

DIRK NOLF * - ANGELA GIRONE**

OTOLITHES DE POISSONS DU PLEISTOCENE INFERIEUR (SANTERNIEN) DE MORRONA (SUD EST DE PISA)

RESUME - Le tamisage d'environ 100 kg de sédiment provenant d'un gisement d'âge Santernien à Morrona a fourni des otolithes de 22 taxa de Téléostéens. Il s'agit d'une association dominée par les Gobiidés (95% du nombre total des otolithes récoltées), avec ajout d'autres poissons, essentiellement de milieu néritique. L'association témoigne d'un milieu marin néritique abrité, peu exposé au domaine océanique. Les seuls éléments océaniques ou pélagiques récoltés (trois otolithes de Myctophidés, une otolithe de *Bregmaceros* et deux otolithes d'*Aphya*) représentent à peine 2% de l'association. Pour autant qu'on puisse conclure sur la base de données aussi restreintes que celles du Santernien de Morrona, il apparaîtrait que la faune littorale du Pleistocène ancien de la Méditerranée se rapproche fort de l'actuelle, tandis que la faune d'eau profonde gardait encore à cette époque un caractère plus franchement océanique, comme au Pliocène.

SUMMARY - *Fish otoliths from the Lower Pleistocene (Santernian) of Morrona (SE of Pisa).*

Screenwashing of about 100 kg of Santernian sediments from Morrona provided otoliths of 22 Teleost taxa. The association is dominated by Gobiids (95% of the total number of collected specimens), beside a small number of various other fishes, mainly neritic ones. The association suggests a marine neritic environment, not widely exposed to the oceanic realm. The only oceanic or pelagic elements (three Myctophid otoliths, one *Bregmaceros* otolith and three *Aphya* otoliths) represents hardly 2% of the association. As far as can be judged from the restricted set of data from the Santernian of Morrona, the neritic fish fauna of the Mediterranean early Pleistocene is already quite similar to the present day one, while the association of deepwater fishes of the same period still had a more oceanic character like the Pliocene fauna of the Mediterranean.

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

** Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università di Bari, via E. Orabona 4 - 70125 Bari, Italia

RIASSUNTO - *Otoliti di pesci del Pleistocene inferiore (Santerniano) di Morrone (Sud-Est di Pisa)*

Il lavaggio su setaccio di circa 100 kg di sedimento proveniente da un giacimento di età Santerniana a Morrone (Sud-Est di Pisa) ha fornito otoliti di 22 taxa di Teleostei. L'associazione è dominata dai Gobiidae (95% del numero complessivo di otoliti), a cui si accompagnano altri pesci, principalmente di ambiente neritico. L'associazione è tipica di un ambiente marino neritico riparato, poco esposto al dominio oceanico. Gli unici elementi oceanici o pelagici raccolti (tre otoliti di Mictofidi, uno di *Bregmaceros* e due di *Aphya*) costituiscono appena il 2% dell'associazione. Per quello che si può concludere in base a dati così limitati come quelli del Santerniano di Morrone, sembrerebbe che la fauna litorale del Pleistocene antico del Mediterraneo fosse già molto simile a quella attuale, mentre la fauna degli ambienti più profondi della stessa epoca conservava ancora un carattere più francamente oceanico, come nel Pliocene.

INTRODUCTION

On connaît mal les poissons du Pleistocène méditerranéen, et cela contraste fort avec les données très fournies dont on dispose pour le Pliocène: pour ce qui est des otolithes de Téléostéens, le Zanclien méditerranéen a livré 162 taxa (dont 105 espèces nominales) et le Plaisancien 39 taxa (dont 35 espèces nominales) (Nolf *et al.*, 1998). Pour ce qui est du Pleistocène méditerranéen, seulement deux notes concernant les otolithes (Aruta & Greco, 1980; Landini & Varola, 1993) sont publiées à ce jour, totalisant moins de 20 taxa. De riches associations provenant essentiellement de dépôts d'eau profonde sont cependant connues en Italie méridionale et font l'objet de la thèse de doctorat de l'un d'entre nous (A.G.).

La présente note fait connaître une association d'otolithes d'origine très neritique, provenant de la coupe de Morrone, située à une trentaine de km au SE de Pisa. L'affleurement (feuille de Lari 1/25.000, x = 33.925, y = 21.500) est décrit par Bossio *et al.* (1981), qui fournissent aussi un aperçu de la faune d'invertébrés qu'on y trouve. Leur coupe est reproduite ici (fig. 1).

Dans cette coupe, le Pleistocène (couches C à E) repose en discordance sur des argiles et des sables jaunes du Pliocène supérieur et commence par un sable argileux très fossilifère (couche C), qui a livré la quasi totalité des otolithes. Ce niveau, de même que la couche D qui lui fait suite, peut être daté du Santernien (Pleistocène basal), en raison de la présence du bivalve *Arctica islandica*, et l'absence du foraminifère benthique *Hyalinea baltica*, qui n'apparaît qu'à partir de la couche E. L'apparition de ces deux mar-

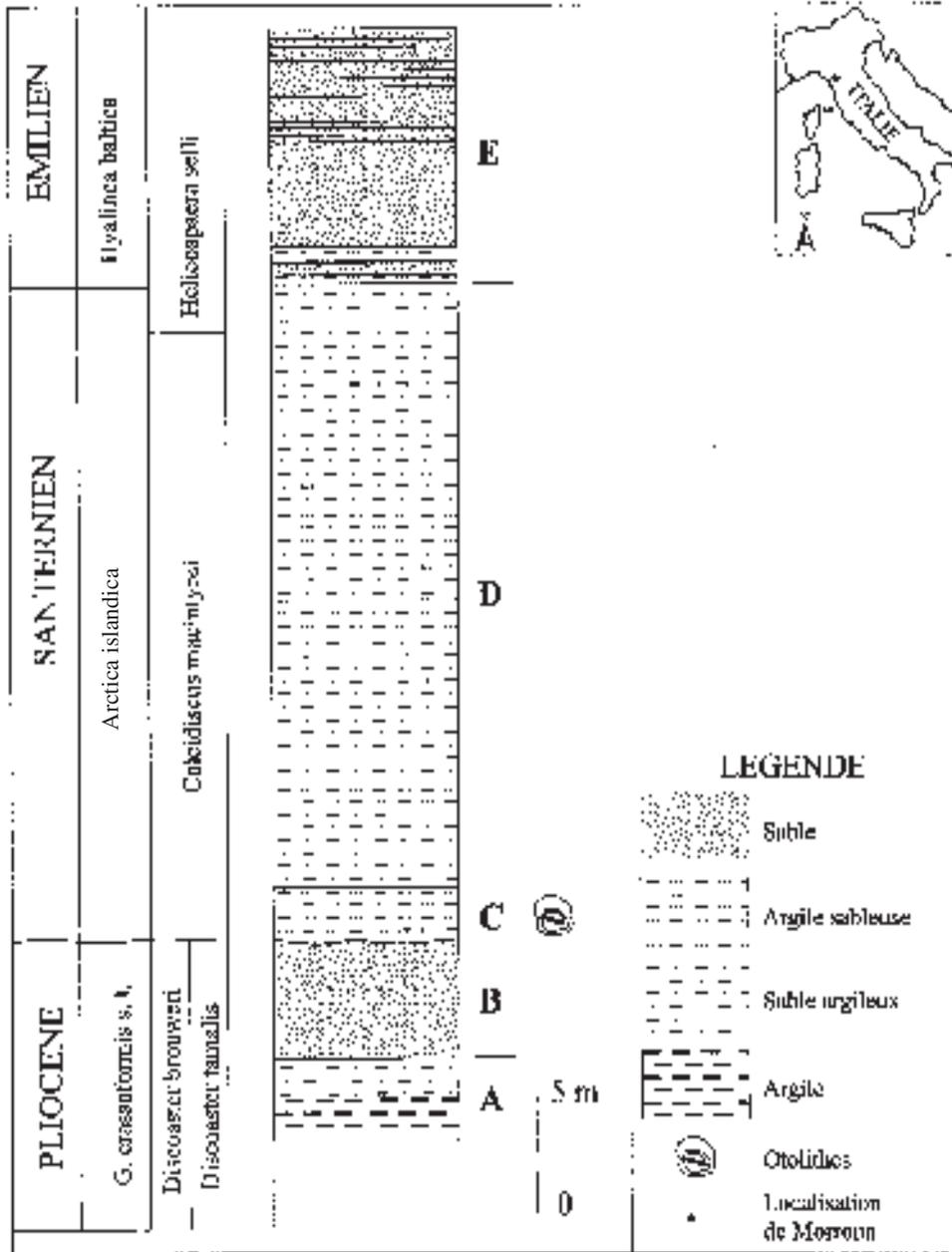


Fig. 1- Coupe du gisement de Morrone (d'après Bossio *et al.*, 1981, modifié) et localisation du prélèvement.

queurs caractérise respectivement la base du Santernien et la base de l'Emilien, telles que définies par Ruggieri & Sprovieri (1975). En se basant sur les tableaux corrélatifs publiés par Rio *et al.* (1991), Vai (1993), Pasini & Colalongo (1994), et en acceptant l'âge de 1,77 millions d'années indiqué par Berggren *et al.* (1995) pour la base du Pleistocène, le Santernien se situerait entre 1,77 et 1,5 millions d'années; voir aussi le tableau de Van Couvering (1995).

La couche C d'où proviennent les otolithes, est un sable brun jaunâtre, légèrement argileux, très coquillier. Parmi les coquilles les plus abondantes, on remarque surtout *Cardites antiquatus* et *Petalonchus glomeratus*. Nous y avons prélevé un échantillon d'environ 100 kg de sédiment, ce qui nous a procuré un total de 355 otolithes, représentant 22 taxa de téléostéens. Un autre échantillon d'environ 30 kg prélevé dans l'argile D n'a livré que deux otolithes de Gobiidés.

SYSTEMATIQUE

Dans le tableau 1, nous donnons une liste de toutes les espèces dont les otolithes ont été trouvées à Morrone.

Afin de ne pas surcharger le texte, nous avons cru utile de fournir seulement une iconographie pour chaque espèce citée, éventuellement accompagnée de celle de spécimens actuels, à l'appui de notre interprétation. Un commentaire supplémentaire n'est donné que pour les espèces sujettes à caution.

Comme l'association récoltée 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, tandis que l'abréviation cf. (conformis) est utilisée dans les cas où on ne peut décider d'une identité spécifique certaine à cause de la conservation médiocre des fossiles. Cinq taxa sont laissés 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. Pour la nomenclature des divers éléments d'une otolithe sacculaire, nous renvoyons à Nolf (1985, p. 6).

Liste des espèces (otolithes) de Morrone		nombre	iconographie
CONGRIDAE	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	3	Pl. 1, fig. 1
MYCTOPHIDAE	<i>Ceratoscopelus maderensis</i> (Lowe, 1839)	1	Pl. 1, fig. 11
	<i>Diaphus</i> aff. <i>splendidus</i> (Brauer, 1904)	1	Pl. 1, fig. 2
	<i>Hygophum hygomi</i> (Lütken, 1892)	1	Pl. 1, fig. 3
	BREGMACEROTIDAE	<i>Bregmaceros</i> sp.	1
CARAPIDAE	<i>Echiodon dentatus</i> (Cuvier, 1829)	1	Pl. 1, fig. 13
SPARIDAE	<i>Diplodus</i> aff. <i>puntazzo</i> (Cetti, 1777)	1	Pl. 1, fig. 5
	<i>Pagellus</i> aff. <i>erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	1	Pl. 1, fig. 15
CENTRACANTHIDAE	<i>Spicara</i> cf. <i>smaris</i> (Linnaeus, 1758)	2	Pl. 1, fig. 14
CEPOLIDAE	<i>Cepola rubescens</i> (Linnaeus, 1766)	3	Pl. 4, fig. 22
BLENNIIDAE	<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	1	Pl. 4, fig. 17
GOBIIDAE	<i>Aphya</i> sp.	2	Pl. 2, fig. 15
	<i>Deltentosteus</i> aff. <i>quadrimaculatus</i> V., 1837	34	Pl. 3, fig. 9-12
	<i>Lesuerigobius friesii</i> (Malm, 1847)	128	Pl. 2, fig. 4-6
	<i>Lesuerigobius suerii</i> (Risso, 1810)	58	Pl. 2, fig. 10-12
	<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	38	Pl. 2, fig. 13
	“genus Gobiidarum” <i>weileri</i> (Bauza, 1955)	4	Pl. 3, fig. 15-16
	<i>Gobius</i> sp.	69	Pl. 4, fig. 18-21
	Gobiidae ind.	1	Pl. 2, fig. 14
	BOTHIDAE	<i>Arnoglossus kokeni</i> (Bassoli, 1906)	2
SOLEIDAE	<i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810)	2	Pl. 4, fig. 5-6
	<i>Microchirus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	Pl. 4, fig. 7

Tableau 1- Liste des taxa de Téléostéens représentés par des otolithes dans le Santernien de Morrone.

REMARQUES SUR LES ESPECES SUJETTES A CAUTION

Ceratoscopelus maderensis (Lowe, 1839)

Pl. 1, fig. 6-11

Des otolithes de cette espèce sont connues de nombreux gisements méditerranéens où l'espèce apparaît dès le début du Zanclien (Brzobohaty & Nolf, 1996, tableau 2, p. 154). Quoique des otolithes fossiles ont été figurées dans plusieurs travaux sur le Pliocène méditerranéen, on manque de bonne iconographie de spécimens actuels, la seule figure existante étant celle publiée par Weiler (1971, pl. 1, fig. 13). C'est la raison pour laquelle une série d'otolithes actuelles provenant de la Mer ionienne est figurée ici (pl. 1, fig. 6-10).

EXPLICATION DES PLANCHES

Abréviations utilisées:

- A = espèce actuelle
- D = otolithe sacculaire droite
- F = espèce fossile
- (F) = espèce actuelle trouvée à l'état fossile
- 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 fossiles figurés sont déposés dans les collections de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB); une collection représentative de fossiles non figurés est déposée dans les collections du Museo Civico "F. Eusebio" à Alba.

Les fossiles figurés portent des numéros de l'IRSNB. Les actuelles font partie soit de la collection comparative de A. Girone, soit de la collection de référence d'otolithes récentes de l'IRSNB. Cette collection est rangée dans un ordre systématique, sans numérotation; les spécimens ici figurés portent la seule mention IRSNB.

Planche 1

Fig. 1 - *Conger conger* (Linnaeus, 1758)

D, Morrone, couche C (IRSNB P 6251).

Fig. 2 - *Diaphus* aff. *splendidus* (Brauer, 1904)

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6252).

Fig. 3 - *Hygophum hygomi* (Lütken, 1892)

D, Morrone, couche C (IRSNB P 6253).

Fig. 4 - *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777)

G, actuel, localité inconnue (IRSNB, coll. Chaîne).

Fig. 5 - *Diplodus* aff. *puntazzo* (Cetti, 1777)

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6254).

Fig. 6-11 - *Ceratoscopelus maderensis* (Lowe, 1839)

6-8 = G; 9-10 = D, actuel, Mer Ionienne (coll. Girone);

11 = G, Morrone, couche C (IRSNB P 6255).

Fig. 12 - *Bregmaceros* sp.

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6256).

Fig. 13 - *Echiodon dentatus* (Cuvier, 1829)

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6257).

Fig. 14 - *Spicara* cf. *smaris* (Linnaeus, 1758)

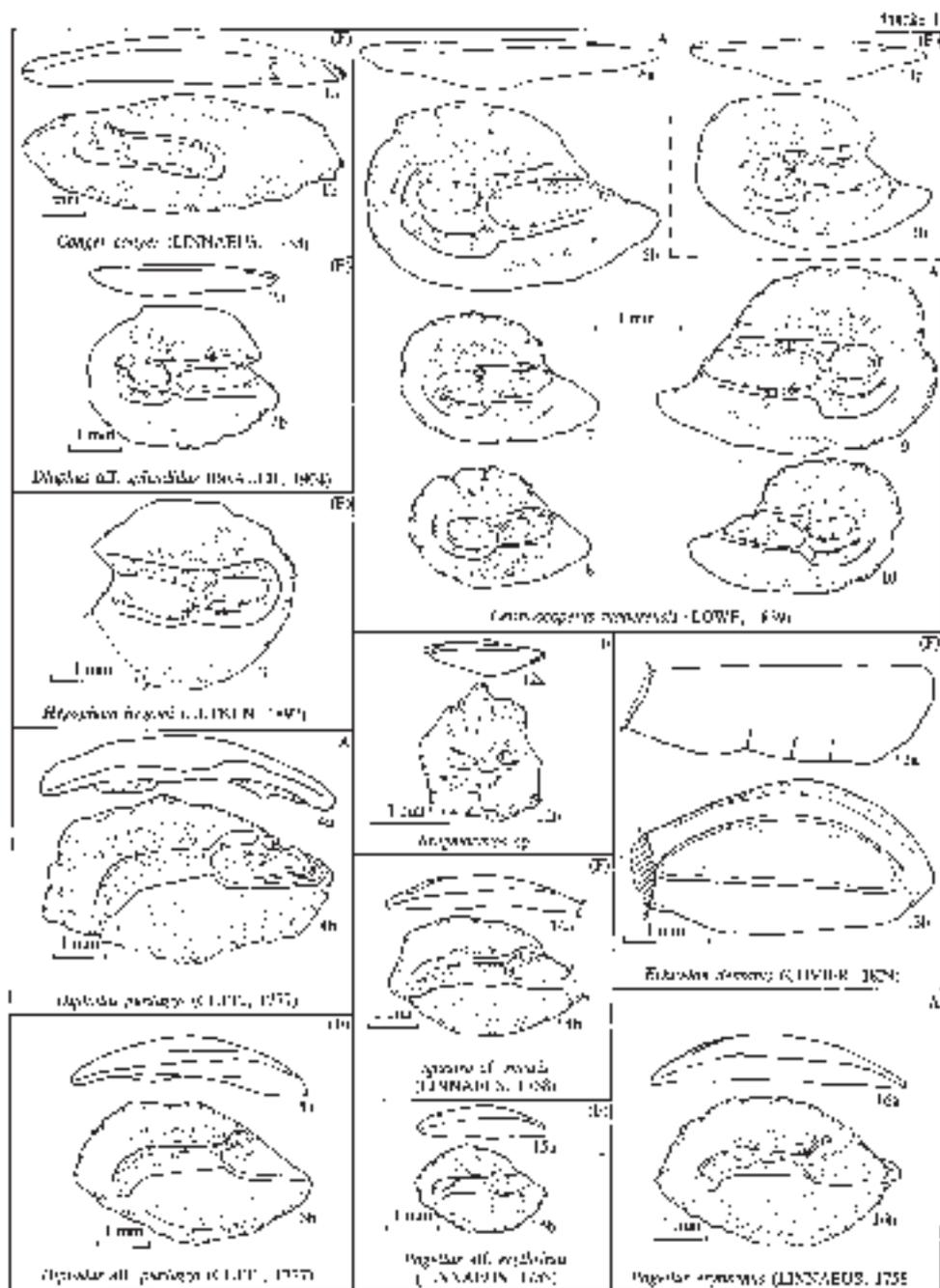
G, Morrone, couche C (IRSNB P 6258).

Fig. 15 - *Pagellus* aff. *erythrinus* (Linnaeus, 1758)

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6288).

Fig. 16 - *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)

G, actuel, Méditerranée, au large de Barcelone (coll. IRSNB).



Diaphus aff. *splendidus* (Brauer, 1904)
Pl.1, fig. 2

Des otolithes fossiles de ce type sont communes dans le domaine méditerranéen où on les trouve du Serravallien jusqu'au Pleistocène. Elles se rapprochent le plus de l'actuel *Diaphus splendidus*, sans que toutefois on puisse dire que les populations fossiles montrent une morphologie complètement identique. Il n'est pas exclu que les morphotypes fossiles désignés sous ce nom (Nolf & Cavallo, 1995; Brzobohaty & Nolf, sous presse) représentent un complexe d'espèces dans lequel il est impossible de faire objectivement des groupements plus poussés.

Bregmaceros sp.

Landini & Menesini (1988) ont suggéré qu'au Pliocène le genre *Bregmaceros* était endémique de la Méditerranée orientale. L'absence du genre en Méditerranée occidentale suggérée par ces auteurs est apparemment due à la taphonomie des gisements ouest méditerranéens pris en considération, ou à la méthode d'échantillonnage (récolte à la surface) d'anciennes collections d'otolithes. Des otolithes de *Bregmaceros* ont été trouvées dans le Zanclien de la Côte d'Azur (Nolf & Cappetta, 1989), et elles abondent dans nos échantillons du Zanclien d'Orciano (Toscane). La présence d'une

Planche 2

Fig. 1-6 - *Lesueurigobius friesii* (Malm, 1847)

G; 1-3 = actuel, 1 = localité inconnue (IRSNB, coll. Chaine),
2-3 = Mer Ionienne (coll. Girone); 4-6 = Morrone, couche C
(IRSNB P 6259-6261).

Fig. 7-12 - *Lesueurigobius suerii* (Risso, 1810)

D; 7-9 = actuel, Mer Ionienne (coll. Girone); 10-12 = Morrone, couche C
(IRSNB P 6262-6264).

Fig. 13 - *Gobius niger* Linnaeus, 1758

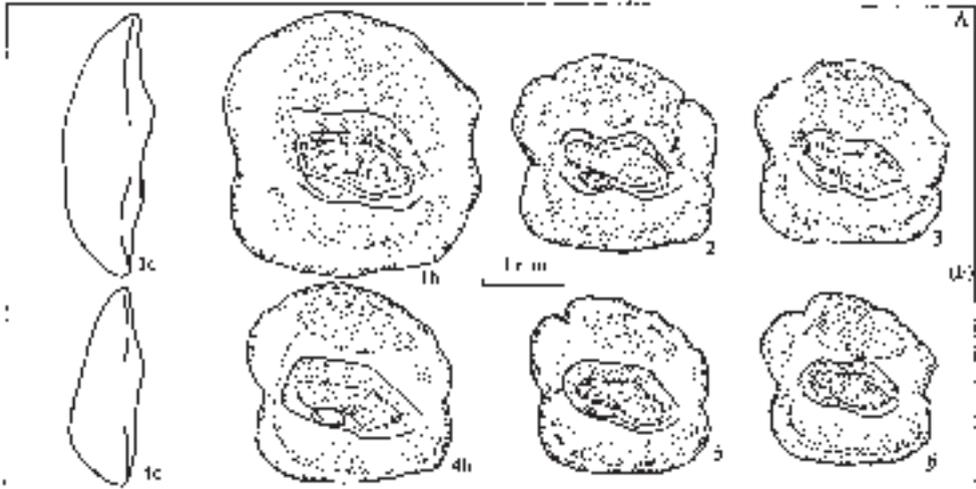
G, Morrone, couche C (IRSNB P 6265).

Fig. 14 - *Gobiidae* sp. ind.

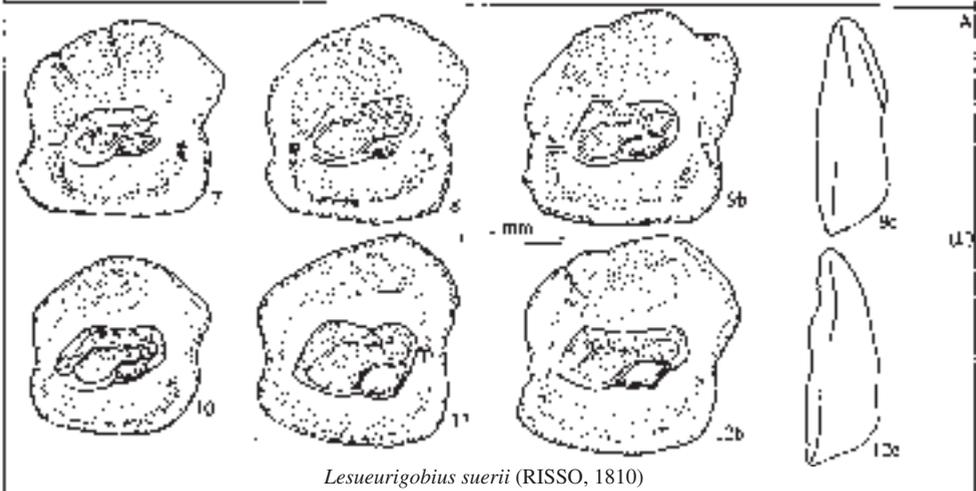
G, Morrone, couche C (IRSNB P 6266).

Fig. 15 - *Aphya* sp.

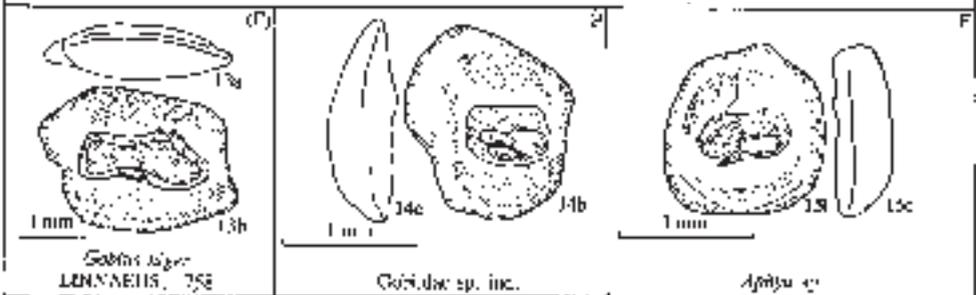
D, Morrone, couche C (IRSNB P 6267).



Lesueurigobius friesii (MALM, 1847)



Lesueurigobius suerii (RISSO, 1810)



Gobius niger
LINNAEUS, 1758

Coridac sp. inc.

Aprisa sp.

otolithe de *Bregmaceros* dans l'association de Morrone, qui est quasiment dépourvue de poissons pélagiques, suggère que le taxon ne devait pas être rare dans le milieu pélagique, plus au large de Morrone. C'est donc apparemment à une époque plus récente que le Santerrien que le genre a disparu de la Méditerranée.

Deltentosteus aff. *quadrifaculatus* Valenciennes, 1837

Pl. 3, fig. 5-12

A plusieurs reprises, la présence d'otolithes du genre *Deltentosteus* dans le Pliocène méditerranéen a déjà été signalée (voir Nolf *et al.*, 1998, p. 6). Chez la plupart des spécimens fossiles (entre autres ceux de Morrone, voir pl. 3, fig. 9-12), les otolithes montrent un angle antéroventral nettement plus émoussé que chez l'espèce actuelle *D. quadrifaculatus*, dont nous illustrons ici une série d'otolithes (pl. 3, fig. 1-4). On connaît cependant déjà au Pliocène, notamment dans les Sables d'Asti de Montaldo Roero, des spécimens (pl. 3, fig. 5-8) possédant un angle antéroventral quasi aussi saillant que dans les spécimens actuels. C'est la raison pour laquelle nous croyons que toutes ces populations fossiles sont très proches, voire même identiques à l'espèce actuelle.

Genre *Lesueurigobius* Whitley, 1950

Pl. 2, fig. 1-12

Le genre *Lesueurigobius* est représenté dans notre échantillon par deux espèces, *L. friesii* et *L. suerii*, qui toutes deux abondent sur les côtes nord

Planche 3

Fig. 1-4 - *Deltentosteus quadrifaculatus* Valenciennes, 1837

G; 1-4 = actuel, 1 = localité inconnue (IRSNB, coll. Chaîne),
2-4 = Méditerranée, au large de Cassis (coll. IRSNB).

Fig. 5-12 - *Deltentosteus* aff. *quadrifaculatus* Valenciennes, 1837

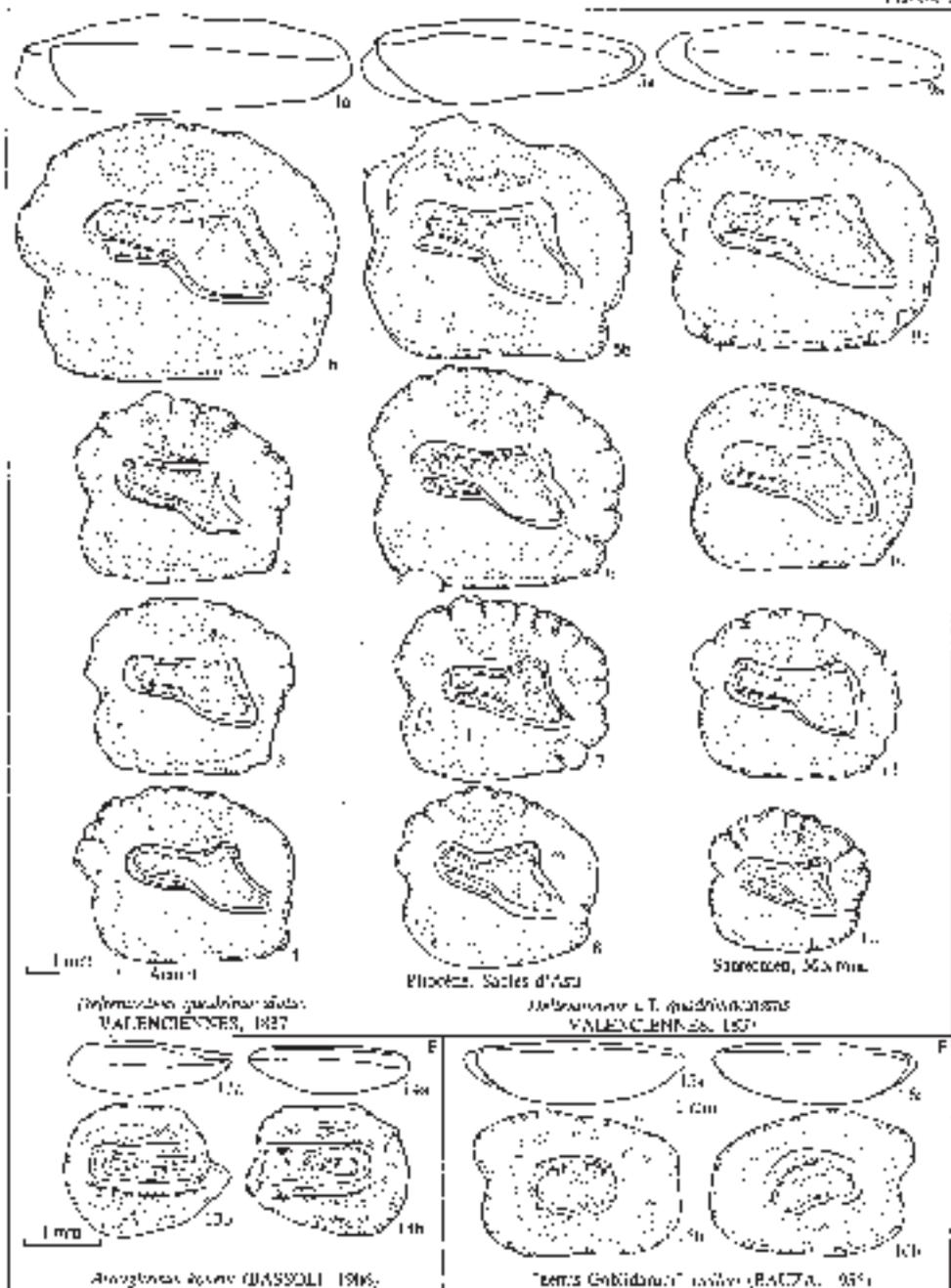
G; 5-8 = Pliocène, Sables d'Asti, Montaldo Roero (IRSNB P 6268-6271);
9-12 = Morrone, couche C (IRSNB P 6272-6275).

Fig. 13-14 - *Arnoglossus kokeni* (Bassoli, 1906)

13 = G, 14 = D, Morrone, couche C (IRSNB P 6276-6277).

Fig. 15-16 - "genus Gobiidarum" *weileri* (Bauza, 1955)

15 = G, 16 = D, Morrone, couche C (IRSNB P 6278).



de la Méditerranée. Pour chacune de ces espèces, nous avons examiné une grande série d'otolithes actuelles provenant de la Mer Ionienne. Cela nous a permis d'apercevoir une différence constante dans leur cauda. Chez la plupart des Gobiidés on remarque près de la crista inferior caudale une sorte de bourrelet qui est en fait une crête colliculaire enflée. Chez *L. suerii*, cette enflure prend de très fortes proportions, réduisant fortement la largeur de la partie profonde de la cauda. Chez *L. friesii*, ce bourrelet est peu développé, laissant ainsi la place pour une large cauda, peu resserrée à sa jonction avec l'ostium. Ces deux types de cauda ont été observés dans notre matériel fossile, permettant ainsi de conclure à la coexistence des deux espèces dans l'association de Morrone.

Arnoglossus kokeni (Bassoli, 1906)
Pl. 3, fig. 13-14

Nous acceptons l'avis de Schwarzhans (1999) qui met en synonymie *Arnoglossus kokeni* du Tortonien et *Arnoglossus bauzai* Sanz, 1950 du Pliocène méditerranéen. C'est sous ce dernier nom que l'on trouve la plupart des citations de cette espèce.

Planche 4

Fig. 1-6 - *Buglossidium luteum* (Risso, 1810)

1, 2, 5 = G; 3, 4, 6 = D; 1-4 = actuel, Mer du Nord (coll. IRSNB);
5-6 = Morrone, couche C (IRSNB P 6280-6281).

Fig. 7-14 - *Microchirus ocellatus* (Linnaeus, 1758)

7- 11 = G; 12-14 = D; 7 = Morrone, couche C (IRSNB P 6282);
8-14 = actuel, localité inconnue (coll. Chaine, IRSNB)

Fig. 15-17 - *Blennius ocellaris* Linnaeus, 1758

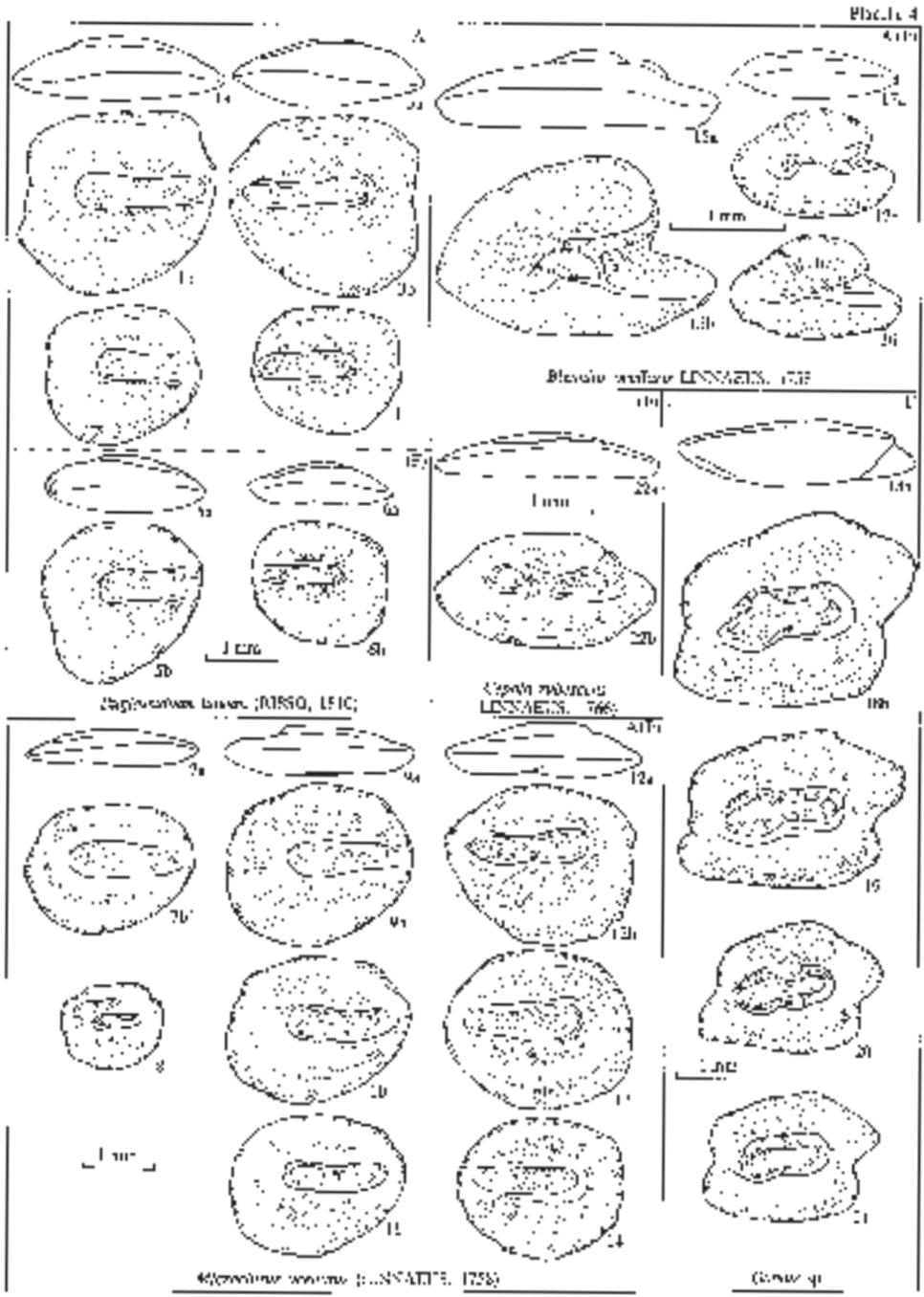
G, 15 = actuel, Mer d'Irlande (coll. IRSNB); 16 = actuel, Mer Ionienne (coll. Girone); 17 = Morrone, couche C (IRSNB P 6283).

Fig. 18-21 - *Gobius* sp.

D, Morrone, couche C (IRSNB P 6284-6287).

Fig. 22 - *Cepola rubescens* (Linnaeus, 1766)

G, Morrone, couche C (IRSNB P 6289).



CONCLUSIONS

Le gisement de Morrone a fourni des otolithes de 22 taxa de Téléostéens. Avant d'entamer l'analyse de cette faunule, une observation préliminaire s'impose: en parcourant le tableau 1, on est surpris par le fait que dix des taxa représentés ne le sont que par un seul exemplaire. Si l'on décompte encore tous les taxa représentés par moins de cinq spécimens, il ne reste plus que 5 taxa (tous des Gobiidés) qui quantitativement représentent 92 % de l'assemblage. Il s'agit donc d'une association dominée par les Gobiidés, avec ajout d'autres poissons, essentiellement de milieu néritique, qui restent très rares dans l'association.

Le grand nombre de taxa qui ne sont représentés que par un seul exemplaire démontre avant tout qu'un échantillonnage de taille beaucoup plus importante ajouterait sans doute encore un bon nombre de taxa à la liste faunique. Ce qui nous a retenu de pousser plus loin notre échantillonnage est la quantité imposante de résidu coquillier retenu après tamisage: 100 kg de sédiment de la couche C, tamisé sur mailles de 0,75 mm, laissent un résidu d'au moins 30 kg, très laborieux à trier. Pour allonger significativement la liste, il faudrait tamiser un poids de 500 à 1000 kg de sédiment ce qui donnerait alors 150 à 300 kg de résidu. Nous estimons que le triage d'une telle quantité de résidu relève plutôt de la thérapie d'occupation que de la recherche scientifique. Le résultat envisagé ne ferait d'ailleurs que confirmer qu'il s'agit d'une association dominée par des Gobiidés, avec ajout d'une liste (allongée alors) de poissons néritiques.

Parmi les 22 taxa découverts, 18 ont pu être désignés de façon nominale. Deux (=11%) de ces espèces nominales, "genus Gobiidarum" *weileri* et *Arnoglossus kokeni*, sont fossiles et existent en Méditerranée, respectivement depuis le Zanclien et le Tortonien. Des seize espèces actuelles (= 89%), quinze (83%) existent encore dans la Méditerranée actuelle. Il est à noter que la répartition méditerranéenne actuelle de cinq taxa (*Blenius ocellaris*, *Aphya*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Lesueurigobius friesii* et *Lesueurigobius suerii*) est restreinte au domaine côtier septentrional, ce qui suggère des températures des eaux superficielles comparables aux actuelles du domaine nord méditerranéen. Nolf *et al.* (1998, fig. 3) ont exprimé en pourcentages l'importance que prennent respectivement les espèces actuelles et fossiles dans la composition de la faune du Zanclien (otolithes de 105 espèces de Téléostéens connues en Méditerranée). On constate les modifications suivantes du Zanclien au Santernien:

- le nombre des espèces fossiles est réduit de 32% à 11%
- le nombre des espèces actuelles augmente de 68% à 89%

On notera encore qu'au Zanlien, ce pourcentage de 68% d'espèces actuelles se partage en 50% d'espèces vivant encore dans la Méditerranée actuelle et 18% d'espèces vivant aujourd'hui en dehors de la Méditerranée. Ce dernier groupe est surtout constitué de poissons franchement océaniques, un groupe écologique qui n'est guère représenté à Morrona où les dépôts et la faune témoignent d'un milieu marin néritique abrité, peu exposé au domaine océanique. Les seuls éléments océaniques ou pélagiques que l'on connaît dans l'association de Morrona sont trois otolithes de Myctophidés, une otolithe de *Bregmaceros* et deux otolithes d'*Aphya*. Il est remarquable que dans ces éléments, qui quantitativement représentent à peine 2% de l'association, on trouve deux taxa (*Diaphus* aff. *splendidus* et le genre *Bregmaceros*), qui aujourd'hui ne vivent qu'en dehors de la Méditerranée. La présence d'espèces récentes ne vivant plus dans la Méditerranée actuelle caractérise d'ailleurs aussi les faunes ichthyologiques d'eau profonde du Pleistocène d'Italie méridionale, dont l'étude est en cours (A. Girone, données inédites). Pour autant que l'on puisse conclure sur la base de données aussi restreintes que celles du Santernien de Morrona, il apparaîtrait donc que la faune littorale du Pleistocène ancien de la Méditerranée se rapprocherait davantage de la faune actuelle, tandis que la faune d'eau profonde gardait encore à cette époque un caractère plus franchement océanique, comme au Pliocène.

REMERCIEMENTS

Nous avons le plaisir d'adresser nos plus vifs remerciements à W. Landini (Pisa) qui nous a guidé sur le terrain lors d'une première visite à Morrona en 1978; à P. Hoffman, pour la mise au net des planches, et à J. Godefroid et E. Steurbaut pour leur critique du texte.

BIBLIOGRAPHIE

- ARUTA L., GRECO A., 1980 – Otoliti dell'Emiliano di località Olivella (Palermo) e del Pliocene superiore di Contrada Pipitone (Agrigento) (Sicilia occidentale). *Naturalista siciliano*, **4** (3-4): 101-117.
- BERGGREN W.A., KENT D., SCHWISHER C., AUBRY M.P., 1995 – A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication, **54**: 129-212.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., MENESINI E., NENCINI C., SALVATORINI G., UGHI R., 1981 – Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche

- di Casciana Terme. *In* IX Convegno della Società Paleontologica Italiana. Pacini, Pisa, pp. 91-120.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 1996 – Otolithes de myctophidés (poissons téléostéens) des terrains tertiaires d'Europe: révision des genres *Benthoosema*, *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., sous presse – *Diaphus* otoliths from the European Neogene (Myctophidae, Teleostei). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, **69**.
- LANDINI W., MENESINI E., 1988 – The *Bregmaceros* (teleost fish) extinction in the Mediterranean Basin. *Modern Geology*, **13**: 149-158.
- LANDINI W., VAROLA A., 1983 – L'ittiofauna del Pleistocene inferiore di Matera. *Thalassia Salentina*, **13**: 15-49.
- NOLF D., 1985 – Otolithi Piscium. *In* H.P. SCHULTZE (ed.). *Handbook of Paleichthyology*, **10**. Fischer, Stuttgart et New York, pp.1-145.
- NOLF D., CAPPETTA H., 1989 – Otolithes de poissons pliocènes du Sud-Est de la France. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, **58** (1988): 209-271.
- NOLF D., CAVALLO O., 1995 – Otolithes de poissons du Pliocène Inférieur de Monticello d'Alba (Piémont, Italie). *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, **15** (1994): 11-40.
- NOLF D., MANE R., LOPEZ A., 1998 – Otolithes de poissons du Pliocène inférieur de Papiol, près de Barcelone. *Palaeovertebrata*, **27** (1-2): 1-17.
- PASINI G., COLALONGO M.L., 1994 – Proposal for the erection of the Santeranian/Emilian boundary-stratotype (Lower Pleistocene) and new data on the Pliocene/Pleistocene boundary-stratotype. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **33** (1): 101-120.
- RIO D., SPROVIERI R., THUNELL R., 1991 – Pliocene-lower Pleistocene chronostratigraphy: A re-evaluation of Mediterranean type sections. *Geological Society of America Bulletin*, **103**: 1049-1058.
- RUGGIERI G., SPROVIERI R., 1975 – La definizione dello stratotipo del Piano Siciliano e le sue conseguenze. *Rivista Mineraria Siciliana*, **26**: 8-14.
- SCHWARZHANS W., 1999 – A comparative morphological treatise of Recent and fossil otoliths of the order Pleuronectiformes. *Piscium Catalogus: Part Otolithi Piscium*, **2**: 1-391.
- VAI G.B., 1993 – Revisione critico-storica dei piani marini del Quaternario. Bologna, 143 pp.
- VAN COUVERING J.A., 1995 – Setting Pleistocene marine stages. *Geotimes*, march 1995: 10-11.
- WEILER W., 1971 – Fisch-Otolithen aus dem Jungtertiär Süd-Siziliens. *Senckenbergiana Lethaea*, **52** (1): 5-37.