

JEAN GAUDANT<sup>1</sup> - ORESTE CAVALLO<sup>2</sup> - MARIE-DENISE COURME-RAULT<sup>3</sup>  
ELIANA FORNACIARI<sup>4</sup> - AGNÈS LAURIAT-RAGE<sup>5</sup> - FRANCE DE LAPPARENT<sup>6</sup> - DIDIER MERLE<sup>7</sup>

## **PALEONTOLOGIE DES MARNES TORTONIENNES AFFLEURANT DANS LE LIT DU TANARO, PRES D'ALBA (Piémont, Italie)**

*ABSTRACT - Palaeontology of the Tortonian marls outcropping in the bed of the Tanaro river, near Alba (Piedmont, Italy).*

During field work made by the museum "F. Eusebio" in the marls of Tortonian age outcropping in the bed of the Tanaro river, near Alba, a rich material of fish articulated skeletons was collected. Additionally, the skeleton of a marine turtle, some echinoderms and molluscs were also found. The study of the nannoplankton has made possible a precise age determination of the fossiliferous strata. Myctophids are, together with Clupeids, the main components of the fish fauna. This association is indicative of an environment of moderate depth which was probably less than 200 metres, as confirmed by the study of the malacofauna. The predominance of the mesopelagical components in the fish fauna was probably produced by marine currents which are supposed to have been active in the western part of the Paduan gulf.

**KEY WORDS** - Fishes, Teleosts, Chelonians, Molluscs, Tortonian, Piedmont, Italy.

---

<sup>1</sup> 17, rue du Docteur Magnan - F-75013 Paris, France (UMR 5143 du CNRS).

<sup>2</sup> Civico Museo Archeologico e di Scienze Naturali, via Vitt. Emanuele 19 - I-12051 Alba (CN), Italia. E-mail: museo@comune.alba.cn.it

<sup>3</sup> 6, rue Porte vendomoise - F-45190 Beaugency, France. mdcourme@free.fr

<sup>4</sup> Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università di Padova, via Giotto 1 - I- 35137 Padova, Italia. E-mail: eliana.fornaciari@unipd.it

<sup>5</sup> Département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, C.P. 38, 8 rue Buffon - F-75231 Paris Cedex 05 (UMR 5143 du CNRS). E-mail: alaurage@mnhn.fr

<sup>6</sup> Département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, Paléobiodiversité, C.P. 38, 8 rue Buffon - F-75231 Paris Cedex 05 (UMR 5143 du CNRS). E-mail: fdelap@mnhn.fr

<sup>7</sup> Département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, C.P. 38, 8 rue Buffon - F-75231 Paris Cedex 05 (UMR 5143 du CNRS). E-mail: dmerle@mnhn.fr

**RIASSUNTO** - *Paleontologia delle marne tortoniane affioranti nel letto del Tanaro, presso Alba (Piemonte, Italia).*

Le ricerche paleontologiche effettuate dal Museo "F. Eusebio" nelle marne tortoniane affioranti nel letto del Tanaro presso Alba hanno permesso di raccogliere una ricca ittiofauna, fossilizzata sotto forma di scheletri in connessione, accompagnata dallo scheletro di una tartaruga marina, da echinodermi e da molluschi. L'età dei sedimenti è stata determinata mediante lo studio del nannoplancton. L'ittiofauna risulta costituita principalmente da Myctophidae e da Clupeidae. Tale associazione indica un ambiente di profondità modesta, molto probabilmente inferiore a 200 metri, come è confermato dall'esame della malacofauna. La predominanza dei costituenti mesopelagici è probabilmente il risultato dell'azione di correnti marine che dovevano essere attive nell'estremità occidentale del Golfo Padano.

**RESUME** - Les recherches paléontologiques réalisées par le musée "F. Eusebio" dans les marnes tortoniennes qui affleurent aux environs d'Alba, dans le lit du Tanaro, ont permis la récolte d'une riche ichthyofaune fossilisée sous forme de squelettes en connexion. S'y ajoutent le squelette d'une tortue marine, des échinodermes et des mollusques. L'âge de ces dépôts a été déterminé grâce à l'étude du nannoplancton. L'ichthyofaune est principalement constituée de Myctophidae et de Clupeidae. Cette association indique un milieu de profondeur modérée, très probablement inférieure à 200 mètres, ce que confirme l'étude de la malacofaune. La prédominance des composants mésopélagiques est probablement le résultat de l'action de courants marins qui devaient être actifs près de l'extrémité occidentale du golfe du Pô.

## INTRODUCTION (O. C.)

Aux environs d'Alba, et plus précisément sur le territoire des communes d'Alba et de Roddi (fig. 1) et jusqu'à plusieurs kilomètres en aval d'Alba, le lit du fleuve Tanaro est creusé dans la formation géologique des «Marnes de Sant'Agata Fossili», d'âge tortonien. Alors que, dans un passé désormais lointain, cailloutis, graviers et sables d'origine alpine recouvraient presque complètement le lit du fleuve, la forte demande en matériaux de construction a provoqué à une époque récente des extractions massives qui ont eu pour conséquence la mise à nu des couches géologiques sous-jacentes. Ce fait a rendu possible la découverte de divers niveaux fossilifères et en a beaucoup facilité l'exploration (fig. 2). Malheu-

reusement, il s'en est suivi une sensible augmentation de la vitesse du courant et donc de sa puissance érosive qui, en quelques années, a entraîné une destruction notable des couches fossilifères.

Tout le long de la vingtaine de kilomètres du secteur fluvial défini ci-dessus, on rencontre plusieurs fois approximativement la même succession de sédiments, constituant une alternance de:

- couches de marnes massives dont la puissance varie d'un endroit à l'autre, mais souvent d'une dizaine à quelques dizaines de mètres, renfermant exclusivement des microfossiles (foraminifères et otolithes de poissons téléostéens) et de rares échinides (*Toxopatagus* sp., *Hemiaster* sp. et *Brissopsis* sp.) (Cavallo *et al.*, 1986, fig. 409 et 424-426);

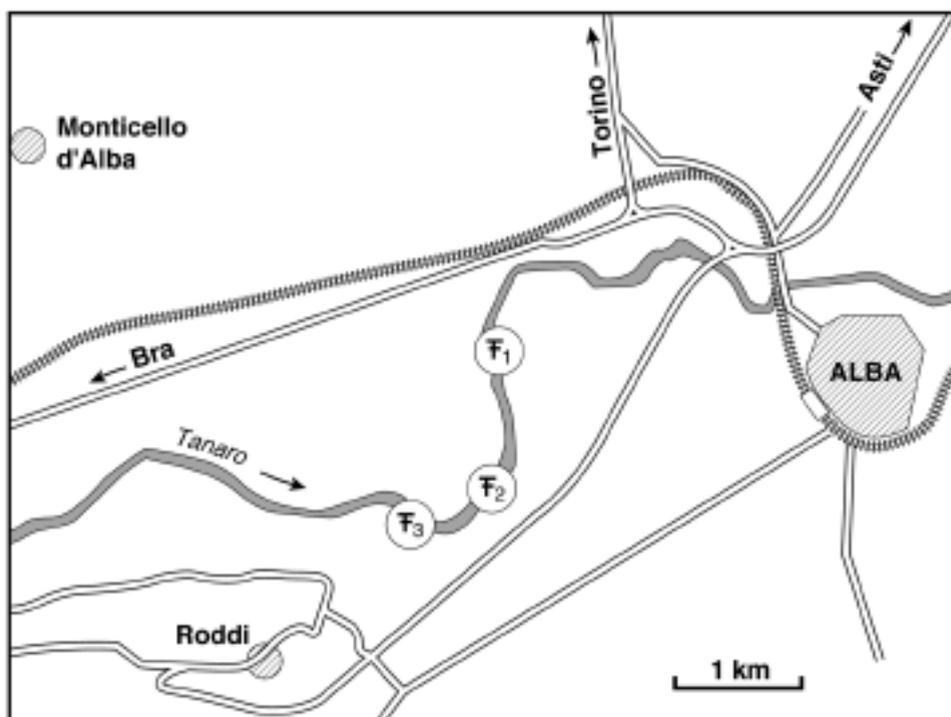


Fig. 1 - Carte de localisation des gisements fossilifères à poissons du Tortonien des environs d'Alba. F1 désigne le gisement principal; F2 est situé environ un kilomètre en amont du précédent; F3 est le gisement Ro<sub>2</sub>, situé sur le territoire de la commune de Roddi.

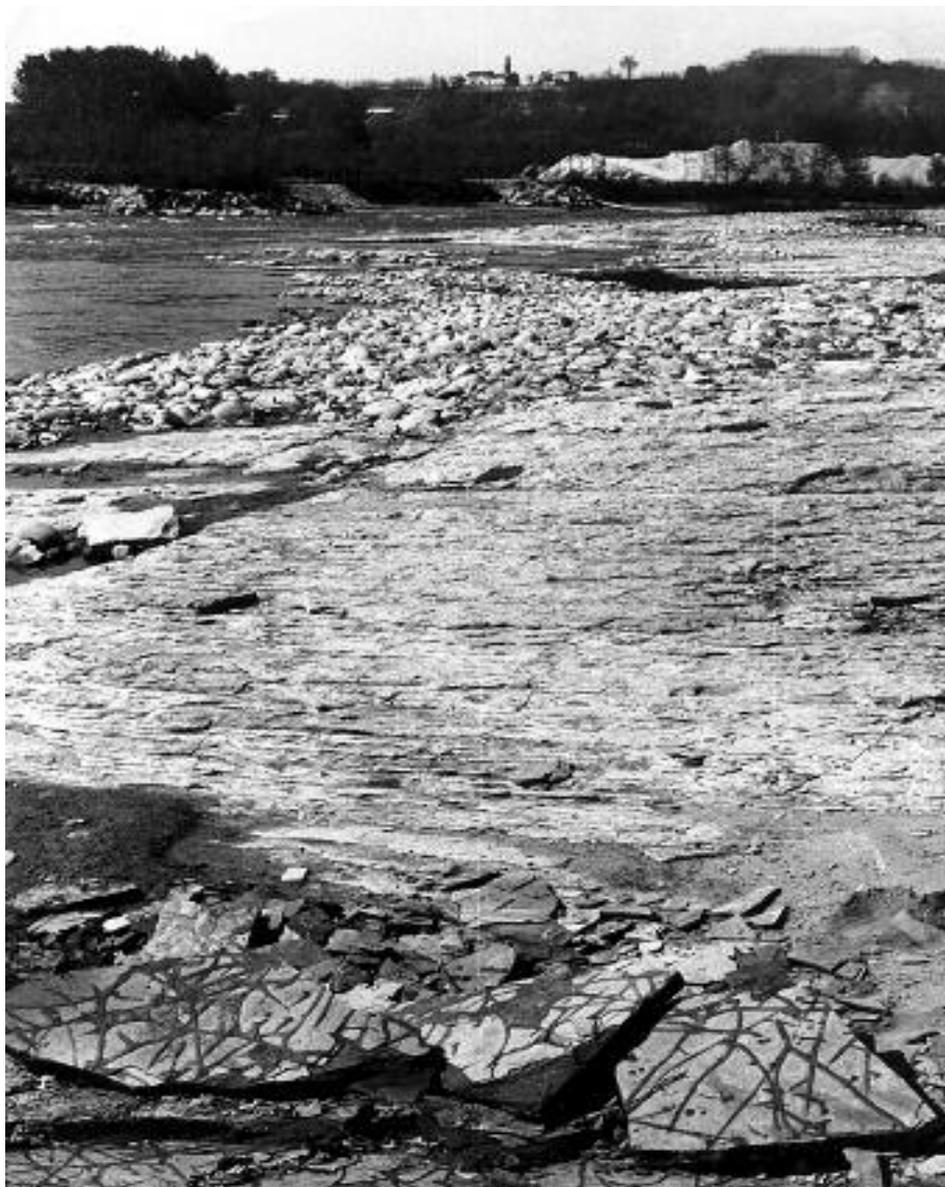


Fig. 2 - Vue du gisement principal de poissons fossiles tortoniens dans le lit du Tanaro, en amont d'Alba. Au premier plan est exposé un échantillon montrant de nombreux terriers d'organismes fousseurs. A l'horizon se profile l'église de Scaparoni (Cliché O. Cavallo).

- niveaux à lamination régulière, centimétrique et parfois millimétrique, d'une épaisseur totale de l'ordre du mètre, à surface parfaitement plane, plongeant de 6 à 8° vers le N-NW, conformément à la structure monoclinale des basses Langhe, qui caractérise la région.

A la surface de ce second faciès, il n'est pas rare de repérer des macrofossiles parfois remarquablement conservés. Les structures les plus communes sont les terriers d'organismes fouisseurs, malheureusement impossibles à déterminer (Cavallo *et al.*, 1986, fig. 179). Viennent ensuite les squelettes en connexion de poissons téléostéens, alors que les restes végétaux (empreintes de feuilles et fructifications de conifères) et les coquilles de gastéropodes et de bivalves sont rares, et que les restes de tortues, les «os de seiches» (*Sepia cf. craverii* Gastaldi, 1868), les empreintes d'astéries et d'ophiures (Cavallo *et al.*, 1986, fig. 411-412), les restes d'Anatifes et les dents de séliaciens: *Isurus hastalis* (Agassiz) (fig. 3) sont exceptionnels. Le patrimoine géologique à la fois le plus riche et le plus intéressant est certainement représenté par l'ichthyofaune qui peut être analysée à la fois par



Fig. 3 - Dent d'*Isurus hastalis* (Agassiz) provenant du Tortonien des environs d'Alba (Cliché O. Cavallo).

l'étude des squelettes en connexion et par celle des otolithes, recueillies par lavage. D. Nolf (*in litt.*) y a reconnu les espèces suivantes:

Famille Sternoptychidae:	<i>Polyipnus</i> sp.
Famille Myctophidae:	<i>Benthoosema fitchi</i> (Schwarzahans)
	<i>Benthoosema</i> aff. <i>glaciale</i> (Reinhardt)
	<i>Diaphus pedemontanus</i> (Robba)
	<i>Hygophum derthonensis</i> (Anfossi & Mosna)
	<i>Hygophum hygomi</i> (Lütken)
	<i>Lampadena gracile</i> (Schubert)
	<i>Lampanyctus latesulcatus</i> Nolf & Steurbaut
	<i>Lobiancha</i> aff. <i>dofleini</i> (Zugmayer)
	<i>Myctophum fitchi</i> (Schwarzahans)
	<i>Notoscopelus</i> sp.
	<i>Scopelopsis pliocenicus</i> (Anfossi & Mosna)
Famille Bregmacerotidae:	<i>Bregmaceros</i> sp.
Famille Macrouridae:	<i>Nezumia</i> aff. <i>sclerorhynchus</i> (Valenciennes)
Famille Melamphaidae:	<i>Scopelogadus</i> sp.

Nous nous consacrerons ici exclusivement à l'étude des squelettes en connexion dont la présence nous a été signalée pour la première fois en 1978 par feu Carlo Gallinari, qui était alors l'un des collaborateurs du Musée d'Alba. Cela sans négliger cependant l'étude de l'unique squelette de tortue et celle des mollusques associés. Les squelettes de poissons ont été récoltés par l'un de nous (O.C.) avec l'autorisation de la Soprintendenza Archeologica per il Piemonte, principalement pendant les deux dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle, et les plus beaux exemplaires ont bénéficié de la préparation diligente de Mario Macagno (1927- 2004), chercheur honoraire du Musée d'Alba, qui a parfois également participé aux fouilles.

Aucune étude systématique approfondie de ces restes n'avait encore été réalisée jusqu'à présent, seules des informations fragmentaires étant disponibles à ce jour (Cavallo *et al.*, 1986, tableau p. 171).

On notera que tout le matériel décrit dans le présent article est conservé dans les collections paléontologiques du Musée "Federico Eusebio" d'Alba.

## NANNOPLANCTON (E. F.)

Pour l'étude du nannoplancton, les frottis de trois échantillons sur lesquels sont fossilisés des restes squelettiques de poissons fossiles ont été

étudiés au microscope polarisant, au grossissement d'environ 1250×. Ils renferment de nombreux nannofossiles calcaires dont l'état de conservation varie de moyen à bon. L'un des échantillons contient principalement des formes remaniées de l'Eocène au Miocène inférieur. Dans les deux autres on a observé des associations semblables dans lesquelles dominent les placolithes et les hélicolithes associés à de rares discostérides. Une analyse quantitative a été réalisée pour rechercher des marqueurs zonaux. Un dénombrement portant sur au moins une centaine d'hélicolithes a montré la présence commune d'*Helicosphaera stalis* (20% dans chaque échantillon), une espèce qui est connue dans le Tortonien (de la zone MNN8b à la zone MNN11a de Fornaciari *et al.*, 1996 et Raffi *et al.*, 2003). *Reticulofenestra pseudoombilicus* est commune dans les deux échantillons. La présence de *Minylitha convallis*, rarissime dans l'un des échantillons, permet de proposer une attribution plus étroite correspondant à l'intervalle compris entre la partie supérieure de la zone MNN9 et le sommet de la zone MNN10, ce qui correspond, dans l'échelle standard de Martini (1971) à un intervalle allant du sommet de la zone NN9 au sommet de la zone NN10.

## FORAMINIFERES (M.-D. C.-R.)

Les foraminifères planctoniques sont peu abondants. Il a été possible d'en déterminer une vingtaine d'espèces appartenant à quatre genres:

- *Globigerinoides* gr. *trilobus* (Reuss), *G. obliquus extremus* (Bolli & Bermudez), *G. gr. ruber* (d'Orbigny), *G. bulloideus* Crescenti, *G. eamesi* Bolli, *G. bollii* Blow,
- *Globigerina nepenthes* Todd, *G. decoraperta* Takay & Saito, *G. bulloides* d'Orbigny, *G. quinqueloba* Natland, *G. falconensis* Blow, *G. foliata* Bolli,
- *Orbulina universa* d'Orbigny, *O. suturalis* Bronnimann,
- *Globorotalia acostaensis acostaensis* Blow, *G. humerosa* Takay & Saito, *G. scitula subscitula* Conato, *G. scitula scitula* (Brady), *G. menardii* Bolli, *G. praemargaritae* Sprovieri & Catalano, *G. plesiotumida* Blow & Banner.

Cette association caractérise la zone N17 de Blow qui correspond au Tortonien supérieur et à la majeure partie du Messinien (Berggren *et al.*, 1995).

Vingt-sept espèces de foraminifères benthiques ont été identifiées:

- *Anomalinoides helycinus* (Costa),
- *Bolivina reticulata* Hantken, *B. antiqua* d'Orbigny, *B. scalprata miocenica* Macfadyen,

- *Brizalina alata* (Seguenza), *B. arta* (Macfadyen), *B. dilatata* cf. *maxima* Cicha & Zaplet, *B. cf. spathulata* (Williamson),
- *Bulimina costata* d'Orbigny,
- *Cancris auriculus* (Fichtel & Moll), *C. oblongus* (Williamson),
- *Cassidulina laevigata* d'Orbigny,
- *Cibicidoides pseudoungerianus* (Cushman),
- *Dentalina filiformis* (d'Orbigny),
- *Globocassidulina subglobosa* (Brady),
- *Gyroidina orbicularis* d'Orbigny,
- *Heterolepa ungeriana* (d'Orbigny),
- *Hopkinsina cylindrica gaudryinoides* Lipparini,
- *Karreriella bradyi* (Cushman),
- *Lenticulina* sp.,
- *Martinotiella communis* (d'Orbigny),
- *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll),
- *Pleurostomella alternans* Schwager,
- *Pullenia quinqueloba* (Reuss),
- *Uvigerina peregrina* Cushman, *U. striatissima* Perconig,
- *Valvulineria complanata* (d'Orbigny).

Mis à part *Cibicidoides pseudoungerianus* (qui vit aussi dans des eaux plus profondes), il n'y a guère d'épiphytes dans cette association, ce qui suggère que l'eau était trop profonde pour ces espèces de faible profondeur.

Les Bulimines, Bolivines et Brizalines sont généralement des formes bathyales à littorales («nearshore»), qui indiquent des fonds à sédiments très fins, vaseux, et un environnement riche en matière organique. Certaines espèces supportent un déficit en oxygène sur le fond marin; *Brizalina spathulata* tolère à la fois un déficit en O<sub>2</sub> et un accroissement de la salinité.

En revanche, *Uvigerina peregrina* et *Bolivina reticulata* et les Agglutinés (*Karreriella bradyi* et *Martinotiella communis*) ne tolèrent pas de conditions stressantes de quelque nature que ce soit, et en particulier un déficit en O<sub>2</sub> et une salinité élevée, sinon elles migrent vers des milieux plus profonds.

*Valvulineria complanata* et *Bulimina costata* prolifèrent lorsque le déficit en O<sub>2</sub> est modéré et dans un milieu riche en nutriments. Alors que les Cassidulines supportent un faible accroissement de la salinité, les *Melonis*, *Pullenia*, *Cancris*, *Gyroidina* tolèrent des conditions légèrement suboxiques. Enfin, les Uvigerines préfèrent les eaux froides.

En conclusion, l'association des foraminifères benthiques identifiés dans le gisement suggère un milieu correspondant à un fond marin dont la profondeur pouvait être comprise entre 200 et 300 m, soumis à l'action de

courants véhiculant des eaux plus froides. Cette profondeur semble donc avoir été moindre que celle proposée par van der Zwaan (1982) pour la coupe de Sant'Agata qui sert de référence pour la «Formation des marnes de Sant'Agata Fossili».

## MOLLUSQUES (A. L.-R. et D. M.)

Les mollusques récoltés dans le cours du Tanaro aux environs d'Alba comprennent les formes suivantes:

### Gastéropodes:

*Xenophora* sp. (Pl. 1, fig. 1),

*Tonna* cf. *galea* (Linnaeus, 1758) (Pl. 1, fig. 2),

*Conus antediluvianus* Hwass in Bruguière, 1792 (Pl.1, fig. 4),

*Gemmula* sp.,

*Clio pyramidata* Linnaeus, 1767, forma *lanceolata* (Lesueur, 1813) (Pl. 1, fig. 3).

### Céphalopodes:

Argonautidae indet. (Pl. 1, fig. 5),

*Sepia* cf. *craverii* Gastaldi, 1868.

### Bivalves:

*Lentipecten denudatus* (Reuss, 1867) (Pl. 2, fig. 1-2),

*Palliolium* (*Lissochlamys*) *excisum* (Bronn, 1831),

*Ostrea* cf. *neglecta* Michelotti, 1847 (Pl. 2, fig. 3-4),

*Ostrea lamellosa* Brocchi, 1814 (Pl. 2, fig. 5-6),

Ostreidae indet.

Teredinidae indet.

*Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* (Olivi, 1792).

Bien qu'elle ne permette pas une datation précise du gisement, on notera que cette malacofaune caractérise bien un âge miocène. En effet, l'espèce *Lentipecten denudatus* est propre à cette période. Il en est de même pour *Ostrea neglecta*. Ces deux espèces sont abondantes dans le Miocène moyen et supérieur du Piémont (collines de Turin). *Ostrea lamellosa*, du Mio-Pliocène, et *Palliolium excisum*, connus du Néogène à l'Actuel, sont bien représentés au Néogène en Méditerranée. Enfin, *Conus antediluvianus* est une espèce néogène, alors que l'espèce actuelle *Tonna galea* est également connue depuis le Miocène.

D'un point de vue paléoécologique, la faune de gastéropodes ne contient aucun élément inféodé au milieu d'herbier et l'association étudiée comporte essentiellement des carnivores (*Tonna*, *Conus* et *Gemmula*) et des dépositivores (*Xenophora*). L'ensemble évoque plus un faciès biocénétique du circalittoral que de l'infralittoral. Quelques indications bathymétriques supplémentaires peuvent être apportées par *Tonna galea*. Cette espèce vit en effet entre 0 et 50 m de profondeur au Gabon (Bernard, 1984) et entre 0 et 80 m de profondeur au Brésil (Rios, 1975). Cette association pourrait donc avoir vécu entre 50 et 80 m, ce qui s'accorde avec les résultats relatifs aux bivalves.

D'autre part, on notera que, parmi les bivalves, l'espèce *Lentipecten denudatus*, qui est bien représentée dans le gisement, est une forme lisse de profondeur (Depéret & Roman, 1928) qui peut être attribuée à l'étage circalittoral. Cette espèce à valves isolées ou fossilisées par deux ou encore accumulées en petits amas indique un milieu de dépôt calme, de même que l'unique spécimen de *Palliolum excisum*, représenté par ses deux valves. Une petite valve circulaire (15 mm de diamètre) d'un Ostreidae indéterminé est incluse dans le sédiment, associée à une valve de *Lentipecten denudatus* qui peut s'accorder avec ce type de faciès circalittoral, ainsi que *Corbula gibba*.

*Ostrea lamellosa* (tout comme l'espèce actuelle *Ostrea edulis* du même groupe), représenté par une belle valve gauche isolée, allongée, incomplète (environ 90 mm) caractérise l'infralittoral. Les petites huîtres, dont des stades jeunes d'*Ostrea* cf. *neglecta* (Sacco, 1897) fixés sur des végétaux flottés et/ou des feuilles de posidonies (Sturani & Sampò, 1973), sont également issues de l'étage infralittoral.

L'étude de la malacofaune permet donc de distinguer deux apports de profondeurs différentes dans le Tortonien du Tanaro, ce qui laisse supposer que des coulées de sédiments ont entraîné des formes littorales (y com-

---

## Planche 1

Fig. 1 - *Xenophora* sp. - Echelle 10 mm.

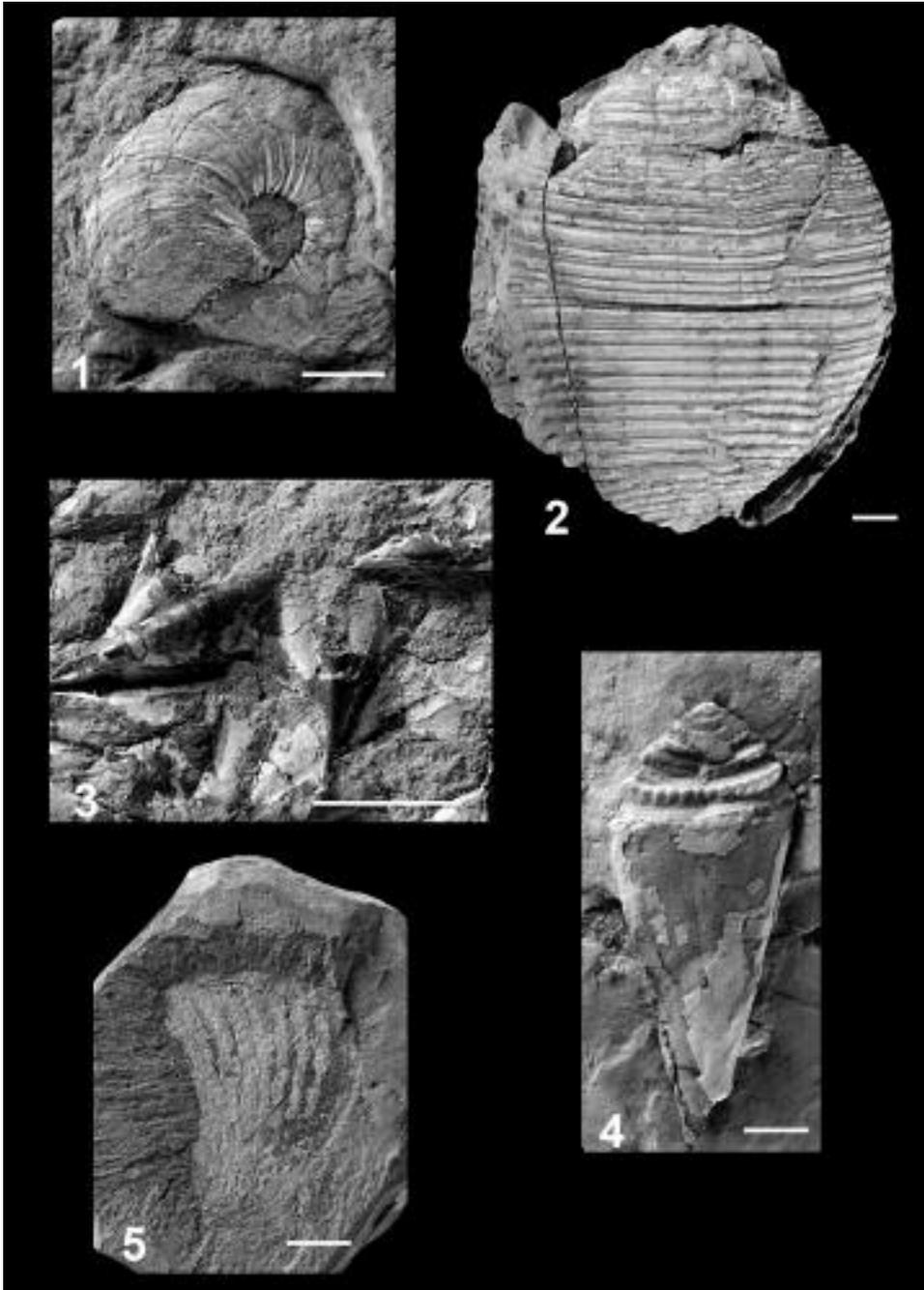
Fig. 2 - *Tonna* cf. *galea* (Linnaeus, 1758) - Echelle 10 mm.

Fig. 3 - *Clio pyramidata* Linnaeus, 1767, forma *lanceolata* (Lesueur, 1813) - Echelle 5 mm.

Fig. 4 - *Conus antediluvianus* Hwass in Bruguière, 1792 - Echelle 10 mm.

Fig. 5 - Argonautidae indet. - Echelle 10 mm.

[Clichés Ph. Loubry]



pris des empreintes de feuilles d'angiospermes) à de plus grandes profondeurs. Par ailleurs, la présence dans le même échantillon à la fois de valves non séparées des mêmes spécimens de *Lentipecten denudatus* et de *Palliolium excisum* et de petites huîtres épiphytes indique que le dépôt s'est formé en milieu calme et sans doute peu oxygéné, comme en témoigne la bonne conservation des feuilles d'angiospermes.

Enfin, on ne peut manquer de comparer la malacofaune tortonienne des environs d'Alba avec celle du Messinien inférieur de Roddi, gisement géographiquement très proche, actuellement en cours d'étude qui, comme celui du Tanaro, renferme de petites huîtres fixées sur des restes végétaux.

POISSONS:  
DESCRIPTION ANATOMIQUE ET ETUDE SYSTEMATIQUE  
(J. G.)

Famille Clupeidae CUVIER, 1817  
Genre *Sardina* ? ANTIPA, 1906  
*Sardina* ? *crassa* (SAUVAGE, 1873)  
(Planche 3)

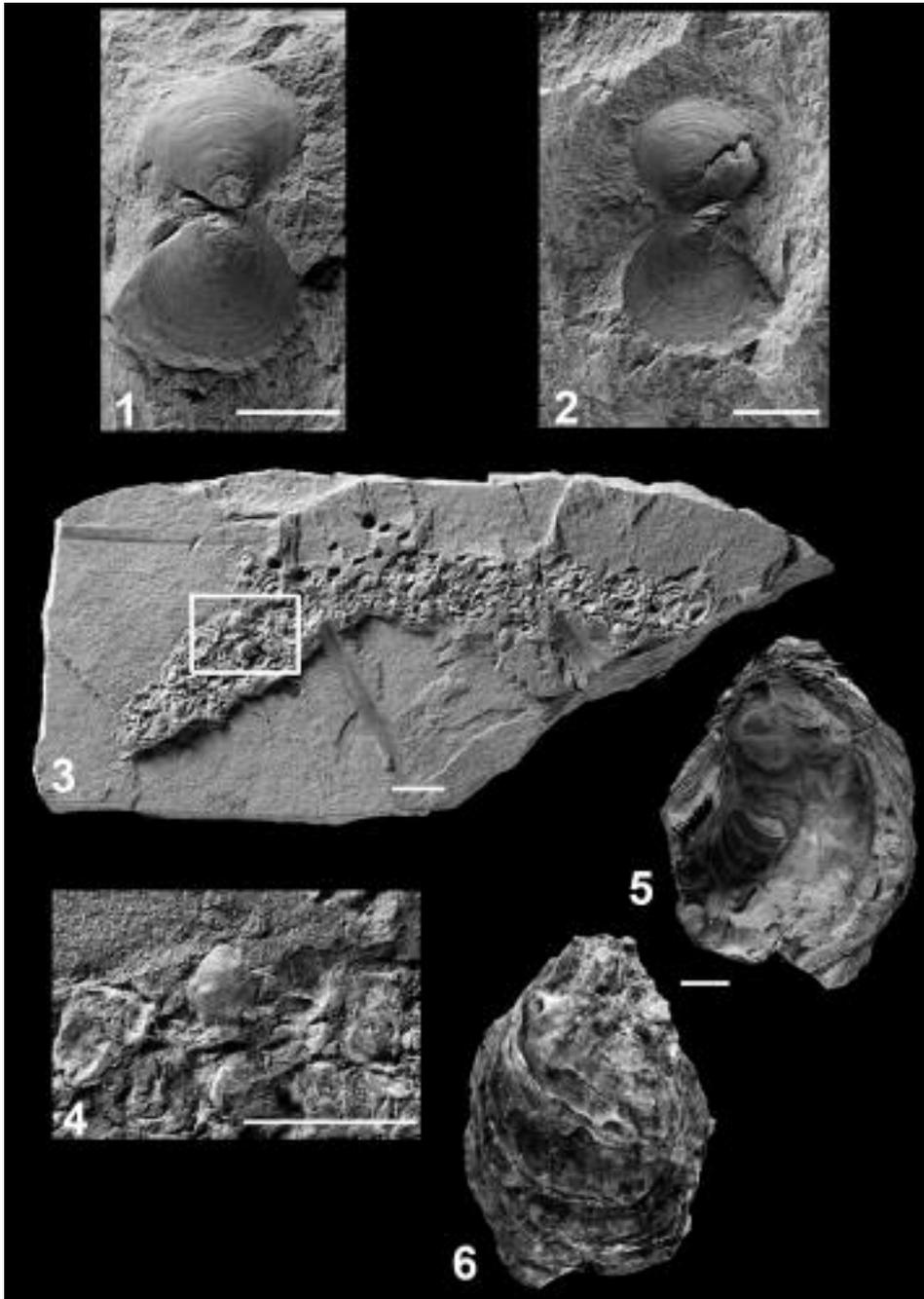
Cette espèce n'est représentée que par trois individus entiers, une tête et un certain nombre de fragments. Le spécimen le mieux conservé (Al-01) est pratiquement complet, à l'exception de l'extrémité distale de la nageoire caudale. Sa longueur standard égale 156 mm pour une hauteur maximale de 37 mm, ce qui équivaut à un peu moins du quart de la longueur standard. La tête mesure 44 mm; sa longueur est donc comprise 3,5 fois dans la longueur standard.

De la tête, on peut observer le toit crânien, l'orbite dont le diamètre horizontal égale le quart de la longueur de la tête, et les mâchoires, en particulier la mandibule dont l'articulation avec le crâne prend place peu en arrière de la verticale passant par le bord antérieur de l'orbite. On distingue

---

**Planche 2**

Fig. 1-2 - *Lentipecten denudatus* (Reuss, 1867) - Echelle 10 mm.  
Fig. 3-4 - *Ostrea* cf. *neglecta* Michelotti, 1847 - Echelle 10 mm.  
Fig. 5-6 - *Ostrea lamellosa* Brocchi, 1814 - Echelle 10 mm.  
[Clichés Ph. Loubry]



également le préopercule falciforme et l'opercule, quadrangulaire, dont le champ antéro-ventral est orné de plusieurs rides qui rayonnent à partir de l'angle antéro-dorsal de l'os.

Une tête isolée (Al-81) a également permis d'observer le préopercule et la région operculaire (Pl. 1, fig. 2). Le préopercule, falciforme, possède une branche inférieure courte, dont la longueur n'égale pas la moitié de celle de la branche ascendante. Le contour postéro-ventral de l'os est régulièrement arrondi, comme l'a montré Arambourg (1927, fig. 7). L'opercule, subrectangulaire, possède une région antéro-ventrale ornée de rides qui rayonnent à partir de l'extrémité supérieure du bord antérieur de l'os. Sa région dorsale est plus ou moins arrondie. Cette morphologie s'accorde parfaitement avec la description donnée par Arambourg (1927) d'après le matériel du Messinien d'Oranie. Au-dessous de l'opercule prend place le sousopercule, quadrangulaire, qui possède un processus articulaire bien développé. Sa hauteur égale approximativement le quart de celle de l'opercule.

La colonne vertébrale comporte 45 vertèbres, dont 15 constituent la région postabdominale. On dénombre environ 27 paires de côtes pleurales, longues et robustes dont, à l'exception des dernières, plus courtes, l'extrémité distale atteint le bord ventral de la région abdominale. Des côtes sternales s'articulent à leur extrémité. Elles supportent les écussons constituant la carène ventrale. Celle-ci en comporte une quinzaine entre les pectorales et les pelviennes et une douzaine en arrière de celles-ci.

Des epineuralia sont présents au-dessus des centra vertébraux tout le long de la colonne vertébrale. Des epipleuralia leur correspondent dans la région postabdominale.

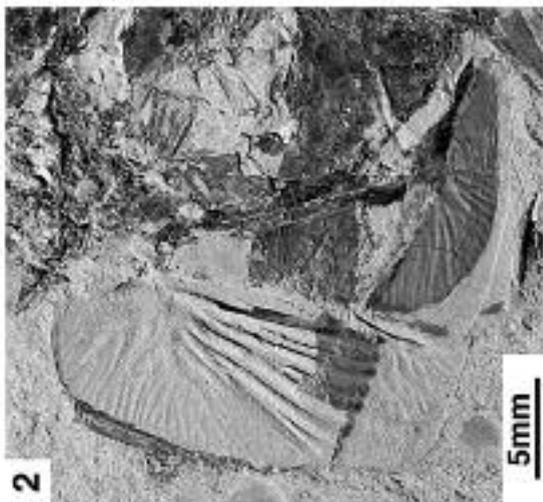
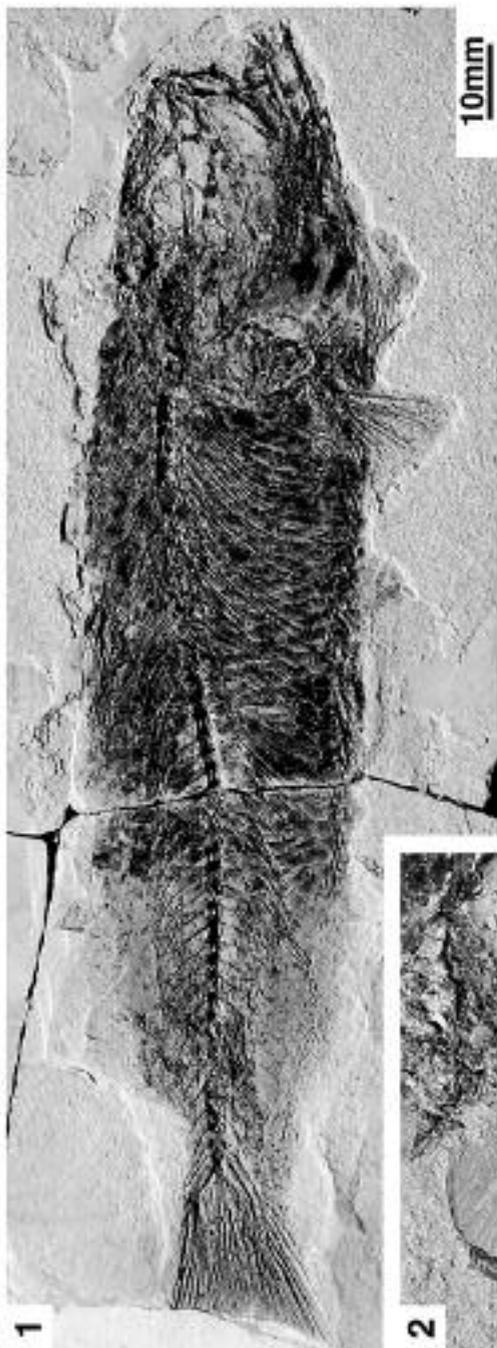
La nageoire caudale est fourchue. Il n'a pas été possible d'en déterminer la composition.

La nageoire dorsale est insérée un peu en avant de la moitié de la longueur du corps, mesurée de la pointe du museau au bord postérieur des hypuraux, la distance antédorsale égalant 47% de la longueur standard. Il n'a pas été possible de déterminer sa composition.

La nageoire anale occupe une position très reculée, la distance antéanale égalant environ 80% de la longueur standard. Elle semble avoir comporté une quinzaine de rayons courts soutenus par un endosquelette qui comprenait au moins 12 axonostes proximaux.

Les nageoires pectorales, insérées en position basse sur le flanc, sont de taille modérée. Leur composition n'a pas pu être déterminée.

Les nageoires pelviennes, de petite taille, sont insérées sous la moitié postérieure de la nageoire dorsale et un peu plus près de la base des pectorales que de l'origine de l'anale.



**Planche 3**

Fig. 1 - *Sardina ? crassa* (Sauvage, 1873). Vue générale du spécimen Al-01.

Fig. 2 - *Sardina ? crassa* (Sauvage, 1873). Région operculaire du spécimen Al-81. [Clichés D. Serrette]

Le corps est couvert d'écaillés cycloïdes dont le bord postérieur est arrondi. Leur surface est ornée de sillons.

Une carène est présente sur le bord ventral de la cavité abdominale. On dénombre au moins une douzaine d'écussons entre les nageoires pectorales et pelviennes et environ une dizaine en arrière de celles-ci.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

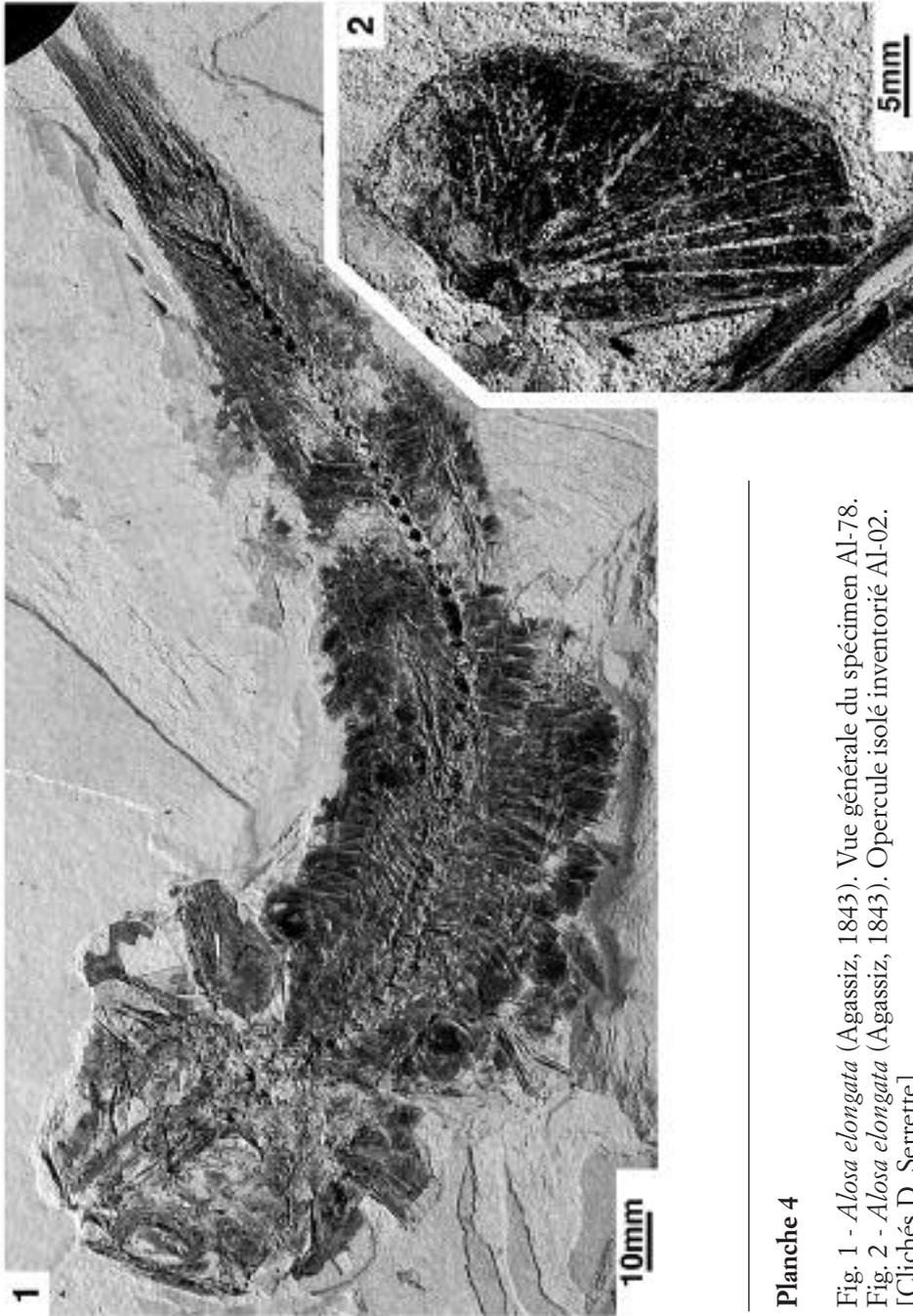
A ce jour, l'espèce *Sardina ? crassa* (Sauvage), qui est déjà présente dans le Serravallien de Chypre (Gaudant *et al.*, 2000), n'avait été identifiée que dans deux gisements d'âge tortonien: dans le bassin de Ierapetra (Crète) (Gaudant, 2004) et dans l'île de Gavdos (Grèce) (Gaudant *et al.*, 2005).

Elle est largement répandue dans le Messinien préévaporitique: au Maroc (bassin de Melilla-Nador) (Gaudant *et al.*, 1994b), en Algérie (Oran, Sig et Murdjadjo) (Arambourg, 1927; Gaudant *et al.*, 1997b), en Espagne (Lorca, Campos del Río, Columbares et Hurchillo) (Gaudant *et al.*, 1994a; Gaudant, 1995a, 1995b; Gaudant *et al.*, 2001), en Italie (Bessima) (Leonardi, 1959) et en Crète (Mires) (Gaudant *et al.*, 1997a).

Genre *Alosa* LINCK, 1790  
*Alosa elongata* AGASSIZ, 1843  
(Planche 4)

Cette espèce, qui est abondante dans le matériel récolté dans le Tortonien des environs d'Alba, y est principalement représentée par des fragments d'individus de grande taille. Nous avons cependant dénombré 18 spécimens pratiquement complets dont la longueur standard varie généralement de 125 à 260 mm, bien qu'un individu dont la partie antérieure du corps manque, témoigne de la présence de spécimens dont la longueur standard pouvait atteindre environ 320 mm.

Comme le montre le spécimen Al-78 (Pl. 4, fig. 1), le préopercule et l'opercule diffèrent sensiblement de ceux de l'espèce *Sardina ? crassa* (Sauvage). En effet, les deux branches du préopercule sont ici sensiblement plus larges. Plus caractéristique encore est l'opercule, comme le montre la pièce inventoriée Al-02 (Pl. 4, fig. 2). Cet os dont la hauteur égale 29 mm pour une largeur maximale de 17 mm, possède un bord inférieur étroit dont la largeur n'excède pas 10 mm. De ce fait, le bord postérieur de l'os est sensiblement basculé vers l'arrière. Le champ antéro-ventral de l'os est orné de 5 ou 6 rides qui divergent à partir d'un point situé au niveau de la fossette articulaire destinée à recevoir le processus opercularis de l'hyo-



**Planche 4**

Fig. 1 - *Alosa elongata* (Agassiz, 1843). Vue générale du spécimen AI-78.  
Fig. 2 - *Alosa elongata* (Agassiz, 1843). Opercule isolé inventorié AI-02.  
[Clichés D. Serrette]

mandibulaire. Un grand neurocrâne de Clupéiforme mesurant 47 mm de longueur, sur lequel s'observent les restes des bulles otiques, appartenait probablement à cette espèce.

Le corps est allongé, sa hauteur maximale étant comprise environ 5 à 5,5 fois dans la longueur standard. La colonne vertébrale comporte généralement 52 ou 53 vertèbres, dont 16 constituent la région postabdominale.

Des epineuralia sont présents tout le long de la colonne vertébrale au-dessus des centra vertébraux. Des epipleuralia leur font pendant dans la région postabdominale.

La nageoire caudale est profondément fourchue. Elle est formée de 19 rayons principaux dont 17 sont à la fois articulés et bifurqués. Dorsalement et ventralement prennent place environ cinq rayons marginaux.

La nageoire dorsale est insérée un peu en avant du milieu de la longueur du corps mesurée de la pointe du museau au bord postérieur des hypuraux, la distance antédorsale égalant 45 à 49% de la longueur standard. Elle se compose d'une quinzaine de rayons.

La nageoire anale prend place approximativement aux 4/5 de la longueur du corps. Elle comporte 15 ou 16 rayons.

Les nageoires pectorales, insérées en position basse sur le flanc, sont formées d'une quinzaine de rayons.

Les nageoires pelviennes, de petite taille, sont situées à mi-distance entre la base des pectorales et l'origine de l'anale. Elles comportent 8 ou 9 rayons.

Le corps est couvert d'écailles dont le bord postérieur est lacéré et dont la surface est ornée de ponctuations, principalement concentrées dans la région centrale.

Une carène est présente sur le bord ventral de la cavité abdominale. Il n'a toutefois pas été possible de déterminer le nombre des écussons qui la composent.

#### *Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Dans le Tortonien, cette espèce n'était connue jusqu'à présent que dans le gisement de Cobatillas (Espagne) (Gaudant, 1993). Elle est en revanche largement répandue dans le Messinien du bassin méditerranéen: en Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927), en Espagne (Lorca, Columbares et Hurchillo) (Gaudant, 1995a, 1995b; Gaudant *et al.*, 2001) et en Italie (Senigallia, Bessima et Masseria il Salto (d'Erasmus, 1930; Leonardi, 1959; Gaudant *et al.*, 1996).

Famille Gonostomatidae GILL, 1893  
Genre *Vinciguerria* JORDAN & EVERMANN, 1896  
*Vinciguerria* sp.  
(Planche 5, fig. 1)

Cette espèce est représentée par deux individus en double empreinte dont la longueur standard égale 63 mm. Comme le montre le spécimen inventorié Al-03, ces poissons possèdent un corps élancé dont la hauteur maximale, mesurée à l'avant de la nageoire dorsale, est comprise onze à douze fois dans la longueur standard. La tête, allongée, constitue un peu moins du quart de la longueur standard. Elle est caractérisée par sa longue ouverture buccale, l'articulation de la mandibule avec le crâne prenant place en arrière de la verticale passant par le bord postérieur de l'orbite.

La colonne vertébrale comporte une quarantaine de vertèbres, dont 22 postabdominales.

La nageoire caudale, fourchue, a une longueur comprise environ 4,5 fois dans la longueur standard.

La nageoire dorsale, insérée un peu en arrière du milieu de la longueur du corps, mesurée de la pointe du museau au bord postérieur des hypuraux, est constituée d'au moins 13 rayons dont la longueur des plus grands excède légèrement la hauteur maximale du corps.

La nageoire anale, qui débute au-dessous de la partie postérieure de la nageoire dorsale, est très imparfaitement connue, seuls les cinq axonostes proximaux antérieurs et la base de ses premiers rayons étant fossilisés.

Une nageoire pectorale est observable sur le spécimen Al-80. Insérée en position basse sur le flanc, elle est assez grande puisque l'extrémité distale de ses plus grands rayons atteint presque la base des pelviennes.

Les nageoires pelviennes sont situées sensiblement plus près de l'origine de l'anale que de la base des pectorales. Leur longueur égale approximativement les 2/3 de la distance séparant leur base de l'origine de l'anale.

Aucune trace d'écailles n'est visible dans le sédiment.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Jusqu'à présent, ce genre était inconnu dans le Miocène supérieur du bassin méditerranéen.

Famille Paralepididae GILL, 1872  
Genre *Paralepis* CUVIER, 1817  
*Paralepis albyi* (SAUVAGE, 1870)  
(Planche 5, fig. 2)

Deux spécimens fragmentaires réduits à une tête et à l'avant d'un tronc témoignent de la présence de cette espèce dans le Tortonien des environs d'Alba. La tête du premier spécimen (Al-04) a une longueur de 53 mm, ce qui correspond à une longueur standard d'environ 200 mm, pour une hauteur du corps égalant 21 mm. La tête est caractérisée par l'allongement du museau et par le fort développement de la mandibule dont la longueur égale 57% de la longueur de la tête. Seules subsistent 27 vertèbres abdominales. On remarque au-dessus de la colonne vertébrale la présence d'os intermusculaires robustes. Les côtes pleurales sont grêles et relativement courtes puisque leur extrémité distale prend place un peu au-dessous du milieu de la hauteur de la cavité abdominale. Les nageoires pectorales paraissent avoir été de taille médiocre puisque leur longueur devait être inférieure à la hauteur maximale du corps. On y dénombre environ 9 rayons. Le corps est couvert d'écailles cycloïdes ornées de circuli concentriques dont la densité est d'environ 25 par millimètre.

Le second spécimen (Al-05) était sensiblement plus grand car la longueur de sa tête égale 75 mm, ce qui correspond à une longueur standard d'environ 300 mm.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Cette espèce était à ce jour inconnue dans le Tortonien du bassin méditerranéen. Elle est en revanche largement répandue dans le Messinien: en Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927), en Espagne (Nijar, Lorca et Columbares (de la Chapelle & Gaudant, 1987; Gaudant 1995a, 1995b), en Italie (Mondaino, Senigallia, Licata et Bessima (Bedini *et al.*, 1986; d'Erasmo, 1930; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959) et en Grèce (Gavdos) (Gaudant *et al.*, 2006).

---

**Planche 5**

Fig. 1 - *Vinciguerria* sp. Vue générale du spécimen Al-03.

Fig. 2 - *Paralepis albyi* (Sauvage, 1870). Vue générale du spécimen Al-04.

[Clichés D. Serrette]



Famille Myctophidae GILL, 1893  
Genre *Myctophum* (s. l.) RAFINESQUE  
*Myctophum licatae* (SAUVAGE, 1870)  
(Planche 6, fig. 1)

Cette espèce est la plus abondante dans le Tortonien des environs d'Alba puisque nous en avons dénombré 36 spécimens, soit 43,4% du nombre d'individus examinés.

L'individu le mieux conservé (Al-06) a une longueur standard de 58,5 mm pour une hauteur du corps qui, mesurée à l'avant de la nageoire dorsale, atteint 12 mm, ce qui représente un peu plus du sixième de la longueur du corps.

La tête, massive, constitue le tiers de la longueur du corps. Elle est caractérisée par le grand développement de sa cavité buccale, la longueur de la mandibule égalant les 3/4 de celle de la tête. Deux otolithes accolées, légèrement décalées l'une par rapport à l'autre, sont fossilisées *in situ*.

La colonne vertébrale est composée d'environ 33 vertèbres, dont 19 constituent la région postabdominale. Des epineuralia sont présents tout le long de la colonne vertébrale. Des epipleuralia s'observent dans la région postabdominale.

La nageoire caudale, fourchue, comporte 19 rayons principaux dont 17 à la fois articulés et bifurqués, en avant desquels prennent place, dorsalement et ventralement, quelques rayons marginaux.

La nageoire dorsale est insérée sensiblement en avant de la moitié du corps, mesurée de la pointe du museau au bord postérieur des hypuraux. Relativement grande, la longueur de son plus long rayon excède la hauteur maximale du corps. Composée d'une douzaine de rayons, elle débute par deux rayons courts en arrière desquels prennent place un long rayon articulé non bifurqué et 9 rayons à la fois articulés et bifurqués. Elle est soutenue par une dizaine d'axostotes proximaux longs et robustes qui s'intercalent assez profondément entre les neuropophyses vertébrales correspondantes.

---

## Planche 6

Fig. 1 - *Myctophum* (s. l.) *licatae* (Sauvage, 1870). Vue générale du spécimen Al-06.

Fig. 2 - *Myctophum* (s. l.) *dorsale* (Sauvage, 1870). Vue générale du spécimen Al-76.

[Clichés D. Serrette]



La nageoire anale débute sensiblement en arrière de la verticale passant par la base du dernier rayon de la dorsale. Elle comprend environ 14 rayons qui se décomposent en deux rayons courts, un long rayon articulé non bifurqué et 11 ou 12 rayons à la fois articulés et bifurqués. Son endosquelette comporte 11 axonostes proximaux dont les trois premiers sont les plus robustes.

Les nageoires pectorales, situées en position basse sur le flanc, sont de taille médiocre. Il n'a pas été possible d'en déterminer la composition.

Les nageoires pelviennes, grandes, sont insérées approximativement au tiers de la distance séparant la base des pectorales de l'origine de l'anale. Elles sont supportées par des os pelviens de grande taille dont l'extrémité proximale entre en contact avec le cleithrum. La longueur des pelviennes égale environ les 3/4 de la distance séparant leur base de l'origine de l'anale. On y a observé la présence d'un court rayon latéro-externe, d'un long rayon articulé et de 6 lépidotriches à la fois articulés et bifurqués.

Le corps était couvert d'écailles cycloïdes dont la surface est ornée de nombreux circuli dont la densité est d'environ 30 par millimètre. Aucune trace de photophore n'a été observée sur les écailles.

#### *Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Cette espèce a déjà été signalée dans le Tortonien de Ca' Materella, près de Faenza (Italie) (Corsi *et al.*, 1999), de Ierapetra et de Gavdos, en Grèce (Gaudant, 2004; Gaudant *et al.*, 2005). Elle est en outre présente dans un très grand nombre de gisements messiniens du bassin méditerranéen: en Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927), en Espagne (Nijar, Lorca, Columbares et Hurchillo) (de la Chapelle & Gaudant, 1987; Gaudant 1995a, 1995b; Gaudant *et al.*, 2001), en Italie (Mondaino, Senigallia, Licata, Besima et Masseria il Salto) (Bedini *et al.*, 1986; d'Erasmus, 1930; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959; Gaudant *et al.*, 1996), en Grèce (Mires et Gavdos) (Gaudant *et al.*, 1997a, 2006) et à Chypre (Merle *et al.*, 2002).

#### *Myctophum dorsale* (SAUVAGE, 1870) (Planche 6, fig. 2)

Cette espèce qui se distingue nettement de la précédente par la possession d'écailles sensiblement plus épaisses et par l'existence d'assez gros photophores, est beaucoup moins abondante que cette dernière puisque, avec 7 spécimens complets recensés, elle ne constitue que 8,4% du nombre d'individus recensés dans le gisement. Elle est représentée par des

individus dont la longueur standard varie de 35 à 72 mm. Leur corps, allongé, a une hauteur maximale égalant approximativement le quart de la longueur standard.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Apparemment inconnue à ce jour dans le Tortonien du bassin méditerranéen, cette espèce est en revanche assez largement représentée dans le Messinien: au Maroc (Melilla-Nador) (Gaudant *et al.*, 1994b), en Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927), en Espagne (Columbares et Hurchillo) (Gaudant, 1995b; Gaudant *et al.*, 2001), en Italie (Mondaino, Senigallia, Licata, Bessima et Masseria il Salto) (Bedini *et al.*, 1986; d'Erasmus, 1930; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959; Gaudant *et al.*, 1996), en Grèce (Mires et Gavdos) (Gaudant *et al.*, 1997a, 2006) et à Chypre (Pissouri) (Merle *et al.*, 2002).

Famille Belonidae BONAPARTE, 1837

Genre *Belone* CUVIER, 1817

*Belone* sp.

(Planche 7, fig. 1)

La présence du genre *Belone* Cuvier est indiquée par une tête incomplète en double empreinte (Al-07) à laquelle fait suite la partie antérieure de la région abdominale. La longueur de la tête égale 89 mm, ce qui indique une longueur standard qui devait être voisine de 300 mm. La hauteur du corps égale 20 mm. Un "bec" isolé (spécimen Al-16) ayant appartenu à un individu de taille comparable a également été recueilli. La longueur de sa mandibule égale 76 mm.

De la tête, les mâchoires, très longues, sont les mieux conservées. La mandibule, qui s'articule au-dessous de la moitié postérieure de l'orbite, a une longueur excédant les 3/4 de la longueur de la tête. Seule la moitié inférieure de l'orbite est observable en raison de la perte du neurocrâne. L'opercule, plus ou moins rectangulaire, est pratiquement aussi large que haut.

De la colonne vertébrale subsiste seulement une douzaine de vertèbres. Elles supportent ventralement une série de côtes pleurales grêles et relativement longues.

Une partie de la colonne vertébrale d'une proie ingérée est observable dans la cavité abdominale.

Les débris d'une nageoire pectorale, insérée à mi-flanc, sont visibles en arrière du cleithrum.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Inconnu à ce jour dans le Tortonien du bassin méditerranéen, le genre *Belone* Cuvier a en revanche été signalé dans plusieurs gisements messiniens: en Espagne (Campos del Río) (Gaudant *et al.*, 1994a) et en Italie (Mondaino, Licata et Masseria il Salto) (Bedini *et al.*, 1986; Arambourg, 1925; Gaudant *et al.*, 1996).

Famille Bregmacerotidae GILL, 1872  
Genre *Bregmaceros* THOMPSON 1840  
*Bregmaceros* cf. *albyi* (SAUVAGE, 1880)  
(Planche 7, fig. 2)

Le genre *Bregmaceros* Thompson n'est représenté dans le matériel étudié que par un seul individu incomplet en double empreinte inventorié AL-82, qui provient de prélèvements effectués environ 1 km en amont de l'affleurement principal. C'est un petit spécimen dont la région caudale manque. La longueur de la tête mesure 6 mm pour une hauteur du corps égale à 5 mm, ce qui correspond à une longueur standard estimée d'environ 36 mm.

L'état de conservation de la tête ne permet pas d'en donner une description détaillée. On y observe la présence d'une otolithe fossilisée *in situ*, visible par sa face externe. L'épine nuchale, longue et grêle, est présente. La région abdominale de la colonne vertébrale se compose d'une dizaine de vertèbres aux centra allongés. Les nageoires pectorales sont insérées en position haute sur le flanc, un peu au-dessous de la colonne vertébrale. Les nageoires pelviennes, très longues, sont insérées en position jugulaire. L'extrémité distale de leurs plus longs rayons atteint l'origine de l'anale. Les nageoires dorsale et anale, dont seule la partie antérieure est conservée, sont

---

**Planche 7**

Fig. 1 - *Belone* sp. Vue générale du spécimen AL-07.

Fig. 2 - *Bregmaceros* cf. *albyi* (Sauvage, 1880). Vue générale du spécimen AL-82.

[Clichés D. Serrette]



pratiquement opposées l'une à l'autre. Toutefois, l'origine de la nageoire dorsale est située légèrement en arrière de la verticale passant par l'origine de l'anale.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

L'espèce *Bregmaceros albyi* (Sauvage), dont la plus ancienne occurrence est connue dans le Serravallien de Chypre (Alassa) (Gaudant *et al.*, 2000), a déjà été signalée dans trois gisements tortoniens du bassin méditerranéen: à Malte (Pedley, 1978) et en Grèce (Ierapetra et Gavdos) (Gaudant, 2004; Gaudant *et al.*, 2005). En outre, le genre *Bregmaceros* Thompson a été identifié dans le Tortonien de Ca' Materella, près de Faenza (Italie) (Corsi *et al.*, 1999). Enfin l'espèce *Bregmaceros albyi* (Sauvage) possède une vaste répartition dans le Messinien: au Maroc (Melilla-Nador) (Gaudant *et al.*, 1994b), en Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927), en Espagne (Columbares) (Gaudant, 1995b), en Italie (Mondaino, Senigallia, Licata, Bessima et Masseria il Salto) (Bedini *et al.*, 1986; d'Erasmus, 1930; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959; Gaudant *et al.*, 1996) et en Grèce (Mires et Gavdos) (Gaudant *et al.*, 1997a, 2006).

Famille Gadidae RAFINESQUE, 1810  
Genre *Gadiculus* GUICHENOT, 1850  
*Gadiculus* sp.  
(Planche 8, fig. 1)

Nous rapportons au genre *Gadiculus* Guichenot un spécimen presque complet fossilisé en double empreinte dont la nageoire caudale manque et dont la tête est écrasée dorso-ventralement. Il est inventorié Al-13.

L'état de conservation de la tête est trop médiocre pour qu'on puisse en décrire l'anatomie. La colonne vertébrale se compose d'environ 35 vertèbres. En dépit du mauvais état de l'arrière du corps, il semble avoir

---

**Planche 8**

Fig. 1 - *Gadiculus* ? sp. Vue générale du spécimen Al-13.

Fig. 2 - *Nezumia* ? sp. Vue générale d'un spécimen récolté dans le Tortonien sur le territoire de la commune de Roddi, inventorié Ro<sub>2</sub>-1.

[Clichés D. Serrette]



existé trois nageoires dorsales. Toutefois la plus postérieure n'a laissé que peu de traces.

Il devait exister deux nageoires anales distinctes dont seule la première est fossilisée. Elle est pratiquement opposée à la seconde dorsale. Les nageoires pectorales sont partiellement conservées. De taille médiocre, elles occupent une position relativement basse sur le flanc. Les pelviennes qui prennent place au-dessous d'elles sont insérées un peu plus en avant.

Les traces d'écailles visibles à la surface du corps sont difficilement interprétables.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Le genre *Gadiculus* Guichenot était jusqu'à présent inconnu dans le Tortonien du bassin méditerranéen. Il a toutefois été signalé dans le Messinien de Gabbro (Italie) (Bradley & Landini, 1984).

Famille Macrouridae BONAPARTE, 1838  
Genre *Nezumia* ? JORDAN & STARKS, 1904  
*Nezumia* ? sp.  
(Planche 8, fig. 2)

Un spécimen incomplet inventorié Ro<sub>2</sub>-1, dont la région caudale manque et dont la tête est fortement endommagée, a été découvert dans le lit du Tanaro, sur le territoire de la commune de Roddi (cf. Fig. 1, gisement F3). La longueur de la partie du corps qui est conservée égale 315 mm alors que la hauteur maximale du corps mesure environ 70 mm. Compte tenu des dommages subis, il est impossible d'en donner une description de la tête<sup>1</sup>.

La partie antérieure de la colonne vertébrale est fortement déformée. On y dénombre une dizaine de vertèbres abdominales en arrière desquelles prennent place au moins 30 vertèbres postabdominales.

La nageoire dorsale antérieure où l'on dénombre 9 rayons prend place à l'avant du dos, à faible distance de la tête. Son second rayon montre un bord antérieur faiblement crénelé. En revanche, la nageoire dorsale postérieure n'a laissé que fort peu de traces.

---

<sup>1</sup> D'après Nolf (*in litt.*), une otolithe dont la morphologie évoque celle des otolithes du genre *Gadomus* Regan était fossilisée parmi les débris de la tête.

La nageoire anale débute approximativement sur la verticale passant par l'origine de la dorsale antérieure. On y dénombre une soixantaine de rayons.

La disposition de l'endosquelette de la nageoire anale est particulièrement caractéristique, les 5 ou 6 axonostes proximaux antérieurs ayant leur extrémité distale projetée vers l'avant, ce qui a pour effet de faire débiter cette nageoire à faible distance de la ceinture scapulaire.

La nageoire pectorale qui est observable sur ce spécimen a été rabattue vers le bas au cours de la fossilisation. On y dénombre 18 rayons.

La nageoire pelvienne, relativement petite, est insérée en avant de la verticale passant par la base de la pectorale. Elle semble avoir comporté environ 8 rayons.

Les écailles cténoïdes sont ornées postérieurement de longues spinules. Leur surface est ornée de radii qui divergent en toutes directions à partir du nucleus.

#### *Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Le genre *Nezumia* Jordan & Starks n'était connu à ce jour que dans le Messinien de Mondaino (Bedini *et al.*, 1986).

Famille Syngnathidae BONAPARTE, 1832

Genre *Syngnathus* LINNAEUS, 1758

*Syngnathus* cf. *albyi* SAUVAGE, 1870

(Planche 9, fig. 1)

Un individu pratiquement complet, à l'exception de la région caudale, témoigne de la présence de cette espèce dans le gisement d'Alba. Il est inventorié Al-09. Sa longueur excédait 350 mm pour une hauteur qui, en dépit de la déformation subie par la région abdominale, ne devait pas excéder 15 mm.

La tête mesure environ 65 mm de longueur pour une hauteur de 11,5 mm. La distance antéorbitaire égale 28,5 mm, soit 45% de la longueur de la tête.

Le corps est couvert d'écussons montrant une ornementation de côtes transversales. On dénombre au moins 54 écussons dans la longueur du corps. Aucune trace de nageoire dorsale n'est visible sur ce spécimen.

Un second individu incomplet, dont la région caudale manque, a en outre été recueilli un peu plus en amont, dans le lit du Tanaro, sur le territoire de la commune de Roddi.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

La première occurrence de cette espèce est connue dans le Serravallien d'Alassa (Chypre) (Gaudant *et al.*, 2000). Elle a également été signalée dans le Tortonien de Grèce (Ierapetra et Gavdos) (Gaudant, 2004; Gaudant *et al.*, 2005). Le genre *Syngnathus* L. a également été identifié dans le Tortonien de Malte (Pedley, 1978).

Enfin, l'espèce *Syngnathus albyi* Sauvage est présente dans de nombreux gisements messiniens du bassin méditerranéen: en Algérie (Oran) (Arambourg, 1927), en Espagne (Nijar et Lorca) (de la Chapelle & Gaudant, 1987; Gaudant, 1995a), en Italie (Gabbro, Mondaino, Senigallia, Licata, Bessima et Masseria il Salto) (Bradley & Landini, 1984; Bedini *et al.*, 1986; d'Erasmus 1930; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959; Gaudant *et al.*, 1996), en Grèce (Mires et Gavdos) (Gaudant *et al.*, 1997a, 2006) et à Chypre (Pissouri) (Merle *et al.*, 2002).

Sous-Ordre Percoidei BLEEKER, 1859

Percoidei indet.

(Planche 9, fig. 2)

Un spécimen (Al-83) dont la longueur standard égale 125 mm, récolté environ 1 km en amont de l'affleurement principal (cf. fig. 1, gisement F2), témoigne de la présence d'un Percoïde dans le Tortonien d'Alba. C'est un poisson au corps trapu dont la hauteur maximale, qui égale approximativement un tiers de la longueur standard, est légèrement inférieure à la longueur de la tête. La colonne vertébrale paraît avoir comporté 24 vertèbres, dont 14 vertèbres postabdominales. Il est malheureusement impossible de déterminer la composition des nageoires dorsale et anale. La nageoire dorsale, continue, comportait au moins 7 épines relativement grêles. Sa partie postérieure était soutenue par environ 12 axonostes proximaux. À la nageoire anale on dénombre 12 ou 13 axonostes proximaux. L'épine de la nageoire pelvienne est ornée de faibles cannelures longitudinales.

---

**Planche 9**

Fig. 1 - *Syngnathus cf. albyi* Sauvage, 1870. Vue générale du spécimen Al-09.

Fig. 2 - Percoïde indet. Vue générale du spécimen Al-83.

[Clichés D. Serrette]



Famille Trichiuridae RAFINESQUE, 1810  
Genre *Lepidopus* GOUAN, 1770  
*Lepidopus albyi* (SAUVAGE, 1870)  
(Planche 10)

Le genre *Lepidopus* Gouan est représenté dans le Tortonien des environs d'Alba par six spécimens incomplets dont deux permettent d'observer la tête et l'avant d'un tronc, deux autres, des débris de têtes désarticulées. S'y ajoutent un fragment de tronc d'un grand individu, un fragment de colonne vertébrale associé à un représentant de l'espèce *Myctophum* (s. l.) *dorsale* (Sauvage), et enfin un prémaxillaire isolé.

La tête du spécimen le plus significatif, qui est inventorié Al-10 (Pl. 10, fig. 1), a une longueur de 100 mm pour une hauteur de 43 mm. On y distingue l'orbite dont le diamètre égale approximativement 1/5 de la longueur de la tête. La cavité buccale est longue: la mandibule, dont la longueur excède la moitié de la longueur de la tête, s'articule un peu en arrière de la verticale passant par la moitié de l'orbite. Un croc très développé dont les deux arêtes sont lisses est présent sur la partie antérieure du bord oral du prémaxillaire. Il est précédé d'un second croc un peu moins développé.

Seules les 16 premières vertèbres sont conservées, de même que la partie antérieure de la nageoire dorsale dont on observe une quinzaine de rayons. On dénombre une dizaine de rayons à la nageoire pectorale.

Un prémaxillaire isolé est fossilisé sur une autre pièce, inventoriée Al-11 (Pl. 10, fig. 2). Sa longueur mesure 47 mm. Son bord oral, faiblement concave, porte à l'avant un croc très développé, de 7 mm de longueur, dont les arêtes antérieure et postérieure sont lisses. Une vingtaine de fortes dents à profil triangulaire de 2 à 2,5 mm de longueur sont présentes en arrière de celui-ci. Le processus articulaire, à contour régulièrement arrondi, fait saillie dorsalement. Il prend place en arrière du milieu de la longueur de l'os.

---

**Planche 10**

Fig. 1 - *Lepidopus albyi* (Sauvage, 1870). Vue générale du spécimen Al-10.

Fig. 2 - *Lepidopus albyi* (Sauvage, 1870). Prémaxillaire inventorié Al-11.

Fig. 3 - *Lepidopus albyi* (Sauvage, 1870). Opercule du spécimen Al-12.

[Clichés D. Serrette]



Deux mâchoires en connexion sont fossilisées sur la même pièce. La mandibule a une longueur atteignant 69 mm, ce qui correspond approximativement à quatre fois sa hauteur maximale. Son bord oral rectiligne est garni d'une rangée de fortes dents à profil triangulaire.

Un opercule est fossilisé près des débris d'une tête désarticulée inventoriée Al-12 (Pl. 10, fig. 3). C'est un os de forme trapézoïdale dont la largeur égale 36 mm, soit environ une fois et demie la hauteur de son bord antérieur. Sa partie supérieure est ornée de stries qui rayonnent à partir de son angle antéro-dorsal et qui devaient effranger le contour postéro-dorsal.

#### *Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Ce genre, qui est présent dans le Serravallien d'Alassa (Chypre) (Gaudant *et al.*, 2000), a également été signalé dans le Tortonien d'Espagne (Cobatillas) (Gaudant, 1993) et de Grèce (Ierapetra et Gavdos) (Gaudant, 2004, Gaudant *et al.*, 2005). Il est en outre largement représenté dans le Messinien du bassin méditerranéen: en Algérie (Oran) (Arambourg, 1927), en Espagne (Nijar) (de la Chapelle & Gaudant, 1987), en Italie (Gabbro, Mondaino, Licata et Bessima) (Bradley & Landini, 1984; Bedini *et al.*, 1986; Arambourg, 1925; Leonardi, 1959), en Grèce (Mires et Gavdos) (Gaudant *et al.*, 1997a, 2006) et à Chypre (Pissouri) (Merle *et al.*, 2002).

Famille Scombridae RAFINESQUE, 1815

Genre *Scomber* LINNAEUS, 1758

*Scomber* sp.

(Planche 11, fig. 1)

Le genre *Scomber* Linnaeus est représenté dans le matériel étudié par un seul individu (Al-08) dont la longueur standard égale 323 mm. La tête, grande, a une longueur d'environ 103 mm. La bouche est relativement grande: la longueur de la mandibule, qui s'articule avec le crâne un peu en avant de la verticale passant par le milieu de l'orbite, égale pratiquement la

---

#### **Planche 11**

Fig. 1 - *Scomber* sp. Vue générale du spécimen Al-08.

Fig. 2 - *Solea* sp. Vue générale du spécimen Al-14.

[Clichés D. Serrette]



moitié de la longueur de la tête. En dépit d'un état de conservation relativement médiocre, on peut observer en arrière de l'orbite le préopercule dont la branche horizontale est ornée de stries en disposition radiaire.

Le corps, fusiforme, a une hauteur maximale de 75 mm, ce qui correspond à un peu moins du quart de la longueur standard. La colonne vertébrale est constituée d'une trentaine de vertèbres, dont 15 postabdominales.

Dans la région abdominale, les côtes pleurales, grêles, sont relativement longues. Il n'a pas été possible d'en déterminer précisément le nombre.

Bien que son extrémité distale soit détruite, il apparaît que la nageoire caudale était fourchue. Elle était soutenue par un squelette caudal très concentré, terminé par le centrum uro-terminal soutenant deux grandes plaques hypurales triangulaires. En avant prennent place deux centra préuraux libres.

Les deux nageoires dorsales étaient nettement séparées l'une de l'autre. On dénombre au moins 7 épines à la nageoire dorsale antérieure. La nageoire dorsale postérieure est détruite. Seuls en subsistent les trois premiers axonostes proximaux.

La nageoire anale est insérée sensiblement en arrière de la verticale passant par l'origine de la nageoire dorsale postérieure. Elle se compose d'une courte épine et d'environ dix rayons. Elle est soutenue par une dizaine de longs axonostes proximaux. En arrière de l'anale prenaient place au moins quatre pinnules auxquelles plusieurs pinnules font pendant dorsalement, en arrière de la nageoire dorsale.

Les nageoires pectorales étaient insérées en position relativement haute sur le flanc, juste au-dessous de la colonne vertébrale. De taille modérée, leur longueur n'égalait pas la moitié de la longueur de la tête.

Les nageoires pelviennes prennent place un peu en arrière de la verticale passant par la base des pectorales. Leur longueur était comprise entre deux et trois fois dans la longueur de la tête.

Le corps est couvert d'assez grandes écailles à la surface desquelles s'observent des circuli concentriques plus ou moins festonnés dont la densité est d'environ une quinzaine au millimètre.

#### *Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Inconnu jusqu'à présent dans le Tortonien du bassin méditerranéen, le genre *Scomber* Linnaeus a en revanche été identifié dans le Messinien d'Algérie (Oran et Sig) (Arambourg, 1927) et d'Italie (Licata) (Arambourg, 1925).

Famille Soleidae BONAPARTE, 1833

Genre *Solea* QUENSEL, 1806

*Solea* sp.

(Planche 11, fig. 2)

Le genre *Solea* Quensel est représenté dans le matériel étudié par un unique spécimen (Al-14), médiocrement conservé et dépourvu de nageoire caudale, dont la longueur standard devait mesurer environ 50 mm pour une hauteur maximale égalant 16 mm, soit environ le tiers de la longueur du corps. La longueur de la tête égale 17,5 mm. On y observe la présence de deux otolithes à contour circulaire fossilisées en connexion, ce qui ne permet pas d'observer leur face interne.

La colonne vertébrale est composée d'au moins 8 vertèbres abdominales et de plus de 31 vertèbres postabdominales.

La nageoire dorsale débute au-dessus de l'avant du neurocrâne. Elle comportait plus de 60 rayons soutenus par au moins 62 axonostes proximaux. Les sept premiers d'entre eux, plus ou moins fortement inclinés vers l'avant, prennent place au-dessus du neurocrâne. Le plus antérieur, beaucoup plus développé que les suivants, constitue l'érisme, caractéristique des Soleidae.

La nageoire anale est en grande partie détruite, seuls ses rayons postérieurs étant conservés. Elle est soutenue par un endosquelette qui comportait plus de 45 axonostes proximaux. Le premier d'entre eux, très robuste, articulé avec l'hémapophyse de la première vertèbre postabdominale, présente une forme arquée, son extrémité distale étant projetée vers l'avant.

Aucune trace de nageoire pectorale n'est observable. En revanche, des restes de nageoire pelvienne sont présents juste en arrière de l'extrémité inférieure du cleithrum.

Les écailles sont trop médiocrement conservées pour qu'il soit possible d'en donner une description.

*Distribution dans le Miocène méditerranéen*

Le genre *Solea* Quensel n'est pas rare dans le Miocène supérieur de Méditerranée. Encore inconnu dans le Tortonien, il a déjà été signalé dans le Messinien d'Algérie (Oran, gisement de Raz-el-Aïn) (Arambourg, 1927), d'Espagne (Columbares et Hurchillo) (Gaudant, 1995b, Gaudant *et al.*, 2001) et d'Italie (Gabbro et Mondaino) (Bradley & Landini, 1984; Bedini *et al.*, 1986).

## SIGNIFICATION PALEOECOLOGIQUE DE L'ICHTHYOFAUNE

Bien qu'il soit impossible, en raison du nombre considérable de fragments de squelettes de Clupeidae, d'établir une statistique significative reflétant la composition quantitative de l'ichthyofaune tortonienne d'Alba, il est clairement établi que les Myctophidae, qui sont représentés par deux espèces, sont la famille la plus abondante puisque ces deux espèces constituent à elles deux 51,8% du nombre d'individus pris en compte. Il faut toutefois admettre que la petite taille de ces poissons, comparée à celle des Clupeidae, a certainement eu pour effet de majorer la fréquence de cette famille, dans la mesure où les cadavres de petite taille ont moins de chances d'être partiellement détruits, aussi bien pendant un éventuel transport *post mortem* sous l'effet des courants qu'au cours de la récolte du matériel.

Les Clupeidae viennent ensuite par ordre d'abondance avec 27,7% du nombre d'individus. Ils sont représentés par deux espèces, *Alosa elongata* Agassiz et *Sardina ? crassa* (Sauvage), la première d'entre elles étant environ cinq fois plus fréquente que la seconde.

Parmi les autres taxons identifiés, nous avons recensé cinq fragments attribuables au genre *Lepidopus* Gouan. Tous les autres taxons ne sont représentés que par un ou deux individus.

L'examen de la longueur standard (mesurée ou estimée) de ces poissons (fig. 4) a montré que l'ichthyofaune tortonienne d'Alba est majoritairement constituée d'individus que l'on peut qualifier d'adultes, comme c'est généralement le cas des représentants des espèces *Alosa elongata* Agassiz (dont la plupart des individus dépassent 200 mm, *Paralepis albyi* (Sauvage), *Belone* sp., *Nezumia ?* sp., *Syngnathus* cf. *albyi* Sauvage, *Lepidopus albyi* (Sauvage) et *Scomber* sp. On peut ajouter à cette liste *Sardina ? crassa* (Sauvage), bien que cette espèce atteigne 250 mm de longueur totale (soit environ 215 mm de longueur standard) dans le Messinien d'Oran, alors que le plus grand spécimen du Tortonien d'Alba ne dépasse pas 156 mm. Enfin, l'espèce *Myctophum* (s. l.) *licatae* (Sauvage) confirme ce jugement car la plupart des individus du Tortonien d'Alba ont une longueur standard comprise entre 30 et 70 mm, contre 20 à 60 mm dans le Messinien de la Sierra de Columbares (Espagne) (Gaudant, 1995b) et 20 à 100 mm à Licata (Gaudant, observation inédite).

Il peut paraître surprenant que l'ichthyofaune tortonienne d'Alba soit dominée par deux familles dont les représentants possèdent des modes de vie fort différents: les Clupeidae sont des nageurs épipelagiques peuplant préférentiellement les eaux côtières et celles du domaine néritique, alors que les Myctophidae sont des poissons mésopélagiques accomplissant des

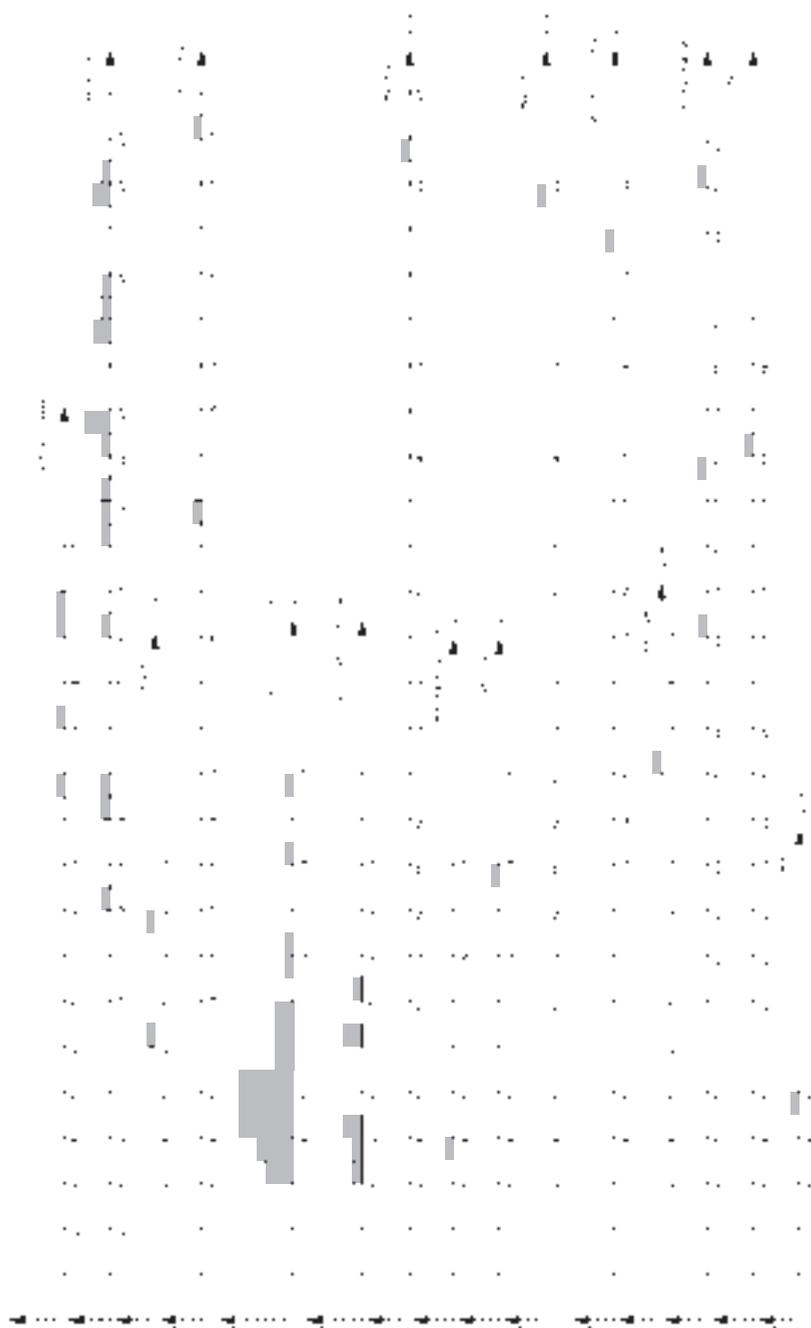


Fig. 4 - Histogramme des longueurs standard mesurées ou estimées des poissons téléostéens recueillis dans le Tonien des environs d'Alba.

migrations nycthémérales jusqu'à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres. Cette contradiction peut être résolue si l'on admet l'intervention de courants qui entraînaient périodiquement les poissons vivant en profondeur vers l'extrémité du golfe du Pô dont les eaux confinées présentaient probablement un fort déficit en oxygène, ce qui avait pour effet de tuer les poissons vivants et de rendre possible leur fossilisation.

## REPTILES

(F. L.)

Ordre Chelonii (Brongniart) LATREILLE, 1800

Sous-Ordre Cryptodira COPE, 1868

Famille Cheloniidae OPPEL, 1811

Cf. *Chelonia* BRONGNIART, 1800

*Chelonia* sp.

(Planche 12)

Le fossile étudié est un squelette partiel, érodé, fossilisé en vue ventrale, montrant le plastron, le bord gauche de la carapace, les membres gauches et l'empreinte du crâne et de la queue d'un individu de petite taille dont la longueur de la carapace mesure 112 mm.

Ce fossile est indubitablement un représentant de la famille des Cheloniidae qui inclut toutes les tortues marines actuelles, à l'exception de la tortue "luth", *Dermochelys coriacea* Vandelli. Malheureusement, ni le crâne (à l'exception de son contour et de sa partie postérieure), ni la carapace (dont seul le bord est visible) ne sont suffisamment bien conservés.

Les fortes digitations médiales et latérales des hyoplastrons et latérales des hypoplastrons, peu englobées dans l'os dermique, les périphériques peu ossifiées et la petite taille du fossile (environ 19-20 cm de la pointe du crâne à l'extrémité de la queue) indiquent un individu relativement juvénile.

Il s'agit d'une tortue marine de la famille des Cheloniidae, comme l'indiquent:

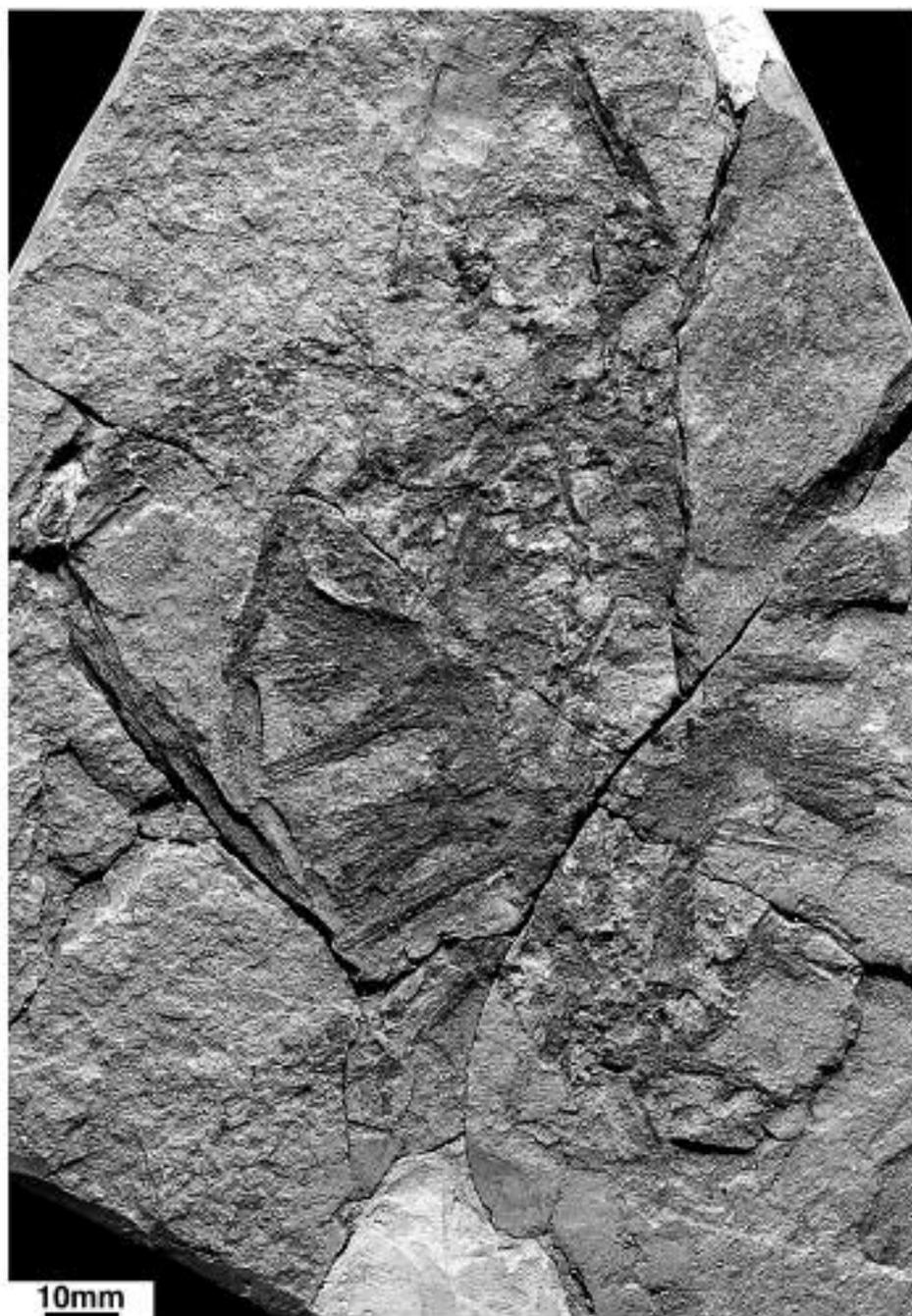
- les membres antérieurs, plus longs que les membres postérieurs, en forme de palette caractérisée par un humérus à grand trochanter ulnaire al-

---

### Planche 12

*Chelonia* sp. Vue générale.

[Cliché D. Serrette]



longé, des doigts allongés et aplatis, et des métacarpiens en forme de diabolo,

- la dossière cordiforme qui est une véritable carapace comme l'indiquent la présence des ébauches de périphériques et non une carapace secondaire en mosaïque comme chez *Dermochelys*,

- le plastron très allégé par de grandes fontanelles médiale et latérales, les hyo- et hypoplastrons montrant des processus latéraux très digités et le xiphiplastron long et étroit (latéralement ossifié seulement),

- l'empreinte dans le sédiment du contour du crâne qui dessine un long et large V à angle arrondi.

Parmi les genres actuels connus en Méditerranée (Iverson, 1992; Pritchard, 1979) et qui vivaient probablement déjà dans cette région au Miocène supérieur, le fossile étudié peut avoir appartenu à l'un des quatre genres suivants: *Caretta*, *Chelonia*, *Lepidochelys* et *Eretmochelys*. Il peut également avoir appartenu à un genre éteint. La forme du crâne, assez large et arrondi à l'avant, correspond davantage à *Chelonia*: *Eretmochelys* a un crâne plus étroit, *Caretta* un crâne large à l'arrière mais à museau étroit et *Lepidochelys* a un crâne large mais pointu vers l'avant. La dossière cordiforme, plus longue que large, correspondrait mieux à *Chelonia*, *Caretta* ou *Eretmochelys* qu'à *Lepidochelys*, dont la carapace est particulièrement large chez les jeunes, au moins chez les espèces actuelles (Carr, 1952; Loveridge & Williams, 1957; Wermuth & Mertens, 1961).

En définitive, on peut tenter de rapporter le fossile tortonien d'Alba au genre *Chelonia* par la conjonction des deux caractères suivants: 1° le crâne large à museau arrondi; 2° la séparation des digitations latérales des processus hyo- et hypoplastrons en deux groupes (un groupe antérieur plus important et un groupe postérieur plus réduit pour chaque os), comme chez *Chelonia mydas* Linnaeus: cette séparation est bien marquée chez les juvéniles et moins apparente chez les adultes, lorsque l'os dermique a englobé les digitations; cette disposition pour les quatre processus est absente chez les autres genres.

Plusieurs spécimens adultes de tortues marines fossiles ont été rapportés au genre *Chelonia*, notamment dans le Pliocène d'Italie et dans le Miocène inférieur (Burdigalien) de France, mais ils ne peuvent pas être comparés au fossile tortonien d'Alba qui est trop jeune et insuffisamment bien conservé: certains nécessitent une révision, certains autres sont également trop médiocrement conservés pour être valablement déterminés. D'autres noms de genres de Cheloniidae, comme *Glarichelys* (connu jusqu'à l'Oligocène) et *Trachyaspis* (du Burdigalien), ne peuvent être attribués à la tortue d'Alba (les références concernant les formes fossiles sont citées dans Mly-

narski, 1976 et Lapparent de Broin, 2001). Il est également possible que le fossile tortonien d'Alba appartienne à un genre fossile inconnu possédant également les deux caractères notés pour *Chelonia*.

Les Cheloniidae marins actuels occupent approximativement la même niche écologique mais, alors que *Chelonia* est principalement herbivore et se nourrit essentiellement d'algues, les trois autres genres sont carnivores et se nourrissent principalement de poissons, de mollusques et de crustacés. Tous vivent près des rivages des continents et des îles, dans les récifs et les lagons, pour s'y nourrir, les jeunes souvent dans les mangroves; ils migrent en traversant des bras de mer jusqu'à leurs lieux de ponte (femelles). Lorsqu'on les trouve à l'état fossile, ce peut être aussi bien sur leurs lieux de vie que sur ceux de ponte. Dans le cas du fossile tortonien d'Alba, qui n'est pas un juvénile récemment éclos, il est plus probable qu'il ait été fossilisé sur son lieu de vie.

## CONCLUSION

L'étude de l'ichthyofaune découverte dans le Tortonien des environs d'Alba a permis de confirmer l'opinion exprimée récemment par l'un de nous (Gaudant, 2002), en suggérant qu'il existe une parfaite continuité entre l'ichthyofaune tortonienne du bassin méditerranéen et celle du Messinien préévaporitique.

En effet, la composition de l'ichthyofaune tortonienne des environs d'Alba présente une évidente similitude avec celle du Messinien préévaporitique d'Hurchillo (Province d'Alicante, Espagne). Ainsi, dans les deux cas, les Clupeidae sont présents – avec principalement *Alosa elongata* Agassiz dans le cas présent – au lieu de *Sardina ? crassa* (Sauvage) à Hurchillo (Gaudant *et al.*, 2001), et sont associés à de nombreux Myctophidae, qui sont proportionnellement beaucoup plus abondants qu'à Hurchillo. On notera en revanche l'absence, dans le Tortonien des environs d'Alba, de deux genres, *Spratelloides* Bleeker et *Maurolicus* Gmelin, qui jouent un rôle relativement important dans le Messinien préévaporitique.

Les faits mis en évidence dans le Tortonien des environs d'Alba complètent donc les observations que nous avons faites en reprenant l'étude de l'ichthyofaune tortonienne du bassin de Ierapetra (Crète) (Gaudant, 2004) et en décrivant celle du Tortonien de l'île de Gavdos (Grèce) (Gaudant *et al.*, 2005). Ces deux ichthyofaunes de Méditerranée orientale, de même que celle décrite par Pedley (1978) dans le Tortonien de Malte, sont caractérisées par la prédominance de l'espèce *Bregmaceros albyi* (Sauvage), qui

n'est en revanche représentée que par un seul individu dans le Tortonien des environs d'Alba. On notera également que si les genres *Spratelloides* Bleeker et *Maurolicus* Gmelin sont inconnus dans le Tortonien des environs d'Alba, ils sont présents dans le Tortonien des environs de Ierapetra qui en a livré quelques spécimens.

D'un point de vue paléoécologique, l'ichthyofaune tortonienne des environs d'Alba, qui comporte un mélange d'espèces épi- et mésopélagiques suggère un dépôt à une profondeur modérée qui ne devait pas excéder 200 mètres, comme le suggère l'importance numérique des Clupeidae, caractérisés par un mode de vie épipélagique et dont l'abondance est maximale dans la zone néritique. En revanche, la forte prédominance des Myctophidae traduit la proximité d'une mer profonde car ces poissons mésopélagiques ont besoin de profondeurs de plusieurs centaines de mètres pour accomplir leurs migrations nycthémerales. Leur présence en grand nombre dans le gisement peut toutefois être due à l'action de courants susceptibles de les avoir poussés vers l'extrémité du golfe du Pô, une hypothèse que pourrait corroborer la présence de ptéropodes (*Clio pyramidata* Linnaeus) dans le gisement. Dans la nature actuelle, on connaît en effet, notamment dans le détroit de Messine, de nombreux exemples de rejets à la côte de poissons mésopélagiques. Ce phénomène affecte plus particulièrement les Myctophidae car ces poissons réalisent au cours de leur cycle biologique des migrations nycthémerales entre la profondeur (plusieurs centaines de mètres) et les eaux superficielles. Cavallaro *et al.* (1977) note ainsi que seize espèces appartenant à cette famille ont été identifiées sur les plages proches de Messine.

L'interprétation bathymétrique précédente est globalement confirmée par les enseignements tirés de l'étude des mollusques, bien que, d'une part, l'espèce *Tonna galea* vive actuellement sous climat équatorial sur les côtes du Gabon à une profondeur n'excédant pas 50 mètres, tandis que, d'autre part, les foraminifères benthiques semblent indiquer une profondeur excédant 200 mètres.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au docteur Dirk Nolf (Bruxelles), qui a bien voulu nous autoriser à reproduire la liste des espèces d'otolithes qu'il a identifiées dans le faciès feuilleté du Tortonien affleurant près d'Alba dans le lit du Tanaro. D'autre part, le docteur Irene Zorn (Vienne) est l'auteur de la détermination des ptéropodes découverts dans le même gisement.

L'illustration a été préparée par M. Joël Dyon.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARAMBOURG C., 1925 – Révision des poissons fossiles de Licata (Sicile). *Annales de Paléontologie*, 14: 39-132, 10 pl.
- ARAMBOURG C., 1927 – Les poissons fossiles d’Oran. Matériaux pour la Carte géologique de l’Algérie, (1), *Paléontologie*, 6: 1-298 + atlas 46 pl.
- BEDINI E., FRANCALACCI P., LANDINI W., 1986 – I pesci fossili del Miocene superiore di Montefiore Conca e Mondaino. *Memorie del Museo civico di Storia naturale di Verona*, (2), *Scienze della Terra*, 3: 1-66, 10 tav.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER C.C. III, AUBRY M.-P., 1995 – A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *In* Berggren W.A., Kent D. V., Aubry M.-P., Hardenbol J., (Ed.): *Geochronology time scales and global stratigraphic correlation*. SPEM Special publication, 54: 129-212.
- BERNARD P.A., 1984 – Coquillages du Gabon. Pierre A. Bernard, Libreville, 140 pp.
- BRADLEY F., LANDINI W., 1984 – I fossili del «tripoli» messiniano di Gabbro (Livorno). *Palaeontographia italica*, 73: 5-33.
- CARR A., 1952 – *Handbook of Turtles*. Comstock Publ. Ass., Cornell Univ. Press, Ithaca and London: 542 pp.
- CAVALLARO G., BARDAR, A., GIUFFRÉ G., POTOSCHI A., 1977 – Contributo alla conoscenza dei pesci spiaggiati lungo il litorale siciliano dello Stretto di Messina. *Memorie di Biologia marina Oceanogr.*, 5/6: 77-87.
- CAVALLO O., MACAGNO M., PAVIA G., 1986 – Fossili dell’Albese. *Famija Albèisa, Alba*: 223 pp.
- CHAPELLE G. DE LA, GAUDANT J., 1987 – Découverte de deux nouveaux gisements de poissons fossiles messiniens dans le bassin de Nijar-Carboneras (Andalousie orientale): signification paléocéologique et implications paléogéographiques. *Estudios geológicos*, 43: 279-297.
- CORSI A., LANDINI W., SORBINI C., 1999 – A new ichthyofauna from the Upper Miocene of Ca’ Matterella (Ravenna, Italy): paleoecological and paleobiogeographical considerations. *Studi e Ricerche sui Giacimenti terziari di Bolca*, 8: 59-76.
- DEPÉRET C., ROMAN F., 1928 – *Monographie des Pectinidés néogènes de l’Europe et des régions voisines*. Amussium. Mémoires de la Société géologique de France, (N.S.), 10: 169-194, 3 pl.
- D’ERASMO G., 1930 – L’ittiofauna fossile di Senigallia. *Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, Napoli*, (2), 18: 1-87.
- FORNACIARI E., DI STEFANO A., RIO D., NEGRI A., 1996 – Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, 42: 1-36.
- GAUDANT J., 1993 – Découverte de poissons fossiles dans le Tortonien diatomitique du bassin de Hellín (Province d’Albacete, Espagne). *Acta geologica hispanica*, 28: 47-54.
- GAUDANT J., 1995a – Nouvelles recherches sur l’ichthyofaune messinienne des environs de Lorca (Murcia, Espagne). *Revista española de Paleontología*, 10: 179-189 [Corrección, *ibid.* 11: 122-123].

- GAUDANT J., 1995b – Nouvelles additions à l'ichthyofaune messinienne de la Sierra de Columbares (Province de Murcia, Espagne). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 320 (IIa): 439-446.
- GAUDANT J., 2002 – La crise messinienne et ses effets sur l'ichthyofaune néogène de la Méditerranée: le témoignage des squelettes en connexion de poissons téléostéens. *Geodiversitas*, 24 (3): 691-710.
- GAUDANT J., 2004 – Additions à l'ichthyofaune tortonienne du bassin de Ierapetra (Crète orientale, Grèce). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 105A: 257-285.
- GAUDANT J., BARKER M.J., COURME M.-D., DI STEFANO A., MARTILL D.M., VÉNEC-PEYRÉ M.T., ZORN I., PANAYIDES I., 2000 – Alassa: a new fossil fish fauna from the Middle Miocene (Serravallian) of Cyprus. *In* Panayides I., Xenophontos C. & Malpas J. (Eds). *Proceedings of the International Conference on the Geology of the Eastern Mediterranean, Nicosia*: 327-337.
- GAUDANT J., CAULET J.-P., DI GERONIMO I., DI STEFANO A., FOURTANIER E., ROMEO M., VÉNEC-PEYRÉ M.-T., 1996 – Analyse séquentielle d'un nouveau gisement de poissons fossiles du Messinien diatomitique: Masseria il Salto près de Caltagirone (Province de Catane, Sicile). *Géologie méditerranéenne*, 23: 117-153.
- GAUDANT J., COURME M.-D., MARÍN FERRER J. M., 2001 – Hurchillo, province d'Alicante, Espagne): un gisement de poissons messiniens d'un type encore inconnu. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des planètes*, 333: 411-417.
- GAUDANT J., FOURTANIER E., LAURIAT-RAGE A., TSAGARIS S., VÉNEC-PEYRÉ M.-T., ZORN I., 1997a – Découverte d'une ichthyofaune marine dans le Messinien préévaporitique de la Messara (Crète centrale, Grèce): interprétation paléoécologique. *Géologie méditerranéenne*, 24: 175-195.
- GAUDANT J., LOISEAU J., OTT D'ESTEVOU PH., 1994 – Découverte d'une frayère fossile de poissons téléostéens dans le Messinien des environs de Campos del Río (Province de Murcia, Espagne). *Revista Española de Paleontología*, 9: 37-50.
- GAUDANT J., SAINT-MARTIN J.-P., BENMOUSSA A., CORNÉE J.-J., EL HAJJAJI K., MÜLLER J., 1994 – L'ichthyofaune messinienne à la périphérie de la plate-forme carbonatée de Melilla-Nador (Nord-Est du Maroc). *Géologie méditerranéenne*, 21: 25-35.
- GAUDANT J., SAINT-MARTIN J.-P., BESSEDIK M., MANSOUR B., MOISSETTE P., ROUCHY J.-M., 1997b – Découverte d'une frayère de poissons téléostéens dans les diatomites messiniennes du Djebel Murdjadjo (environs d'Oran, Algérie). *Journal of African Earth Sciences*, 24: 511-529.
- GAUDANT J., TSAPARAS N., ANTONARAKOU A., DRINIA H., DERMITZAKIS M., 2005 – The Tortonian fish fauna of Gavdos Island (Greece). *Comptes Rendus Palevol (Académie des sciences, Paris)*, 4: 687-695.
- GAUDANT J., TSAPARAS N., ANTONARAKOU A., DRINIA H., SAINT-MARTIN S., DERMITZAKIS M., 2006 – A new marine fish fauna from the pre-evaporitic Messinian of Gavdos island (Greece). *Comptes Rendus Palevol (Académie des Sciences, Paris)*, 5: (sous presse).
- IVERSON J.B., 1992 – A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World, *Privately Print., Richmond, Indiana*: 363 pp., maps.

- LAPPARENT DE BROIN F. DE, 2001 – The European turtle fauna from the Triassic to the Present. *Dumerilia*, 4 (3): 155-216.
- LEONARDI A., 1959 – L'ittiofauna del "tripoli" del Miocene superiore di Bessima (Enna). *Palaeontographia italica*, 54 (N.S., 24): 115-173, 6 pl.
- LOVERIDGE A., WILLIAMS E.E., 1957 – Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 115: 165-557.
- MARTINI E., 1971 – Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton Zonation. *In* Farinacci A. (Ed.): *Proceedings of the II Planktonic Conference*, Roma 1970, 2: 739-785, Tecnoscienza, Roma.
- MERLE D., LAURIAT-RAGE A., GAUDANT J., PESTREA S., COURME-RAULT M.-D., ZORN I., BLANC-VALLERON M.-M., ROUCHY J.-M., ORSZAG-SPERBER F., KRIJGSMAN W., 2002 – Les paléoeuplements marins du Messinien préévaporitique de Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale): aspects paléocéologiques précédant la crise de salinité messinienne. *In* Néraudeau D., Goubert E. (Eds): *L'événement messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques*. *Geodiversitas*, 24 (3): 669-689.
- MLYNARSKI M., 1976 – Testudines, *In* Kuhn O. (Ed.): *Handbuch der Paläoherpetologie*, G. Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 7 (7): 130 pp.
- PEDLEY H.M., 1978 – A new fish horizon from the Maltese Miocene and its palaeoecological significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 24: 73-83.
- PRITCHARD P.C.H., 1979 – *Encyclopedia of Turtles*. T.F.H. Publications, Inc., Neptune, N.J.: 895 pp.
- RAFFI I., MOZZATO C., FORNACIARI E., HILGEN F.J., RIO D., 2003 – Late Miocene calcareous nannofossil biostratigraphy and astrobiochronology for the Mediterranean region. *Micropaleontology*, 49: 1-26.
- RIOS C., 1975 – *Brazilian marine Mollusks Iconography*. Museu oceanográfico, Fundação Universidade do Rio Grande: 331 pp., 91 pl.
- SACCO F., 1897 – I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte XXIII: 1-46, Carlo Clausen, Torino.
- STURANI C., SAMPÒ M., 1973 – Il Messiniano inferiore in facies diatomitica nel bacino terziario piemontese. *Memorie della Società geologica italiana*, 12: 335-358.
- WERMUTH H., MERTENS R., 1961 – *Schildkröten-Krokodile-Brückenechsen*. Gustav Fischer Verlag, Jena: 1-422.
- ZWAAN G.J. VAN DER, 1982 – Paleocology of Late Miocene Mediterranean foraminifera. *Utrecht Micropalaeontological Bulletin*, 25: 1-202.