf & Steurbaut, 1988

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7557, leg. Rattazzi).

Fig. 8-9 - *Bathyclupea* sp.

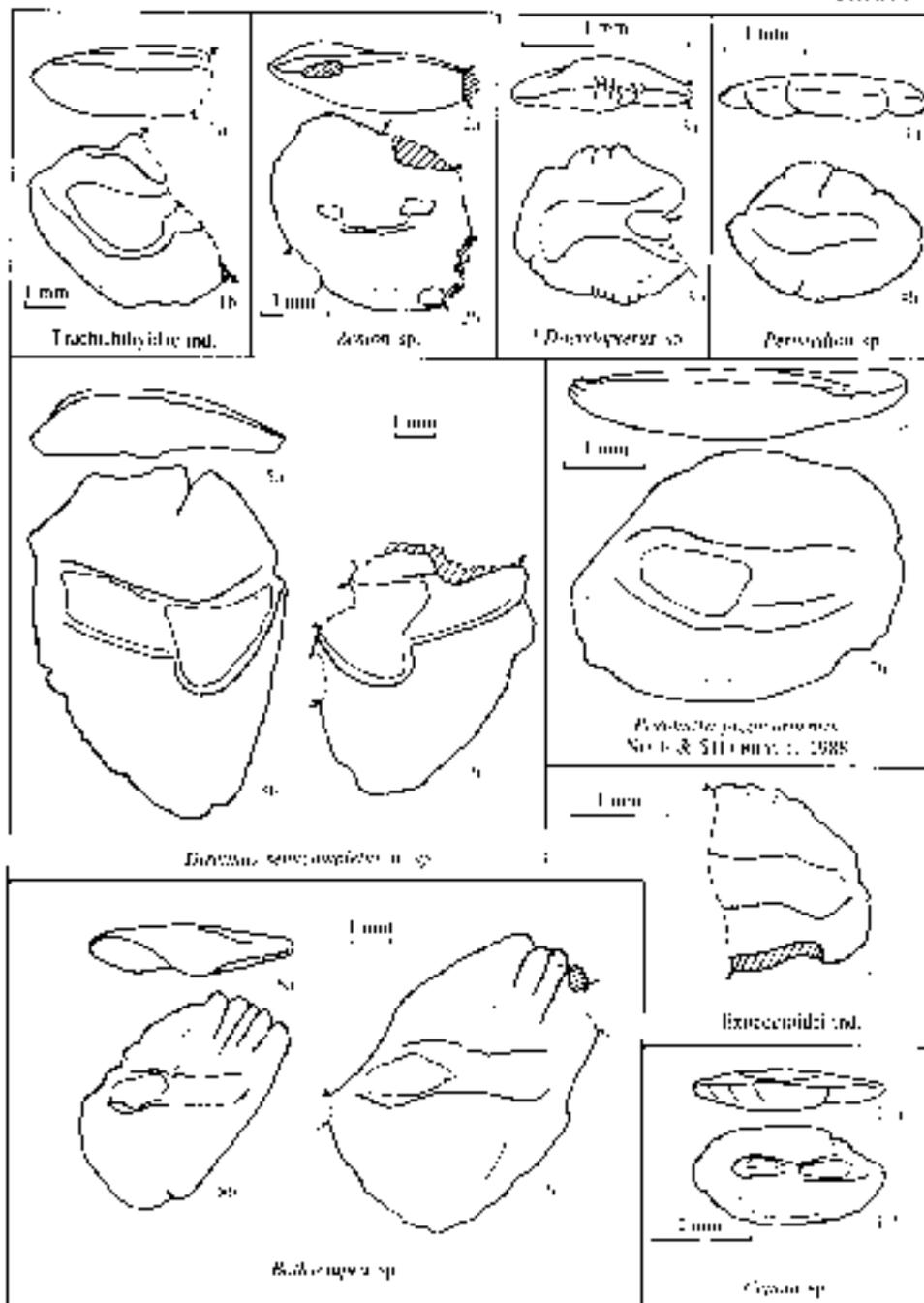
D, Formation de Ranzano, 8 = Vigoponzo 2 (IRSNB P 7558, leg. Rattazzi), 9 = Vigoponzo CP (IRSNB P 7559, leg. Cavallo).

Fig. 10 - Exocoetoidei ind.

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 4 (IRSNB P 7560).

Fig. 11 - *Cepola* sp.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7561, leg. Rattazzi).



*Derivatio nominis* - Nous dédions cette espèce à Erlend Martini, en hommage à ses travaux sur le nannoplancton calcaire, joints à un intérêt constant pour les otolithes fossiles.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes robustes et massives dont la face interne est presque plate et la face externe nettement bombée. De ce fait, la plus grande épaisseur de l'otolithe se situe vers son centre et la face interne se termine en biseau vers les bords. Cette face est lisse chez les otolithes d'animaux adultes, mais présente quelques bourrelets chez les juvéniles. Le contour général de ces otolithes est subrectangulaire, avec toutefois un creux vers le centre du bord dorsal, chez les adultes. Ce creux est accentué par la présence d'angles pré- et postérodorsaux émoussés mais bien marqués. Le sulcus est large et constitué d'un long ostium et d'une brève cauda, qui tous deux sont garnis d'un colliculum bien individualisé. Le colliculum caudal présente une saillie du côté postérodorsal. La crista superior est accentuée par un creux dans l'area dorsale, juste au-dessus du sulcus.

*Rapports et différences* - Ces otolithes montrent le plus d'affinités avec celles de l'actuel *Leptobrotula breviventralis* Nielsen, 1986 (figuré par Nielsen, 1986, fig. 2, p. 167), mais elles en diffèrent par leur bord dorsal manifestement concave, leur contour ventral plus arrondi et leurs bords mon-

---

## Planche 10

Fig. 1-2 - *Parascombrops* sp.

1 = G, 2 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7562, P 7563).

Fig. 3 - "genus Acropomatidarum" *ordinatus* (Brzobohaty, 1967)

D, Formation de Ranzano, Vigoponzo CP (IRSNB P 7564).

Fig. 4-6 - "genus Percoideorum" *orestei* n. sp.

4 = G, 5-6 = D, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2, 4 = holotype (IRSNB P 7565), 5-6 = paratypes (IRSNB P 7566, P 7567), leg. Rattazzi.

Fig. 7 - Sparidae ind.

D, Formation de Ranzano, Aia del Gallo (IRSNB P 7568, leg. Rattazzi).

Fig. 8-9 - "genus Gobiidarum" sp.

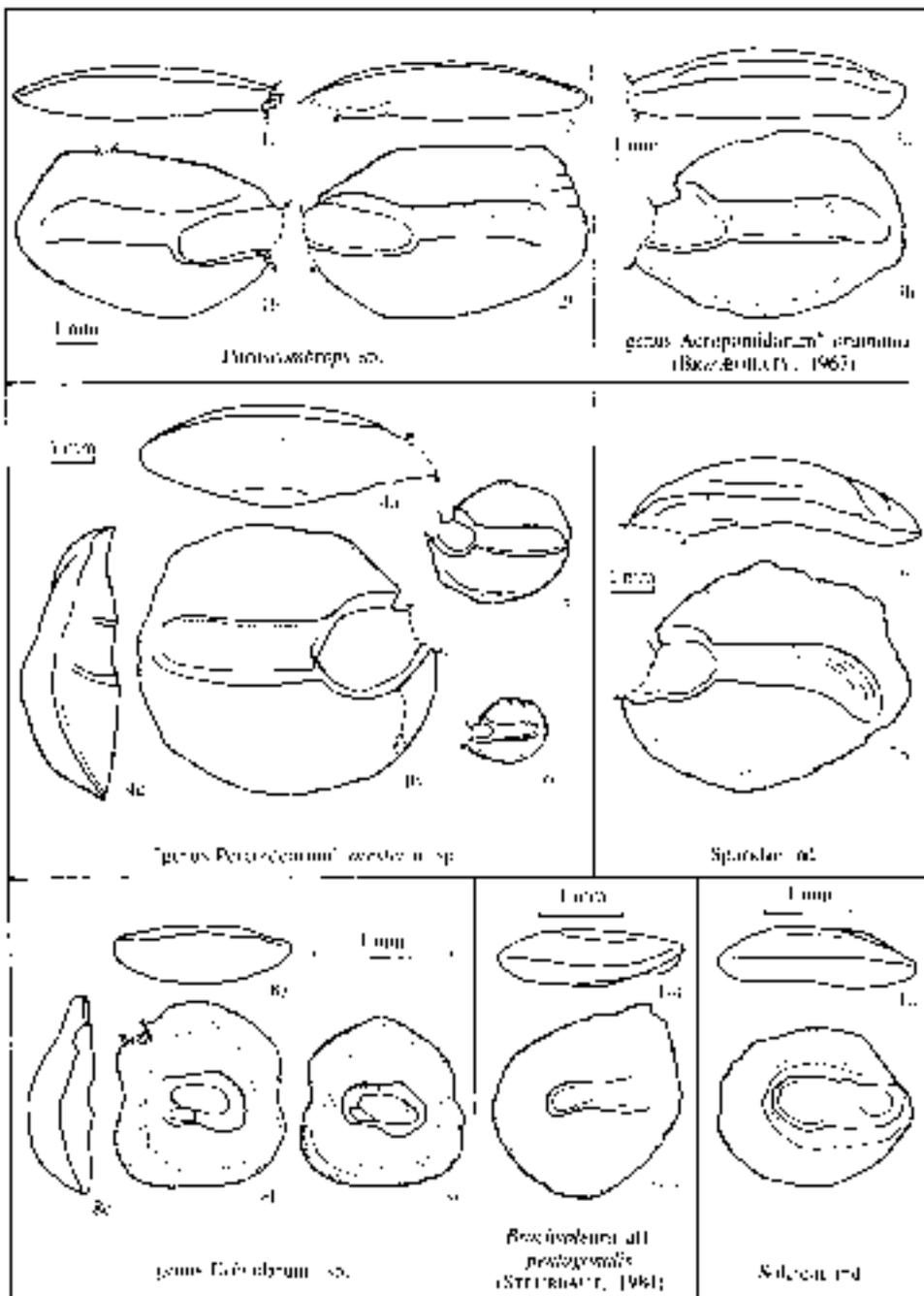
G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7569, P 7570, leg. Rattazzi).

Fig. 10 - *Brachypleura* aff. *pentagonalis* (Steurbaut, 1984)

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7571, leg. Cavallo).

Fig. 11 - Soleidae ind.

G, Formation de Ranzano, Vigoponzo 2 (IRSNB P 7572, leg. Rattazzi).



trant un profil plus tranchant en coupe transversale. Une seconde espèce, *L. cinzanoi* (Pl. 6, fig. 14-15) est également connue de Vigoponzo. Les otolithes de celle-ci présentent un bord dorsal convexe et pas d'angle postero-dorsal. Finalement, les otolithes de *L. martinii* peuvent être confondues avec celles d'une autre espèce du Rupélien piémontais, "genus *Trachichthyidarum*" *anfossii* Nolf & Steurbaut, 1988 (famille des macrouridés). Quoique les espèces ne soient pas étroitement apparentées, la similitude (probablement due à une écologie semblable des poissons) de leur contour et de la convexité de leurs faces externe et interne est troublante. Chez la dernière espèce, cependant, les otolithes atteignent une plus grande épaisseur, l'area dorsale est moins longue et ni le sulcus ni le colliculum ne sont divisés en parties ostiale et caudale. Aussi bien par la morphologie des poissons entiers (Nielsen, 1986) que par la morphologie des otolithes, le genre *Leptobrotula* se rapproche le plus de *Glyptophidium* (voir Nolf, 1980, pl. 8 pour l'iconographie de diverses espèces actuelles). Il nous semble cependant que la saillie postérodorsale du colliculum caudal soit un caractère particulier à *Leptobrotula*.

*Leptobrotula cinzanoi* n. sp.  
Pl. 6, Fig. 14-15

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 6, Fig. 14) (IRSNB P 7529) et un paratype non figuré provenant de Vigoponzo CP; deux paratypes, dont un figuré (Pl. 6, Fig. 15) (IRSNB P 7530) provenant de Vigoponzo V2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 7,2 mm; hauteur: 5,0 mm; épaisseur: 1,9 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo CP.

*Derivatio nominis* - Venant d'introduire une espèce "*martinii*", nous avons estimé qu'il s'imposait d'en dédier également une à la marque d'apéritif concurrente, dont nous apprécions aussi les produits.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes plutôt épaisses, ayant la portion antérieure légèrement plus haute que la portion postérieure. La face externe, nettement convexe dans tous les sens, porte quelques tubercules irréguliers qui vers les bords sont séparés par des petits sillons radiaires. La face interne est quasiment plate, très légèrement convexe dans le sens antéro-postérieur. Elle est également ornée de sillons

radiaires, accentuant la compartimentation d'un bord lobé. Toutes ces ornements sont typiques d'otolithes juvéniles et subadultes. On peut donc supposer que, chez cette espèce, les otolithes atteignent une taille encore plus grande que celle des spécimens récoltés jusqu'à présent. Le sulcus est bien entaillé, surtout dans sa portion supérieure. Cette concavité longitudinale, de même qu'une assez forte dépression dans l'area dorsale juste au-dessus du sulcus, modèlent une crista superior très saillante. L'ostium est environ trois fois aussi long que la cauda. Tous deux sont garnis de colliculum et, chez l'holotype, on aperçoit une saillie postérodorsale du colliculum caudal, caractère typique de *Leptobrotula*.

*Rapports et différences* - Voir aussi sous *L. martinii*. Des deux espèces fossiles ici décrites, c'est *L. cinzanoi* qui se rapproche le plus de l'actuel *L. breviventralis* des mers hawaïennes. Les otolithes de *L. cinzanoi*, cependant, ont la portion postérieure plus acuminée et ne présentent pas d'angle postérodorsal net.

*Neobythites rattazzii* n. sp.

Pl. 8, Fig. 1-5

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 8, Fig. 1) (IRSNB P 7538) et un paratype (Pl. 8, Fig. 2) (IRSNB P 7539) provenant de Vigoponzo 4; onze paratypes dont trois figurés (Pl. 8, Fig. 3-5) (IRSNB P 7540-7542) provenant de Vigoponzo 2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 5,8 mm; hauteur: 4,3 mm; épaisseur: 1,7 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, gisement Vigoponzo 4.

*Derivatio nominis* - Cette espèce est dédiée à Bruno Rattazzi en hommage à sa prospection très judicieuse des gisements de Vigoponzo.

*Diagnose* - Chez cette espèce on observe un dimorphisme sexuel bien marqué dans les otolithes. Ce dimorphisme concerne surtout le contour du bord antérodorsal. Les otolithes d'individus mâles (Pl. 8, Fig. 1 et 2) ont le contour régulièrement ovale, seulement entaillé par une petite excissura à l'endroit où le canal ostial joint le bord ostial. Les individus femelles présentent un angle antérodorsal bien marqué, dont la saillie constitue le point le plus haut du bord dorsal. La partie centrale de ce bord descend obliquement, suivant un trajet presque rectiligne et passe vers le bord dorsal par un angle postérodorsal émoussé. Leur extrémité postérieure présente une

faible saillie. Pour le reste, les caractères sont pareils chez les deux sexes. La face externe est légèrement convexe et ornée de tubercules aplatis, surtout vers les bords, où ils sont délimités par des sillons radiaires. La face externe est lisse et très régulièrement bombée. Le sulcus, très étroit, est constitué d'une long ostium et d'une courte cauda, environ trois fois plus courte que l'ostium.

*Rapports et différences* - Un dimorphisme sexuel dans les otolithes des poissons est rarissime, et n'a été observé que chez les ophidiidés des genres *Neobythites*, *Spectrunculus* et probablement aussi chez des *Hoplobrotula* fossiles (Schwarzahns, 1994). Cet auteur figure aussi des otolithes de nombreux *Neobythites* actuels. On trouvera encore une abondante iconographie complémentaire d'otolithes des espèces actuelles de ce genre dans Nielsen (1999 et 2002, respectivement pour les espèces atlantiques et indo-pacifiques). Les otolithes de *N. rattazzii* se distinguent de celles de toutes ces espèces par leur sulcus très étroit, combiné à un contour dont la hauteur est considérable.

*Diretmus semicompletus* n. sp.

Pl. 9, Fig. 5-6

1988 - *Diretmus* sp. Nolf & Steurbaut, p. 228, pl. 1, fig. 18.

*Types primaires* - Holotype: une otolithe droite (Pl. 9, Fig. 5) (IRSNB P 7555) et 34 paratypes incomplets provenant de Pizzocorno; 13 paratypes incomplets dont un figuré (Pl. 9, Fig. 6) (IRSNB P 7556) provenant de Vigoponzo CP et 9 paratypes incomplets provenant de Vigoponzo 2.

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 6,6 mm; hauteur: 9,3 mm; épaisseur: 1,8 mm.

*Stratum typicum* - Argile de l'Oligocène inférieur à Pizzocorno.

*Derivatio nominis* - *Semicompletus*, *a, um* (latin) = à moitié complet; se réfère au fait que la quasi totalité des otolithes trouvées sont cassées horizontalement au niveau du sulcus dont l'échancrure constitue sans doute une zone plus faible.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes plus hautes que longues, ayant la portion dorsale large et la portion ventrale se réduisant vers le bas. Seul l'holotype est un spécimen de conservation parfaite. Sa face externe est lisse, avec toutefois une petite crête saillante partant

d'une encoche antérodorsale vers le bord postérodorsal. Une telle crête est aussi visible chez le spécimen figuré par Nolf & Steurbaut (1988). La face interne est presque plate dans le sens dorso-ventral, légèrement convexe dans le sens antéro-postérieur. Le sulcus est constitué d'un ostium très élargi du côté ventral et d'une large cauda dont l'extrémité postérieure est orientée obliquement vers le haut. Tous deux sont garnis de colliculum. Celui remplissant l'ostium est assez épais; celui de la cauda est mince et sa bordure ventrale forme une petite crête colliculaire. Dans l'area dorsale, on remarque un creux qui accentue la crista superior située juste au-dessous. Dans l'area ventrale de l'holotype, il n'y a pas de sillon ventral proprement dit, mais on aperçoit une assez large bande à surface plus rugueuse et très légèrement en creux, juste au-dessous du sulcus. Chez le spécimen figuré par Nolf & Steurbaut (1988), la base de cette zone est marquée d'un véritable sillon ventral.

*Rapports et différences* - Parmi tous les directmidés actuels, les otolithes de *Diretmus argenteus* Johnson, 1864 (voir Nolf & Steurbaut, 1988, pl. 1, fig. 19, sous le nom de *D. aureus*) ressemblent le plus à celles de *D. semi-completus*, mais elles ont l'area ventrale plus large.

**“genus Percoideorum” orestei n. sp.**

Pl. 10, Fig. 4-6

*Types primaires* - Holotype: une otolithe gauche (Pl. 10, Fig. 4) (IRSNB P 7565); huit paratypes dont deux figurés (Pl. 10, Fig. 5-6) (IRSNB P 7566-7567).

*Dimensions de l'holotype* - Longueur: 6,8 mm; hauteur: 6,0 mm; épaisseur: 2,3 mm.

*Stratum typicum* - Formation de Ranzano, Vigoponzo 2.

*Derivatio nominis* - Cette espèce est dédiée à Oreste Cavallo, en hommage à ses nombreuses prospections dans les terrains cénozoïques du Piémont.

*Diagnose* - Cette espèce est caractérisée par des otolithes fortes et massives, dont le contour est presque circulaire. La face externe est fortement bombée, surtout dans le sens dorso-ventral. Sa surface est presque lisse, admettant toutefois quelques vagues tubercules aplatis, à peine individualisés. La face interne est presque plate dans le sens dorso-ventral, assez fortement convexe dans le sens antéro-postérieur. En profil dorsoventral, les

bords ventral et dorsal sont tranchants (Pl. 10, Fig. 4c). Le sulcus est large. Il est constitué d'un ostium très étendu aussi bien vers le bas que vers le haut. Tous deux sont pourvus d'un mince colliculum. Celui de l'ostium est très lisse et régulier, et se trouve légèrement plus bas par rapport au plan de la cauda. Le colliculum caudal se termine en crête colliculaire près de la crista inferior. L'area dorsale est légèrement creuse, accentuant une crista superior saillante. Aucun des spécimens n'a le rostre parfaitement conservé, mais il est clair que celui-ci est nettement plus saillant chez de très jeunes spécimens.

*Rapports et différences* - Ces otolithes ne montrent en fait que des caractères de percoïdes très généralisés (voir Nolf, 1993). Elles manifestent quelque ressemblance avec celles des Acropomatidae, mais il est impossible de citer des synapomorphies qui les réunissent vraiment à cette famille.

## CONCLUSIONS

L'étude des otolithes de cinq gisements d'âge oligocène inférieur dans le Bassin liguro-piémontais oriental a révélé la présence de 70 taxa de téléostéens dont 38 ont pu être identifiés au niveau spécifique. Onze de ces derniers représentent des espèces nouvelles. Les associations sont surtout constituées de poissons benthiques de la pente continentale et de poissons peuplant les eaux mésopélagiques. C'est la seule faune de téléostéens d'eau profonde aussi ancienne pour laquelle on possède maintenant un aperçu bien documenté.

Les Tableaux 2 a-c montrent des analyses bathymétriques d'après la méthode exposée par Nolf & Brzobohaty (1994a) pour les associations de Pizzocorno, de Vigoponzo CP et de Vigoponzo 2. Pour Pizzocorno, le graphique est très homogène, avec un maximum de présences potentielles entre 600 et 800 m. C'est l'association d'otolithes la plus profonde, à l'échelle mondiale. Le graphique pour le gisement Vigoponzo CP montre un maximum entre 350 et 450 m, ce qui est un peu plus profond que le graphique publié par Nolf & Brzobohaty (1994a, fig. 2) sur la base de données moins complètes. Le graphique pour Vigoponzo V2 donne un résultat moins précis: pourcentage élevé (76%) de présences potentielles de 150 à 700 m, avec toutefois une fréquence maximale (82%) entre 350 et 500 m. Cette imprécision est sans doute due à un apport d'organismes du domaine néritique par coulées turbiditiques. Un apport du domaine néritique se remarque d'ailleurs déjà sur le terrain par la présence assez fréquente de

nummulites qui n'ont certainement pas vécu dans cet environnement profond. L'association montre un mélange de poissons de milieu vraiment profond (*Melanonus*, *Coryphaenoides*, *Squalogadus*, Trachyrincinae, *Bathyclupea*) et de genres du domaine néritique (*Dactylopterus*, *Cepola*, *Brachypleura*). Il est clair que tous ces poissons n'ont pu vivre tous ensemble dans un même environnement.

En ce qui concerne les otolithes de téléostéens de terrains plus anciens, seuls les gisements de l'Eocène d'Aquitaine (Nolf, 1988) ont fourni une quantité significative de poissons d'eau profonde, mais il s'agit là d'environnements du domaine néritique profond, livrant surtout des otolithes de poissons mésopélagiques, tandis que les poissons benthiques de la pente continentale y sont rarissimes. D'autres gisements tels que le Paléocène de l'Île d'Ellesmere (NW du Groenland) et l'Eocène de Nouvelle Zélande et d'Australie (voir respectivement Schwarzahans, 1985, 1986 et 1980) n'ont fourni que quelques otolithes de poissons océaniques, mais pas des associations bien diversifiées.

Le Tableau 3 montre la répartition de toutes les espèces nominales de l'Oligocène liguro-piémontais et leur répartition dans les domaines qui l'encadrent (géographiquement et stratigraphiquement) et où l'on connaît des associations d'otolithes significatives: le Bassin d'Aquitaine, la Paratéthys et le Miocène méditerranéen. En Aquitaine, l'Eocène terminal (Priabonien, Marnes de Brihande, Marnes de la Côte des Basques) est surtout constitué de dépôts du domaine néritique profond, mais dès l'Oligocène inférieur on ne connaît plus que des gisements d'origine très côtière: Sables d'Yrieu et Faluns de Gaas (Steurbaut, 1984; Nolf & Steurbaut, 2002) où les poissons d'eau profonde font défaut. Au Chattien, les gisements dans l'Argile de Saint-Etienne-d'Orthe sont de nouveau d'origine néritique profonde. C'est donc avec les associations du Priabonien et du Chattien (respectivement six et huit espèces en commun) que celles de l'Oligocène inférieur liguro-piémontais montrent le plus d'affinités.

Dans la Paratéthys, les Marnes de Pouzdrany (Moravie, République Tchèque), d'âge rupélien, sont de faciès relativement profond et ont livré des associations d'otolithes (Brzobohaty & Krhovsky, 1998) ayant 11 espèces en commun avec celles du Bassin liguro-piémontais. Ensuite, les Argiles de Kiscell (Hongrie) d'âge chattien représentent un faciès de la pente continentale supérieure, tandis que la profondeur du bassin se réduit lors du dépôt de la Formation d'Eger (Hongrie). Les associations chattiennes de la Paratéthys (Nolf & Brzobohaty, 1994b) ont sept espèces en commun avec l'Oligocène liguro-piémontais.

En Italie, on ne connaît pas d'associations d'otolithes d'âge chattien,





Tableaux 2 a-c - Répartition bathymétrique dans la nature actuelle des taxa représentés dans les gisements de Pizzocorno (2a), Vigoponzo CP (2b) et Vigoponzo 2 (2c). Les tracés en pointillé indiquent la présence nocturne à la surface de certaines espèces mésopélagiques; les tracés en trait interrompu indiquent une présence moins régulière à la profondeur correspondante. Le graphique donne, pour chaque interval bathymétrique, les présences potentielles, exprimées en pourcentage du total des taxa utilisés dans l'analyse; voir Nolf & Brzobohaty (1994a) pour une discussion plus détaillée de la méthodologie.

Tableau 2 a - Pizzocorno.

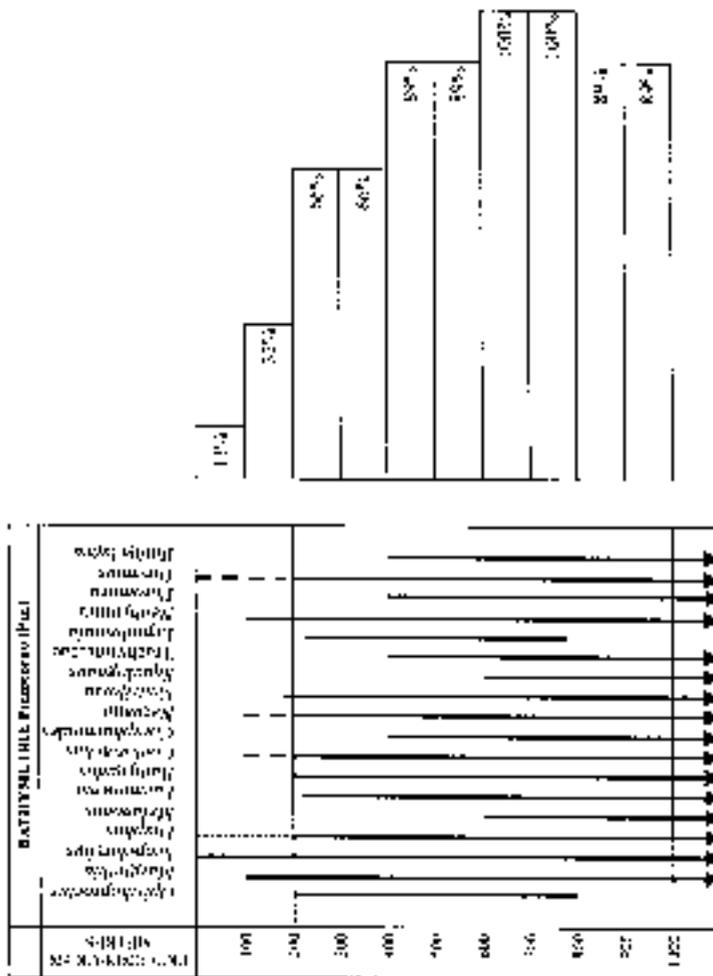
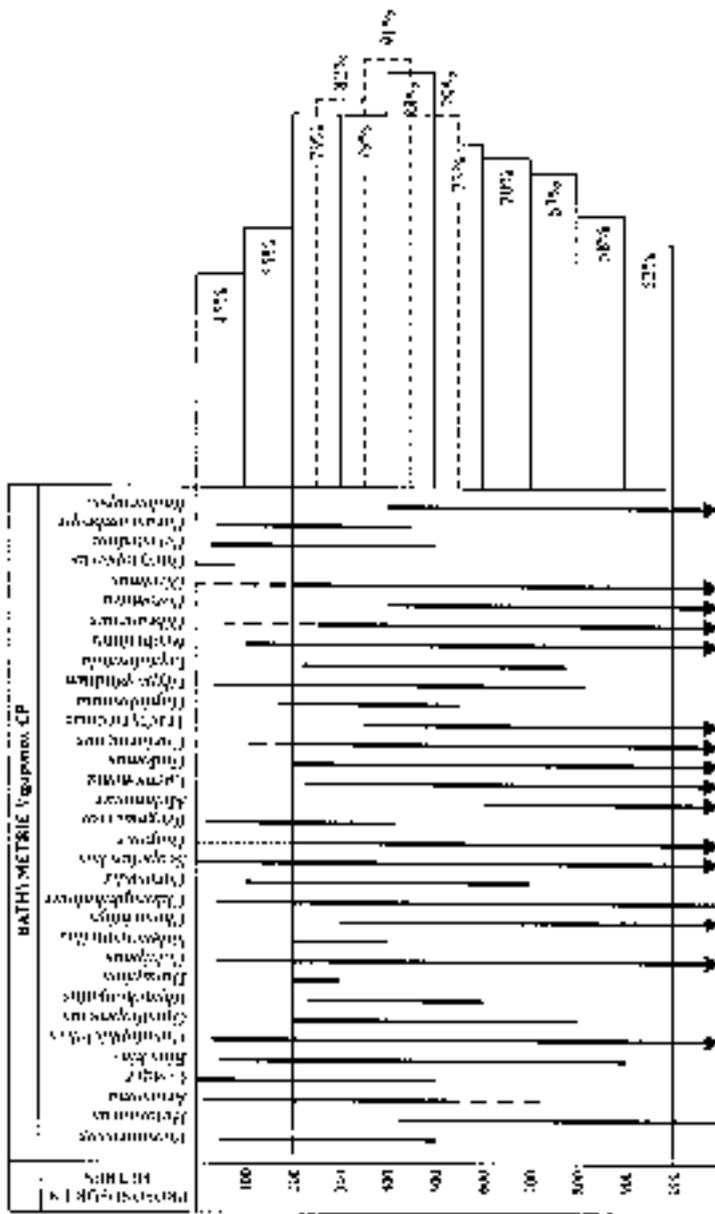


Tableau 2 b - Vigoponzo CP.





mais dans le Miocène on y connaît de belles associations d'otolithes d'eau profonde, depuis l'Aquitainien jusqu'au Messinien (Nolf & Steurbaut, 1983; Nolf & Brzobohaty, 2004; Nolf, données inédites) et l'on y retrouve au moins huit espèces de la faune de l'Oligocène inférieur. Il s'agit surtout de poissons benthiques de la pente continentale, la faune mésopélagique ayant été sujette à un important renouvellement vers la limite oligo-miocène (Nolf & Brzobohaty, 1997).

Toutes ces données ont été compilées dans la dernière colonne du Tableau 3, qui résume la répartition stratigraphique des espèces nominales de l'Oligocène liguro-piémontais dans l'ensemble des gisements du domaine Méditerranéen, de l'Atlantique Est, et de la Paratéthys. Cette compilation affiche un nombre excessivement grand (20) de taxa qui ne sont connus qu'au Rupélien. De toute évidence, il s'agit là d'un artefact: on ne connaît pas d'associations d'otolithes de poissons benthiques de la pente continentale ni à l'Eocène terminal ni au Chattien. C'est la raison pour laquelle l'association ici étudiée se trouve isolée par un hiatus stratigraphique majeur (tout le Chattien) des associations bathyales récoltées à partir du Miocène (où elles sont surtout bien documentées pour le Tortorien). Les taxa suivants, typiques du domaine benthique de la pente continentale continuent dans le Miocène: *Melanonus triangulus*, *Bathygadus novus*, *Coelorinchus cristatus*, *Coryphaenoides merluccioides*, *Nezumia ornata*, *Hoplobrotula acutangula* et *Glyptophidium major*. Pour les taxa mésopélagiques et ceux du milieu néritique profond, on observe des répartitions stratigraphiques plus homogènes, répartitions qui, dans plusieurs cas, s'étendent de l'Eocène supérieur au Chattien.

Le Tableau 4, finalement, fournit un aperçu des affinités biogéographiques de tous les genres actuels déjà représentés dans l'Oligocène inférieur liguro-piémontais. Le tableau indique leur distribution actuelle dans le domaine méditerranéen, atlantique et indo-pacifique. Les statistiques qui en résultent sont particulièrement significatives. Sur les 43 genres identifiés, seulement 11 (26%) vivent encore dans la Méditerranée actuelle, mais 38 (88%) vivent dans le domaine atlantique et 40 (93%) dans le domaine indo-pacifique. Cinq genres (*Danaphos*, *Hoplobrotula*, *Glyptophidium*, *Leptobrotula* et *Brachypleura*) ont une répartition actuelle exclusivement indo-pacifique. Un (*Parasudis*) est exclusivement atlantique et *Phycis* est atlantico-méditerranéen. Aucun des genres recensés n'est endémique à la Méditerranée actuelle.

Il en résulte donc qu'à l'Oligocène inférieur il existait en Méditerranée une faune océanique téthysienne à répartition circumglobale dans la zone tropicale et subtropicale. Cette faune était fondamentalement différente



Tableau 4 - Répartition géographique des genres actuels déjà représentés dans l'Oligocène inférieur liguro-piémontais.

GENRES	Répartition actuelle		
	Méditerranée	Atlantique	Indo-Pacifique
<i>Pterothrissus</i>	-	A	]
<i>Halargyreus</i>	-	A	]
<i>Ariocampus</i>	M	A	]
<i>Conger</i>	M	A	]
<i>Rhynchus</i>	-	A	]
<i>Pseudophrichthys</i>	-	A	]
<i>Opimhopterus</i>	-	A	]
<i>Rhynchobrytus</i>	-	A	]
<i>Margrethia</i>	-	A	]
<i>Danaphus</i>	.	-	]
<i>Polypterus</i>	-	A	]
<i>Valenciennellus</i>	-	A	]
<i>Phosichthys</i>	-	A	]
<i>Chlorophthalmus</i>	M	A	]
<i>Paranotus</i>	-	A	-
<i>Scopelogadus</i>	.	A	]
<i>Duaphus</i>	M	A	]
<i>Bregmaceros</i>	.	A	]
<i>Melanonus</i>	.	A	]
<i>Laemoneus</i>	.	A	[
<i>Bathygadus</i>	.	A	[
<i>Gadomus</i>	.	A	[
<i>Coelorrhynchus</i>	M	A	[
<i>Coryphaenoides</i>	M	A	[
<i>Nezumia</i>	M	A	[
<i>Ventrifossa</i>	.	A	[
<i>Squatungadus</i>	-	A	[
<i>Phycis</i>	M	A	[
<i>Hoplinterosella</i>	.	.	]
<i>Glyptophtalmus</i>	-	-	]
<i>Lepidionella</i>	-	.	]
<i>Neobythures</i>	-	A	[
<i>Dubranichius</i>	-	A	[
<i>Paramima</i>	.	A	]
<i>Diremus</i>	.	A	]
<i>Zenon</i>	.	A	]
<i>Dacrytoprion</i>	M	A	.
<i>Peristedion</i>	M	A	]
<i>Parascombraps</i>	.	A	]
<i>Bathyclipea</i>	.	A	]
<i>Copola</i>	M	A	]
<i>Brachypleura</i>	.	-	]
42 genres	26 %	88 %	93 %

de celle qui peuple actuellement les eaux profondes de la Méditerranée. Les données montrent en outre que plusieurs taxa avaient alors une aire de répartition plus étendue que maintenant, et que la Paléoméditerranée oligocène fut un océan ou les aires de répartition de taxa, réputés maintenant "atlantiques" et "indopacifiques", se mélangeaient complètement.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement B. Rattazzi et O. Cavallo pour avoir mis généreusement à notre disposition tous les fossiles résultant de leurs prospections, E. Bicchi pour son étude des foraminifères planctoniques qui a considérablement précisé la position stratigraphique de nos points de prélèvement, et P. Hoffman et H. De Potter pour le soin apporté à la mise au point de nos figures et J. Godefroid pour sa critique d'une première version du texte.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDREONI G., GALBIATI B., MACCABRINI A., VERCESI P.L., 1981 – Stratigrafia e paleogeografia dei depositi oligocenici sup.-miocenici inf. nell'estremità orientale del bacino liguro-piemontese. *Rivista Italiana di Paleontologia*, 87 (2): 245-282.
- BICCHI E., NOLF D., VAN SIMAYES S., STEURBAUT E., 2004 – Gisement piémontais à otolithes de poissons: datation micropaléontologique (foraminifères planctoniques, nannoplancton calcaire, kystes de dinoflagellés) de quelques sites de l'Oligocène et du Miocène inférieur. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 25: 3-20
- BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., MARCHETTI G., 1971 – Carta Geologica d'Italia 1/100 000, foglio 71, Voghera, con note illustrative.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER C.C., AUBRY M.P., 1995 – A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Special Publication*, 54: 129-212.
- BLOW W.H., 1969 – Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, *Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils*, 1: 199-421.
- BRZOBOHATY R., KRHOVSKY J., 1998 – A synopsis of the teleost taxa (otoliths) from the Pouzdrany Formation (West Carpathians, Pouzdrany Unit, Early Oligocene). *Zemny plyn a nafta*, 43 (2): 279-289.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 1995 – *Diaphus* otoliths from the European Oligocene (Myctophidae, Teleostei). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 65: 257-268.
- CANAVA F., DI GIULIO A., GALBIATI B., MOSNA S., PEROTTI C.R., PIERI M., 1989 – Carta geologica dell'estremità orientale del Bacino terziario ligure-piemontese. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, 32: tavola 1.

- DI GIULIO A., 1990 – Litostratigrafia e petrografia della successione eo-oligocenica del Bacino terziario ligure-piemontese, nell'area compresa tra le valli Grue e Curo-ne (provincia di Alessandria, Italia settentrionale). Bollettino della Società Geologica Italiana, 109: 279-298.
- DI GIULIO A., 1991 – Detritismo della parte orientale del Bacino Terziario Piemonte-se durante l'Eocene-Oligocene: composizione delle arenarie ed evoluzione tettono-stratigrafica. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 34: 21-41.
- GELATI R., 1977 – La successione eo-oligocenica di Garbagna (Alessandria) al margine orientale del Bacino Terziario ligure-piemontese. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 83 (1): 103-136.
- GELATI R., BRUZZI D., CASTATA G., CATTANEO P.C., 1974 – Evoluzione stratigrafico-strutturale dell'Appennino Vogherese a nord-est della Val Staffora. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 80 (3): 479-514.
- GELATI R., GNACCOLINI M., 1982 – Evoluzione tettonico-sedimentaria della zona limite tra Alpi ed Appennini tra l'inizio dell'Oligocene ed il Miocene medio. Memorie della Società Geologica Italiana, 24: 183-191.
- LABESSE B., 1966 – Etude des terrains éocènes et oligocènes du Bassin liguro-piémontais dans la région de San Sebastiano Curone-Varzi (Apennin septentrional). Bulletin de la Société géologique de France, (7), VIII: 956-966.
- MARTINI E., 1971 – Standard Tertiary and Quaternary nannoplankton zonation. Proceedings 2 Planktonic Conference, Roma 1970, 2: 739-785.
- NIELSEN J.G., 1986 – *Leptobrotula breviventralis*, a new bathyal fish genus and species from the Indo-West Pacific (Ophidiiformes, Ophidiidae). Copeia, 1986 (1): 166-170.
- NIELSEN J.G., 1999 – A review of the genus *Neobythites* (Pisces, Ophidiidae) in the Atlantic, with three new species. Bulletin of Marine Science, 64 (2): 335-372.
- NIELSEN J.G., 2002 – Revision of the Indo-Pacific species of *Neobythites* (Teleostei, Ophidiidae), with 15 new species. Galathea Report, 19: 1-104.
- NIELSEN J.G., MACHIDA Y., 1988 – Revision of the Indo-West Pacific bathyal fish genus *Glyptophidium* (Ophidiiformes, Ophidiidae). Japanese Journal of Ichthyology, 35 (3): 289-319.
- NOLF D., 1980 – Etude monographique des otolithes des Ophidiiformes actuels et révision des espèces fossiles (Pisces, Teleostei). Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie, 17 (2): 71-195.
- NOLF D., 1988 – 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, 4<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> série, 19 (2): 1-147.
- NOLF D., 1993 – A survey of perciform otoliths and their interest for phylogenetic analysis, with an iconographical synopsis of the Percoidei. Bulletin of Marine Science, 52 (1): 220-239.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 1994a – Fish otoliths as paleobathymetric indicators. Paleontologia i Evolucio, 24-25 (1992): 255-264.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 1994b – Fish otoliths from the Late Oligocene (Eger and Kiscell Formations) in the Eger area (northeastern Hungary). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 64: 225-252.

- NOLF D., BRZOBOHATY R., 1997 – Oceanic fish otoliths across the Oligo-Miocene boundary in Europe. *Giornale di Geologia*, 3a, 58 (1-2) (1996): 165-170.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 2002 – Otolithes de poissons du Paléocanyon de Saubrigues (Chattien à Langhien), Aquitaine méridionale, France. *Revue de Micropaléontologie*, 45 (4): 3-38.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 2004 – Otolithes de poissons du Miocène inférieur piémontais. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 25: 69-118.
- NOLF D., STEURBAUT E., 1983 – Révision des otolithes de téléostéens du Tortonien stratotypique et de Montegibbio (Miocène Supérieur de l'Italie septentrionale). *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 20 (4): 143-197.
- NOLF D., STEURBAUT E., 1988 – Description de la première faune ichthyologique exclusivement bathyale du Tertiaire d'Europe: otolithes de l'Oligocène Inférieur du gisement de Pizzocorno, Italie septentrionale. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 57 (1987): 217-230.
- NOLF D., STEURBAUT E., 1989 – Evidence from otoliths for establishing relationships within gadiforms. *In* COHEN D.M. (ed.). *Papers on the systematics of gadiform fishes*. Science series, Natural History Museum of Los Angeles County, 32: 89-111.
- NOLF D., STEURBAUT E., 1990 – Découverte de poissons bathyaux d'âge oligocène inférieur à Pizzocorno, près de Voghera. *Quaderni della sezione di Scienze Naturali del Civico Museo di Voghera*, 10 (12) (1987): 15-31.
- NOLF D., STEURBAUT E., 2002 – Compléments à l'étude des otolithes de poissons rupeiliens d'Aquitaine méridionale (sud ouest de la France). *Revue de Micropaléontologie*, 45 (4): 39-53.
- NOVARETTI A., BICCHI E., CONDELLO A., FERRERO E., MAIA F., TONON M., TORTA D., 1995 – La successione oligo-miocenica del Monferrato: sintesi dei dati biostratigrafici. *Accademia Nazionale delle Scienze detta dei 40, Scritti e documenti 14* (Atti del convegno rapporti Alpi-Appennino e guide alle escursioni), pp. 39-59.
- SCHWARZHANS W., 1980 – Die tertiäre Teleosteer Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, A, 26: 1-211.
- SCHWARZHANS W., 1985 – Tertiäre Otolithen aus South Australia und Victoria (Australien). *Palaeoichthyologica*, 3: 1-160.
- SCHWARZHANS W., 1986 – Fish otoliths from the lower Tertiary of Ellesmere Island. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 23: 787-793.
- SCHWARZHANS W., 1994 – Sexual and ontogenetic dimorphism in otoliths of the family Ophidiidae. *Cybium* 18 (1): 71-89.
- SCHWARZHANS W., 1999 – A comparative morphological treatise of Recent and fossil otoliths of the order Pleuronectiformes. *Piscium Catalogus: Part Otolithi Piscium*, 2, p. 1-391.
- SEGUINI A., 1961 – Serie stratigrafica di Costa Merlassino. *Bollettino della Società geologica italiana*, 80 (1): 79-87.
- STEURBAUT E., 1984 – Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Palaeontographica A*, 186 (1-6): 1-162.
- VERVLOET C.C., 1966 – Stratigraphical and micropaleontological data on the Tertiary of Southern Piedmont (northern Italy). *Schotanus & Jans, Utrecht*, 64 pp.