

Com os melhores cumprimentos,
Carlos Marques da Silva.

REVUE DE MICROPALÉONTOLOGIE
Vol. 40, n° 3, septembre 1997, pp. 273-282

OTOLITHES DE POISSONS PLIOCÈNES (PLAISANCIEN) DE VALE DE FREIXO, PORTUGAL

PLIOCENE (PIACENZIAN) FISH OTOLITHS FROM VALE DE FREIXO, PORTUGAL

par Dirk NOLF* et Carlos MARQUES DA SILVA**

RÉSUMÉ. – Le gisement plaisancien de Vale de Freixo, à environ 120 km au nord de Lisbonne, a livré des otolithes appartenant à 28 taxa de téléostéens, dont 20 ont pu être désignés de façon nominale. Il s'agit d'une faune très côtière, ayant vécu dans des eaux un peu plus chaudes que celles baignant actuellement la côte portugaise à la latitude de Vale de Freixo. L'association est caractérisée par l'absence de toute espèce fossile du Pliocène méditerranéen, par la présence de deux espèces fossiles exclusivement atlantiques, par la présence de douze espèces actuelles (= 60 % des espèces nominales) inconnues dans le Pliocène méditerranéen et par le pourcentage élevé (90 % des espèces nominales) d'espèces actuelles. Cette faune manifeste donc un caractère franchement atlantique et ne comporte aucun élément paléoméditerranéen typique. Elle se rapproche davantage de la faune actuelle que de la faune du Zancien méditerranéen.

ABSTRACT. – The Piacenzian site of Vale de Freixo, about 120 km north of Lisbon, provided otoliths belonging to 28 teleost taxa. Twenty of those could be identified at species level. The association reflects a very near shore fauna that lived in somewhat warmer waters than those flooding the present day Portuguese coast at the latitude of Vale de Freixo. The association is characterised by the total absence of fossil species from the Mediterranean Pliocene, by the presence of two exclusively Atlantic fossil species, by the presence of 12 Recent species (= 60 % of the taxa identified at species level) that are unknown from the Mediterranean Pliocene, and by the high percentage (90 % of the taxa identified at species level) of Recent species. This fauna shows typical Atlantic affinities, is devoided of any paleomediterranean component, and seems to be more closely related to the Recent fauna than does the fauna of the Mediterranean Zancian.

Mots-clés : Otolithes – Poissons – Téléostéens – Pliocène – Plaisancien – Portugal.

Key-words : Otoliths – Fishes – Teleosts – Pliocene – Piacenzian – Portugal.

INTRODUCTION

Si les otolithes de poissons sont bien connues dans le Pliocène méditerranéen (voir synthèse dans Nolf *et al.*, sous presse), il n'en est pas de même pour le Pliocène est-atlantique. En Afrique, nous ne disposons que d'une liste provisoire pour le gisement marocain de Dar-Bel-Hamri (Schwarzhan, 1986) et, dans le domaine nordique, les gisements les plus proches ayant livré des otolithes sont ceux du Redonien, en Bretagne (Lanckneus et Nolf, 1979 ; Ooghe, 1992).

Lors de ses récoltes de fossiles pour l'étude des mollusques de la Formation de Carnide, l'un de nous (C.M.S.) remarqua la présence d'otolithes de poissons dans le gisement de Vale de Freixo (Feuille 273, Monte Redondo, x = 23.150, y = 15.175), situé à environ 120 km au Nord de Lisbonne (Fig. 1). Dans cette région (Marinha Grande – Pombal), la séquence stratigraphique pliocène est constituée, de bas en haut, par les Formations Arenito de Carnide (Sables de Carnide) et Arenito de Rousa/Paredes (Sables de Rousa/Paredes). La Formation de Carnide, dont l'épaisseur varie entre 0,4 et 20 m, est essentiellement constituée par des sa-

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

** Universidade de Lisboa, Dept. de Geologia, Rua da Escola Politécnica 58, P – 1294 Lisboa, Portugal. Grupo Paleo do Museu Nacional de Historia Natural. Centro de Geologia da Universidade de Lisboa.

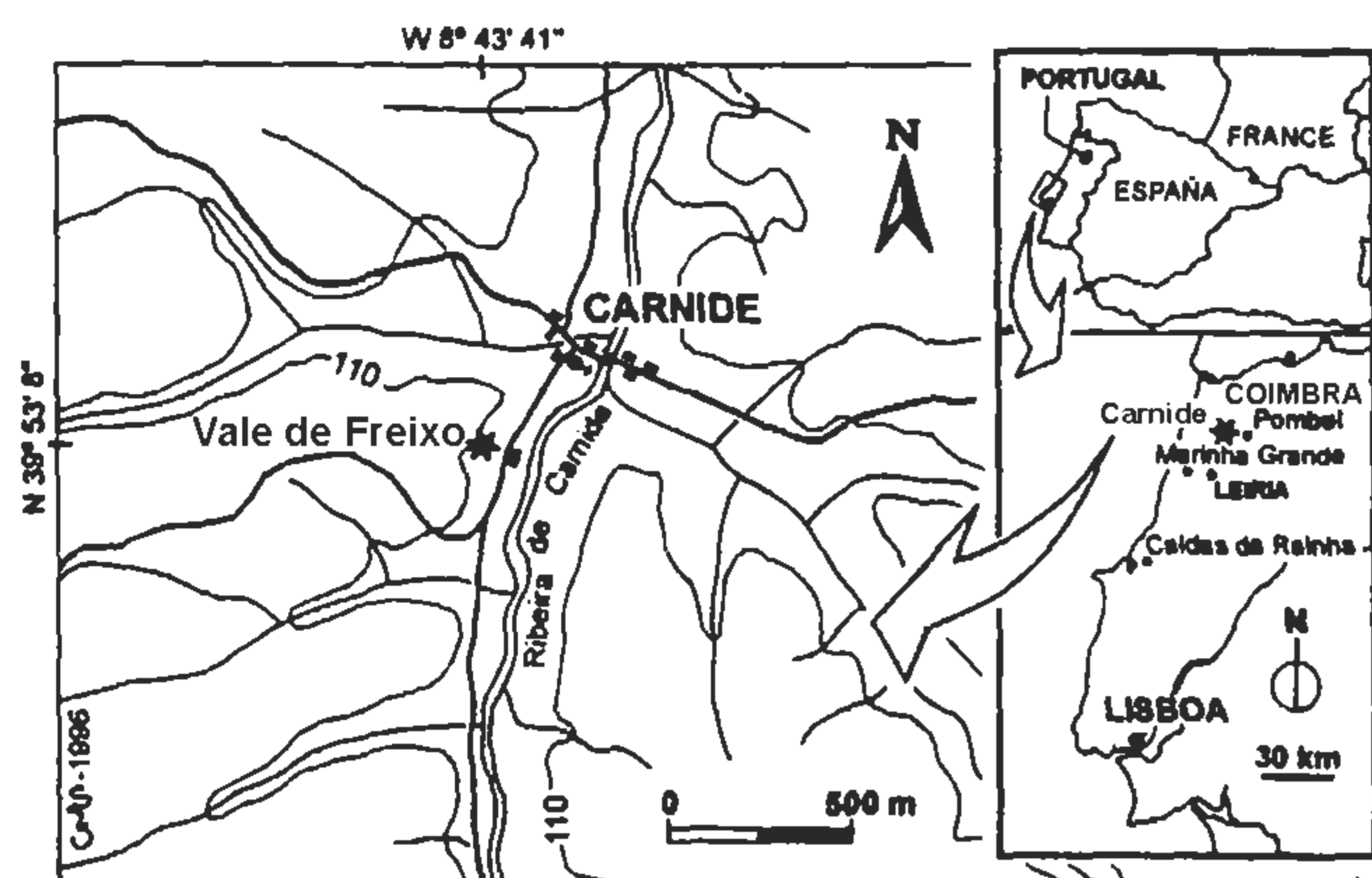


FIG. 1. - Localisation du gisement de Vale de Freixo (Pombal, Portugal).

Location of the Vale de Freixo site (Pombal, Portugal).

bles jaunâtres fins à très fins, argileux, micacés et généralement sans fossiles. Localement, on trouve à la base de cette formation, une courte séquence fossilifère constituée, de bas en haut, par un conglomérat basal, suivi sables gris ou jaune brunâtre, fins à moyens, avec parfois d'abondants fossiles marins.

À Vale de Freixo une sablière abandonnée, située sur le flanc ouest de la vallée de la rivière de Carnide, entre Carnide et le hameau de Vale de Freixo, la coupe (Fig. 2) montre un complexe sableux (Sables de Carnide), épais d'environ 10 mètres, qui repose sur des dépôts argileux de la Formation d'Amor, d'âge miocène. Seul le mètre inférieur des Sables de Carnide est fossilifère. C'est de la couche 3, constituée d'un sable assez bien classé, contenant des mollusques éparpillés dans le sédiment et suggérant un transport *post-mortem* peu important (Marques Da Silva, 1993 ; Gili *et al.*, 1995) que proviennent les otolithes ici décrites. Un échantillon de 10 kg de sédiment récolté par C.M.S a livré exactement 41 otolithes. Outre ce matériel, nous disposons encore d'environ 400 otolithes provenant d'échantillons d'essai, pris par C. Marques Da Silva et B. Landau pour l'étude de la faune malacologique, mais ces échantillons n'ont pas été scrutés exhaustivement pour les otolithes.

L'association de nannoplancton calcaire de la couche 3 a été étudié par Cachão (1989, 1990) qui la situe dans la Zone CN12a d'Okada et Bukry (1980), après le LAD (Last Appearance Datum) de *Sphenolites* spp. Cela correspond à la portion infé-

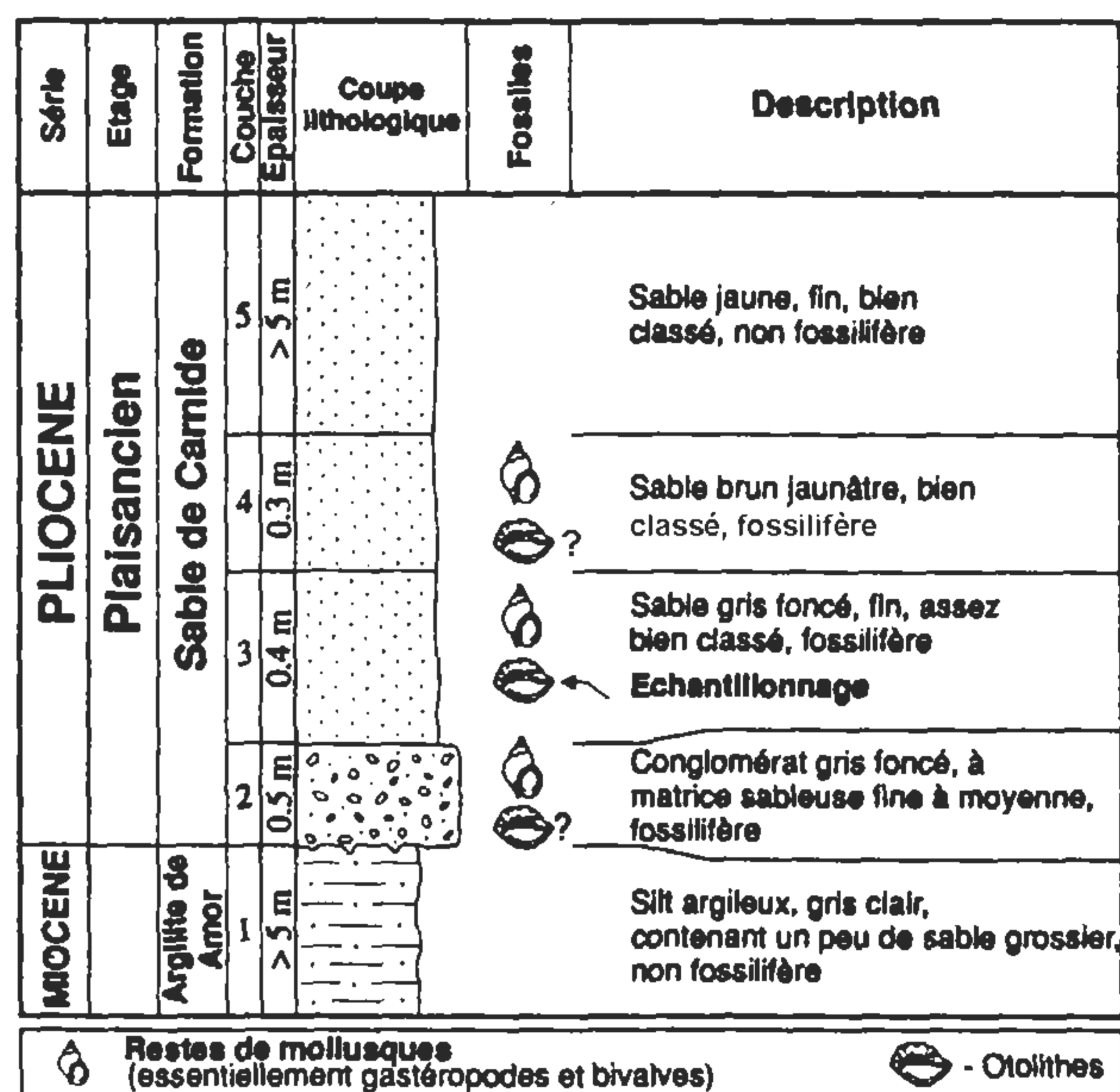


FIG. 2. - Coupe du gisement Pliocène de Vale de Freixo (Pombal, Portugal).

Measured section of the Vale de Freixo site (Pombal, Portugal).

rieure de la Zone NN16 de Martini (1971) et situe le gisement dans le Plaisancien, entre 3,75 et 2,8 millions d'années (échelle temporelle et calibrage des biohorizons de nannoplancton calcaire actualisés d'après Berggren *et al.*, 1995).

Une évaluation de la paléotempérature déduit de l'étude de la malacofaune et de la nannoflore du Pliocène de Vale de Freixo conduit à des conclusions très compatibles avec un tel âge. La malacofaune traduit des affinités pour des eaux un peu plus chaudes que celles baignant actuellement la côte portugaise à la latitude de Vale de Freixo. On trouve, chez les gastéropodes, des indicateurs d'eaux chaudes (par exemple *Ficus*, *Marginella*, *Ancilla* et *Genota*), mais les marqueurs typiques des eaux tropicales (*Strombus*, présence abondante et diversifiée de *Conus* et de térébridés) manquent. Par conséquent, Marques Da Silva (1995) situe l'association malacologique de Vale de Freixo dans l'unité MPMU 2 (Mediterranean Pliocene Molluscan Unit) de l'échelle établie par Raffi et Monegati (1993) pour les mollusques du Pliocène méditerranéen, entre 3,3-3,2 et 2,8 millions d'années (échelle temporelle et calibrage des biohorizons de nannoplancton calcaire actualisés d'après Berggren *et al.*, 1995 ; voir aussi Cita *et al.*, 1996).

TABLEAU 1. – Liste des taxa de téléostéens représentés par des otolithes dans le Plaisancien de Vale de Freixo.
 List of the teleost taxa represented by otoliths in the Piacenzian of Vale de Freixo.

Liste des taxa (otolithes) du Plaisancien de Vale de Freixo		Nombre	Iconographie	Registration IRSNB
PTEROTHRISSIDAE	<i>Pterothrissus darbelhamriensis</i> SCHWARZHANS, 1981	20	Pl. 1, Figs. 1-3	P 7053-7055
CONGRIDAE	<i>Conger conger</i> (LINNAEUS, 1758)	1	Pl. 1, Fig. 8	P 7056
CLUPEIDAE	<i>Sardina pilchardus</i> (WALBAUM, 1792)	1	Pl. 1, Fig. 6	P 7057
MERLUCCIIDAE	<i>Merluccius</i> sp. ind.	2	Pl. 1, Fig. 7	P 7058
GADIDAE	<i>Phycis blennioides</i> (BRÜNNICH, 1768)	8	Pl. 1, Fig. 4	P 7059
	<i>Trisopterus luscus</i> (LINNAEUS, 1758)	14	Pl. 1, Fig. 10	P 7060
OPHIDIIDAE	<i>Ophidion rochei</i> MÜLLER, 1845	51	Pl. 1, Fig. 12	P 7061
	<i>Ophidion</i> sp.	1	Pl. 1, Fig. 11	P 7062
SCORPAENIDAE	<i>Scorpaena</i> sp.	1	Pl. 1, Fig. 5	P 7063
CARANGIDAE	<i>Trachurus</i> aff. <i>picturatus</i> (BOWDICH, 1825)	14	Pl. 2, Fig. 10	P 7064
	<i>Trachurus</i> sp.	5	Pl. 2, Figs. 8-9	P 7065-7066
HAEMULIDAE	<i>Pomadasyus incisus</i> (BOWDICH, 1825)	2	Pl. 1, Fig. 9	P 7067
SPARIDAE	<i>Boops boops</i> (LINNAEUS, 1758)	3	Pl. 1, Fig. 13	P 7068
	<i>Dentex macrophthalmus</i> (BLOCH, 1791)	2	Pl. 2, Figs. 1-2	P 7069-7070
	<i>Diplodus annularis</i> (LINNAEUS, 1758)	1	Pl. 2, Fig. 11	P 7071
	<i>Diplodus</i> aff. <i>bellottii</i> (STEINDACHNER, 1882)	4	Pl. 2, Figs. 13-14	P 7072-7073
	<i>Pagellus</i> aff. <i>bellottii</i> STEINDACHNER, 1882	5	Pl. 2, Figs. 3-4	P 7074-7075
	<i>Pagellus erythrinus</i> (LINNAEUS, 1758)	13	Pl. 2, Figs. 6-7	P 7076-7077
CENTRACANTHIDAE	<i>Spicara smaris</i> (LINNAEUS, 1758)	4	Pl. 2, Fig. 5	P 7078
SCIAENIDAE	<i>Afroscion trewavasae</i> SCHWARZHANS, 1993	41	Pl. 3, Figs. 1-6	P 7079-7084
	<i>Pseudotolithus</i> sp. ind.	2	Pl. 2, Fig. 12	P 7085
TRACHINIDAE	<i>Trachinus draco</i> LINNAEUS, 1758	10	Pl. 3, Fig. 11	P 7086
GOBIIDAE	<i>Aphya</i> sp.	13	Pl. 3, Fig. 14	P 7087
	<i>Deltentosteus</i> sp.	80	Pl. 3, Figs. 7-9	P 7088-7089
	"genus aff. <i>Deltentosteus</i> " sp.	2	Pl. 3, Fig. 10	P 7090
	<i>Gobius</i> aff. <i>paganellus</i> LINNAEUS, 1758	11	Pl. 3, Fig. 12	P 7091
SOLEIDAE	<i>Buglossidium luteum</i> (RISSO, 1810)	1	Pl. 3, Fig. 17	P 7092
	<i>Solea solea</i> (LINNAEUS, 1758)	2	Pl. 3, Fig. 18	P 7093

INVENTAIRE DE LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE (OTOLITHES)

Dans le Tableau 1, nous donnons une liste de toutes les espèces dont des otolithes ont été trouvées à Vale de Freixo. Afin de ne pas surcharger le texte, nous avons cru utile de fournir seulement une iconographie pour chaque espèce citée (Pl. 1-3), éventuellement accompagnée de celle du matériel actuel qui nous a permis d'opter pour telle ou telle position taxonomique des spécimens fossiles. Pour la nomenclature des divers éléments d'une otolithe sacculaire, nous renvoyons à Nolf (1985, p. 6).

Comme la faune est surtout constituée 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 mis l'abréviation aff.

(*affinis*) entre le nom du groupe genre et celui du groupe espèce. 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.

CONCLUSIONS

La faune téléostéenne de Vale de Freixo compte 28 taxa, dont 20 ont pu être désignés de façon nominale. Parmi ces espèces nominales (Tableau 2), deux sont fossiles et ne sont connues que dans le Pliocène de Dar-Bel-Hamri, mais non dans le domaine méditerranéen. Dix-huit, soit 90 % des espèces nominales, existent encore dans la nature actuelle. Parmi celles-ci, il n'en est qu'une seule,

TABLEAU 2. – Répartition actuelle et pliocène des espèces nominales de Vale de Freixo dans le domaine atlantico-méditerranéen. Les deux points d'interrogation dans la dernière colonne se réfèrent à du matériel ostéologique du Messinien de la Méditerranée, et il est probable que ces espèces y existaient au Pliocène, puisque on les y retrouve dans la faune actuelle.

Recent and Pliocene distribution in the Atlantic and Mediterranean realm, of the nominal species from Vale de Freixo in the Atlantic and Mediterranean realm. The two question marks in the last column refer to osteological material from the Messinian in the Mediterranean realm, and it is quite possible that the concerned species occurred there in the Pliocene, because they are also known in the Recent Mediterranean fauna.

Espèces nominales du Plaisancien de Vale de Freixo	Espèce fossile / actuelle	Atlantique actuel	Atlantique pliocène	Méditerranée actuelle	Méditerranée pliocène
<i>Pterothrissus darbelhamriensis</i>	Foss.	-	AP	-	-
<i>Conger conger</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Sardina pilchardus</i>	Act.	AA	AP	MA	?
<i>Phycis blennioides</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Trisopterus luscus</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Ophidion rochei</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Trachurus aff. picturatus</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Pomadasys incisus</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Boops boops</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Dentex macrophthalmus</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Diplodus annularis</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Diplodus aff. bellottii</i>	Act.	AA	AP	-	-
<i>Pagellus aff. bellottii</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Pagellus erythrinus</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Spicara smaris</i>	Act.	AA	AP	MA	MP
<i>Afroscion trewavasae</i>	Foss.	-	AP	-	-
<i>Trachinus draco</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Gobius aff. paganellus</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Buglossidium luteum</i>	Act.	AA	AP	MA	-
<i>Solea solea</i>	Act.	AA	AP	MA	?

Diplodus aff. bellottii, qui est exclusivement atlantique. *Ophidion rochei* dont la répartition actuelle est restreinte à la Méditerranée (jusque dans le détroit de Gibraltar cependant), existait dans le Pliocène de Dar Bel Hamri et dans le Redonien. Les 17 espèces restantes sont connues à la fois dans la Méditerranée et dans l'Atlantique actuel.

Caractère paléoécologique de l'association. – La Figure 3 montre la répartition latitudinale et bathymétrique actuelle des taxa constituant l'association de Vale de Freixo. La répartition latitudinale de cette ichthyofaune suggère des eaux un peu plus chaudes que celles baignant actuellement la côte portugaise à la latitude de Vale de Freixo. La

latitude correspondant le mieux à l'occurrence simultanée de tous les taxa constituant cette association se situerait, dans le climat et la géographie actuel, vers 34N, c'est-à-dire sur la côte marocaine, entre le détroit de Gibraltar et Casablanca. Une analyse bathymétrique de cette association d'après la méthode exposée par Nolf et Brzobohaty (1994) indique une profondeur d'eau certainement inférieure à 100 m. La méthode d'analyse se prêtant surtout à l'interprétation d'associations de poissons d'eau profonde, l'image fournie dans la Fig. 3 met mal en évidence le caractère très côtier de l'association de Vale de Freixo. Une subdivision en tranches de 50 m pour l'intervalle de 0 à 200 m ne met en évidence aucune différenciation nette entre 0 et 100 m, mais plusieurs taxa représentés à la fois dans les intervalles de 0 à 50 m et de 50 à 100 m, sont nettement plus communes dans la zone de 0 à 50 m. La paléobathymétrie suggérée par l'étude des otolithes est donc très compatible avec un environnement infralittoral, à moins de 30 m, comme l'indique l'étude de la malacofaune (Marques Da Silva, 1993). L'absence de tout élément typiquement océanique, mais aussi de tout élément euryhalin, suggère un environnement plutôt abrité, mais à salinité normale, une fois de plus en concordance avec les données fournies par la malacofaune.

Rapports et différences avec la faune pliocène de la Méditerranée. – Une analyse un peu plus poussée montre que la faune de Vale de Freixo diffère considérablement de celle du Pliocène méditerranéen. Parmi les 17 espèces communes à la Méditerranée et l'Atlantique actuel, 12 sont inconnues dans le Pliocène méditerranéen. Dans une synthèse des données actuellement disponibles, Nolf *et al.* (sous presse) citent 162 taxa, dont 107 espèces nominales pour l'ensemble du Pliocène méditerranéen ; on peut donc admettre que les connaissances sur la faune « otolithologique » du Pliocène méditerranéen soient bien fournies.

Ces connaissances sont les plus complètes pour le Zancien (105 espèces nominales), tandis que seulement 35 espèces nominales sont connues dans le Plaisancien sensu stricto (= excluant le Gelasien où deux myctophidés actuels font leur apparition en Méditerranée). La faune du Zancien méditerranéen étant surtout constituée de poissons d'eau profonde, une comparaison directe avec la faune très côtière de Vale de Freixo mettrait avant tout en évidence des différences d'ordre écologique. On notera toutefois que l'ensemble de la faune du Zancien comporte 32 % d'espèces fossiles. Pour le Plaisancien de la Méditerranée, cette valeur est de 29 %, tandis qu'elle n'est que de 20 % dans la

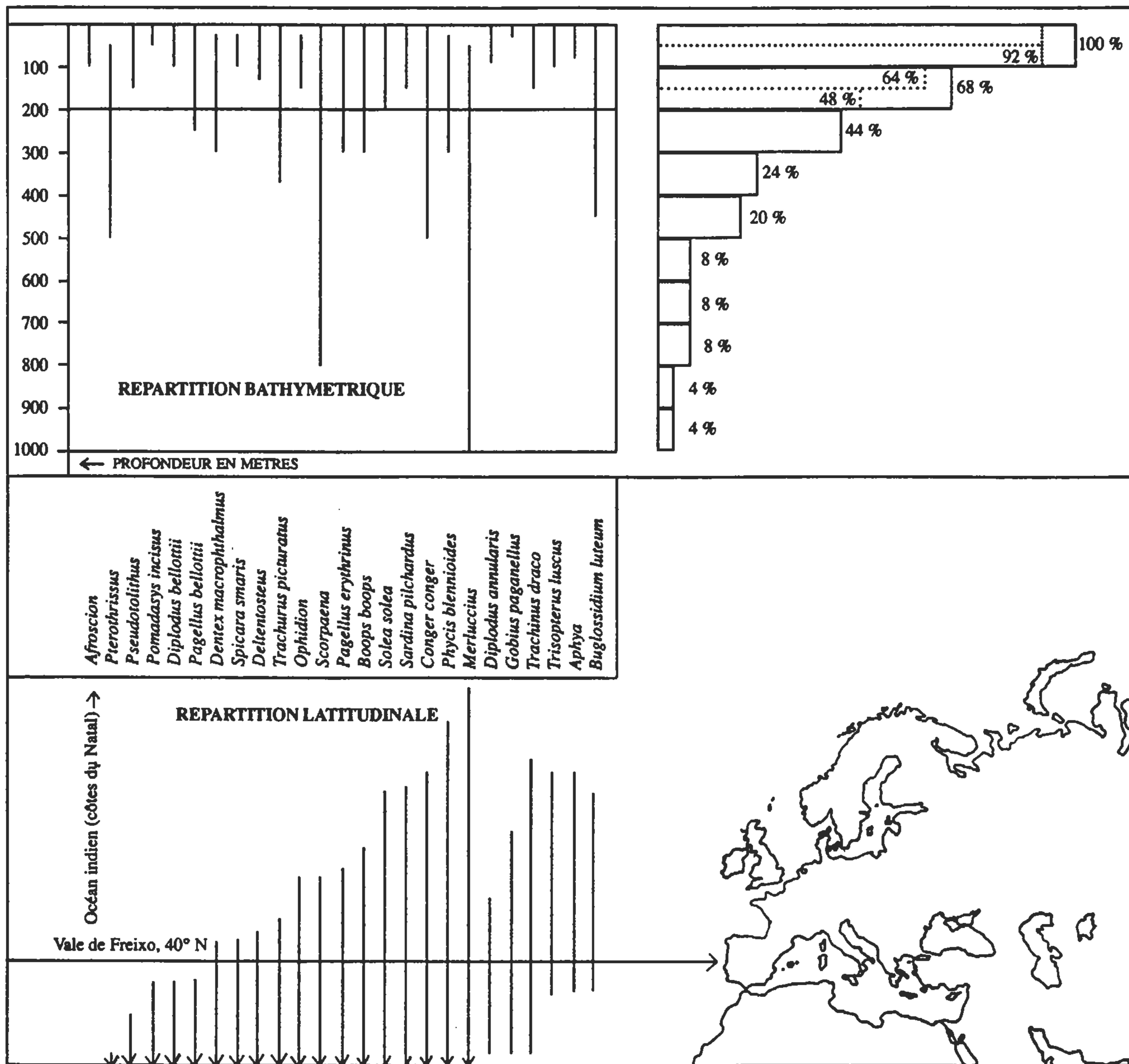


FIG. 3. - Répartition latitudinale et bathymétrique dans la nature actuelle des taxa représentés dans le gisement de Vale de Freixo. Le graphique donne, pour chaque intervalle bathymétrique, les présences potentielles, exprimées en pourcentage du total des taxa utilisés dans l'analyse ; voir Nolf et Brzobohaty (1994) pour une discussion plus détaillée de la méthodologie.

Recent latitudinal and bathymetric distribution of teleost taxa represented in the Vale de Freixo locality. For each 100 m bathymetric interval, the graph shows the potential presences, expressed as a percentage of the total number of taxa utilised in the analysis ; see Nolf et Brzobohaty (1994) for a more detailed discussion of the methodology.

faunule de Vale de Freixo. Un fait remarquable à signaler encore est qu'aucune des 34 espèces fossiles connues dans le Pliocène méditerranéen n'a été retrouvée au Portugal. Il est vrai que la plupart de ces espèces sont des poissons d'eau profonde

qu'on ne retrouve pas à Vale de Freixo pour des raisons écologiques, mais on s'étonne de l'absence totale de formes néritiques pourtant assez communes dans le Pliocène méditerranéen, telles que *Panturichthys subglaber* (SCHUBERT, 1906), «genus aff.

Ogilbia » *heinzeli* LANCKNEUS et NOLF, 1979, *Gobius guerini* CHAINE et DUVERGIER, 1931, « genus *Gobiidarum* » *weileri* BAUZA, 1955 et *Arnoglossus bauzai* SANZ, 1950.

En résumé, la faune de Vale de Freixo peut être caractérisée par l'absence de toute espèce fossile du Pliocène méditerranéen, par la présence de deux espèces fossiles exclusivement atlantiques, par la présence de douze espèces actuelles (= 60 % des espèces nominales) inconnues dans le Pliocène méditerranéen et par le pourcentage élevé (90 % des espèces nominales) d'espèces actuelles. Cette faune manifeste donc un caractère franchement atlantique et ne comporte aucun élément paléoméditerranéen typique. Elle se rapproche davantage de la faune actuelle que la faune du Zanclien méditerranéen.

Comparaison avec d'autres faunes pliocènes du domaine est-atlantique. – Comme nous l'avons déjà signalé, les renseignements concernant les otolithes de Dar Bel Hamri sont provisoires et sujettes à caution. W. Schwarzhans nous a remis un important échantillon de ce gisement, mais la révision de cette faune est inachevée et sortirait du cadre du présent travail. La plupart des publications ayant trait à ce site lui attribuent un âge zanclien (par exemple Gonzalez Delgado *et al.*, 1995). Un fait est cependant à signaler : l'association de Dar Bel Hamri compte plusieurs espèces fossiles du Pliocène méditerranéen qui sont inconnues à Vale de Freixo et dans tout autre gisement plus nordique. Ces différences pourraient être dues à une différence d'âge ou à la position plus méridionale du gisement de Dar Bel Hamri, mais il importe surtout de conclure

que l'absence d'espèces fossiles du Pliocène méditerranéen à Vale de Freixo ne pourrait être généralisée pour tout le Pliocène est-atlantique.

Le Redonien de Bretagne a six espèces en commun avec l'association de Vale de Freixo (*Conger conger*, *Trisopterus luscus*, *Ophidion rochei*, *Trachurus* aff. *picturatus*, *Pagellus erythrinus* et *Trachinus draco*). Dans le Redonien, la composition des associations d'otolithes peut fort varier d'un gisement à l'autre et il n'est pas exclu que certains gisements soient miocènes. Toujours est-il que dans le Redonien, toutes les associations dont l'âge pliocène est hors de doute sont dominées par *Gadiculus benedeni* (Leriche, 1926) (synonyme : *Pseudocolliolus redonensis*, dans Gaemers, 1987). Il s'agit d'une espèce côtière du Pliocène nordique, qui abonde aussi dans le Bassin de la Mer du Nord. L'absence de cette espèce dans le Pliocène portugais s'explique parfaitement par la température plus chaude que nous avons déjà mise en évidence pour l'association de Vale de Freixo. Pour la même raison, il n'existe quasi aucun rapport entre les associations de Vale de Freixo et celles du Pliocène du Bassin de la Mer du Nord (voir Nolf, 1978). La faune du Miocène Supérieur de la Mer du Nord affiche elle aussi un cachet endémique et nordique, bien différent de l'association de Vale de Freixo.

REMERCIEMENTS

Nous avons le plaisir d'adresser nos plus vifs remerciements à B. Landau pour avoir mis à notre

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures étant pourvues d'une explication sommaire mentionnant le nom du taxon concerné, et tous les fossiles provenant de Vale de Freixo, il nous a paru superflu d'accompagner chaque planche d'une légende plus explicite. Tous les spécimens figurés sont des otolithes sacculaires, et sont déposés dans les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB), Département de Paléontologie.

Dans deux cas, nous avons figuré des otolithes de poissons actuels de l'Atlantique est, à titre comparatif : *Aphya minuta* (RISSO, 1810) (Pl. 3, Fig. 15-16) et *Gobius paganellus* LINNAEUS, 1758 (Pl. 3, Fig. 13).

Abréviations utilisées (coin supérieur droit de chaque case)

A = espèce actuelle

(F) = espèce actuelle connue à l'état fossile

F = espèce fossile

a, b, c, d : les annotations 1a, b... sont utilisées respectivement pour désigner des vues ventrale, interne, postérieure et externe ; les numéros non annotés d'une lettre désignent toujours des vues internes.

Because all names are directly labeled on the plates, and because all specimens come from Vale de Freixo, it was not necessary to provide each plate with a more explicite legend. All figured specimens are saccular otoliths. They are deposited in the collections of the Royal Belgian Institute of Natural History (IRSNB), Department of Paleontology.

In two cases, we figured otoliths of Recent Atlantic fishes for comparison : *Aphya minuta* (RISSO, 1810) (Pl. 3, Fig. 15-16) and *Gobius paganellus* LINNAEUS, 1758 (Pl. 3, Fig. 13).

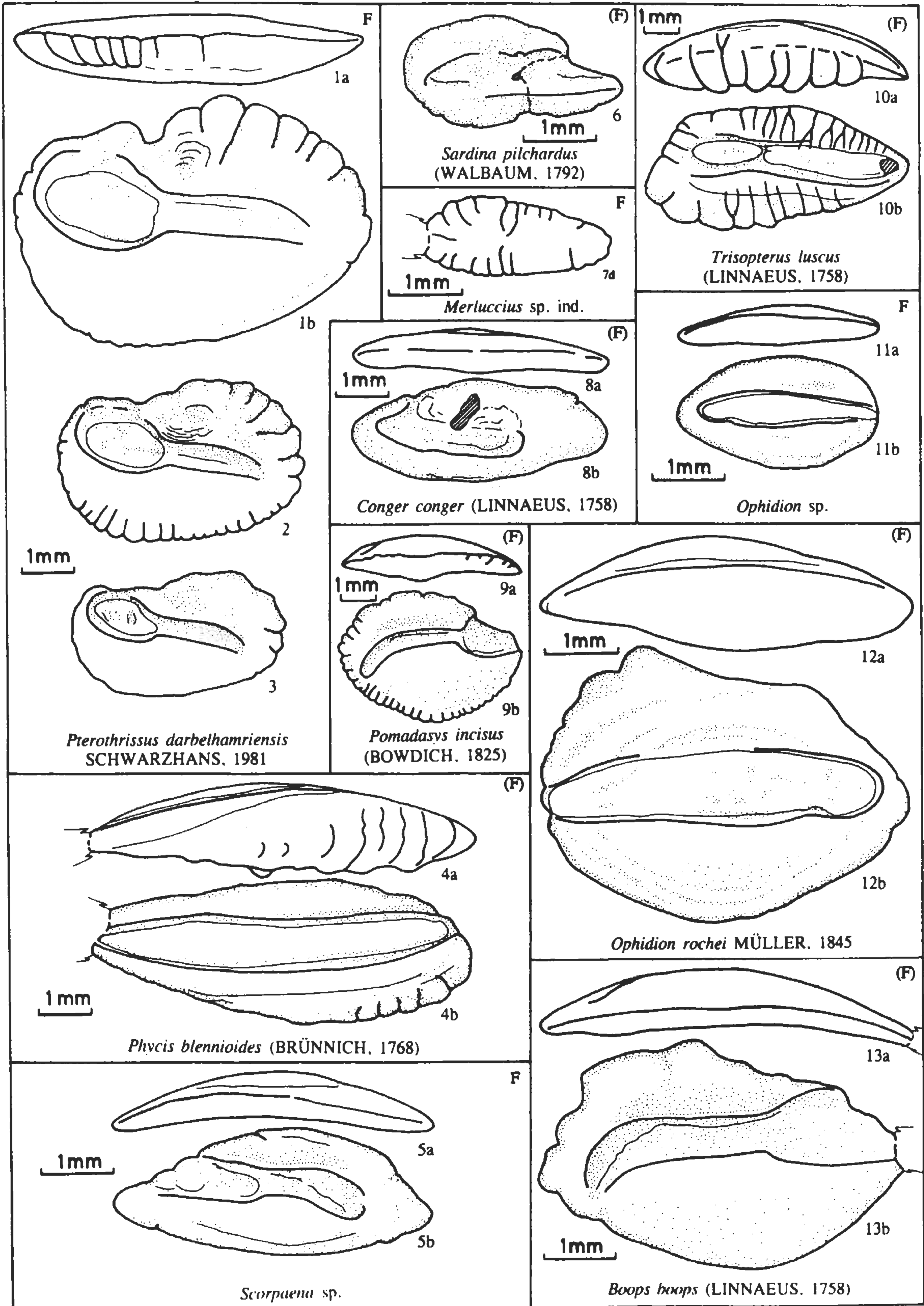
Abbreviations utilised (Upper right corner of each compartment) :

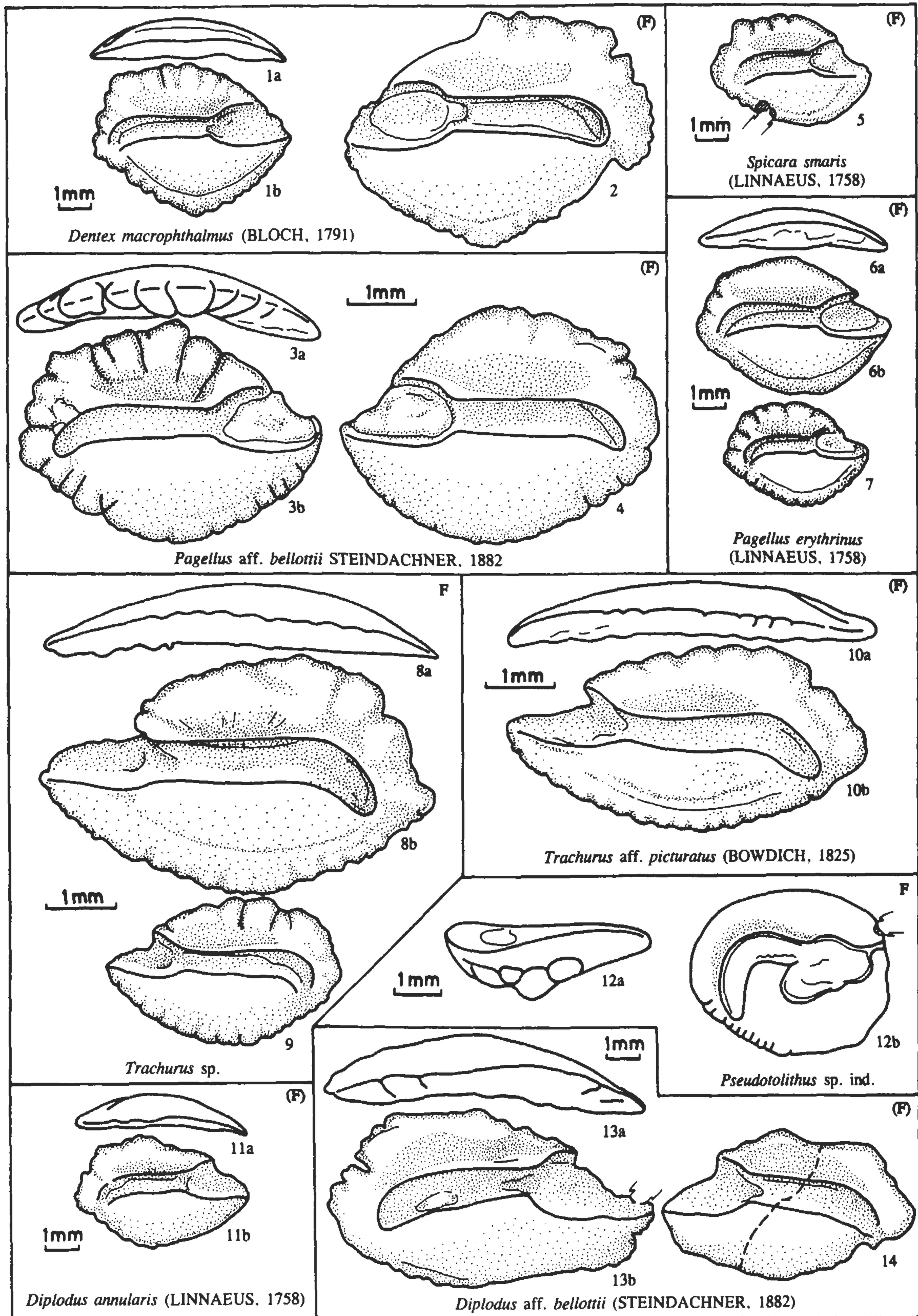
A = Recent species

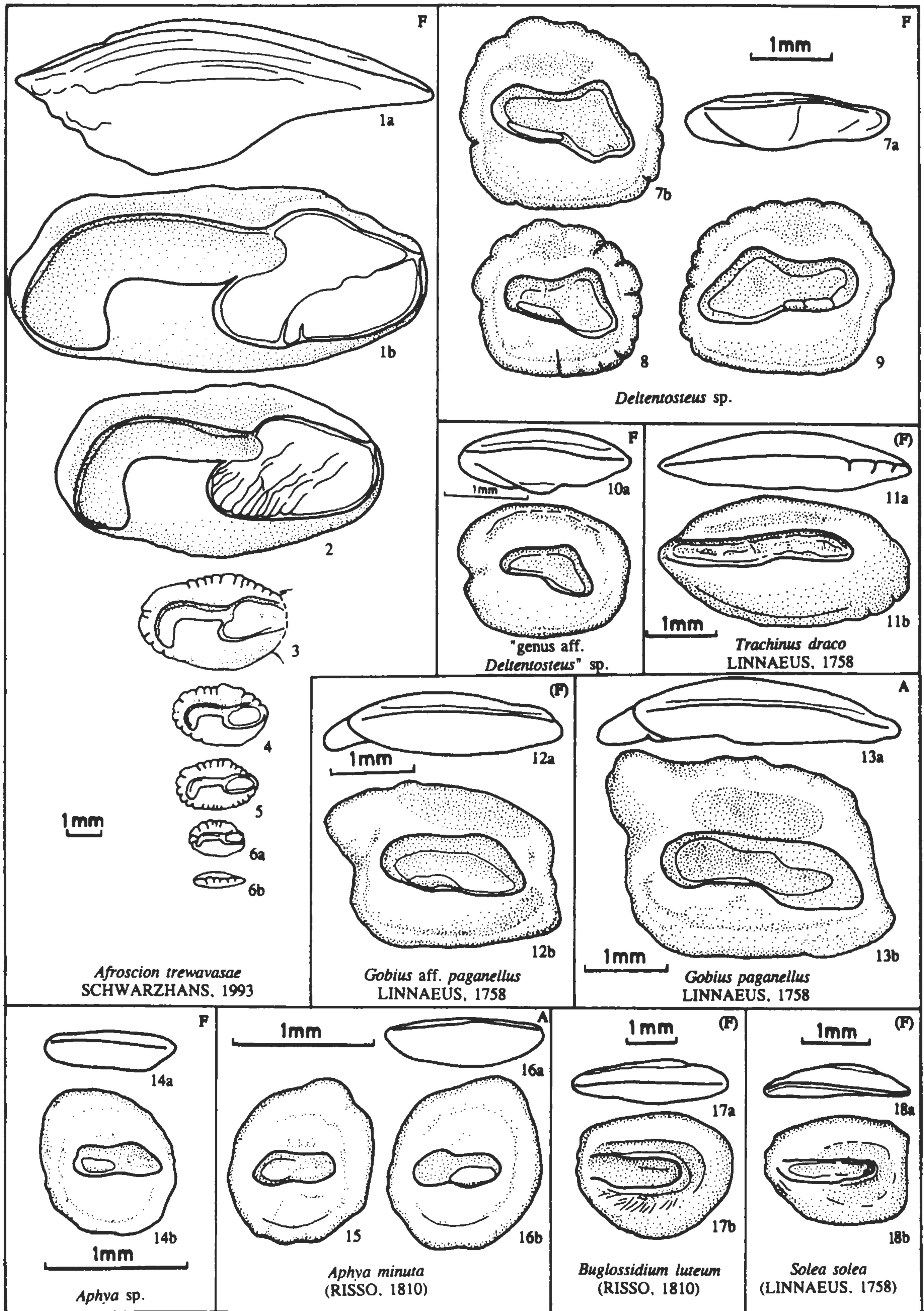
(F) = Recent species found as fossil

F = fossil species

a, b, c, d : the annotations Fig. a, b... are used to indicate respectively ventral, inner, posterior and external views. Figures with only numbers and no letters show inner views.







disposition sa collection d'otolithes de Vale de Freixo, et à J. Godefroid et E. Steurbaut pour leur critique d'une première version du texte. La présente note est une contribution de l'«Acção Integrada Luso – Espanhola E-96/97». Contribution 9 du «Grupo PALEO» (Groupe de Paléontologie du Musée national d'Histoire naturelle de l'Université de Lisbonne).

BIBLIOGRAPHIE

- BERGGREN W.A., HILGEN F.J., LANGEREIS C.G., KENT D.V., OBRADOVICH J.D., RAFFI I., RAYMO M.E. et SHACKLETON N.J. (1995) : Late Neogene chronology : New perspectives in high-resolution stratigraphy. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 107 (11), p. 1272-1287.
- CACHAO M. (1989) : Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho português. Sector Palombal – Marinha Grande. *Micropaleontologia, Biostratigrafia*. Provas APCC, Universidade de Lisboa, 204 p.
- CACHAO M. (1990) : Posicionamento biostratigrafico da jazida pliocénica de Carnide (Pombal). *Gaia*, vol. 2, p. 11-16.
- CITA M.B., DIO D., HILGEN F., CASTRADORI D., LAURENS L. et VERGERIO P.P. (1996) : Proposal of the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Piacenzian Stage (Middle Pliocene). *Neogene Newsletter*, vol. 3, p. 21-47.
- GAEMERS P.A.M. (1987) : A revision of the Gadidae otoliths (Pisces) from the Redonian of the Ligerian Gulf (NW France) and the stratigraphic position of the Redonian. *Tertiary Research*, vol. 8 (4), p. 105-125.
- GILI C., MARQUES DA SILVA C. et MARTINELL J. (1995). Pliocene nassariids (Mollusca : Neogastropoda) of central-west Portugal. *Tertiary Research*, vol. 15 (3), p. 95-110.
- GONZALEZ DELGADO J.A., ANDRES I. et SIERRA F.J. (1995) : Late Neogene molluscan faunas from the Northeast Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, vol. 28 (4), p. 459-471.
- LANCKNEUS J. et NOLF D. (1979) : Les otolithes de téléostéens redoniens de Bretagne (Néogène de l'Ouest de la France). *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, vol. 25, p. 83-109.
- MARQUES DA SILVA C. (1993) : Gastropod Palaeoecology and Palaeoenvironment of the Pliocene of Vale de Freixo, Central West Portugal. 1st European Palaeontological Congress, Abstracts, Lyon, p. 77.
- MARQUES DA SILVA C. (1995) : Significado ecobiostratigrafico da malacofauna pliocénica marinha de vale de Freixo (Pombal, Portugal). *IV Congresso Nacional de Geologia, Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade do Porto*, Memória, vol. 4, p. 127-131.
- MARTINI E. (1971) : Standard Tertiary and Quaternary nannoplankton zonation. *Proceedings 2 Planktonic Conference, Roma 1970*, vol. 2, p. 739-785.
- NOLF D. (1978) : Les otolithes de téléostéens du PlioPleistocène belge. *Geobios*, vol. 11, n° 4, p. 517-559.
- NOLF D. (1985) : Otolithi Piscium. In : H.P. Schultze (ed.) : *Handbook of Paleoichthyology*, 10. Fischer, Stuttgart and New York, p. 1-145.
- NOLF D. et BRZOBOHATY R. (1994) : Fish otoliths as paleobathymetric indicators. *Paleontologia i Evolucio*, vol. 24-25 (1992), p. 255-264.
- NOLF D., MANE R. et LOPEZ A. (sous presse) : Otolithes du Pliocène Inférieur de Papiol, près de Barcelone. *Palaeovertebrata*.
- OKADA H. et BUKRY D. (1980) : Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphy zonation. *Marine micropaleontology*, vol. 5 (3), p. 321-324.
- OOGHE B. (1992) : Onderzoek van het Redonien in Bretagne : paleoichthyologie, stabiele isotopen geochemie, paleoecologie. Licentiaatsverhandeling Vrije Universiteit Brussel, 153 p.
- RAFFI S. et MONEGATTI P. (1993) : Bivalve taxonomic diversity throughout the Italian Pliocene as a tool for climatic-oceanographic and stratigraphic inferences. *Proceedings 1st. R.C.A.N.S. Congress, Lisbon, 1992. Ciencias de terra (UNL)*, vol. 12, p. 45-50.
- SCHWARZHANS W. (1986) : Die Otolithen des Unter-Pliozän von Le Puget, S-Frankreich. *Senck. leth.*, vol. 67 (1-3), p. 219-273.