

**PREMIERE DECOUVERTE D'APHANIUS CRASSICAUDUS (AGASSIZ)
(POISSON TELEOSTEEN, CYPRINODONTIDAE)
DANS LE MESSINIEN POST-EVAPORITIQUE D'ANDALOUSIE**

J. Gaudant (*) et Ph. Ott d'Estevou (**)

RÉSUMÉ

La présence d'*Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), un Poisson Cyprinodontidae, déjà connu dans le Messinien d'Italie et de Crète, est signalée pour la première fois en Andalousie, dans le Messinien post-évaporitique des environs de Sorbas (Province d'Almería). La signification paléocéologique de ces Poissons est examinée.

MOTS CLES: *Aphanius*, Cyprinodontidae, Messinien, Paléocéologie, Poissons, Sorbas, Andalousie.

RESUMEN

La presencia de *Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), pez Cyprinodontidae ya conocido en el Mesiniense de Italia y Creta, se señala por primera vez en Andalucía, en el Mesiniense post-evaporítico de los alrededores de Sorbas (provincia de Almería). La significación paleoecológica de estos peces es examinada.

PALABRAS CLAVE: *Aphanius*, Cyprinodontidae, Mesiniense, Paleoecología, Peces, Sorbas, Andalucía.

ABSTRACT

The occurrence of *Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), a Cyprinodont fish, already known in the Messinian of Italy and Crete, is, for the first time, mentioned in Andalusia, in the post-evaporitic Messinian sediments, near Sorbas (Province of Almería). The palaeoecological significance of these Fishes is examined.

KEY WORDS: *Aphanius*, Cyprinodonts, Messinian, Palaeoecology, Fishes, Sorbas, Andalusia.

Introduction

En 1977, l'un de nous (Ph. O.) découvrit quelques Poissons fossiles dans les marnes post-évaporitiques du secteur de Las Lomas, à l'occasion d'une étude géologique du bassin néogène de Sorbas (Ott d'Estevou, 1980). Des fouilles ultérieures (J. G., 1982) ont permis de recueillir une quarantaine de spécimens qui font l'objet du présent travail. Ce matériel est conservé à l'Institut de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, sous les numéros SOR-1 à SOR-43.

Contexte géologique (Ph. O.)

Généralités

Le bassin néogène de Sorbas est situé en Andalousie orientale, à une cinquantaine de kilomètres au Nord-Est d'Alme-

ria (fig. 1A). Il contient essentiellement des terrains d'âge miocène supérieur et plio-quatenaire qui combrent une vaste dépression encaissée entre les sierras bétiques formées de matériaux métamorphiques.

La série lithostratigraphique, illustrée par la figure 1C, comporte de bas en haut les formations suivantes (les numéros renvoient à cette figure):

1. Marnes et turbidites marines à *Globorotalia acostaensis*, *Gl. pseudomiocenica* et *Gl. humerosa*, d'âge tortonien supérieur.
2. Calcaire à Algues (Mélobésiées), discordant sur le niveau précédent et assurant le passage du Tortonien au Messinien.
3. Calcaires récifaux et marnes à *Globorotalia mediterranea*, à intercalations diatomitiques au sommet, correspondant au Messinien pré-évaporitique.

(*) 17, rue du Docteur Magnan, 75013 Paris.

(**) Institut géologique Albert de Lapparent, 21 rue d'Assas, 75270 Paris, Cedex 06.

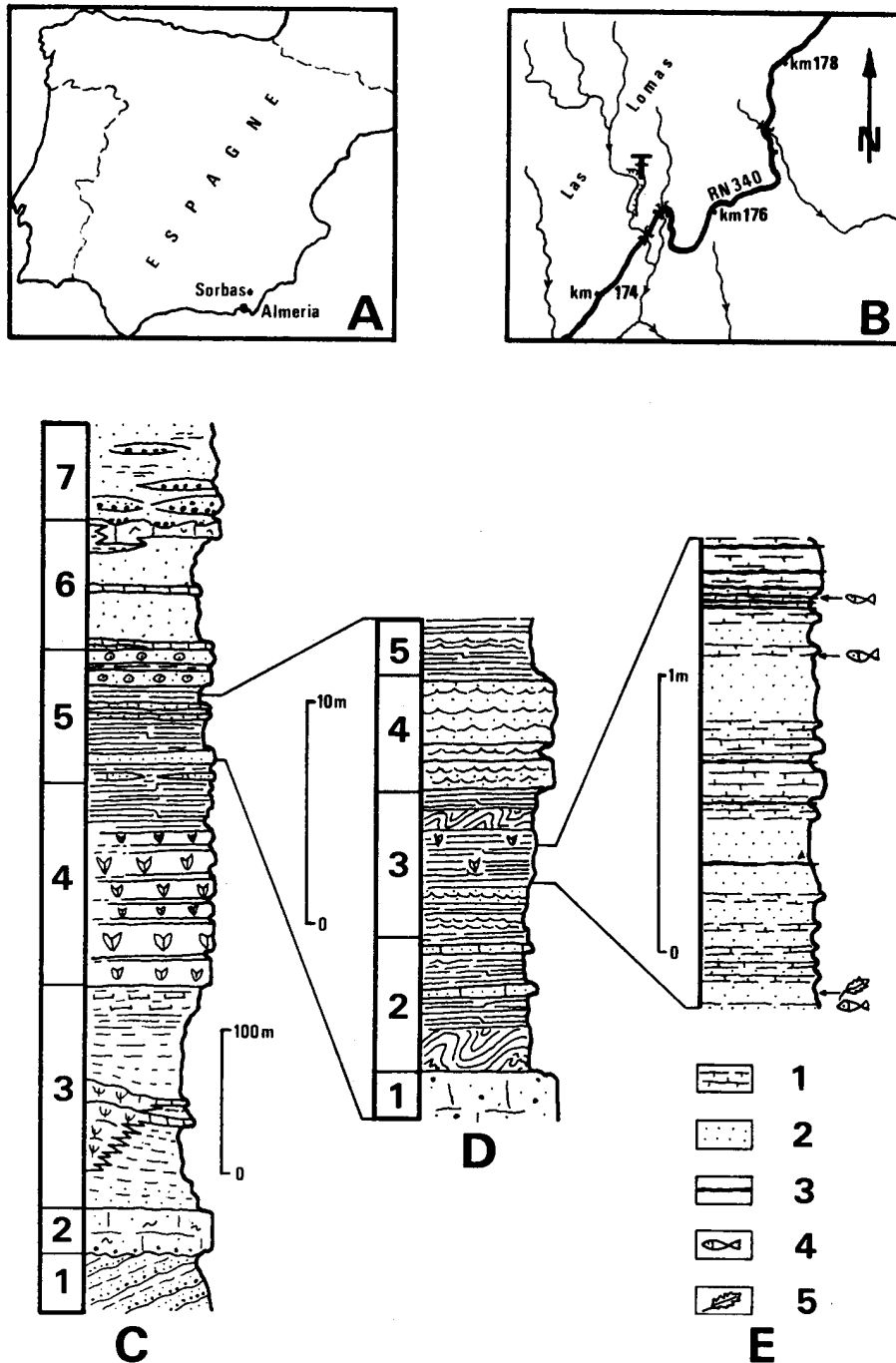


Fig. 1.—A: Situation géographique du bassin de Sorbas; B: Localisation précise du gisement. C: Coupe stratigraphique synthétique du bassin de Sorbas; D: Détail du Messinien post-évaporitique; E: Lithostratigraphie des niveaux fossilifères à Poissons et débris végétaux.

4. Gypse sélénite et laminites.
 5. Carbonates et laminites du Messinien post-évaporitique.
 6. Sables, limons rouges et calcaires palustres à Dreis-sènes, d'âge probablement fini-messinien, surmontées en continuité par des marnes et un calcaire pliocènes (Montenat & Ott d'Estevou, 1977).
 7. Sables et conglomérats gris, continentaux, plio-qua-ternaires.
 3. Marnes silteuses, finement litées ou massives, à rides de courants (ripple-marks et flaser-structures). Présence de débris végétaux et de Poissons.
 4. Grès blanc à rides de courants.
 5. Laminites sablo-carbonatées à stratifications obliques alternantes (herring-bones).
- Un examen plus détaillé des niveaux fossilifères permet d'y distinguer les faciès suivants (fig. 1E): 1: marnes mas-

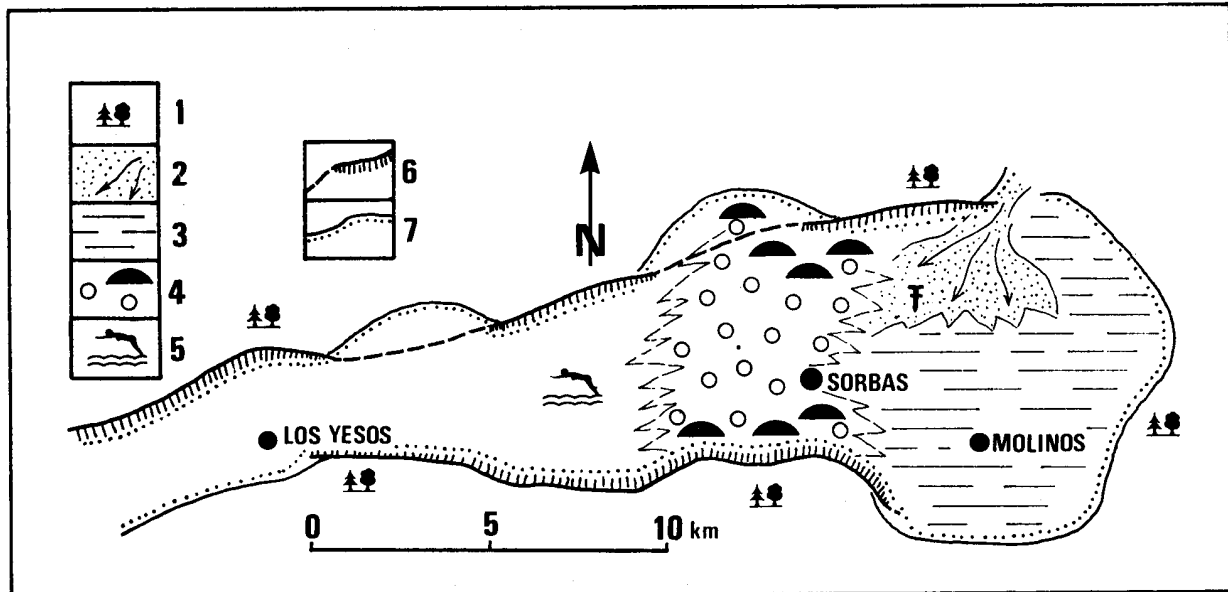


Fig. 2.—Esquisse paléogéographique du bassin de Sorbas au Messinien post-évaporitique et position du gisement (F). 1: continent émergé; 2: zone alluviale; 3: lagune saumâtre; 4: barrière carbonatée à oolithes et stromatolithes; 5: milieu marin; 6: paléofalaises formées par les récifs pré-évaporitiques; 7: extension maximale probable des dépôts post-évaporitiques.

Le Gisement

Localisation

Le gisement étudié est situé au Nord-Est de Sorbas, dans le secteur de Las Lomas (coordonnées: WG 812 084). Les couches fossilifères affleurent au pied de la falaise que forme un coude de la rive gauche d'une petite rambla qui coupe la route nationale 340 à environ 200 mètres au Sud de la borne kilométrique 175 (fig. 1B).

Position stratigraphique

Les couches fossilifères prennent place dans la partie moyenne de l'épisode post-évaporitique du Messinien, au sein duquel on reconnaît de bas en haut la succession suivante (fig. 1D, les numéros renvoient à cette figure):

1. Calcaire sableux et microconglomératique.
2. Laminites silto-carbonatées, souvent contournées, à passées calcaréo-sableuses.

sives; 2: laminites silteuses; 3: interlits de gypse secondaire. Les figures 4 et 5 indiquent l'emplacement des lits ayant livré des Poissons et des débris végétaux.

Les Poissons, généralement entiers, sont fossilisés le plus souvent dans les joints de stratification des laminites silteuses ou, plus rarement, enrobés dans les lits de marne massive. Les débris végétaux, parfois très abondants, sont principalement conservés dans les laminites silteuses. Ils sont généralement peu triturés (fragments de tiges, feuilles et graines). Leur fossilisation suggère un dépôt relativement calme.

Cadre paléogéographique (fig. 2)

Après l'épisode évaporitique qui paraît correspondre à une série de déséquilibres du bilan hydrodynamique du bassin, les dépôts du Messinien post-évaporitique traduisent un retour à des conditions marines plus franches et plus stables. A cette époque, le bassin de Sorbas était fermé vers l'Est et communiquait vers l'Ouest avec la mer ouverte qui occupait la région d'Almeria (fig. 2). Le gisement fossilifère a dû se former dans une plaine d'inondation largement sou-

mise aux influences margino-littorales qui régnaient au fond du golfe de Sorbas. Ce n'est qu'à hauteur du méridien de Sorbas et à l'Ouest de celui-ci que le caractère marin des dépôts s'affirme, d'abord par la présence de calcaires à oolithes et stromatolithes, ensuite par l'existence d'une malacofaune marine néritique (Montenat *et al.*, 1980).

Etude paléontologique (J. G.)

Analyse taxonomique

Bien que leur état de conservation souvent médiocre ne permette pas d'en faire une étude anatomique détaillée, il ne fait aucun doute que les Poissons recueillis à Las Lomas

Sorbas et de Guarene d'Alba (Piémont). On peut ainsi remarquer que le nombre de vertèbres postabdominales est un peu plus faible chez les Poissons du bassin de Sorbas. La plupart de ceux-ci possèdent en effet 15 vertèbres postabdominales, bien que ce nombre puisse s'élever jusqu'à 17, comme à Guarene d'Alba où 16 est le nombre le plus fréquent. La différence entre les deux populations est exprimée par les valeurs suivantes:

Las Lomas de Sorbas ...	n=10; \bar{X} =15,40; s=0,7 (1)
Guarene d'Alba	n= 5; \bar{X} =16,20; s=0,84

Cette différence est évidemment trop faible pour être significative d'un point de vue taxonomique. Elle peut s'expliquer soit par des facteurs génétiques (cline ou dérive génétique), soit par l'influence exercée par des conditions de vie

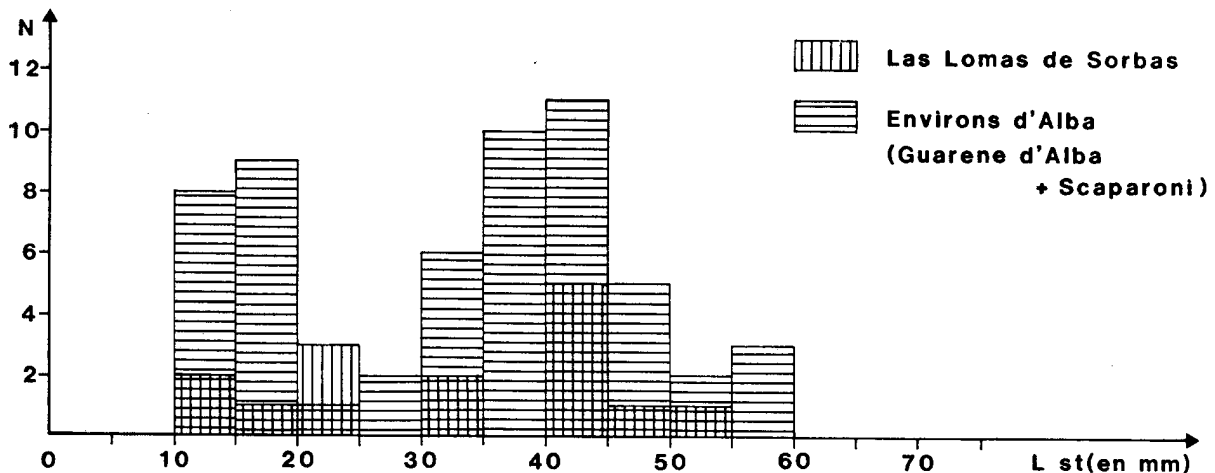


Fig. 3.—Histogrammes comparés des longueurs standards des *Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ) récoltés à Las Lomas de Sorbas et aux environs d'Alba (Italie).

de Sorbas appartiennent bien au genre *Aphanius* NARDO, comme le montrent clairement la morphologie des mâchoires, garnies de dents tricuspidées dont plusieurs sont conservées sur le spécimen SOR-10G, et l'anatomie de la région operculaire (spécimen SOR-6). Il en est de même pour le squelette caudal axial caractérisé par l'existence d'une grande plaque hypurale unique.

La taille des spécimens récoltés est comparable à celle des individus provenant du gisement piémontais de Guarene d'Alba, comme le montre la figure 3 (longueur standard pouvant atteindre 52,5 mm contre 57 mm à Guarene d'Alba). On notera en outre qu'aucune différence morphométrique significative n'a pu être mise en évidence entre ces deux populations.

L'examen des caractères méristiques conduit à la même conclusion. Ainsi, la colonne vertébrale comprend-elle 27 ou 28 vertèbres, dont 15 ou 16 postabdominales. Les côtes sont au nombre de 9 paires. La nageoire dorsale, qui débute nettement en avant de la verticale passant par l'origine de l'anale, se compose de 9 ou 10 lépidotriches, dont 2 non bifurqués situés à l'avant. La nageoire caudale, en forme de palette est formée de 14 ou 15 rayons principaux bifurqués.

Il ne fait donc aucun doute que les Poissons récoltés à Las Lomas de Sorbas appartiennent bien à l'espèce *Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), telle qu'elle a été redéfinie récemment (Gaudant, 1979). Néanmoins, une analyse statistique de certains caractères méristiques conduit à mettre en évidence une différence mineure entre les populations de

légèrement différentes, donnant ainsi naissance à des morphotypes différents.

Comme dans les autres populations connues d'*Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), une pachyostose marquée, affectant à la fois les os, les vertèbres et les écailles, est observable sur le matériel de Las Lomas de Sorbas. Elle est particulièrement nette sur le squelette axial, en raison de l'épaississement parfois considérable des neurapophyses et des hémapophyses (fig. 4). Seuls deux petits spécimens de Sorbas dont la longueur standard atteint respectivement 9 et 14 ou 15 mm (2) en sont indemnes, bien que des indices évidents de pachyostose soient observables sur des individus dont la longueur standard n'excède pas 11 et 11,5 mm. On peut donc affirmer que, bien qu'elle apparaisse au cours de la croissance, la pachyostose n'est pas liée uniquement à la taille des individus. Le chimisme du milieu semble en avoir été le facteur déterminant.

Signification paléoécologique

La présence d'*Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ) dans les laminites silteuses messiniennes de Las Lomas de Sorbas permet de préciser les conditions de dépôt de cette série sé-

(1) "s" correspond à l'écart-type.

(2) Le second spécimen étant incomplet, il s'agit d'une valeur estimée.

dimentaire. En effet, dans la nature actuelle, deux espèces d'*Aphanius* sont présentes à la périphérie du bassin méditerranéen. *A. fasciatus* NARDO et *A. iberus* (CUV. & VAL.), auxquelles il convient d'ajouter *A. dispar* (RÜPPELL), qui semble y avoir pénétré récemment en provenance de la Mer Rouge. Ces espèces peuplent principalement les étendues d'eau à salinité variable du domaine margino-littoral. Elles sont extrêmement euryhalines puisque Lotan (1971) signale qu'

tant, 1981), que les laminites messiniennes de Las Lomas de Sorbas ont dû se déposer dans des eaux à salinité variable. Toutefois, la teneur relativement forte du sédiment en éléments détritiques (silt et muscovite) permet de penser que l'apport d'eaux météoriques, responsables de l'érosion des reliefs métamorphiques, était suffisamment important pour contrebalancer les effets de l'évaporation, ce qui avait pour conséquence de limiter la concentration saline du milieu.

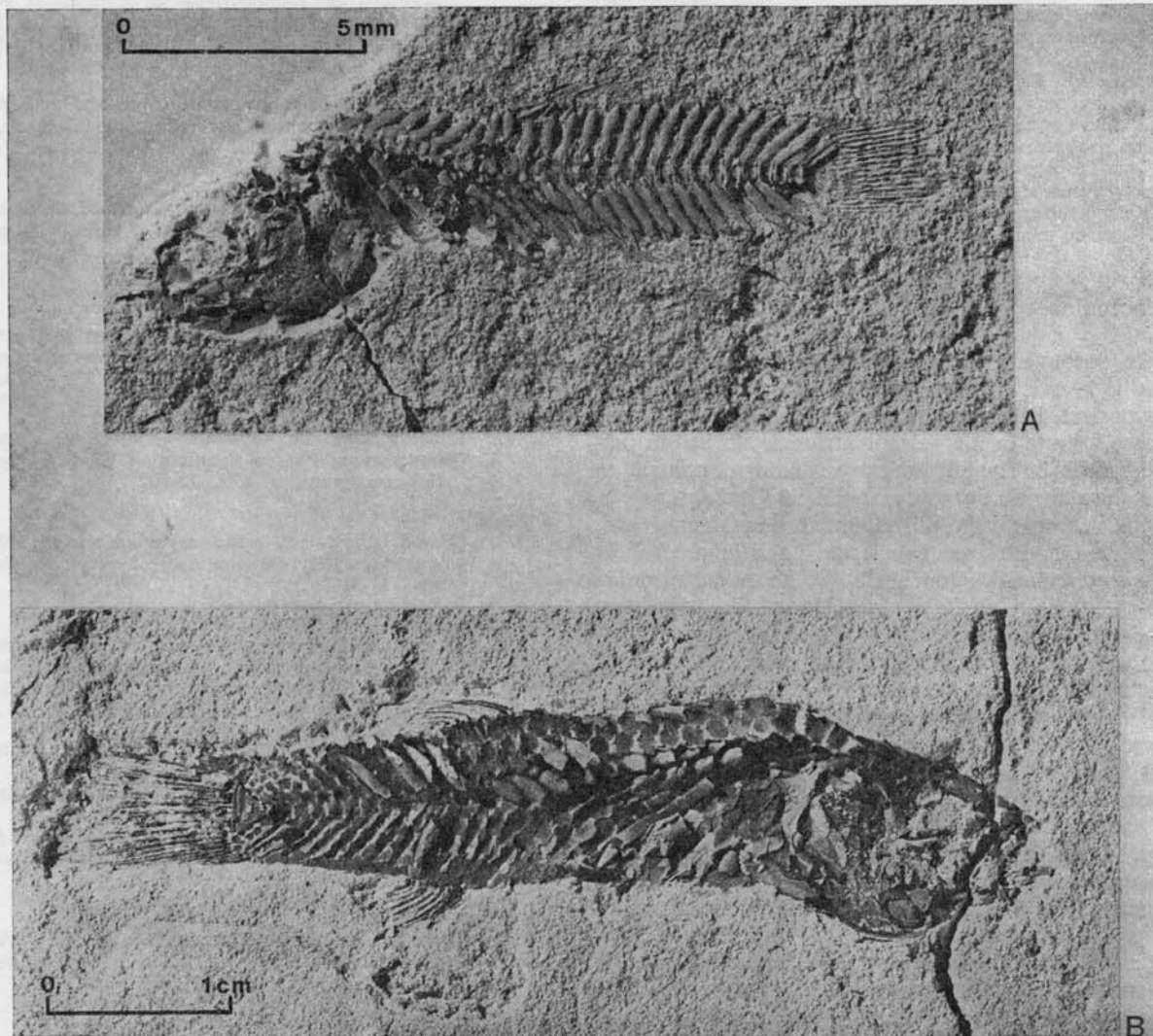


Fig. 4.—Deux individus d'*Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ), de Las Lomas de Sorbas, affectés de pachyostose. A: Spécimen M.N.H.N.P.-SOR 12d (longueur standard = 15 mm); B: Spécimen M.N.H.N.P.-SOR 1G (longueur standard = 44,5 mm).

dispar (RÜPPELL) est capable de vivre dans des eaux renfermant jusqu'à 145‰ de sels dissous. Bien qu'*A. fasciatus* puisse être découverte occasionnellement le long des côtes, en milieu marin ouvert (Torchio, 1967), son habitat normal est constitué par des lagunes saumâtres où se mélangent eau de mer et eau douce (Cavicchioli, 1962). L'écologie de espèces actuelles d'*Aphanius* du domaine méditerranéen conduit donc à considérer, comme nous l'avons montré précédemment pour plusieurs gisements fossilifères italiens (Gau-

Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée par les résultats de l'analyse isotopique pratiquée sur les carbonates contenus dans les laminites fossilifères. Les valeurs obtenues: $\delta^{13}\text{C}/\text{PDB-I} = -4,60\text{‰}$ et $\delta^{18}\text{O}/\text{PDB-I} = -2,75\text{‰}$ indiquent en effet un appauvrissement en isotope lourd du carbone sous l'action de la phytosphère et une cristallisation de la calcite dans une eau non évaporée, comme le montre la valeur négative de $\delta^{18}\text{O}$.

On peut s'interroger, d'autre part, sur la signification du

caractère monotypique de l'ichthyofaune de Las Lomas de Sorbas. Or, au Messinien, cette monotypie semble avoir été assez répandue puisqu'elle a été également observée dans les marnes soufrières de Sicile (les quatre espèces distinguées par d'Erasmus sont en effet synonymes: Gaudant, 1979), dans les marnes de San Lazzaro di Savena, près de Bologne (Gaudant, 1981) et dans la phase ultime du Messinien évaporitique des environs d'Alba (Piémont) (ontes *et al.*, à paraître). Il est difficile d'expliquer cette monotypie, bien que l'isolement biogéographique des bassins susnommés ait pu jouer un rôle déterminant. On peut en effet supposer que ces bassins étaient totalement isolés; à la fois du réseau hydrographique continental et de la mer ouverte (par l'intermédiaire d'un cordon littoral), ce qui justifierait tout à la fois l'absence de Poissons dulcaquicoles et de Poissons marins euryhalins ou diadromes. Dans certains cas —notamment dans celui des marnes soufrières de Sicile—, le chimisme du milieu peut être également invoqué car Smith (1952) a montré que l'espèce actuelle *Aphanius fasciatus* NARDO possède une tolérance remarquable à des concentrations élevées de H₂S et de sulfure libre. On peut donc supposer qu'il en était peut-être de même pour *A. crassicaudus* (AGASSIZ).

Conclusion

La découverte d'*Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ) dans le Messinien post-évaporitique du bassin de Sorbas permet d'étendre désormais la répartition de cette espèce à toute la marge septentrionale du bassin méditerranéen puisqu'elle était précédemment connue en Crète et dans de nombreux gisements italiens.

Une comparaison du sédiment dans lequel sont conservés les Poissons fossiles de Las Lomas de Sorbas, avec celui des couches à *Aphanius crassicaudus* (AGASSIZ) et "*Libellula doris* HEER" du Messinien supérieur des environs d'Alba (Piémont) permet d'établir un rapprochement significatif entre ces niveaux. Sturani (1973) décrit en effet les secondes, qui prennent place plusieurs mètres au-dessus du banc de gypse, dans les termes suivants: "evenly laminated silts, marly silts and fine sands". Dans les deux gisements, la sédimentation détritrique paraît donc avoir été prédominante, ce qui pourrait indiquer que la salinité des eaux demeurerait toujours relativement faible en raison d'apports hydriques importants. Cette remarque est à rapprocher de la découverte récente du genre *Aphanius*, associé à des Amphibiens (*Rana* sp. et Salamandridae indéterminés) dans les diatomites tuoliennes du bassin de Hellín (Province d'Albacete) (Bellon *et al.*, 1981). Une telle association paraît caractériser des eaux soit douces soit oligohalines.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les personnes et les organismes qui leur ont accordé leurs concours pendant la préparation de cet article. Celui-ci n'aurait pas vu le jour sans l'aide financière et matérielle que M. A. Maurin et la Compagnie Française des Pétroles ont généreusement accordée aux deux auteurs. Les fouilles, réalisées en Septembre 1982, ont en outre bénéficié du soutien conjoint du Consejo Superior de Investigaciones Científicas et du Centre National de la Recherche Scientifique. Enfin, les résultats de l'analyse

isotopique des carbonates de Las Lomas de Sorbas ont été aimablement communiqués par M. J.-C. Fontes et Melle A. Filly.

Bibliographie

- BELLON, H.; BIZON, G.; CALVO, J. P.; ELIZAGA, E.; GAUDANT, J. & LÓPEZ MARTÍNEZ, N.
1981. Le volcan du Cerro del Monagrillo (Province de Murcia): âge radiométrique et corrélations avec les sédiments néogènes du bassin de Hellín (Espagne). *C. R. Acad. Sci.*, 292 (II), 1035-1038.
- CAVICCHIOLI, G.
1962. Considerazioni bio-ecologiche sopra *Aphanius fasciatus* Valenciennes (Cyprinodontidae). *Boll. Zool.*, 29, 713-720.
- FONTES, J. C.; GAUDANT, J. & FILLY, A.
(à paraître). Recherches sur les conditions de dépôt des gypses messiniens des environs d'Alba (Piémont): arguments paléontologiques et isotopiques.
- GAUDANT, J.
1979. "*Pachylebias*" *crassicaudus* (AGASSIZ) (Poisson téléostéen, Cyprinodontiforme), un constituant majeur de l'ichthyofaune du Messinien continental du bassin méditerranéen. *Géobios*, 12, 47-73.
- GAUDANT, J.
1981. L'ichthyofaune du Messinien continental d'Italie septentrionale et sa signification géodynamique. *Palaeontographica*, 172, 72-102.
- LOTAN, R.
1971. Osmotic adjustment in the euryhaline teleost *Aphanius dispar* (Cyprinodontidae). *Z. vergl. Physiol.*, 75, 383-387.
- MONTENAT, C. & OTT D'ESTEVOU, PH.
1977. Présence du Pliocène marin dans le bassin de Sorbas (Espagne méridionale). Conséquences paléogéographiques et tectoniques. *C. R. somm. Soc. géol. France*, 1977, 209-211.
- MONTENAT, C.; OTT D'ESTEVOU, PH.; PLAZIAT, J. C. & CHAPEL, J.
1980. La signification des faunes marines contemporaines des évaporites messiniennes dans le Sud-Est de l'Espagne. Conséquences pour l'interprétation des conditions d'isolement de la Méditerranée occidentale. *Géol. méditerr.*, 7, 81-90.
- OTT D'ESTEVOU, PH.
1980. Evolution dynamique du bassin néogène de Sorbas (Cordillères bétiques orientales, Espagne). *Doc. et Trav. I.G.A.L.*, 1, 1-264.
- SMITH, J. L. B.
1952. Cyprinodont Fishes from a sulphur-producing lake in Cyrenacia. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (11), 5, 888-892.
- STURANI, C.
1973. A fossil eel (*Anguilla* sp.) sp. from the Messinian of Alba (Tertiary Piedmontese basin). Palaeoenvironmental and palaeogeographic implications. In *Messinian events in the Mediterranean*, K. nederl. Akad. Wet., Amsterdam, 243-255.
- TORCHIO, M.
1967. Osservazioni e considerazioni sulla presenza in acque mediterranee costiere di Ciprinidi, Ciprinodontidi e Gasterosteidi. *Natura*, 58, 235-243.

Recibido el 16 de noviembre de 1984.
Aceptado el 23 de marzo de 1985.