

DIRK NOLF * - ROSTISLAV BRZOBOHATY **

OTOLITHES DE POISSONS DU MIOCENE INFERIEUR PIEMONTAIS

RESUME - L'étude des otolithes du Miocène inférieur des collines de Torino-Monferrato a révélé la présence de 77 taxa de téléostéens dont 50 ont pu être identifiés au niveau de l'espèce. Deux de ces dernières sont nouvelles: *Gadomus saltans* et *Centroberyx manens*. Les associations récoltées sont essentiellement constituées de poissons océaniques (mésopélagiques et bathybenthiques). Cette faune miocène inférieure est située dans une vue globale des changements biogéographiques en Paléoméditerranée, du Rupélien à l'Actuel. On y voit les modifications suivantes. Au Rupélien, la faune est franchement océanique et circumglobale, comportant essentiellement des genres qui ont quitté la Méditerranée actuelle. C'est alors que le pourcentage de genres à répartition actuelle indo-pacifique était le plus élevé. Du Miocène inférieur au Tortonien, l'importance des genres à répartition actuelle indo-pacifique diminue lentement, tandis que les genres atlantiques prennent des pourcentages de plus en plus considérables. Le pourcentage des genres existant encore en Méditerranée actuelle augmente graduellement du Rupélien au Tortonien, y atteignant 64%. Les affinités biogéographiques des faunes tortoniennes et zancliennes restent sensiblement pareilles. Du Zanclien à l'Actuel, les données paléontologiques sont moins bien fournies, mais la modification de la faune se marque surtout par la disparition de nombreux genres de poissons océaniques à répartition actuelle non méditerranéenne.

ABSTRACT - *Fish otoliths from the Lower Miocene of Piedmont (Italy).*

Otoliths from the Lower Miocene of the Torino-Monferrato Hills reveal the presence of 77 teleost taxa. Fifty of those could be identified at species level; two could be described as new species: *Gadomus saltans* and *Centroberyx manens*. The associations essentially reflect oceanic fish communities (mesopelagic and bathy-

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

** Institut de Géologie et de Paléontologie, Université Masaryk, Kotlarska 2, 61137 Brno, République Tchèque

benthic). This Lower Miocene fish fauna is placed in a global view of the biogeographic evolution of the Paleomediterranean, from Rupelian till Recent times. The Rupelian fauna is a circumglobal oceanic one, and is essentially composed of genera that left the present day Mediterranean. In the Rupelian, the percentage of genera with a Recent Indo-Pacific distribution is highest. From the Lower Miocene to the Tortonian, the importance of present day Indo-Pacific genera slows down slightly and the Atlantic genera constitute a bigger part. The percentage of genera still existing in the Mediterranean of today gradually increase from the Rupelian to the Tortonian, where it reaches 64%. The biogeographic affinities of the Tortonian and Zanclean associations are almost similar. From Zanclean to Recent, the otolith-based fossil record is less well documented, but the modification of the fauna essentially concerns the loss of many genera with a Recent extramediterranean distribution.

RIASSUNTO - *Otoliti di Pesci del Miocene inferiore piemontese.*

Lo studio degli otoliti del Miocene inferiore delle colline di Torino-Monferrato ha rivelato la presenza di 77 taxa di Teleostei, 50 dei quali sono stati identificati a livello di specie. Due di queste ultime sono nuove: *Gadomus saltans* e *Centroberyx manens*. Le associazioni censite sono costituite essenzialmente da pesci oceanici (mesopelagici e batibentici). Questa fauna del Miocene inferiore va collocata in una visione globale dei cambiamenti biogeografici del Paleomediterraneo dal Rupeliano all'Attuale. Vi si notano le seguenti modificazioni. Durante il Rupeliano la fauna è francamente oceanica e distribuita in tutta la fascia tropicale ed è costituita principalmente da generi che hanno abbandonato il Mediterraneo attuale. In quell'epoca la percentuale più elevata era quella dei generi oggi indopacifici. Dal Miocene inferiore al Tortoniano l'importanza di questi ultimi diminuisce lentamente mentre la percentuale dei generi atlantici diventa sempre più consistente. La percentuale dei generi tuttora presenti nel Mediterraneo attuale aumenta gradualmente dal Rupeliano al Tortoniano fino a raggiungere il 64%. Le affinità biogeografiche delle faune tortoniana e zancleana restano sensibilmente simili. Dal Zancleano all'Attuale i dati paleontologici sono meno documentati ma la modificazione della fauna è caratterizzata soprattutto dalla scomparsa di molti generi di pesci oceanici oggi presenti fuori del Mediterraneo.

INTRODUCTION

En 1846, Sismonda publia sa monographie sur les poissons et crustacés du Piémont. Dans cet ouvrage figurent quelques otolithes qui sont sans doute les premiers spécimens fossiles jamais figurés. Quoique ces otolithes ne soient mentionnées que sous le nom général "Ossicini dell'apparato uditivo di varii generi di pesci", on reconnaît clairement, parmi les figures, un *Glyptophidium* (pl. 3, fig. 69-70) provenant des collines de Torino. Depuis,

l'étude de cette sorte de fossiles ne semble pas trop avoir incité l'engouement des paléontologues méditerranéens: hormis quelques petites notes parues au début du siècle passé (Bassoli, 1906 et 1909; Schubert, 1912; Pieragnoli, 1918; Chaîne & Duvergier, 1931), il faut attendre le travail de Robba (1970) sur les otolithes du Tortonien-type pour qu'on puisse parler d'un vrai démarrage des études sur les otolithes du Cénozoïque méditerranéen.

Aujourd'hui, l'état d'avancement des recherches dans le domaine méditerranéen (au sens strict, excluant la Paratéthys) se présente comme suit:

- Concernant les otolithes éocènes, seul le *Dapalis ventricosus* du Lutétien/Bartonien de Ronca a fait l'objet d'une note (Nolf & Reichenbacher, 1999), mais on connaît encore de riches associations d'otolithes priaboniennes d'Italie septentrionale (Nolf, collections inédites). Il s'agit d'associations du domaine néritique, avec ajout d'éléments mésopélagiques, assez comparables aux associations priaboniennes d'Aquitaine décrites par Nolf (1988).

- Pour l'Oligocène inférieur (Rupélien), une synthèse existe maintenant pour la faune d'eau profonde (Nolf & Steurbaut, 2004), mais rien n'est connu de la faune côtière, et nous ne connaissons pas de gisements où une telle faune pourrait être récoltée.

- Aucune otolithe n'est connue de l'Oligocène supérieur (Chattien), mais il est probable qu'une bonne prospection des Marnes d'Antognola fournisse des gisements dans le domaine apennin.

- Pour le Miocène inférieur la présente note fournit une faune inédite de 77 taxa, provenant presque tous d'environnements profonds (bathybenthique ou mésopélagique). Des faunes néritiques d'âge miocène inférieur sont cependant connues du midi de la France (Nolf & Cappetta, 1980; Reichenbacher & Cappetta, 1999).

- Pour le Langhien, une faune néritique est connue des Pinedès (Catalogne, Espagne; Hoedemakers & Battlori, sous presse). Nous avons examiné du matériel langhien provenant des collines de Torino et conservé dans des anciennes collections du "Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino", mais la provenance de ces spécimens est imprécise, et de nouvelles recherches de terrain sont requises pour évaluer ce matériel dans les conditions optimales. Notons toutefois que quelques otolithes du Langhien des environs de Murazzano, dans les Langhe méridionales, ont été signalées par Steurbaut (1983).

- Aucune otolithe n'est signalée du Serravallien méditerranéen. Des myctophidés provenant du "Serravallien" du gisement "Madonna della Neve", près de Mondovi ont été signalées par Brzobohaty & Nolf (2000,

p. 186), mais il s'agit là en réalité de Tortonien inférieur, Zone à *Neoglobobadrina acostaensis* de Iaccarino (1985) pour les foraminifères planctoniques et Zone MNN9 de Fornaciari *et al.* (1996) du nannoplancton calcaire, d'après des réévaluations faites respectivement par D. Violanti et P. Maiorano.

- Les otolithes du Tortonien d'Italie du Nord ont fait l'objet des monographies de Robba (1970) et Nolf & Steurbaut (1983), et les myctophidés tortoniens ont été révisés par Brzobohaty & Nolf (1996 et 2000).

- Quelques otolithes extraites de squelettes de poissons messiniens (Bedini *et al.*, 1986; D'Erasmus, 1929) constituent le seul matériel messinien publié, mais nous avons des collections inédites d'otolithes du Messinien pré-évaporitique du Piémont (provenant surtout de poissons mésopélagiques) et du Messinien post-évaporitique (poissons de milieu saumâtre) des environs de Pisa.

- Pour le Pliocène, une synthèse est fournie par Nolf *et al.* (1998). Le Zancien a livré une très riche faune d'eau profonde, mais les faunes du Plaisancien et du Gelasien ne sont qu'incomplètement connues (collections inédites de Girone et Nolf).

- Pour le Pleistocène, finalement, une belle synthèse est fournie par la thèse de doctorat de Girone (2000a) dont des parties ont déjà été publiées (Girone & Varola, 2001; Girone, 2000b, 2003).

Contexte géologique des gisements étudiés

Le Miocène inférieur piémontais affleure dans les collines de Torino et du Monferrato, dans les Langhe et dans la partie occidentale des Apennins au Nord de la ligne Villalvernia-Varzi (L.V.V) (Fig. 1). C'est surtout dans les collines de Torino-Monferrato que se situent les meilleurs gisements à otolithes. Nous avons peu prospecté dans les Langhe, ou nous n'avons récolté que quelques faunules insignifiantes provenant de petits échantillons d'essai du Calcaire de Visone (Burdigalien) au Sud d'Acqui Terme. Dans la partie occidentale des Apennins, le Miocène inférieur est surtout représenté par des marnes hémipélagiques (Formation de Castagnola) qui se prêtent moins à la récolte d'otolithes.

Les collines de Torino-Monferrato sont constituées de deux nappes chevauchant l'avant-fosse alpine. Ces deux grandes unités tectoniques comprennent des sédiments d'âge Eocène moyen à Miocène terminal. La nappe du Monferrato est interprétée comme le prolongement NW des Apennins, et a été mise en place avant le Burdigalien. La colline de Torino, inter-

prétée comme le prolongement septentrional du Bassin des Langhe, appartient au domaine alpin, et n'a été mis en place qu'au Messinien. Les deux compartiments se joignent au niveau de la ligne de déformation du Rio Freddo, qui est interprétée comme le prolongement NW de la ligne Villalvernia-Varzi. Tout le pourtour de cet édifice est enseveli dans des sédiments plio-quadernaires de la plaine padane, sédiments qui séparent les collines des zones d'affleurements pré-pliocènes des Langhe et des Apennins occidentaux (Fig. 1, d'après Novaretti *et al.*, 1995; voir aussi d'Atri *et al.*, 2002 pour un exposé plus élaboré de cette problématique). A l'Est de la zone de déformation du Rio Freddo, le Monferrato occidental est encore subdivisé en plusieurs sous-unités tectoniques, indiquées dans la Fig. 3, ou sont également localisés les gisements échantillonnés.

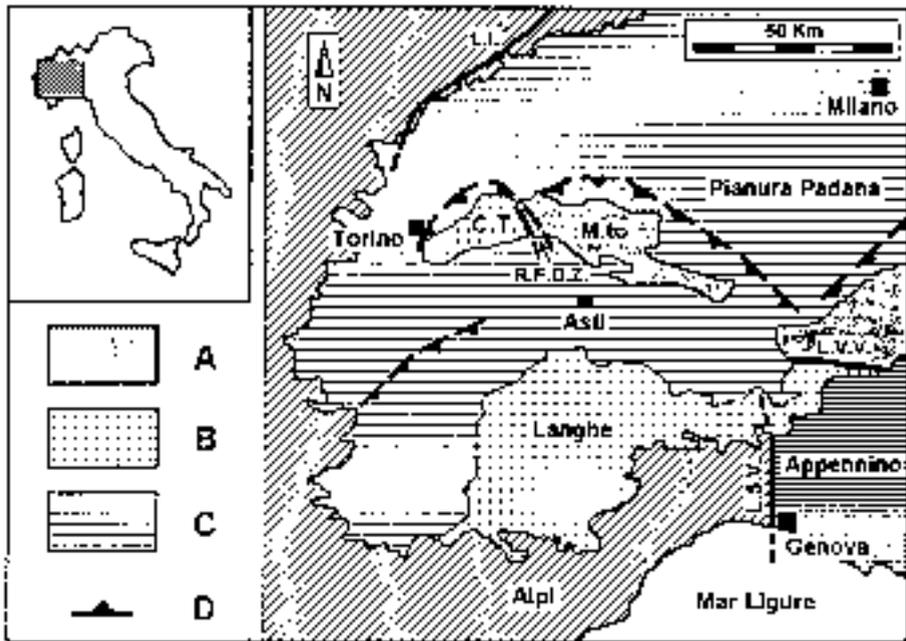


Fig. 1 - Esquisse structurale des bassins tertiaires aux abords du raccord Alpes-Apennins. **A** = Bassins appartenant au domaine apennin; **B** = bassins appartenant au domaine alpin; **C** = bassins plio-quadernaires; **D** = chevauchements ensevelis; **C.T.** = Collina di Torino; **L.I.** = Linea Insubrica; **L.S.V.** = Linea Sestri-Voltaggio; **L.V.V.** = Linea Villalvernia-Varzi; **M.to** = Monferrato; **R.F.D.Z.** = Zone de déformation du Rio Freddo (d'après Novaretti *et al.*, 1995).

La Fig. 2 donne un aperçu sommaire des successions stratigraphiques dans la colline de Torino et dans le Monferrato occidental et oriental. C'est dans la première et la dernière région que se situent nos prélèvements. Dans les deux régions, la série miocène commence par des sédiments essentiellement marneux, du domaine néritique profond jusqu'au domaine hémipélagique: les Marnes d'Antognola qui chevauchent la limite oligo-miocène. Dans la colline de Torino, ces marnes contiennent des niveaux à débris terrigènes plus grossiers et sont appelées informellement "Formazione di Superga".

Dans les deux régions, les "Marnes à Ptéropodes inférieures", d'âge Burdigalien inférieur, font suite à la Formation d'Antognola. Ce sont des marnes silicieuses assez compactes, un peu indurées et se prêtant mal au tamisage. Les Marnes à Pteropodes sont surmontées par le Complexe de Termo Fora dans la colline de Torino et par la Pietra da Cantoni dans le Monferrato. Le Complexe de Termo Fora, qui affleure bien aux environs de Baldissero, est un dépôt de pente continentale terrigène, constitué de marnes admettant plusieurs niveaux turbiditiques parfois très grossiers et caractérisés par d'abondants débris de serpentinite. La Pietra da Cantoni est un sédiment carbonaté renfermant aussi des niveaux bioclastiques résédimentés à Miogypsines ("Membro di San Michele" *auctorum*) et des niveaux à rhodolithes. Dans beaucoup d'affleurements, la Pietra da Cantoni est un peu trop indurée pour la récolte des otolithes mais dans certains,

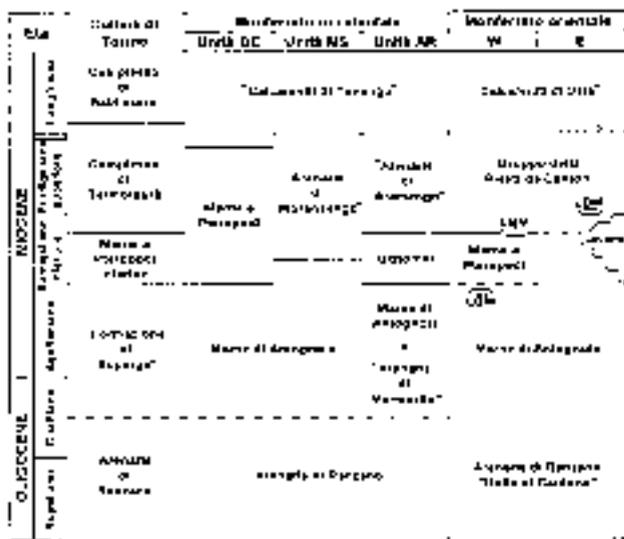


Fig. 2 - Rapport stratigraphique des successions oligo-miocènes des Collines de Torino et du Monferrato. **AR** = Unité d'Aramengo-Marmorito; **BC** = Unité du Bric Carrassa; **LBM** = Niveaux bioclastiques à miogypsines ("Membro di San Michele" *auctorum*); **MS** = Unité de Moransengo (d'après Novaretti *et al.*, 1995).

comme Moncalvo et Ponzano, la roche s'altère en surface et livre de belles associations d'otolithes au tamisage.

Quoique le Langhien ne fasse pas l'objet de la présente étude, nous avons pu constater des présences langhiennes pour certaines espèces ici étudiées dans les anciennes collections du "Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino (MGUT)" (surtout gisements "Monte dei Cappuccini" et "Villa Cocchi", dans la banlieue Est de Torino). Dans la colline de Torino, le Langhien est représenté par le Complexe de Baldissero, constitué surtout de sables turbiditiques grossiers; dans le Monferrato, il est essentiellement calcaire. Nous avons examiné les "Calcareni di Tonengo" (Langhien) à Tonengo, mais ces sédiments sont trop indurés ou dépourvus d'aragonite suffisamment bien conservée pour permettre la récolte d'otolithes. Nous avons vu les Calcareni d'Osta surmontant des niveaux à rhodolithes de la Pietra da Cantoni près du Castello d'Uviglie à Rosignano Monferrato (Feuille de Vignale Monferrato, point x = 453.850, y = 4992.000), mais nous n'y avons récolté que quelques otolithes de myctophidés juvéniles.

Liste des points échantillonnés (Fig. 3)

Les gisements marqués de * sont datés par microfaune dans Bicchi *et al.* (2004), Bicchi *et al.* (1994), Novaretti (1990), Novaretti *et al.* (1995), Brzo-



Fig. 3 - Localisation des gisements étudiés et délimitation des compartiments tectoniques divisant les collines de Torino-Monferrato. **AR** = Unité d'Aramengo-Marmorito; **BC** = Unité du Bric Carrassa; **MS** = Unité de Moransengo; **PO** = unité du Po; **R.F.D.Z.** = Zone de déformation du Rio Freddo; **a** = axes des anticlinaux; **b** = lignes tectoniques principales (d'après Novaretti *et al.*, 1995).

bohaty & Nolf (2000) ou Schüttenhelm (1976). Pour les autres affleurements, l'âge a été évalué sur la base de la cartographie géologique (Bonsignore *et al.*, 1969).

*** Baldissero Torinese, SE de Bricco Palouch (point 2)**

Chieri 1/25 000, x = 405.000, y = 4991.700

Formation de Superga, Zone N5-6 de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien inférieur.

Otolithes (prélèvement de 30 kg): quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*.

*** Baldissero Torinese (NW de), Pod. del Poggio (point 3)**

Chieri 1/25 000, x = 405.500, y = 4992.100

Marne silteuse grise avec concentrations de matériel graveleux fin et débris coquilliers. Complexe de Termo Fora (base). Zone N5-6 de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien inférieur.

Otolithes: *Polyipnus* sp., *Diaphus haereticus*, *Lobianchia* aff. *dofleini*.

*** Baldissero Torinese, S de Il Pilonetto (point 4)**

Chieri 1/25 000, x = 405.150, y = 492.000

Marnes sableuses grises à fragments coquilliers. Formation de Superga, Zone N5-6 de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien inférieur.

Otolithes (prélèvement de 30 kg): quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*.

*** Baldissero Torinese, 100 m N de S. Giuliano (point 24)**

Chieri 1/25 000, x = 407.200, y = 4991.950

Complexe de Termo Fora. Deux échantillons de ce gisement ont été analysés, l'un sableux (S 744), l'autre représentant un faciès légèrement grésifié du même sédiment (S 745). Tous deux appartiennent à la Zone N7b de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes (prélèvement de 30 kg): quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*.

*** Baldissero Torinese, 200 m N de S. Giuliano (point 25)**

Chieri 1/25 000, x = 407.150, y = 4991.950

Complexe de Termo Fora, "Marnes à Ptéropodes supérieures". Marnes sableuses (échantillon S 746) contenant des milliers d'otolithes appartenant surtout à des myctophidés. Zone N7b de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes (prélèvement de 60 kg): voir Tableau 1.

*** Baldissero Torinese, W de Cascina Prinetti (point 26)**

Chieri 1/25 000, x = 406.500, y = 4992.050

Echantillon d'otolithes triées reçu de C. Bosso et échantillon (S 761) récolté par Nolf et Steurbaut en 1984. Les foraminifères (échantillon S 761) suggèrent une attribution douteuse à la Zone N7a de Novaretti *et al.* (1995).

Otolithes (prélèvement de 100 kg par Nolf et Steurbaut en 1984) : voir Tableau 1 incluant aussi le matériel récolté par C. Bosso.

*** Baldissero Torinese (W de), ravin du Rio Vergagna (point 38)**

Chieri 1/25 000, x = 406.050, y = 91.300

Un échantillon (S 846) pris par E. Bicchi a permis d'attribuer ce gisement à la Zone N5-6 de Novaretti *et al.* (1995).

Otolithes (prélèvement de 60 kg): voir Tableau 1.

Baldissero Torinese, Val San Fra (point 27)

Chieri 1/25 000, x = 406.800, y = 4991.850

Bibliographie: Pavia, 1999.

Complexe de Termo Fora.

Otolithes: *Diaphus* sp. ind. dans un prélèvement de 35 kg et Ariidae ind. dans la collection Rovasenda, MGUT.

Baldissero Torinese, non localisé

Complexe de Termo Fora.

Otolithes: *Ariosoma* sp. et Ariidae ind. dans coll. Forma, MGUT 11566 R10.

*** Casalino, Cascina Gallina**

Mombello Monferrato 1/25 000, x = 441.500, y = 4994.950

Bibliographie: Ferrero *et al.*, 1994, point 8; Novaretti *et al.*, 1995, point 14.

Membro di San Michele *auct.*, facies argileux. Zone N7a de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes: quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*, dans un prélèvement de 35 kg.

*** Moletto, Prera**

Vignale Monferrato 1/25 000, x = 49.000, y = 89.000

Bibliographie: Brzobohaty & Nolf, 2000, p. 186; Schüttenhelm, 1976, p. 96.

Aquitaniens, partie inférieure de la Zone à *Globoquadrina debiscens* (Subzone N4b de Berggren *et al.*, 1995) des foraminifères planctoniques et Zone NN1/NN2 du nannoplancton calcaire. Partie inférieure (au dessous du niveau à rhodolithes) des marnes (échantillon S 756) exploitées dans une vaste carrière. Un échantillon de 100 kg a été pris par Nolf et Steurbaut en 1984, à environ 150 m W du point ici indiqué, dans le même niveau. En 1996, des travaux d'extension de la carrière ont dénudé les marnes aquitaniennes sur une vaste étendue où l'érosion des marnes mettait en évidence de nombreuses otolithes que nous avons récoltées à la surface. En outre, nous y avons encore prélevé un échantillon d'environ 300 kg pour tamisage.

Otolithes: voir Tableau 1. Des milliers d'otolithes ont été récoltées dans ce gisement. Il s'agit d'une association pauvre en espèces, constituée exclusivement de poissons mésopélagiques, surtout des *Diaphus*. L'absence de toute forme benthique est remarquable.

*** Moncalvo, dancing**

Moncalvo 1/25 000, x = 444.225, y = 4990.975

Novaretti *et al.*, 1995, point 16.

Ancienne paroi de carrière juste en face d'un dancing en ruine, le long de la route de Moncalvo à Trino, à environ 2 km au NE de Moncalvo. L'échantillon A (S 526) a été pris dans la partie Nord de la coupe, à l'intérieur d'une clôture en billes de chemin de fer qui a servi à un élevage de sangliers maintenant abandonné. Cet échantillon se situe dans la partie la plus basse de la coupe 16 figurée par Novaretti *et al.*, 1995, p. 55, au dessous des calcarénites à miogypsines. L'échantillon B (S 525) a été prélevé juste en face de la partie la plus haute du dancing, au-dessus des calcarénites à miogypsines précitées. Ces calcarénites sont aujourd'hui complètement envahies par la végétation. Nos deux échantillons se situent dans la Zone N7a de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes: voir Tableau 1.

*** Patro (point A)**

Moncalvo 1/25 000, x = 444.425, y = 4989.450

Pietra da Cantoni affleurant dans un caniveau en bordure ouest de la route. Échantillon (S 762) pris à un mètre au dessous d'un niveau noduleux. Zone N7b de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes: quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*, dans un prélèvement de 35 kg.

Pavarolo (N de) (point 19)

Buttigliera d'Asti 1/25 000, x = 408.100, y = 4992.500

Affleurement en bordure de route. Complexe de Termo Fora.

Otolithes (prélèvement de 35 kg): *Benthoosema fitchi*, *Diaphus cabuzaci*, *Hygophum hygomi*, *Epigonus italicus*.

Pino Torinese, E de C. dell'Abate (point 1)

Chieri 1/25 000, x = 403.475, y = 4990.175

Base du Complexe de Termo Fora.

Otolithes (prélèvement de 35 kg): *Polyipnus* sp., *Scopelarchus* cf. *nolfi*, *Diaphus haereticus*.

Pino Torinese, Bric Cervet, non localisé.

Complexe de Termo Fora.

Otolithes: *Glyptophidium major*, dans coll. Cantamessa MGUT 11572.

Pino Torinese, SE de Monte Aman (point 8)

Chieri 1/25 000, x = 404.325, y = 4990.750

Affleurement en bordure de route. "Marnes à ptéropodes inférieures".

Otolithes (prélèvement de 20 kg): quelques myctophidés non identifiables à l'espèce, essentiellement *Diaphus*.

Pino Torinese, SE de B. Caros (point 9)

Chieri 1/25 000, x = 403.375, y = 4990.000

Affleurement en bordure de route. Complexe de Termo Fora. Marne sableuse très hétérogène contenant du gravier fin et des débris coquilliers.

Otolithes (prélèvement de 10 kg): quelques myctophidés non identifiables à l'espèce, essentiellement *Diaphus*.

Pino Torinese, N de Torre Pino (point 10)

Chieri 1/25 000, x = 403.575, y = 4989.650

Affleurement en bordure de route. Complexe de Termo Fora, "Marnes à ptéropodes supérieures".

Otolithes (prélèvement de 20 kg): quelques myctophidés non identifiables à l'espèce, essentiellement *Diaphus*.

*** Ponzano**

Moncalvo 1/25 000, x = 441.075, y = 4992.250

Brzobohaty & Nolf, 1996, p. 155.

Pietra da Cantoni visible dans une carrière abandonnée (paroi sciée).

Zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995, Burdigalien supérieur.
Otolithes (prélèvement d'environ 300 kg): voir Tableau 1.

Rio Batteria, Val Salice, non localisé

Complexe de Termo Fora.

Otolithes: *Polyipnus* sp. dans coll. Rovasenda, MGUT 11573.

*** Rivalba**

Casalborgone 1/25 000, x = 412.650, y = 4997.225

Bibliographie: Clari *et al.*, 1994, point 1; Novaretti, 1990, point 2079.

Affleurement en bordure de route, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Zone N7b de Novaretti *et al.*, 1995.

Otolithes (prélèvement de 30 kg): *Scopelarchus* cf. *nolfi*, *Diaphus regani*, *Hygophum derthonense*.

Santa Anna Pescatori (S de), I Gesuiti (point 39)

Settimo Torinese 1/25 000, x = 401.700, y = 4993.325

Complexe de Termo Fora. Sables gris, mal calibrés, graveleux, à restes coquilliers, balanes et miogypsines.

Otolithes (prélèvement de 30 kg): non observées.

*** Sciolze W (point 42)**

Casalborgone 1/25 000, x = 411.225, y = 4994.375. Les coordonnées mentionnées dans Brzobohaty & Nolf (2000) sont erronées.

Affleurement en bordure de route. Un échantillon (S 754) prélevé dans la partie inférieure, argileuse de la coupe appartient à la Zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995, Burdigalien supérieur.

Otolithes (prélèvement de 500 kg): association riche et diversifiée; voir Tableau 1.

Sciolze, N de Tetti Ravera (point 40)

Casalborgone 1/25 000, x = 411.850, y = 4995.750

Formation d'Antognola. Argile grise à stratification lamellaire.

Otolithes (prélèvement de 20 kg): quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*.

Termo Fora, localisation précise inconnue

Chieri 1/25 000. Un chemin nommé "Strada de Termo Fora" existe vers x = 400.700, y = 4989.700

Complexe de Termo Fora.

Otolithes: Ariidae ind., dans coll. Forma, MGUT 11576 et *Coryphaenoides* aff. *mexicanus* dans coll. Forma, MGUT 11577.

Treville (point 46)

Casale Monferrato 1/25 000, x = 450.325, y = 4994.100

Schüttenhelm, 1976, p. 89.

Pietra da Cantone. Marne grise, silteuse, légèrement indurée, riche en microfaune.

Quelques myctophidés, essentiellement *Diaphus*.

*** Valle Ceppi (point 11)**

Chieri 1/25 000, x = 405.225, y = 4990.800

Bibliographie: Brzobohaty & Nolf, 1996, p. 155.

Affleurement dans un petit affluent Est du Rio Civera. Complexe de Termo Fora. Sable vert à gravier de serpentinite et mollusques (tamisage d'environ 200 kg), surmonté par des argiles. Les argiles sus-jacentes (échantillons S 736 et S 737) appartiennent à la Zone N7a de Novaretti *et al.* (1995), Burdigalien supérieur.

Otolithes (prélèvement de 200 kg): voir Tableau 1, incluant aussi du matériel provenant de la coll. Cantamessa, MGUT 11568 et MGUT, non numéroté.

Vignale Monferrato, non localisé

Vignale Monferrato 1/25 000

Otolithes: *Glyptophidium major* dans coll. Ferrero, MGUT 11579 et *Pterothrissus* sp. dans coll. MGUT, non numéroté.

“Collines de Torino”, gisements anciens, non localisés.

Otolithes: Ariidae ind. dans MGUT 11525; *Sirembo* sp. dans MGUT 11526, *Glyptophidium major* figuré par Sismonda, 1846 dans MGUT 11562., *Macrouroides kokeni* dans MGUT, non numéroté.

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); les fossiles non figurés sont répartis dans les collections du Museo Civico "F. Eusebio" à Alba et celles de l'IRSNB.

Les fossiles figurés portent des numéros de l'IRSNB. Les otolithes actuelles figurées à titre de comparaison font partie de la collection de référence d'otolithes récentes de cette institution. Cette collection est rangée dans un ordre systématique, sans numérotation; les spécimens ici figurés portent la seule mention IRSNB.

Planche 1

Fig. 1 - *Pterothrissus* sp.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7706).

Fig. 2 - *Conger* sp.

G, Complexe de Termo Fora, Baldissero 38, Lit du Rio Vergnana, Burdigalien inférieur (IRSNB P 7707).

Fig. 3-5 - *Gnathophis saubriguensis* Steurbaut, 1979

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero 26 (IRSNB P 7708 - P 7710).

Fig. 6 - *Rhechias nagymarosyi* Brzobohaty & Nolf, 1994.

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Ponzano (IRSNB P 7711).

Fig. 7 - *Pseudophichthys* sp.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero 26 (IRSNB P 7712)

Fig. 8 - *Ariosoma* sp.

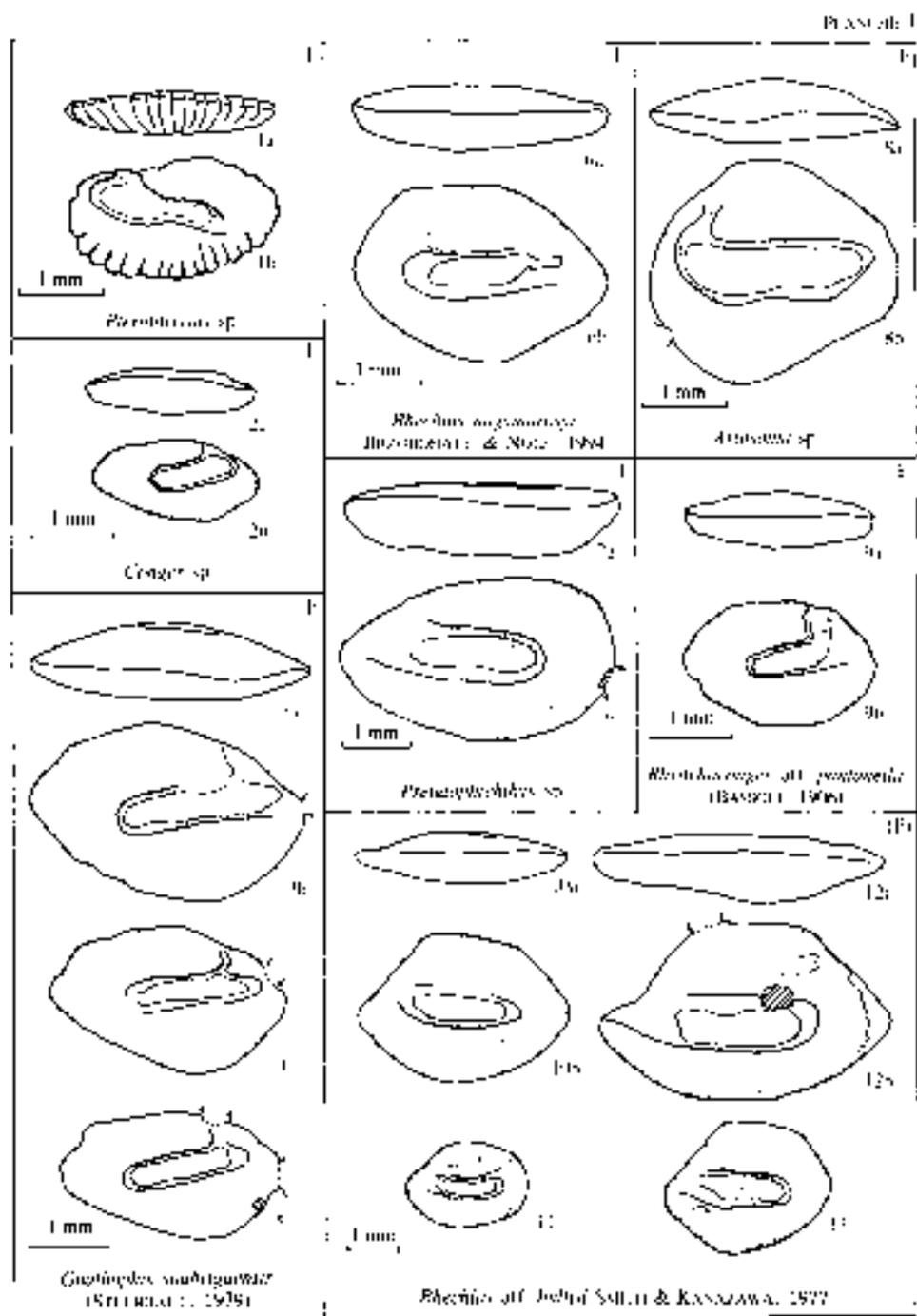
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7713).

Fig. 9 - *Rhynchoconger* aff. *pantanellii* (Bassoli, 1906)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero 38 (IRSNB P 7714).

Fig. 10-13 - *Rhechias* aff. *bullisi* Smith & Kanazawa, 1977

D, 10-11 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7715, P 7716); 12-13 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7717, P 7718).



INVENTAIRE DE LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

Le Tableau 1 montre un aperçu des 77 taxa recensés et de leur présence dans les gisements les plus productifs ou importants du point de vue stratigraphique. Pour les nombreux gisements n'ayant livré que des faunules très restreintes, les taxa représentés sont énumérés après chaque gisement dans la liste des points échantillonnés.

Comme la liste comporte nombre d'espèces existant encore dans la faune actuelle ou très voisines d'espèces actuelles, il est parfois difficile de juger d'une identité certaine au niveau spécifique. Dans ces cas, nous avons placé l'abréviation aff. (*affinis*) entre le nom du groupe genre et celui du groupe espèce. L'abréviation cf. (*conformis*) est utilisée dans les cas où le

Planche 2

Fig. 1 - Ariidae ind.

D, Otolithe utriculaire, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7719).

Fig. 2-4 - *Xenodermichthys* aff. *copei* (Gill, 1884)

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B (IRSNB P 7720 - P 7722).

Fig. 5 - *Opisthoproctus* sp.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7723).

Fig. 6-7 - ? Gonostomatidae

6 = G, 7 = D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B (IRSNB P 7724, P 7725)

Fig. 8 - *Maurolicus* cf. *muelleri* (Gmelin, 1789)

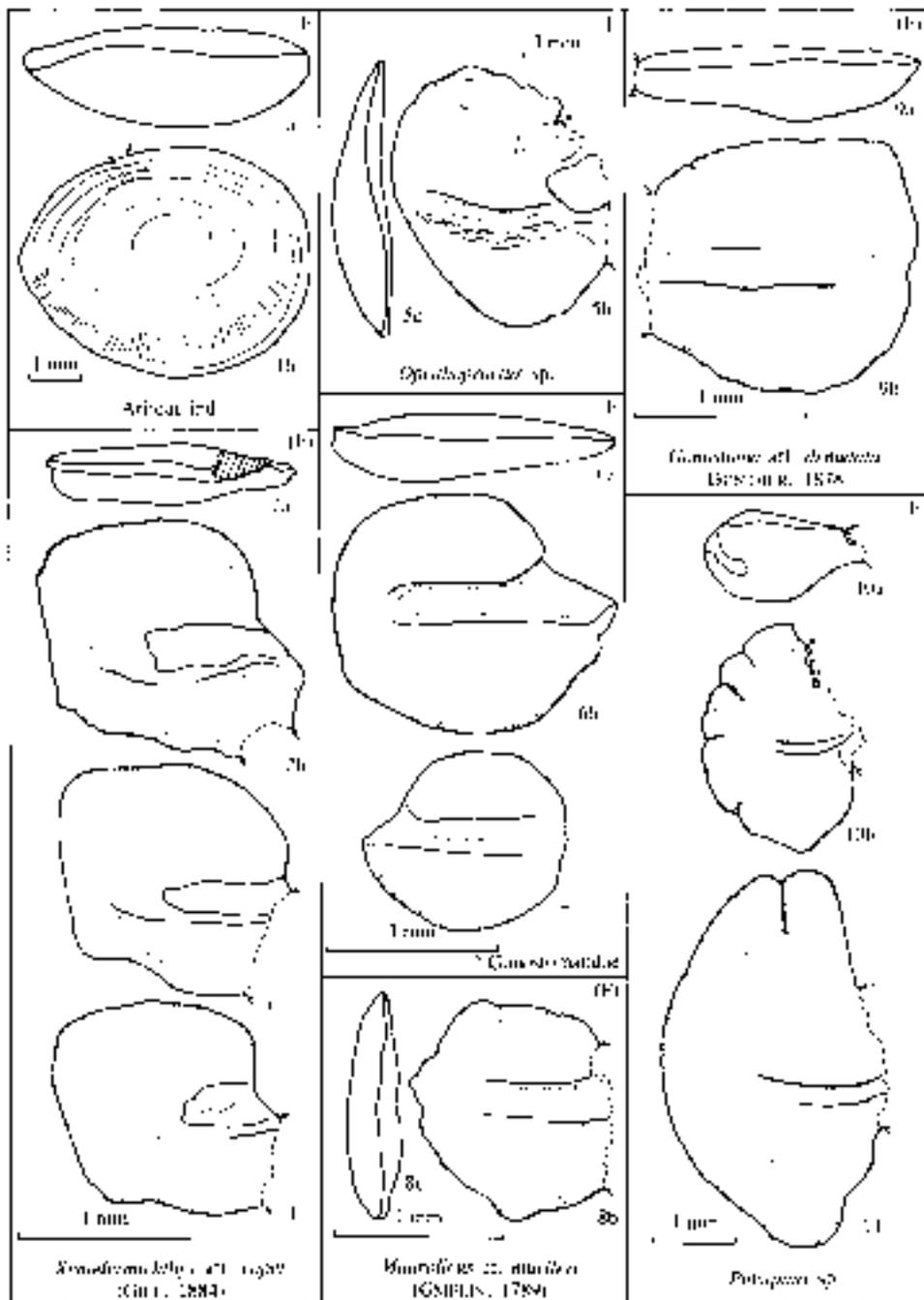
G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7726).

Fig. 9 - *Gonostoma* aff. *denudata* Günther, 1878

D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7727).

Fig. 10-11 - *Polyipnus* sp.

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7728, P 7729).



mauvais état de conservation des fossiles ne permet pas une identification certaine. Plusieurs espèces sont laissées en nomenclature ouverte, soit parce que notre connaissance des espèces actuelles voisines est insuffisante, soit parce que le matériel disponible est trop restreint ou trop mal conservé pour en dire plus.

REMARQUES SUR LES TAXA SUJETS A CAUTION

(1) *Xenodermichthys* aff. *copei* (Gill, 1884). Le matériel ici étudié, de même que de nouveaux spécimens récoltés dans le Badenien de Moravie, nous ont convaincus que l'espèce décrite par Brzobohaty (1986) sous le nom de "genus *Searsidarum*" *kotthausi*, puis attribué au genre *Xenodermichthys* par Nolf & Brzobohaty (1994, p. 232) est très proche, sinon identique aux otolithes de l'actuel *X. copei* (Gill, 1884); voir Nolf & Brzobohaty (1994, pl. 2, fig. 1-4) pour l'iconographie du matériel actuel comparatif.

Planche 3

Fig. 1-2 - *Valenciennellus tripunctulatus* (Esmark, 1871)

1 = G, 2 = D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7730, P 7731).

Fig. 3 - *Phosichthys* cf. *argenteus* (Hutton, 1872)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7732).

Fig. 4-5 - *Scopelarchus* cf. *nolfi* Steurbaut, 1982

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7733, P 7734).

Fig. 6-9 - "genus aff. *Valenciennellus*" *kotthausi* Steurbaut, 1979

D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, 7 = échantillon A, 6, 8 et 9 = échantillon B (IRSNB P 7735 - P 7738).

Fig. 10-11 - *Vinciguerria* aff. *poweriae* (Cocco, 1838)

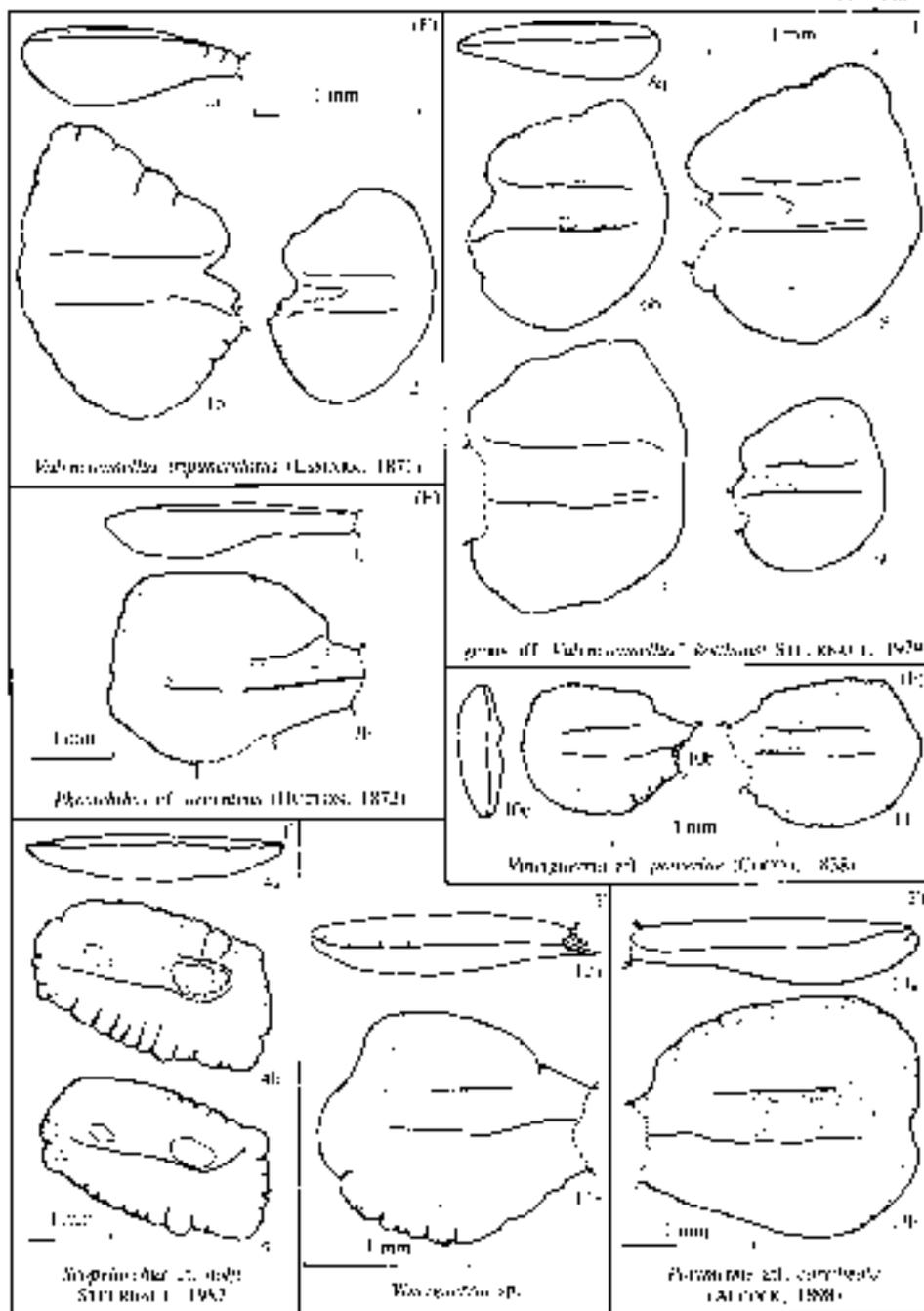
10 = G, 11 = D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B (IRSNB P 7739, P 7740).

Fig. 12 - *Vinciguerria* sp.

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7741).

Fig. 13 - *Polymetme* aff. *corythaeola* (Alcock, 1898)

D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B, (IRSNB P 7742).



(2) Myctophidae. Pour tout information complémentaire sur les otolithes de Myctophidae du Miocène d'Europe, le lecteur trouvera une information détaillée et surtout une iconographie abondante dans les révisions de Brzobohaty & Nolf (1996 et 2000).

(3) *Lobianchia* aff. *dofleini* (Zugmayer, 1911). Espèce seulement représentée au gisement de Baldissero 3.

Planche 4

Fig. 1 - *Chlorophthalmus* sp.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7743).

Fig. 2 - *Benthoosema fitchi* Brzobohaty & Schultz, 1978

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Pavarolo (IRSNB P 7744).

Fig. 3 - *Diaphus cabuzaci* Steurbaut, 1979

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B (IRSNB P 7745).

Fig. 4 - *Lobianchia* aff. *dofleini* (Zugmayer, 1911)

G, Complexe de Termo Fora (base), Burdigalien ? inférieur, Baldissero 3 (IRSNB P 7746).

Fig. 5-7 - *Lampadena gracile* (Schubert, 1912)

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, 5 = échantillon A, 6-7 = échantillon B (IRSNB P 7747 - P 7749).

Fig. 8-9 - *Diaphus regani* Taaning, 1932

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7366, P 7367).

Fig. 10-12 - *Diaphus haereticus* (Brzobohaty & Schultz, 1978)

D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Ponzano (IRSNB P 7335 - P 7337).

Fig. 13 - *Hygophum hygomi* (Lütken, 1829)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7750).

Fig. 14 - *Hygophum derthonense* (Anfossi & Mosna, 1969)

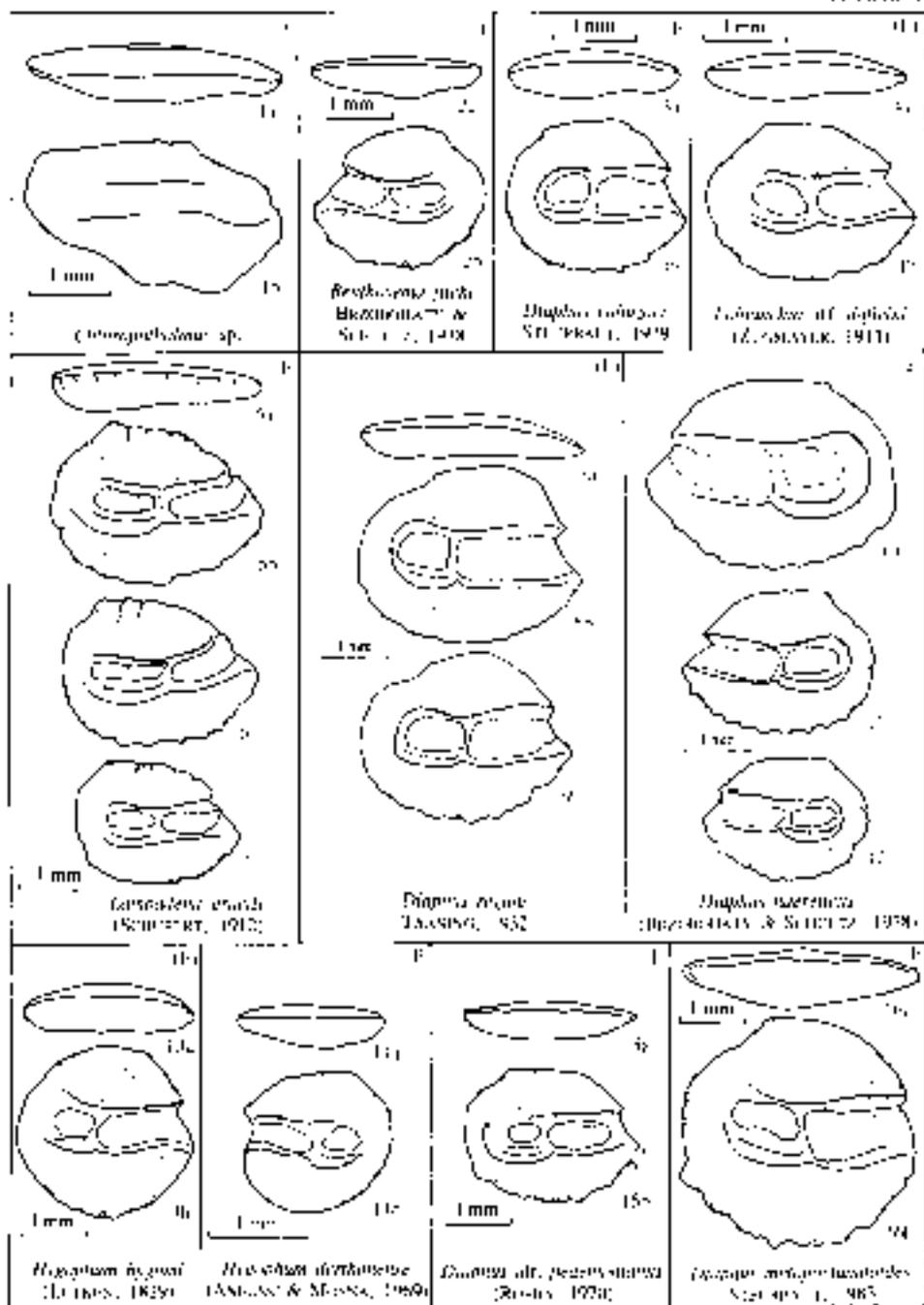
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7751).

Fig. 15 - *Diaphus* aff. *pedemontanus* (Robba, 1970)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7752).

Fig. 16 - *Diaphus metopoclampoides* Steurbaut, 1983

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7753).



(4) *Notoscopelus* sp. ind. Voir Brzobohaty & Nolf (1996) pour une iconographie de différentes espèces du genre *Notoscopelus*.

(5) *Coelorinchus stellaris* Nolf & Girone, 2000. Cette espèce du Chattien d'Aquitaine n'était connue en Méditerranée qu'à partir du Pleistocène, mais quelques otolithes récoltées à Moncalvo semblent bien appartenir à cette espèce.

(6) *Coryphaenoides* cf. *merluccioides* Nolf & Steurbaut, 2004. Quelques otolithes juvéniles et fragmentaires se rapprochent assez bien de celles décrites du Rupélien piémontais, mais il nous faudrait de meilleurs spécimens pour conclure à une identité certaine.

(7) *Coryphaenoides* aff. *mexicanus* (Parr, 1946). Une grande otolithe provenant du Complexe de Termo Fora, localité précise inconnue (MGUT 1157, coll. Forma), se rapproche le plus de celles de l'espèce actuelle *C. mexicanus* des Caraïbes, mais le matériel disponible ne permet pas de juger d'une identité certaine.

Planche 5

Fig. 1-3 - *Symbolophorus meridionalis* Steurbaut, 1979

D, 1 = Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A, 2-3 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7754 - P 7756).

Fig. 4-5 - *Bregmaceros* sp.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7757, P 7758).

Fig. 6-8 - *Coelorinchus stellaris* Nolf & Girone, 2000

6-7 = G, 8 = D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, 6-7 = échantillon A, 8 = échantillon B (IRSNB P 7759 - P 7761).

Fig. 9-11 - *Coryphaenoides* aff. *merluccioides* Nolf & Steurbaut, 2004

G, 9 = Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A, (IRSNB P 7762), 10-11 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7763, P 7764).

Fig. 12 - *Nezumia aequalis* (Günther, 1878)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7765).

Fig. 13 - *Nezumia ornata* (Bassoli, 1906)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7766).

Fig. 14 - *Coelorinchus* cf. *coelorhincus* (Risso, 1810)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7767).

(8) *Epigonus italicus* (Bassoli, 1906). Espèce seulement représentée au gisement de Pavarolo 19.

(9) *Miracorvina meridionalis* (Koken, 1891). *Argyrosomus laghii* Nolf & Steurbaut, 1983 du Tortonien est synonyme de *M. meridionalis*. L'holotype d'*Otolithus* (*Sciaenidarum*) *meridionalis*, décrit sommairement mais non figuré par Koken (1891, p. 109) fut redécouvert et figuré par Schwarzhans (1993, fig. 272, p. 149). Ce spécimen semble représenter la même espèce que celle décrite sous le nom d'*Argyrosomus laghii*.

Planche 6

Fig. 1-3 - *Gadomus saltans* n. sp.

1-2 = G, 3 = D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A, 1 = holotype (IRSNB P 7768), 2-3 = paratypes (IRSNB P 7769, P 7770).

Fig. 4 - *Gadomus multifilis* (Günther, 1887)

G, Actuel, au large des Maldives (coll. IRSNB).

Fig. 5-7 - *Gadomus longifilis* (Goode & Bean, 1885)

G, Actuel, Golfe du Mexique (coll. IRSNB).

Fig. 8-10 - *Gadomus capensis* (Gilchrist & von Bonde, 1924)

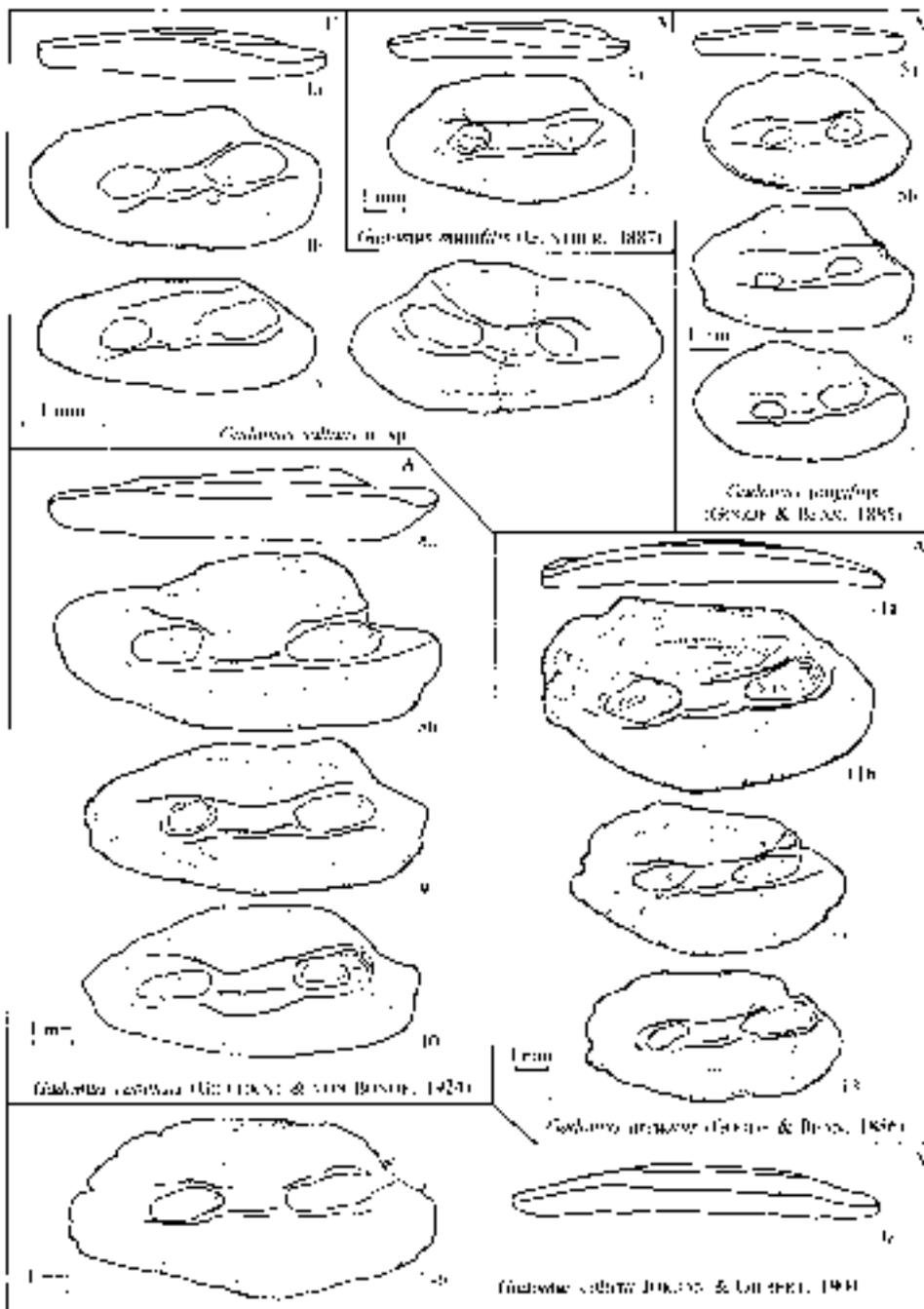
G, Actuel, Océan Indien, 8 = au large de Mozambique, 9-10 = station Vityaz 2668 (coll. IRSNB).

Fig. 11-13 - *Gadomus arcuatus* (Goode & Bean, 1886)

G, Actuel, 11-12 = Golfe du Mexique, 13 = Atlantique tropical, au large de Surinam (coll. IRSNB).

Fig. 14 - *Gadomus colletti* Jordan & Gilbert, 1904

G, Actuel, Golfe de Surruga, Japon (coll. IRSNB).



DESCRIPTION DES ESPECES NOUVELLES

Gadomus saltans n. sp.
Pl. 6, Fig. 1-3

Types primaires - Holotype: une otolithe gauche (Pl. 6, Fig. 1) (IRSNB P 7768); 2 paratypes (Pl. 6, Fig. 2-3) (IRSNB P 7769-7770).

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

Stratum typicum - Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995, à Moncalvo, dancing, échantillon A.

Derivatio nominis - *Saltans* (latin): dansant: se réfère à la localité-type en face d'un ancien dancing.

Diagnose - Cette espèce est caractérisée par des otolithes elliptiques très allongées, montrant une légère saillie antérodorsale faisant quasiment suite au bord ostial. La face externe, lisse, est très légèrement convexe, presque plate dans le sens antéro-postérieur, mais nettement convexe dans le sens

Planche 7

Fig. 1-3 - *Coryphaenoides mexicanus* (Parr, 1946)

G, Actuel, au large de l'estuaire du Mississippi (coll. IRSNB).

Fig. 4 - *Coryphaenoides* aff. *mexicanus* (Parr, 1946)

D, Complexe de Termo Fora, Termo Fora, Burdigalien ? inférieur (MGUT 1157, leg. Forma).

Fig. 5-8 - *Macrouroides kokeni* (Rzehak, 1893)

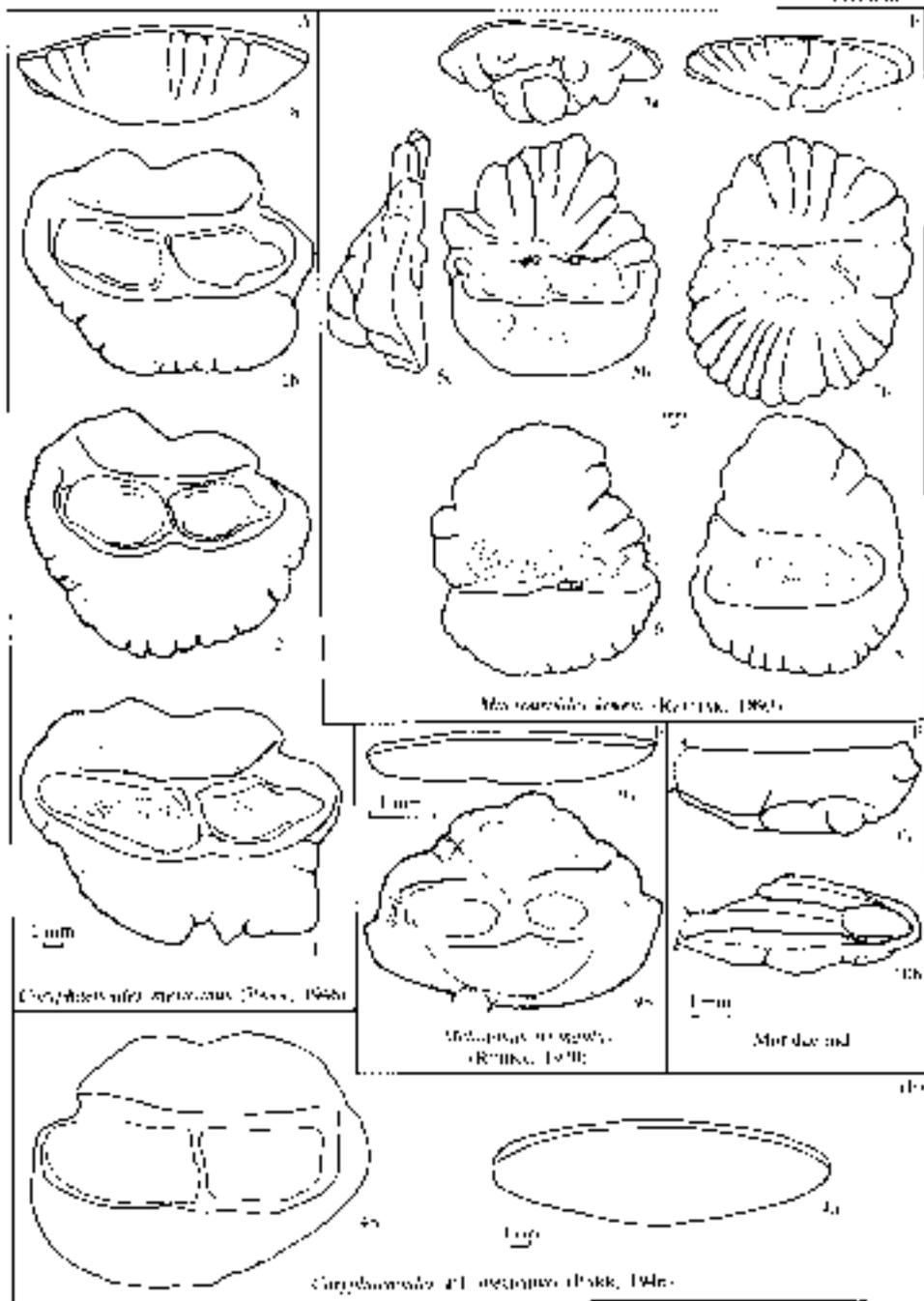
5-6 = G, 7-8 = D, 5-7 = localité inconnue, 8 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (coll. MGUT).

Fig. 9 - *Melanonus triangulus* (Robba, 1970)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7771).

Fig. 10 - Moridae ind.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7772).



dorso-ventral. La face interne est très légèrement convexe. Elle est entaillée par un sulcus constitué d'un ostium et d'une cauda nettement séparés par une large zone centrale, dont la longueur est à peu près égale à la longueur des collicula comblant l'ostium et la cauda. Près de la crista inferior ostiale, cette zone centrale est garnie d'une crête colliculaire. L'area ventrale est entaillée par un sillon ventral bien délimité vers le haut mais assez vague vers le bas.

Rapports et différences - A la Planche 6, les otolithes de *G. saltans* sont comparées à celles de quelques espèces actuelles voisines, dont elles diffèrent par leur forme elliptique très régulière et bien allongée, ainsi que par leur bord antérodorsal marqué d'une petite saillie bien nette.

Planche 8

Fig. 1 - *Steindachneria* sp.

G, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Ponzano (IRSNB P 7773).

Fig. 2 - *Hoplobrotula acutangula* (Koken, 1884)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7774).

Fig. 3-4 - *Phycis musicki* (Cohen & Lavenberg, 1984)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7775, P 7776).

Fig. 5 - *Sirembo* sp.

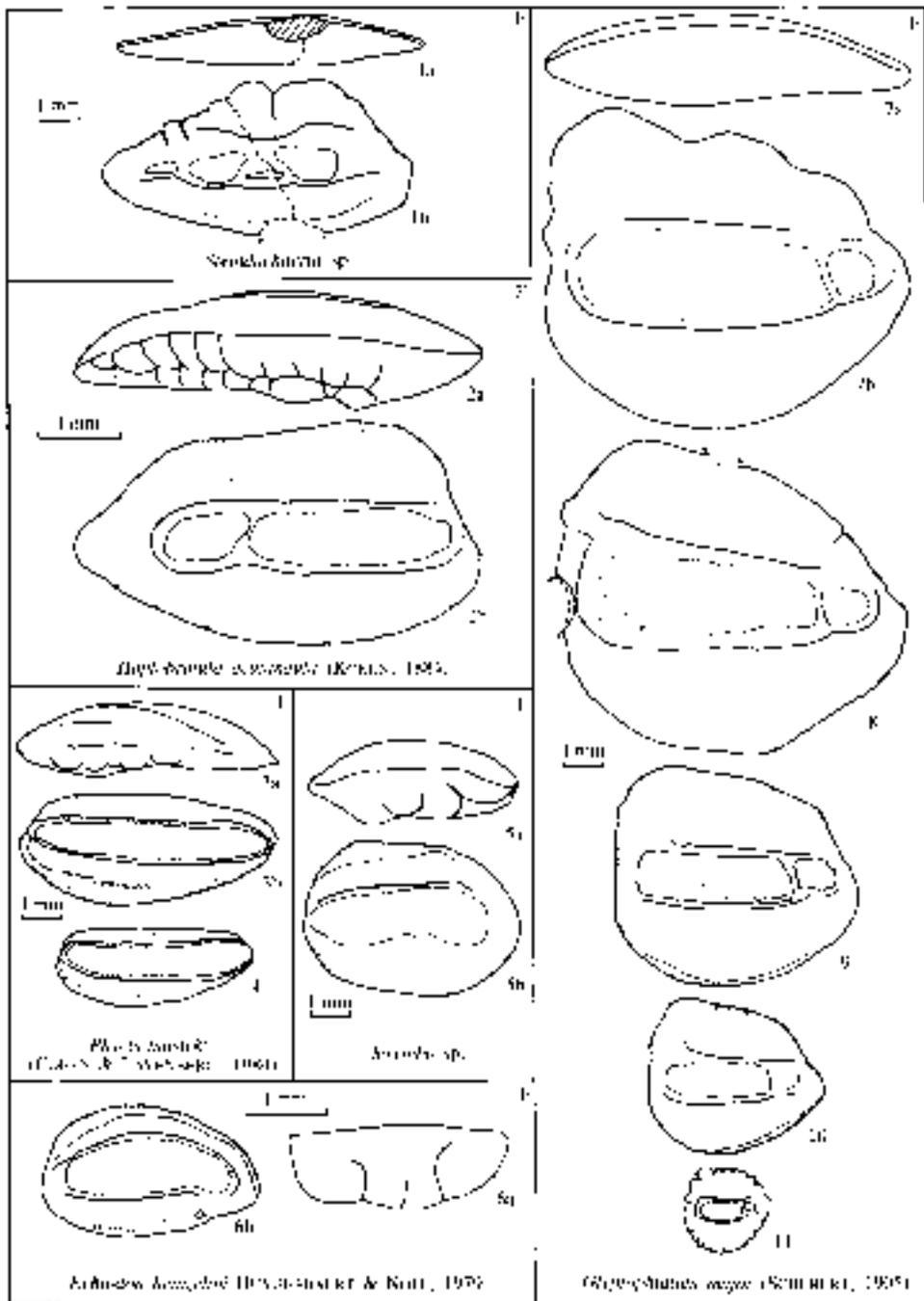
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7777).

Fig. 6 - *Echiodon heinzellini* Huyghebaert & Nolf, 1979

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7778).

Fig. 7-11 - *Glyptophidium major* (Schubert, 1905)

D, 7 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Pino Torinese, Bric Cervet (coll. MGUT 11572, leg. Cantamessa), 8 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7779), 9-11 = Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7780 - P 7782).



Centroberyx manens n. sp.
Pl. 9, Fig. 5-6

2002 *Centroberyx* sp. - Nolf & Brzobohaty, p. 266, pl. 8, fig. 6.

Types primaires - Holotype: une otolithe gauche (Pl. 9, Fig. 5) (IRSNB P 7786) provenant de Sciolze 42; un paratype (Pl. 9, Fig. 6) (IRSNB P 6785) provenant de l'argile de Saint-Étienne-d'Orthe, à Saint-Étienne-d'Orthe, Lestelle (Aquitaine). Quoique d'âge et de bassins différents, il s'agit de deux spécimens parfaitement conservés et de morphologie quasiment identique.

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

Stratum typicum - Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995, à Sciolze, point 42.

Planche 9

Fig. 1-3 - *Neobythites* sp.

D, 1-2 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7783, P 7784), 3 = Complexe de Baldissero (d'après Janssen, 1995, p. 208), Pino Torinese, Villa Verdina (MGUT 11572).

Fig. 4.- *Chaunax* sp.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7785).

Fig. 5-6 - *Centroberyx manens* n. sp.

G, 5 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42, holotype (IRSNB P 7786), 6 = Chattien, Marnes de Saint-Étienne-d'Orthe, Saint-Étienne-d'Orthe, Casenave (Aquitaine, France) (IRSNB P 6785).

Fig. 7 - *Antigonia* aff. *capros* Lowe, 1843

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7787).

Fig. 8-9 - *Oligopus* sp.

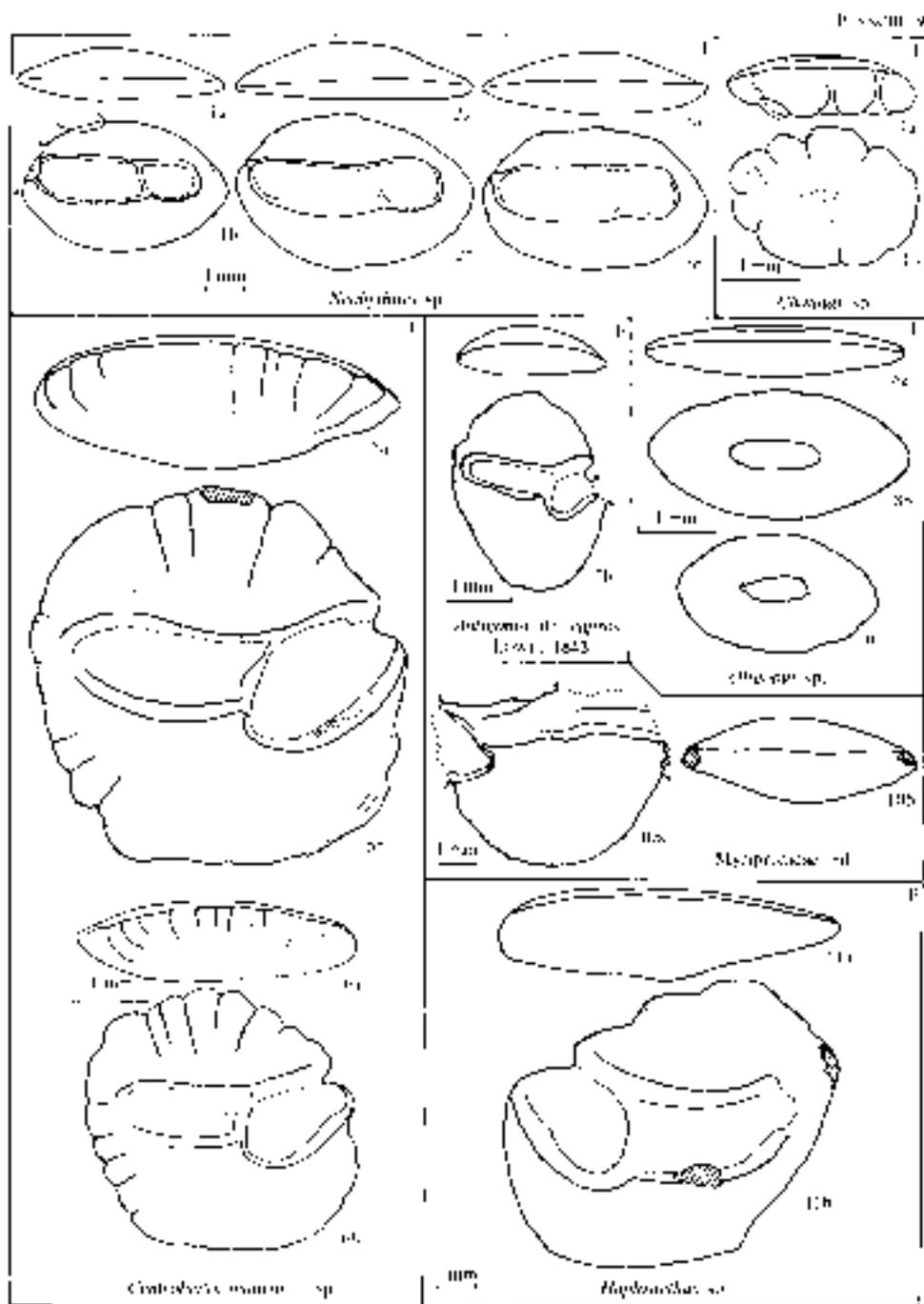
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7788, P 7789).

Fig. 10 - Myripristidae ind.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7790).

Fig. 11 - *Hoplostethus* sp.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7791).



Derivatio nominis - Manens (latin) = demeurant; se réfère à la présence tardive du genre *Centroberyx* dans le domaine atlantico-méditerranéen, où le genre fut commun à l'Eocène, mais a disparu maintenant, sa répartition actuelle étant restreinte à la partie méridionale du domaine indo-pacifique.

Diagnose - Cette espèce est caractérisée par des otolithes au contour rond à subquadrangulaire, l'aspect quadrangulaire étant surtout marqué dans le contour inférieur qui montre un bord ventral quasiment horizontal avec des jonctions anuleuses vers les bords antéro- et postéroventral. Le rostre est petit, mais bien marqué par une excisura et par une petite encoche dans le bord antéroventral, juste au dessous. La plus grande épaisseur de ces otolithes se situe le long d'un axe médian à orientation antéro-postérieure, ce qui donne une face externe au profil dorso-ventral très fortement convexe. Chez l'holotype, cette face est quasiment lisse; chez le paratype, provenant d'un animal plus jeune, la zone marginale est ornée de petits sillons radiaires. La face interne est presque plate dans le sens dorso-

Planche 10

Fig. 1-2 - *Melamphaidae* ind.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, 1 = Valle Ceppi (IRSNB P 7792), 2 = Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7793).

Fig. 3-4 - *Apogon* aff. *imberbis* (Linnaeus, 1758)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7794, P 7795).

Fig. 5 - *Epigonus occidentalis* Goode & Bean, 1896

G, Complexe de Termo Fora, Baldissero, W de Cascina Prinetti (IRSNB P 7796).

Fig. 6 - *Parascombrops mutinensis* (Bassoli, 1906)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7797).

Fig. 7 - *Epigonus italicus* (Bassoli, 1906)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Pavarolo (IRSNB P 7798).

Fig. 8 - *Dentex* aff. *maroccanus* Valenciennes, 1830

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7799).

Fig. 9 - *Diretmus* sp. ind.

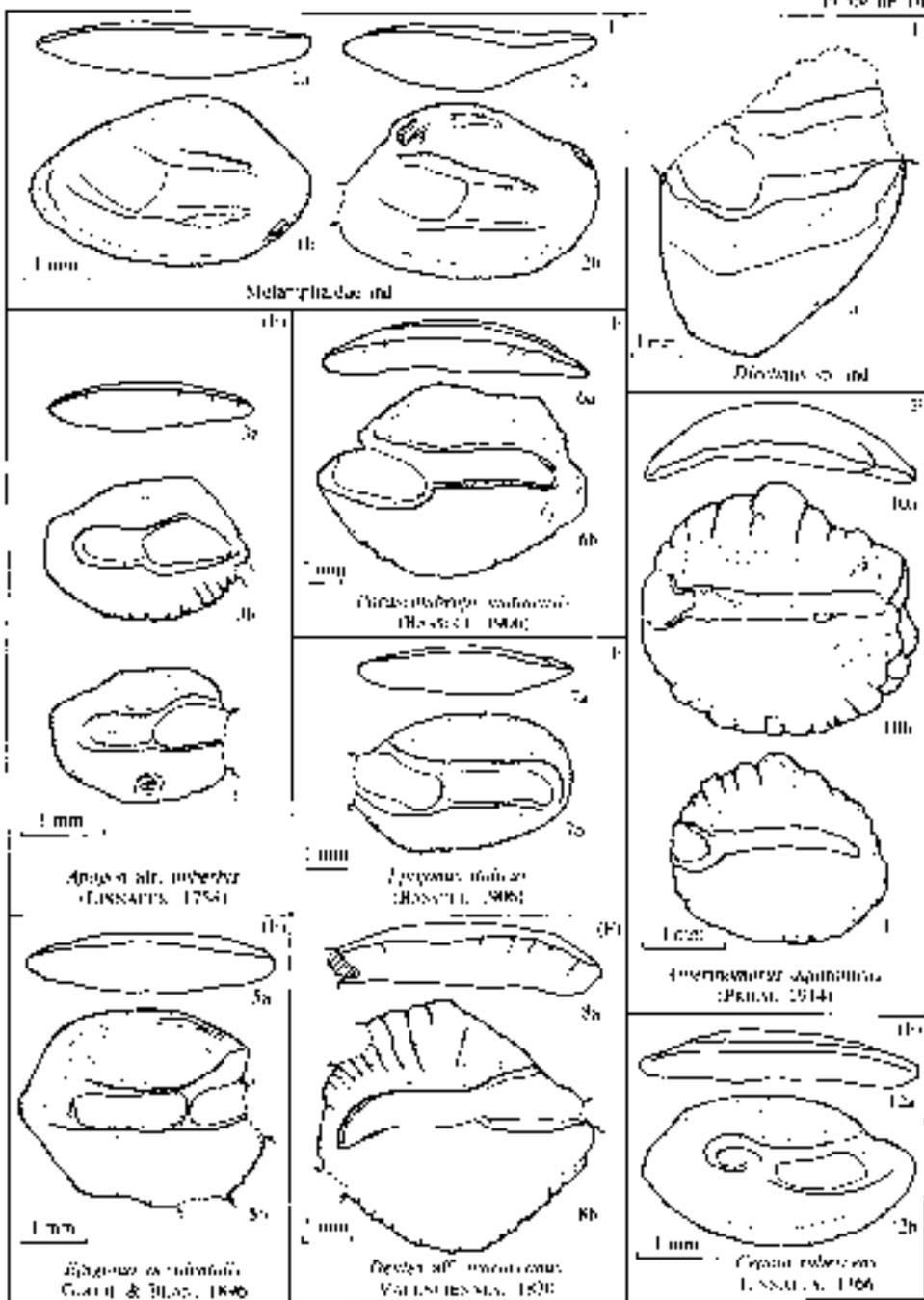
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7800).

Fig. 10-11 - *Atherinomorus aquitanicus* (Priem, 1914)

D, Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon B (IRSNB P 7801, P 7802).

Fig. 12 - *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Sciolze 42 (IRSNB P 7803).



ventral et légèrement bombée dans le sens antéro-postérieur. Le sulcus est constitué d'un large ostium et d'une cauda plus étroite. Tous deux sont de longueur sensiblement égale. Près de la crista inferior caudale, on voit une crête colliculaire. La saillie de la crista superior est accentuée par une dépression dans l'area dorsale, juste au-dessus.

Rapports et différences - On connaît cinq espèces fossiles (du Santonien à l'Oligocène) du genre *Centroberyx* et trois espèces actuelles (voir liste dans Nolf, 2003). Toutes ont la portion ventrale plus étroite et un contour plus allongé que *C. manens*.

Planche 11

Fig. 1 - *Miracorvina meridionalis* (Koken, 1891)

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (MGUT 11568, leg. Cantamessa).

Fig. 2-3 - Trichiuridae ind.

2 = D, 3 = G, 2 = Pietra da Cantoni, Burdigalien supérieur, Moncalvo, dancing, échantillon A (IRSNB P 7804), 3 = Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Valle Ceppi (IRSNB P 7805).

Fig. 4-5 - *Citharus* sp.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7806, P 7807).

Fig. 6-8 - *Lesueurigobius* sp.

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7808 - P 7810).

Fig. 9-10 - "genus Gobiidarum" sp.

G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7811, P 7812).

Fig. 11 - *Deltentosteus* cf. *telleri* (Schubert, 1906)

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, ravin du Rio Vergagna (IRSNB P 7813).

Fig. 12 - *Gobius* sp.

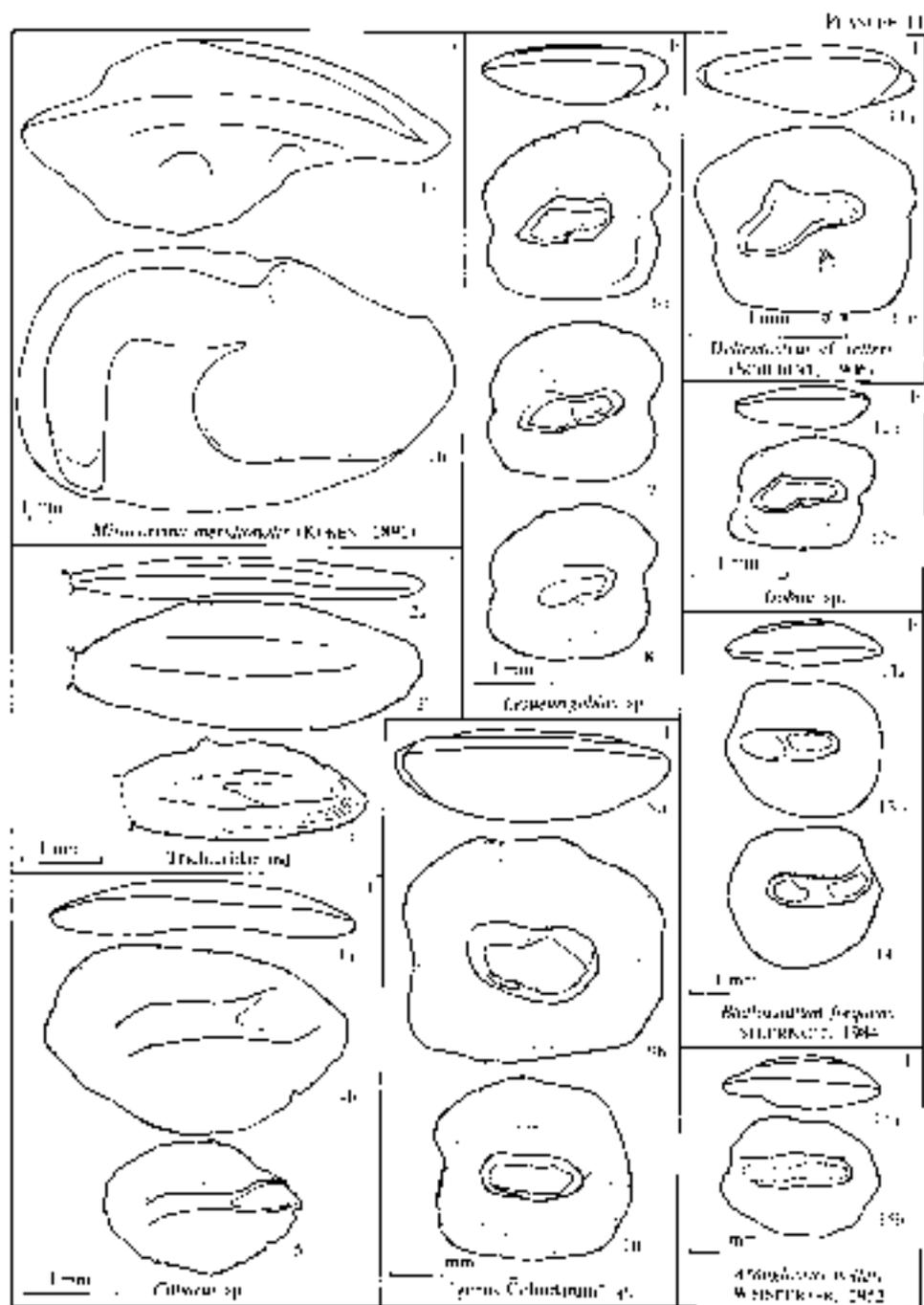
D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, ravin du Rio Vergagna (IRSNB P 7814).

Fig. 13-14 - *Buglossidium frequens* Steurbaut, 1984

13 = D, 14 = G, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7815, P 7816).

Fig. 15 - *Arnoglossus holleri* Weinfurter, 1952

D, Complexe de Termo Fora, Burdigalien supérieur, Baldissero, 200 m N de S. Giuliano (IRSNB P 7817).



CONCLUSIONS

L'étude des otolithes du Miocène inférieur piémontais a permis de reconstituer une faune de 77 taxa dont 50 identifiables au niveau spécifique. Il s'agit essentiellement de poissons océaniques (mésopélagiques et bathybenthiques). Cette étude réduit la grande lacune qui existait dans la connaissance des poissons océaniques de la Paléoméditerranée, du Rupélien au Tortonien. Son principal intérêt est de fournir une vue plus cohérente de l'évolution et des fluctuations biogéographiques de la faune paléoméditerranéenne en domaine d'eau profonde. En fait, le domaine méditerranéen est l'unique endroit au monde où la faune de poissons océaniques est documentée du Rupélien à l'Actuel, avec des jalons très importants au Rupélien, au Burdigalien supérieur, au Tortonien, au Zanclien et au Pleistocène.

Une première constatation qui s'impose pour évaluer les données est la très basse diversité de taxa dans la plupart des gisements explorés. En fait, seulement sept gisements (Tableau 1) ont livré la totalité des taxa recensés; le gisement de Moletto a été ajouté au tableau parce qu'il représente un niveau stratigraphique différent, et non à cause de la diversité de son association. La plupart des autres points échantillonnés n'ont livré que des associations très banales, ou parfois seulement quelques otolithes de myctophidés juvéniles. Il est évident que la découverte de nouveaux gisements productifs pourra encore ajouter beaucoup à la connaissance de la faune du Miocène inférieur piémontais.

Si l'on groupe les données par niveau chronostratigraphique, la pénurie de données pour certains niveaux devient encore plus évidente:

- L'Aquitaniens, bien documenté seulement par le gisement de Moletto, n'a livré que 5 taxa, ce qui est d'autant plus remarquable que nous avons pu examiner ce gisement dans les meilleures conditions et y récolter des milliers d'otolithes, autant par tamisage que par récolte à la surface. Il s'agit d'une association constituée quasi exclusivement de poissons mésopélagiques (myctophidés du genre *Diaphus* et *Symbolophorus*, parfois d'une taille assez considérable) et quelques rarissimes otolithes de poissons benthopélagiques (*Glyptophidium* et *Epigonus*). L'association, pourtant très abondante en spécimens, semble complètement dépourvue de faune benthique, de même que de tout apport d'éléments néritiques par turbidité.

- Le Burdigalien inférieur, documenté par le seul gisement de Baldissero 38, a livré 13 taxa, mais celles-ci proviennent du tamisage de seulement 60 kg de sédiment. Ici, un plus important prélèvement pourrait encore étoffer les données. L'association est essentiellement constituée de poissons méso-

pélagiques (myctophidés) avec toutefois un apport de poissons du domaine néritique (congridés, *Echiodon*, gobiidés).

- Les plus riches gisements étudiés se situent dans le Burdigalien supérieur (72 taxa recensées). La Pietra da Cantoni (gisements de Ponzano et de Moncalvo, zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995) a fourni 37 taxa, et dans le Complexe de Termo Fora (gisements de Valle Ceppi, Sciolze 42 et Baldissero 26) la Zone N7a a livré 54 taxa et la Zone N7b (gisement Baldissero 25) en a fourni 24, dont cinq n'ont été récoltés que dans cette zone.

On notera surtout une différence entre la composition des associations récoltées dans les deux faciès:

- L'association de la Pietra da Cantoni est dominée par les poissons mésopélagiques, avec ajout de quelques éléments benthopélagiques. Les otolithes de poissons benthiques y sont rarissimes (quelques gadiformes et ophidiiformes seulement), et on n'y trouve pas d'otolithes de poissons d'environnement néritique apportées par coulées turbiditiques.

- Les associations récoltées dans les gisements du Complexe de Termo Fora sont toutes d'un type plus varié. Les poissons mésopélagiques y dominent également, mais on y récolte aussi toutes sortes de poissons benthiques (congridés, macrouridés, phycidés, *Steindachneria*, ophidiiformes, *Epigonus*) et quelques rares otolithes de poissons du domaine néritique (ariidés, *Dentex*, *Miracorvina*, *Cepola*, gobiidés, citharidés, bothidés, soléidés), déplacées apparemment par des coulées turbiditiques. Apparemment, les associations du Complexe de Termo Fora constituent plus un mélange de poissons de milieux différents qui n'ont pas vécu ensemble au même endroit. Les associations récoltées dans la Pietra da Cantoni, par contre, reflètent probablement assez fidèlement la faune mésopélagique ayant vécu dans la colonne d'eau au-dessus du lieu de sédimentation.

Relations stratigraphiques et paléogéographiques de la faune

Le Tableau 2 fournit la liste de 50 espèces nominales recensées dans le Miocène inférieur piémontais et leur repartition dans Miocène méditerranéen (de l'Aquitainien au Tortonien), atlantique (du Chattien au Serravallien) et de la Paratéthis (du Chattien au Langhien). Le choix d'un laps de temps inégal dans chacun des trois domaines peut paraître bizarre, mais il est fait en fonction des étages ayant fourni des associations d'otolithes dans chaque bassin. Dans le domaine méditerranéen, on ne connaît pas d'otolithes du Chattien et du Serravallien. En Aquitaine, nous avons laissé continuer la série jusqu'au Serravallien, parce que les otolithes de cet âge y sont bien documentées. Dans la Paratéthis, finalement, il n'y a pas de colonne

Tableau 2 - Liste des espèces nominales de téléostéens (otolithes) du Miocène inférieur piémontais et leur répartition stratigraphique dans le Bassin méditerranéen et hors de celui-ci. Pour le Bassin méditerranéen, la colonne du Serravallien a été omise, parce qu'aucune donnée n'est disponible, et dans la Paratéthys, les colonnes pour l'Aquitainien et le Burdigalien inférieur et moyen (étages régionaux Egerien supérieur, Eggenburgien et Ottnangien) parce qu'on n'y connaît que des otolithes d'environnements saumâtres ou très côtiers. (1): présence dans le Miocène inférieur (Eggenburgien) de Mâgen, Autriche (Brzobohaty, 1989).

ESPÈCES	MIOCÈNE INFÉRIEUR		MIOCÈNE SUPÉRIEUR	MIOCÈNE SUPÉRIEUR		ATLANTIQUE		PARATÉTHYS	
	sup.	inf.		sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.
<i>Goniistius ? latidorsalis</i>			Bs	A	Bs	L	S		
<i>Rhachis aff. latifis</i>			Bs		Bs			Bs	
<i>Rhachis megastoma</i>			Bs	Cs				Ch	
<i>Platichthys aff. pinnatifida</i>			Bs	T	Bs	L	S	Ch	L
<i>Stenobrama aff. ophi</i>			Bs						
<i>Goniistius aff. ibonata</i>			Bs						
<i>Megastoma aff. moerhousi</i>			Bs			Bs	L		Bs
<i>Megastoma aff. tripunctatus</i>			Bs						
<i>G. aff. Valenciennesii ? latidorsalis</i>			Bs	L	A	Bs	L		
<i>Phyllonotus aff. argenteus</i>			Bs						
<i>Polypterus aff. carinatus</i>			Bs						
<i>Merluccius aff. persianus</i>			Bs				L		
<i>Scombroideus aff. naff</i>			Bs	Ch				Ch	
<i>Bentoseius aff. naff</i>			Bs	T					
<i>Diaphus calyculatus</i>	A	Di	Bs	L	A	Bs	L		Bs
<i>Diaphus breviceps</i>	A	Di	Bs	L	Bs	L			Bs
<i>Diaphus macrocephalus</i>			Bs	L					
<i>Diaphus paleomontanus</i>			Bs	T					
<i>Diaphus reuaxi</i>			Bs	L	A	Bs	L		
<i>Diaphus ibonensis</i>		Bi	Bs	T	A	Bs	L		

pour l'Aquitainien et le Burdigalien inférieur et moyen (étages régionaux Egerien, Eggenburgien et Ottnangien) qui n'ont fourni que des otolithes d'environnements saumâtres ou très côtiers.

Ce tableau doit surtout être vu comme une présentation des données actuellement disponibles. Pour le Miocène inférieur méditerranéen, il montre que les connaissances sont les plus fournies pour le Burdigalien supérieur et que cette association est sensiblement différente de celle du Tortonien (également d'eau profonde), mais la quasi absence de données pour le Langhien-Serravallien brouille toute interprétation. En Aquitaine (données de Steurbaut, 1984; Nolf & Brzobohaty, 2002) l'intervalle Burdigalien inférieur - Langhien semble présenter pas mal de ressemblance avec les faunes du Miocène inférieur piémontais, surtout tenant compte que l'on compare ici un milieu sédimentaire de pente continentale (Piémont) avec un milieu ne dépassant probablement pas la profondeur de 200 m (Paléocanyon de Saubrigues, en Aquitaine). Les otolithes du Serravallien d'Aquitaine proviennent surtout d'environnements infralittoraux.

Dans la Paratéthis, c'est au Langhien (étage régional "Badenien") que l'on retrouve le plus grand nombre d'espèces du Miocène inférieur méditerranéen. Cela n'a rien de surprenant, car le "Badenien" de l'avant fosse morave (Tchéquie) reflète une bathymétrie comparable à celle du Miocène inférieur piémontais. Les terrains d'âge badenien de Moravie (Brzobohaty & Schultz, 1978) et de Pologne (Radwanska, 1992) ont également été intensément prospectées pour les otolithes.

Pour comparer des faunes de niveaux stratigraphiques et de domaines géographiques proches, il faut travailler avec des espèces nominales (Tab. 2), mais en réduisant les données à un tel tableau, il est indéniable que l'on élimine une partie considérable de l'information disponible, notamment la présence de tous les genres qui n'ont pas pu être identifiés au niveau de l'espèce. Cette information est importante pour une analyse à plus large échelle des affinités biogéographiques et de la répartition stratigraphique et géographique des taxa identifiés. Le Tableau 3 montre la répartition actuelle de tous les genres représentés dans le Miocène inférieur piémontais dans les domaines méditerranéen, atlantique et indo-pacifique, de même que leur occurrence dans l'Oligocène et le Miocène des domaines méditerranéen, Atlantique Est (Aquitaine et Portugal) et de la Paratéthis respecti-

Tableau 3 - Liste des genres de téléostéens (otolithes) du Miocène inférieur piémontais et leur répartition stratigraphique dans le bassin méditerranéen, le domaine Est Atlantique et la Paratéthis. →

GENRES	Répartition actuelle			Répartition fossile				
	Medic.	All	Indo-P	Méjil	Chagucène	Pa	Miocène	Pa
<i>Pterostichus</i>	-	A	[	M	A	P	A	P
<i>Ameletus</i>	M	A	[	M	A	-	A	P
<i>Conger</i>	M	A	[	M	A	P	A	P
<i>Gastrophys</i>	M	A	[	-	-	-	A	P
<i>Phaedonini-Antys</i>	-	A	[	M	A	P	A	P
<i>Blechnus</i>	-	A	[	M	A	P	A	P
<i>Rhynchocorymbus</i>	-	A	[	-	-	P	A	P
<i>Opindlymactis</i>	-	A	[	M	A	P	-	-
<i>Mesoleptemichalus</i>	-	A	[	-	A	P	A	P
<i>Cottocottus</i>	M	A	L	-	-	?	-	-
<i>Apturillus</i>	M	A	L	-	-	-	A	P
<i>Polygnus</i>	-	A	[	M	A	P	A	P
<i>Kateucenellus</i>	-	A	[	M	A	P	A	P
<i>Polygnus</i>	-	A	[	-	A	P	A	-
<i>Vinagreus</i>	M	A	[	-	A	P	A	P
<i>Chlorophthalma</i>	M	A	[	M	-	-	-	-
<i>Styphelidius</i>	-	A	[	M	A	P	?	P
<i>Benthosmia</i>	M	A	[	-	-	-	-	P
<i>Dacilia</i>	M	A	[	M	A	P	A	P
<i>Dysophium</i>	M	A	[	-	-	-	A	P
<i>Lampidena</i>	-	A	[	-	-	-	-	P
<i>Cochlidium</i>	M	A	[	-	A	-	A	P
<i>Neoscapellus</i>	M	A	[	-	-	-	?	P
<i>Symbotaphrus</i>	M	A	]	-	-	-	A	P
<i>Bregmaceres</i>	-	A	]	M	A	P	A	P
<i>Casopus</i>	-	A	]	M	-	-	A	P
<i>Mesochorus</i>	-	A	]	-	-	-	-	P
<i>Cicindorinus</i>	M	A	]	M	A	P	-	P
<i>Coryphaenoides</i>	M	A	]	M	-	-	A	P
<i>Neomira</i>	M	A	]	M	-	-	-	P
<i>Melomera</i>	-	A	]	M	-	P	A	P
<i>Phyas</i>	M	A	]	M	-	P	A	P
<i>Stenodactylus</i>	-	A]	-	-	-	-	-
<i>Echinos</i>	M	A	]	-	-	P	A	P
<i>Hypidrotus</i>	-	-	]	M	-	P	A	P
<i>Sicamba</i>	-	-]	-	-	-	-	-
<i>Glyptopodium</i>	-	-	]	M	-	P	-	P
<i>Neobolus</i>	-	A	]	M	A	-	-	-
<i>Chigonus</i>	M	A	]	-	A	-	A	P
<i>Cladonia</i>	-	A	]	-	-	-	A	P
<i>Diermus</i>	-	A	]	M	-	-	-	-
<i>Hepiasinus</i>	M	A	]	-	A	P	-	P
<i>Leptoberyx</i>	-	-	]	-	A	P	A	P
<i>Antigonia</i>	-	A	]	-	-	-	A	P
<i>Athermomerus</i>	-	-	]	-	A	-	A	P
<i>Pezomachus</i>	-	A	]	M	A	P	A	-
<i>Asopus</i>	M	A	L	-	A	P	A	P
<i>Epigonus</i>	M	A	L	-	-	P	A	P
<i>Dener</i>	M	A	L	-	A	P	A	P
<i>Mesochorus</i>	-	A	-	-	-	-	-	-
<i>Cepola</i>	M	A	L	M	A	P	A	P
<i>Dieterichus</i>	M	A	-	-	-	-	A	P
<i>Cichus</i>	M	A	L	-	-	-	A	P
<i>Lesuevichus</i>	M	A	-	-	-	P	A	P
<i>Cithrus</i>	M	A	-	-	A	P	A	P
<i>Asymptus</i>	M	A	L	-	A	-	A	P
<i>Rugosellus</i>	M	A	-	-	-	-	A	P

53 genres (= 138 sp.) 53 sp. 91 sp. 88 sp. 42 sp. 47 sp. 51 sp. 70 sp. 78 sp.

vement. Pour ce qui est de la répartition fossile, les pourcentages demandent quelques commentaires. Pour l'Oligocène méditerranéen, on ne connaît que des otolithes du Rupélien (Nolf & Steurbaut, 2004), mais rien pour le Chattien. Cette grande lacune stratigraphique baisse le pourcentage (42%) de genres en commun avec le Miocène inférieur, malgré que les deux faunes soient de faciès comparables. Pour le domaine atlantique, on connaît de belles associations d'otolithes en Aquitaine (Sud Ouest de la France). Au Rupélien, celles-ci appartiennent au domaine néritique très côtier et, de ce fait, sont très différentes des associations piémontaises. A l'exception du genre *Atherinomorus* qui existe depuis le Rupélien, toutes les présences oligocènes atlantiques se réfèrent aux Chattien du paléocanyon de Saubrigues (Marnes de Saint-Etienne-d'Orthe), de faciès néritique profond ou tout au plus du sommet de la pente continentale. Ici, le pourcentage (47%) de genres en commun est conditionné à la fois par une différence de faciès et par la distance géographique. Pour l'Oligocène de la Paratéthis, finalement, on connaît des associations de faciès relativement profond à la fois au Rupélien (Formation de Pouzdrany, voir Brzobohaty & Krhovsky, 1998) et du Chattien (Argile de Kiscell et Formation d'egger, voir Nolf & Brzobohaty, 1994). Ici, le pourcentage (51%) de genres en commun est conditionné par une plus faible diversité générique dans l'Oligocène de la Paratéthis. Vu les abaissements des pourcentages dus à des lacunes stratigraphiques, à des différences de faciès et à la comparaison de domaines géographiques distants, la continuité des faunes d'eau profonde oligo-miocènes de la Paléoméditerranée est donc bien plus considérable que ne l'expriment ces pourcentages.

Pour le Miocène, les pourcentages de genres en commun avec l'Atlantique (70%) et avec la Paratéthis (79%) sont élevés. Si en outre on tient compte que plusieurs gadiformes d'eau profonde ne sont pas recensés en Aquitaine parce que les faciès appropriés n'y affleurent pas, les affinités entre les faunes méditerranéenne et atlantique se trouvent encore accentuées.

Finalement, la meilleure vue sur les modifications affectant les faunes d'eau profonde de la Paléoméditerranée est fournie par l'analyse de la répartition actuelle (Méditerranée, Atlantique, Indopacifique) des genres déjà représentés dans la Paléoméditerranée pour les intervalles de temps où la faune d'eau profonde y est bien documentée par des otolithes: le Rupélien (Nolf & Steurbaut, 2004), le Miocène inférieur (présente étude), le Tortonien (Nolf & Steurbaut, 1983) et le Zanclien (Nolf *et al.*, 1998). Ces données sont résumées dans la Fig. 4, qui montre les pourcentages reflétant la répartition actuelle des genres dans les trois domaines océaniques précités,

respectivement au Rupélien, au Miocène inférieur, au Tortonien et au Zanclien.

Cette représentation montre une faune Rupélienne franchement océanique et circumglobale, comportant essentiellement des genres qui ont quitté la Méditerranée actuelle. C'est alors que le pourcentage de genres à répartition actuelle indo-pacifique était le plus élevé. Du Miocène inférieur au Tortonien, l'importance des genres à répartition actuelle indo-pacifique diminue lentement, tandis que les genres atlantiques atteignent des pourcentages de plus en plus considérables. Le pourcentage des genres existant encore en Méditerranée actuelle augmente graduellement du Rupélien au Tortonien, y atteignant 64%. Les affinités biogéographiques des faunes tortoniennes et zancliennes restent sensiblement pareilles. Du Zanclien à l'Actuel, les données paléontologiques sont moins bien fournies, mais la modification de la faune s'effectue surtout par la disparition de nombreux genres de poissons océaniques à répartition actuelle non méditerranéenne.

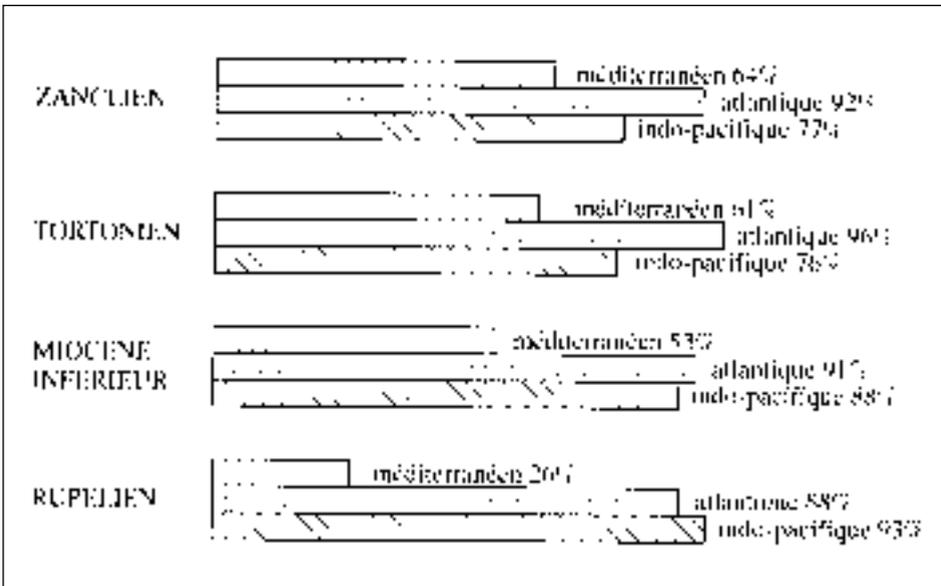


Fig. 4 - Evolution des pourcentages reflétant la répartition actuelle en Méditerranée, dans l'Atlantique et dans le domaine indo-pacifique, des genres de téléostéens (otolithes) recensés dans le domaine méditerranéen, respectivement au Rupélien, au Miocène inférieur, au Tortonien et au Zanclien.

REMERCIEMENTS

Erica Bicchi nous a beaucoup aidés pour la datation des gisements à l'aide des foraminifères planctoniques. Donata Violanti et Patrizia Maiorano ont résolu le problème de la datation du gisement "Madonna della Neve" près de Mondovi par l'étude respective des foraminifères et du nannoplancton calcaire. Elena Ferrero, Giulio Pavia, Bruno Ricci et Marco Tonon nous ont à plusieurs reprises guidés sur le terrain ou ont fourni des données de localisation des gisements. Oreste Cavallo et Etienne Steurbaut ont souvent assistés avec les prélèvements d'échantillons. Comme toujours, Pierre Hoffman et Hugo De Potter ont apporté beaucoup de soin à la mise au point de nos figures et Jacques Godefroid a effectué la lecture critique d'une première version du texte. Finalement, la généreuse hospitalité d'Oreste Cavallo a rendu nos séjours dans le Piémont particulièrement agréables et efficaces. Que tous veuillent retrouver ici l'expression de notre plus vive reconnaissance. Les premières campagnes de terrain (1984 et 1985) ont été financés par un crédit aux chercheurs du "Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek" (NFWO) à D. Nolf. R. Brzobohaty a bénéficié d'un crédit ABC (Access to Belgian Collections of interest for biodiversity research) de la Commission Européenne pour un séjour à l'IRSNB et d'un crédit du projet "Geological processes and their environmental impact - contact Variscids and Alpids" pour du travail de terrain en Piémont en Juillet 2002.

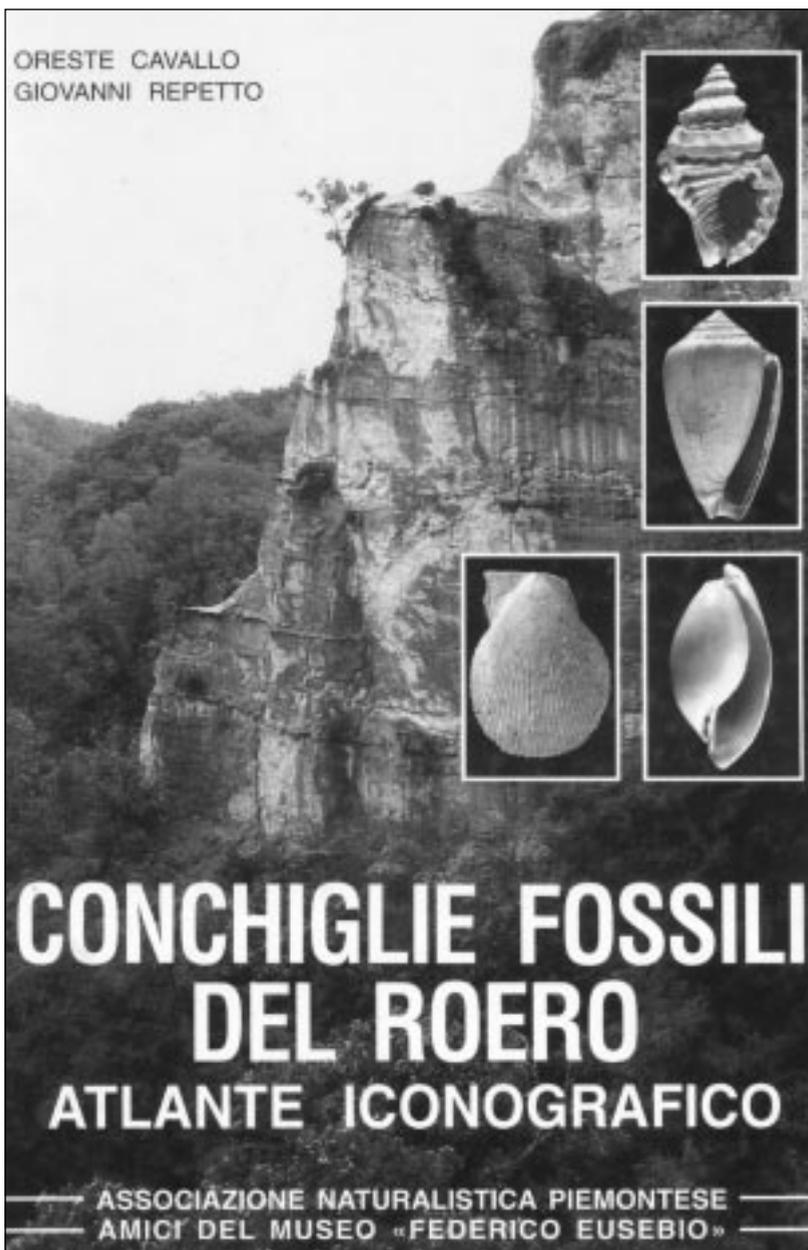
BIBLIOGRAPHIE

- BASSOLI G., 1906 – Otoliti fossili terziari dell'Emilia. *Rivista Italiana di Paleontologia*, 12: 36-61.
- BASSOLI G., 1909 – Otoliti di pesci. *Atti della Società dei Naturalisti di Modena*, (4), 12: 39-44.
- 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.
- BEDINI E., FRANCALACCI P., LANDINI W., 1986 – I pesci fossili del Miocene superiore di Montefiore Conca e Mondaino (Forlì). *Memorie del Museo civico di Storia naturale di Verona*, 2^a serie, Sezione Scienze della Terra, 3: 1-66.
- BICCHI E., FERRERO E., NOVARETTI A., PIRINI C., VLLERI G., 1994 – Biostratigraphia della successione Oligo-Miocenica della Collina di Torino e del Monferrato. *Atti Ticinesi di Scienze della Terra*, serie speciale, 1: 215-225.
- BICCHI E., STEURBAUT E., NOLF D., 2004 – Gisements piémontais à otolithes de poissons: datation micropaléontologique (foraminifères planctoniques et nannoplancton calcaire) de quelques sites de l'Oligocène et du Miocène inférieur. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 25: 3-20.

- BLOW W.H., 1969 – Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils, 1: 199-421.
- BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C., ZANELLA E., 1969 – Carta Geologica d'Italia 1/100 000, fogli Torino - Vercelli, con note illustrative.
- BRZOBOHATY R., 1986 – Einige neue Arten von Knochenfischen (Teleostei, Otolithen) aus dem westkarpatischen Tertiär. Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturales, 71 (1-2): 55-71.
- BRZOBOHATY R., 1989 – Die untermiozäne Otolithenfauna von Maigen bei Eggenburg, Niederösterreich. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 90a: 21-47.
- BRZOBOHATY R., KRHOVSKY J., 1998 – A synopsis of the teleost taxa from the Pouzdrany Formation (West Carpathians, Pouzdrany Unit, early Oligocene). Zemni 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.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 1996 – Otolithes de myctophidés (poissons téléostéens) des terrains tertiaires d'Europe: révision des genres *Bentbosema*, *Hygophum*, *Lampadena*, *Notoscopelus* et *Symbolophorus*. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 66: 151-176.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 2000 – *Diaphus* otoliths from the European Neogene (Myctophidae, Teleostei). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 70: 185-206.
- BRZOBOHATY R., SCHULTZ O., 1978 – Die Fischfauna des Badenien. In Papp A., Cicha I., Senes J. & Steininger F. (eds.). M4. Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der zentralen Paratethys, 6: 441-465; Bratislava.
- CHAINE J., DUVERGIER J., 1931 – Sur des otolithes fossiles de la Catalogne. Publications de l'Institut de Ciencias, Institutio catalana d'Historia natural, Memoria, 3: 9-38.
- CLARI P., DELA PIERRE F., NOVARETTI A., TIMPANELLI M., 1994 – La successione oligo-miocenica del Monferrato occidentale: confronti e relazioni con il Monferrato orientale e la Collina di Torino. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Serie speciale, 1: 191-203.
- D'ÀTRI A., DELA PIERRE F., FESTA A., GELATI R., GNACCOLINI M., PIANA F., CLARI P., POLINO R., 2002 – Tettonica e sedimentazione nel "Retroforeland Alpino", 13-14-15 settembre 2002. Società Geologica Italiana, 81ª Riunione Estiva, Torino, 10-12 settembre 2002, 114 pp.
- D'ERASMO G., 1929 – Studi sui pesci neogenici d'Italia II. L'ittiofauna fossile di Senigallia. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli, 18 (2,1): 1-83.
- FERRERO E., MAIA F., TONON M., 1994 – Le Miogypsine del Monferrato: aspetti morfologici e tassonomici. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 33 (3): 345-368.

- FORNACIARI E., DI STEFANO A., RIO D., NEGRI A., 1996 – Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropalaeontology*, 42 (1): 37-63.
- GIRONE A., 2000a – Studio delle associazioni a otoliti in sezioni pleistoceniche dell'Italia meridionale. Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, Università degli Studi di Bari, 86 pp.
- GIRONE A., 2000b – The use of fish otoliths for paleobathymetric evaluation of the Lower to Middle Pleistocene deposits in Southern Italy. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 39 (2): 235-242.
- GIRONE A., 2003 – The Pleistocene bathyal teleostean fauna of Archi (Southern Italy): Palaeoecological and Palaeobiogeographic implications. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 109 (1): 99-110.
- GIRONE A., VAROLA A., 2001 – Fish otoliths from the Middle Pleistocene deposits of Montalbano Jonico (Southern Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 40 (3): 431-443.
- HOEDEMAEKERS K., BATLLORI, J., sous presse – Fish otoliths from the Early and Middle Miocene of the Penedes (Catalunya, Spain). *Batalleria*.
- IACCARINO S., 1985 - Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In BOLLI H.M., SAUNDERS J.B., PERCH-NIELSEN K. (edit.) – *Plankton stratigraphy*, 1. Cambridge University Press, pp. 283-314.
- KOKEN E., 1891 – Neue Untersuchungen an tertiären Fisch-Otolithen. II. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 43: 77-170.
- 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*, 4E, 2^e série, 19 (2): 1-147.
- NOLF D., 2003 – Fish otoliths from the Santonian of the Pyrenean realm, and an overview of all otolith-documented North Atlantic Late Cretaceous teleosts. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 73: 155-173.
- NOLF D., BRZOBHATY R., 1994 – 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., BRZOBHATY R., 2002 – Otolithes de poissons du Paléocanyon de Saubrigues (Chattien à Langhien), Aquitaine méridionale, France. *Revue de Micropaléontologie*, 45 (4): 261-296.
- NOLF D., CAPPETTA H., 1980 – Les otolithes de téléostéens du Miocène de Montpeyroux (Hérault, France). *Palaeovertebrata*, 10 (1): 128.
- NOLF D., MANE R., LOPEZ A., 1998 – Otolithes de poissons du Pliocène inférieur de Papiol, près de Barcelone. *Palaeovertebrata*, 27 (1-2): 1-17.
- NOLF D., REICHENBACHER B., 1999 – Fisch-Otolithen aus brackischen Faziesräumen aus dem Mittel-Eozän von Norditalien und Ungarn. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 69: 187-196.
- 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., 2004 – Otolithes de poissons de l'Oligocène inférieur du Bassin liguro-piémontais oriental, Italie. *Rivista Piemontese di Storia naturale*, 25: 21-68
- NOVARETTI A., 1990 – Studio biostratigrafico dell'area di raccordo fra la Collina di Torino e il Monferrato. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino*, 8 (1): 1-21.
- 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.
- PAVIA G., 1999 – Il geotopo fossilifero del Miocene inferiore di Baldissero Torinese, Italia NW. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 54: 111-119.
- PIERAGNOLI L., 1918 – Otoliti pliocenici della Toscana. *Rivista Italiana di Paleontologia*, 25: 21-44; Parma.
- RADWANSKA U., 1992 – Fish otoliths in the Middle Miocene (Badenian) deposits of southern Poland. *Acta Geologica Polonica*, 42 (3-4): 141-328.
- REICHENBACHER B., CAPPETTA H., 1999 – First evidence of an Early Miocene marine Teleostean fish fauna (otoliths) from La Paillade (Montpellier, France). *Palaeo-vertebrata* 28 (1): 1-46.
- ROBBA E., 1970 – Otoliti del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Rivista Italiana di Paleontologia*, 76 (1): 89-172.
- SCHUBERT R.J., 1912 – Die Fischfauna der Schliermergel von Bingia fargeri (bei Fangario) in Sardinien. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien*, 1912: 160-165.
- SCHÜTTENHELM R., 1976 – History and modes of Miocene carbonate deposition in the interior of the Piedmont Basin, NW Italy. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 14: 1-207.
- SCHWARZHANS W., 1993 – A comparative morphological treatise of Recent and fossil otoliths of the family Sciaenidae (Perciformes). *Piscium Catalogus: Part Otolithi Piscium*, 1: 1-245.
- SISMONDA E., 1846 – Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili nel Piemonte. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, (2), 10: 1-88.
- STEURBAUT E., 1983 – Les Otolithes de Téléostéens de la Formation de Tanaro (Langhien inférieur du Piémont, Italie septentrionale). *Geologica et Paleontologica*, 17: 255-263.
- 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.



Oreste Cavallo, Giovanni Repetto, 1992 - Conchiglie fossili del Roero: atlante iconografico. Assoc. Nat. Piem., Memorie vol. 2°: 256 pagg., 103 tavv. riproducenti 11 specie di conchiglie fossili neogeniche, 1 figg. nel testo.

Volume di cm 21x30, confezionato in cartonato; può essere richiesto versando € 36,00 sul c.c.p. n. 17578121 intestato a Amici del Museo F. Eusebio, c/o Museo Civico, via Paruzza 1, 12051 Alba (CN).