

LES ÉVÉNEMENTS BIOSTRATIGRAPHIQUES DE LA ZONE PRÉPYRÉNÉENNE D'ARAGON (ESPAGNE), DE L'ÉOCÈNE MOYEN À L'OLIGOCÈNE INFÉRIEUR

BIOSTRATIGRAPHIC EVENTS FROM THE MIDDLE EOCENE TO THE LOWER OLIGOCENE IN THE PREPYRENEAN ZONE OF ARAGON (SPAIN)

par

José-Ignacio CANUDO *, Eustoquio MOLINA *,
Janine RIVELINE **, José SERRA-KIEL ***, Maité SUCUNZA *

RÉSUMÉ. — L'étude micropaléontologique (Foraminifères planctoniques et benthiques, nannoplancton calcaire et charophytes) conduit à définir le cadre bio et chronostratigraphique de cet important secteur de la chaîne pyrénéenne, depuis l'Eocène moyen jusqu'à l'Oligocène inférieur.

D'un point de vue paléontologique, certains événements particuliers sont mis en relief :

— l'extinction des espèces de Foraminifères planctoniques *M. senni*, *G. frontosa*, *G. possagnoensis*, *G. inaequispira*, *G. higginsii* au sommet de la zone à *M. lehneri* (P 12). Ces extinctions, qui constituent le plus grand événement survenu au cours de l'Eocène moyen, conduisent les auteurs à proposer de déplacer la limite Lutétien — Bartonien, généralement située à la partie supérieure de la zone P 12, à son sommet;

— l'extinction des Foraminifères planctoniques de formes épineuses à la limite des zones P 14-P 15, limite qui coïncide avec la limite Eocène moyen — Eocène supérieur;

— la présence d'un relais faunistique à la base de la zone à *N. fabianii* (Priabonien inférieur), ce qui conduit à la proposition d'une subdivision de cette zone. Cette nouvelle zonation présente un intérêt certain pour le type de faciès observé;

— la découverte de deux charoflores, l'une d'âge priabonien moyen « récent » — priabonien supérieur, l'autre d'âge oligocène inférieur.

En conclusion, l'évolution paléogéographique de la région est replacée dans son cadre chronostratigraphique.

ABSTRACT. — The micropaleontological study (Planktonic Foraminifera, Larger Foraminifera, Calcareous Nannoplancton, Charophyta) has allowed the setting of a detailed bio and chronostratigraphic frame, since the Middle Eocene to the Lower Oligocene, for an important sector of the Pyrenean chain. A set of events during this interval has been pointed out :

— The extinction of the Planktonic Foraminifera : *M. senni*, *G. frontosa*, *G. possagnoensis*, *G. inaequispira*, and *G. higginsii* at the top of the *M. lehneri* zone (P 12). Those extinctions, which constitute the most important event during the Middle Eocene, lead the authors to propose to displace the Lutetian/Bartonian boundary, generally situated in the upper part of the zone P 12, to its top.

— The extinction of the typical Middle Eocene spiny Planktonic Foraminifera at the Bartonian/Priabonian boundary that appears as a further relevant event.

— The turn over of several species of Nummulites in the lower part of the *N. fabianii* zone (Lower Priabonian), that has allowed the proposition of a more suitable zonation for that type of facies located in such a latitude.

— The discovery of two assemblages of Charophyta, respectively of Upper Priabonian and Lower Stampian age. The presence of those organisms contributes to precise the moment of the passage from the marine sedimentation to the continental one. Moreover, they contribute to identify the Eocene/Oligocene boundary inside the overlying continental sediments.

In conclusion, the paleogeographical evolution of the region is redrawn in its chronostratigraphical frame.

Mots-clés : Foraminifères planctoniques — Foraminifères benthiques — Nannoplancton calcaire — Charophytes — Eocène — Oligocène — Espagne — Paléogéographie — Chronostratigraphie.

Key-words : Planktonic Foraminifera — Benthic Foraminifera — Calcareous Nannoplancton — Eocene — Oligocene — Spain — Paleogeography — Chronostratigraphy.

* Departamento de Paleontología, Universidad de Zaragoza, Espagne.

** Laboratoire de Géologie des bassins sédimentaires, U.P.M.C., Paris, France.

*** Departamento de Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología, Universidad de Barcelona, Espagne.

INTRODUCTION

Compte tenu de sa position en bordure de l'Atlantique, les séries qui constituent le territoire espagnol sont généralement caractérisées par un contenu paléontologique riche et diversifié permettant souvent de corréler les biozones entre elles, de confirmer ou d'infirmer des corrélations interzonales précédemment admises.

En ce qui concerne le Cénozoïque, s'il n'est pas besoin de démontrer la nécessité et l'utilité d'études pluridisciplinaires (Molina, 1986), celles-ci sont peu nombreuses et intéressent des secteurs géographiques éloignés les uns des autres. Nous citerons les travaux de Ferrer *et al.* (1973) sur le bassin de Tresp, d'Hillebrandt (1976) sur la région d'Alicante, ceux de Ferrer (1967) sur les Cordillères côtières de Catalogne, et ceux de Caus (1974) sur le Nord-Est de l'Espagne. Dans ces deux dernières publications, un premier essai de corrélation entre les zones de Nummulites et de Foraminifères planctoniques de l'Eocène moyen et supérieur est tenté, mais la position de ces biozones de Foraminifères dans

l'échelle chronostratigraphique standard n'a pu être précisée.

La connaissance de la Biostratigraphie et de la Chronostratigraphie des zones prépyrénéennes constitue une étape importante pour la compréhension de l'orogénèse pyrénéenne. Dans ce cadre, le Nord de l'Espagne est un secteur particulièrement favorable pour une telle entreprise. Ce sujet est d'actualité, une synthèse des Pyrénées fondée sur une collaboration franco-espagnole étant en cours d'élaboration.

La présente note concerne l'étude pluridisciplinaire détaillée du contenu paléontologique de la coupe d'Arguis (Nord de l'Aragon) entre l'Eocène moyen et l'Oligocène inférieur, travail jamais réalisé jusqu'ici. Cette coupe est vraisemblablement la plus représentative du secteur géographique en question.

L'enregistrement biologique est relativement continu. Bien que contrôlé par un contexte paléocologique, cet enregistrement permet de mettre en évidence une succession d'événements et d'établir une chronostratigraphie précise. Les différentes biozones observées sont corrélées et leur position dans l'échelle chronostratigraphique standard discutée.

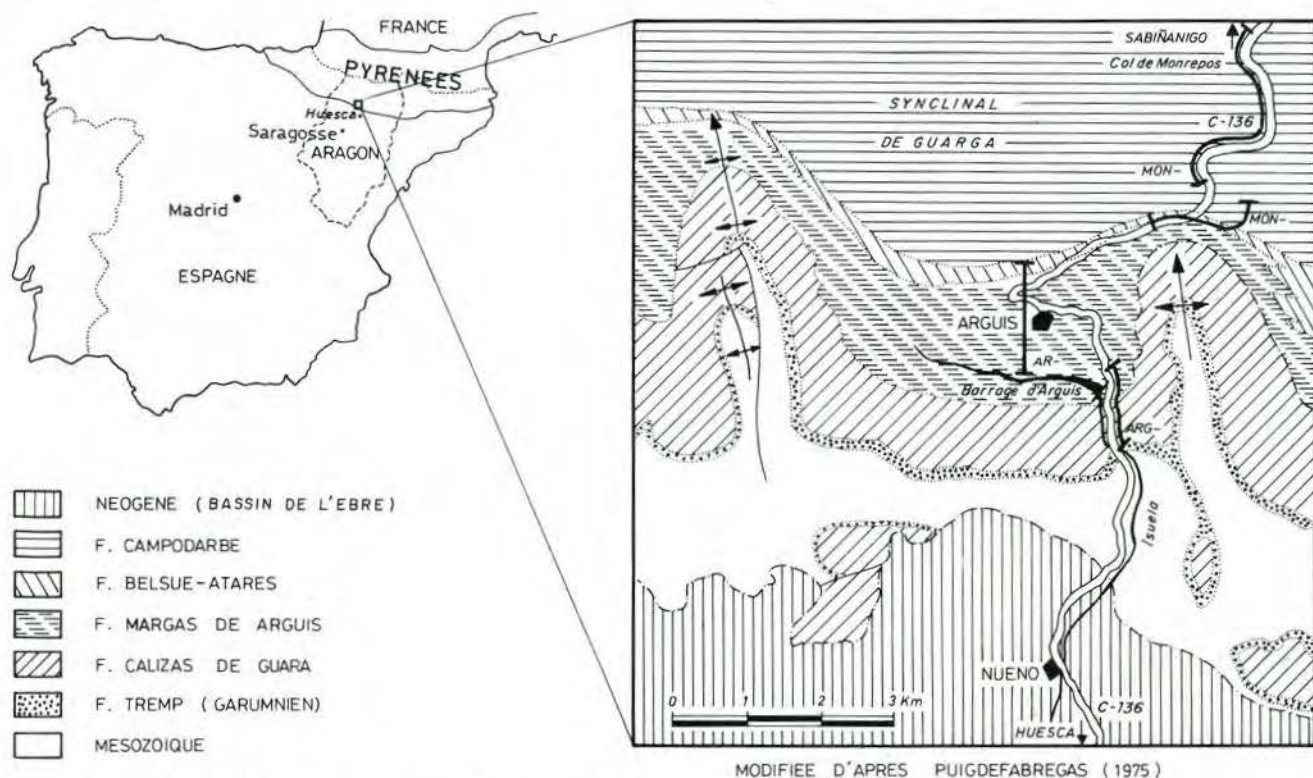


FIG. 1. — Localisation des coupes étudiées. AR, ARG, MON : sigles des différentes coupes échantillonnées.
Localisation of the studied sections. AR, ARG, MON : abbreviations of the different sampled sections.

SITUATION ET LITHOLOGIE (Fig. 1)

Située au Nord de la Province de Huesca (Aragón, Espagne), la coupe d'Arguis appartient à la partie la plus méridionale des Pyrénées, plus précisément aux « Sierras Exteriores » appelées également « Sierras Subpirenaicas » ou zone de « Sierras Marginales ». Il s'agit d'un ensemble montagneux d'âge mésozoïque (Trias, Crétacé supérieur) et cénozoïque (Paléocène, Eocène). Le synclinal du Guarga est occupé par des dépôts continentaux datés de l'Eocène supérieur-Miocène inférieur.

Les coupes observées se situent le long de la route départementale C-136, allant de Huesca à Sabiñanigo. L'échantillonnage a été effectué :

- dans le secteur où la C-136 suit la rivière Isuela depuis le kilomètre 19 jusqu'au barrage d'Arguis, (Fig. 1 - ARG),
- du barrage d'Arguis au col de Monrepos (Fig. 1, AR, MON-).

D'un point de vue lithostratigraphique, ont été recoupées les formations suivantes (de bas en haut) :

- La Formation Calizas de Guara. Surmontant la Formation de Tremp, plus connue comme Garumnien de faciès continental (Mey *et al.*, 1968), Les Calizas de Guara (Puigdefábregas, 1975), également connues sous le nom de « Calizas de Alveolinas », sont de type transgressif. Elles sont constituées de plus de 200 m de calcaires riches en macroforaminifères (Alvéolinidés et Nummulites) et correspondent à un dépôt de plate-forme carbonatée.

- La Formation des Margas de Arguis. Constituées de marnes et marno-calcaires de couleur gris-bleuté, leurs dépôts se seraient effectués sur un talus dont la profondeur diminuerait progressivement, constituant ainsi un prodelta à éléments détritiques fins. Elles ont livré principalement des petits Foraminifères et des nannofossiles calcaires.

- La Formation Belsué-Atarés (Puigdefábregas, 1975). La sédimentation est essentiellement déritique de type deltaïque. Elle constitue la transition entre la formation sous-jacente de faciès marin et celle sus-jacente de faciès continental. La Formation Belsué-Atarés contient une faune riche en macroforaminifères (Nummulitidés et Discocyclinidés) et en nannoplancton calcaire. Quelques Foraminifères planctoniques sont également présents à la base mais disparaissent à la partie supérieure.

- La Formation Campodarbe (Soler et Puigdefábregas, 1970) est incluse dans le groupe Montañana-Campodarbe (Mutti *et al.*, 1972) qui comprend tous les faciès continentaux superposés aux faciès marins de l'Eocène moyen-supérieur avec lesquels ils s'entrecroisent localement. D'un point de vue lithologique, la Formation Campodarbe est constituée d'une alternance de couches sableuses épaisses de 3 à 8 m, très étendues géographiquement et de lutites rouges souvent arénacées puissantes de 10 à 15 m. L'épaisseur totale de la formation dépasse 1000 m. La présente étude concerne les 200 m inférieurs. Il s'agit d'un dépôt de type fluvio-lacustre. Des charophytes essentiellement ont été récoltées.

FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES

Les études biostratigraphiques du Sud de la chaîne pyrénéenne, fondées sur la répartition des Foraminifères planctoniques, intéressent des régions assez éloignées de notre secteur d'étude (Ruiz de Gaona y Colom, 1950; Mangin, 1959-60; Martínez Díaz, 1971; Caus, 1975; Ferrer *in* Puigdefábregas, 1975; Orue-Echebarria, 1983). Seule, celle de Canudo (1985) concerne une région proche d'Arguis, la région de Jaca-Berdún.

Les Foraminifères planctoniques de la coupe d'Arguis n'ont pas fait, jusqu'ici, l'objet d'analyses détaillées. Leur faible abondance dans la majeure partie de la série ainsi que leur mauvais état de conservation en sont probablement la cause. Molina (1986) donne, dans un guide d'excursion, des résultats préliminaires concernant les Margas d'Arguis. Cet auteur classe la base de la formation dans un Lutétien supérieur-Bartonien inférieur (présence d'une association de la zone à *G. lehneri*), leur sommet dans le Priabonien (présence d'une association de la zone à *P. semiinvoluta*).

D'un point de vue taxonomique, un concept à fondement typologique comme celui retenu par l'« European Working Group on Planctonic Foraminifera » (Robaszynski *et al.*, 1984) a été adopté, en raison du caractère bio et chronostratigraphique du présent travail.

Les résultats reportés figure 2 sont semi-quantitatifs. Les comptages ont été exécutés sur environ 300 individus. Les pourcentages obtenus ont été regroupés en cinq catégories : abondant, commun, fréquent, rare et non significatif. On entend par non significatif, les espèces présentes sur une préparation pauvre en individus.

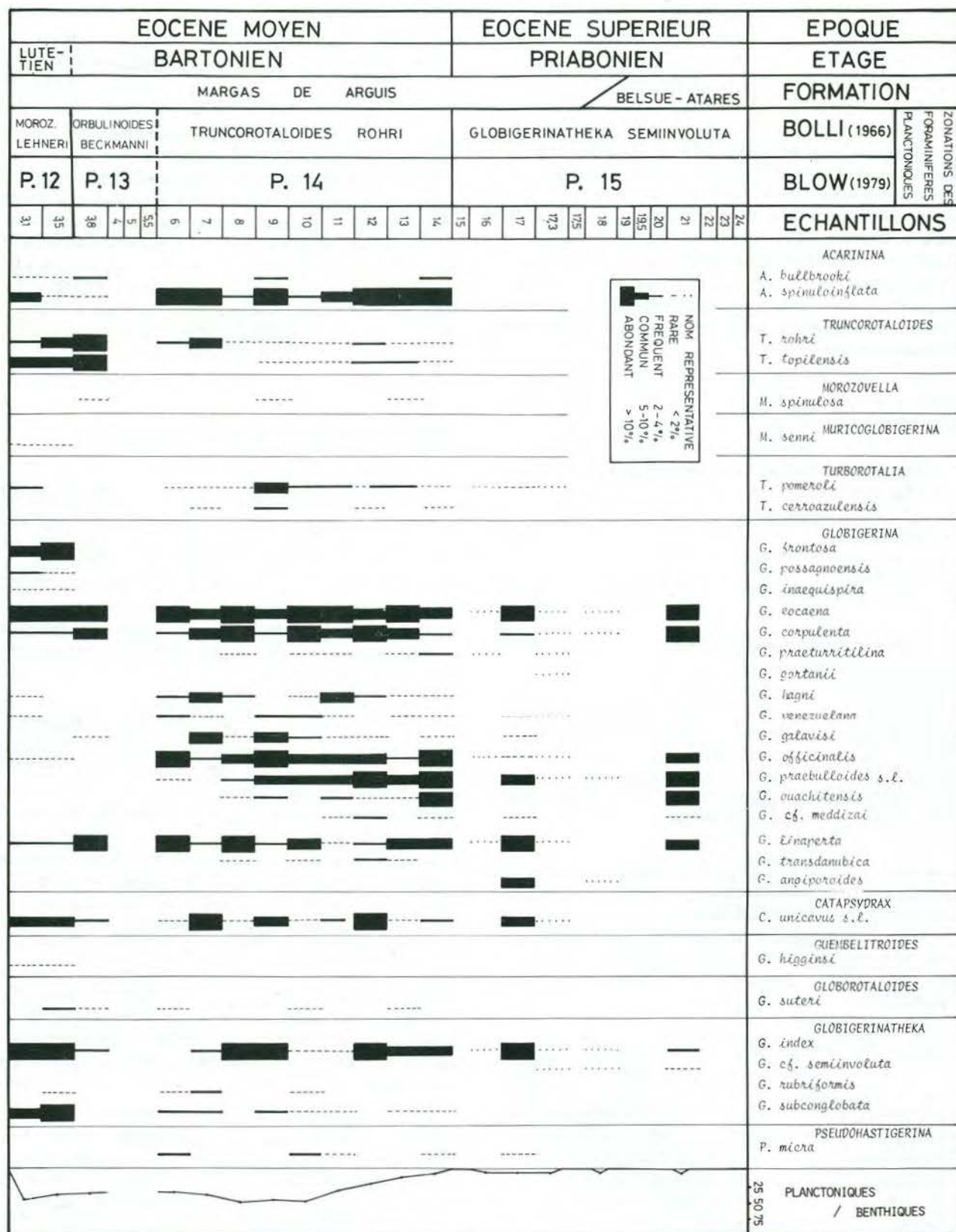


FIG. 2. — Tableau de répartition des Foraminifères planctoniques de la coupe d'Arguis (Aragon, Spain).
Distribution of the planktonic Foraminifera in Arguis section (Aragon, Spain).

D'un point de vue zonale, les biozonations de Bolli (1957-1966), définie dans les latitudes tropicales, et de Blow (1969-1979) à vocation plus universelle, ont été utilisées. Pour l'intervalle stratigraphique qui nous intéresse, ces deux biozonations reposent sur les mêmes biohorizons et sont caractérisées par les mêmes formes-marqueurs. Ces formes-marqueurs sont très peu représentées à Arguis en raison de facteurs probablement écologiques. Cette faible représentation des formes guides a conduit, pour effectuer les attributions zonales, à recourir à des critères de remplacement, c'est-à-dire à nous baser sur la répartition stratigraphique des espèces présentes dans l'association.

LA FORMATION CALIZAS DE GUARA

Les Calizas de Guara n'ont livré que quelques Foraminifères planctoniques indéterminables d'un point de vue spécifique et ne permettant pas d'attribution zonale. Cette pauvreté faunistique est le fait d'un dépôt effectué en domaine de plate-forme carbonatée peu profonde.

LA FORMATION DES MARGAS D'ARGUIS

L'extrême base des Margas d'Arguis appartient à la partie supérieure de la zone à *Morozovella lehneri*, soit la zone P 12. Le classement dans cette zone est fondé, en l'absence de la forme guide, sur la présence de *Globigerina frontosa* (SUBBOTINA) et de *Globigerina possagnoensis* (TOUMARKINE et BOLLI), associées aux premiers représentants de *Turborotalia pomeroli* (TOUMARKINE et BOLLI). Dans les deux échantillons étudiés, on note également la présence de *Muricoglobigerina senni* (BECKMANN), *Globigerina inaequispira* (SUBBOTINA) et *Guembelitroides higginsii* (BOLLI), toutes trois également spécifiques de la zone P 12.

La zone à *Orbulinoides beckmanni* (zone P 13) n'a pu être totalement reconnue. L'espèce-marqueur est absente pour des raisons analogues à celles évoquées pour *M. lehneri*, de même que d'autres formes caractéristiques de la zone. Son sommet ne peut être précisé.

La zone la plus largement représentée dans les Margas d'Arguis est la zone à *Truncorotaloides rohri*, aussi dénommée zone à *Globorotalia* (*Morozovella*) *spinulosa spinulosa* (P 14). Parmi les espèces les plus significatives nous citerons : *Acarinina bullbrookii* (BOLLI), *Acarinina spinuloinflata* (BANDY), *Truncorotaloides rohri* (BRÖNNIMAN et BERMUDEZ), *Truncorotaloides topilensis* (CUSHMAN), *Morozovella spinulosa*

(CUSHMAN), *Globigerinatheka subconglobata* (SHUTSKAYA). Le sommet de cette zone est nettement délimité par l'extinction de la plupart de ces espèces, y compris la forme-marqueur.

Au sommet de la Formation, c'est la brusque extinction des espèces épineuses caractéristiques de l'Eocène moyen qui permet d'identifier la base de la zone P 15 à *Globigerinatheka semiinvoluta*, la forme-marqueur étant rare. De plus on observe une décroissance progressive du nombre des Foraminifères. Ce fait est à relier au contexte paléoécologique (énergie de l'eau croissante et profondeur du milieu décroissante). On passe progressivement à une sédimentation de type deltaïque, prélude à la sédimentation de type continental qui s'établira ultérieurement.

LA FORMATION BELSUÉ-ATARÉS

La partie inférieure de la Formation Belsué-Atarés appartient à la zone P 15. L'attribution zonale de la partie supérieure ne peut être précisée. Nous n'y avons pas récolté de Foraminifères planctoniques, probablement en raison des conditions du milieu devenu nettement de type deltaïque.

En conclusion, l'étude des Foraminifères planctoniques de la coupe d'Arguis a permis, malgré un contrôle de leur distribution par la paléoécologie, d'identifier :

- dans les Margas d'Arguis les zones P 12 (partie supérieure), P 13, P 14 et P 15 (partie inférieure) et leur attribuer un âge bartonien à priabonien basal;
- dans la Formation Belsue-Atarés la zone P 15 recouvrant le Priabonien inférieur.

D'autre part, on remarquera que la faune se caractérise par une nette prédominance d'espèces appartenant au genre *Globigerina*, associées à quelques représentants des genres *Globigerinatheka* (*G. index*), *Acarinina* et *Truncorotaloides*. Enfin il faut souligner la rareté des *Morozovella*, *Pseudohastigerina* et *Turborotalia*, l'absence d'*Hantkenina*, probablement dues à la turbidité des eaux et à la faible profondeur des dépôts. Le facteur température semble devoir être exclu puisque ces formes sont citées à la même époque plus au Nord (Mancion, 1985).

NANNOPLANKTON CALCAIRE

Les études du nannoplancton calcaire de l'Eocène moyen-supérieur du versant sud-occidental de la Chaîne pyrénéenne sont également peu nombreuses.

EOCENE MOYEN		EOCENE SUPERIEUR		EPOQUE	
BARTONIEN		PRIABONIEN		ETAGE	
MARGAS DE ARGUIS		BELSUE - ATARES		FORMATION	
R. UMBILICA CP 14		D. BARBADIENSIS CP 15		OKADA & BUKRY (1980)	
D. SAIPANENSIS CP 14B		CH. OAMARUENSIS CP 15A		MARTINI (1986)	
CH. SOLITUS NP 16		CH. OAMA RUENSIS NP 18		ZONATIONS NANNOPLANKTON CALCAIRE	
NP 17		NP 18		ECHANTILLONS	
31	30	29	28	27	26
25	24	23	22	21	20
19	18	17	16	15	14
13	12	11	10	9	8
7	6	5	4	3	2
1	0	0	0	0	0
Blac. spinosus					
Micranolithus sp					
Braa. bigelowi					
Braa. disculo					
Braarudosphaera sp					
Cocco. pelagicus					
Cu. floridanus					
Ciclo. formosa					
Ciclo. reticulata					
Ciclo. kingi					
D. bicaveata					
D. multipora					
Dis. saipanensis					
Dis. barbadiensis					
Dacty. punctulata					
Ch. grandis					
Ch. solitus					
Ch. oamaruensis					
L. minutus					
Neo. minutus					
Pemma sp.					
Ret. umbilica					
Ret. hillae					
Ret. bisecta					
Sph. spiniger					
Sph. moniformis					
Sph. radians					
Sph. burcatolithoid					
R. inflata					
Z. bifugatus					
T. obliquipons					
T. pulcher					

FIG. 3. — Tableau de répartition des nannofossiles calcaires de la coupe d'Arguis (Aragón, Espagne).
Distribution of the calcareous nannofossils in Arguis section (Aragon, Spain).

Nous mentionnerons le travail de Sucunza (1986) sur l'Eocène du secteur Aoiz-Lumbier (Navarre), région la plus proche d'Arguis, mais malgré tout assez éloignée.

Les nannofossiles calcaires ont été déterminés au microscope optique. Compte tenu d'un remaniement relativement important sur toute la série, encore plus marqué dans les niveaux supérieurs de la Formation Belsue-Atarés, nous avons réalisé une analyse quantitative, en dénombrant le nombre d'espèces dans 1 cm² de préparation. Les résultats portés sur la figure 3 sont semiquantitatifs. Trois catégories ont été distinguées (abondant, fréquent et rare), les espèces remaniées n'étant pas reportées.

Des nannofossiles calcaires ont été reconnus dans les niveaux marneux des Margas d'Arguis et de la Formation Belsue-Atarés. D'une manière générale, on observe une diminution du nombre d'espèces de la base vers le sommet de la série. A la partie inférieure, une trentaine de formes bien conservées ont pu être identifiées dont huit peuvent être considérées comme abondantes.

D'un point de vue zonale, nous avons utilisé la zonation de Okada et Bukry (1980) et celle de Martini (1970, modifiée en 1986).

LA FORMATION MARGAS D'ARGUIS

L'extrême base, dont les échantillons se sont montrés les plus riches en nannoplancton de toute la série d'Arguis, est attribuable à la sous-zone CP 14 A (zone à *Discoaster bifax*) d'Okada et Bukry, ou à la zone NP 16 (= zone à *Chiasmolithus solitus*) de Martini et Muller. Les espèces les plus représentatives sont : *Braarudosphaera bigelowi* GRAN et BRAAROD, *Coccolithus pelagicus* WALLICH, *Cyclococcolithina formosa* KAMPTNER, *Discoaster barbadiensis* TAN, *Chiasmolithus solitus* BRAMLETTE et SULLIVAN, *Lanternithus minutus* STRADNER, *Sphenolithus moriformis* BRÖNNIMAN et STRADNER et *Zygrhablithus bijugatus* DEFLANDRE.

Le reste des Margas d'Arguis appartient à la zone NP 17 de Martini (= sous-zone CP 14 B d'Okada et Bukry), identifiée par l'extinction de *Chiasmolithus solitus* et de *Sphenolithus furcatolithoides* LOCKER. Le marqueur de zone, *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE et RIEDEL, semble absent, probablement en raison des conditions écologiques déjà évoquées lors de l'étude des Foraminifères planctoniques (agitation et profondeur de l'eau). Les espèces les plus abondantes sont : *Coccolithus pelagicus*, *Cyclococcolithina reticulata* GARTNER et SMITH, *Lanternithus minutus*, *Reticulofenestra umbilica* LEVIN et *Zygrhablithus bijugatus*.

LA FORMATION BELSUE-ATARÉS

Dans la partie inférieure de la Formation, l'association de la zone NP 17 persiste. A la partie supérieure, on observe un appauvrissement en nannoplancton et une diminution de la diversité spécifique. L'apparition de *Chiasmolithus gamaruensis* DEFLANDRE dans l'échantillon MON-4, 7 marque la base de la zone NP 18 de Martini. Cette zone est la plus récente identifiée dans la série d'Arguis.

En conclusion, du nannoplancton a été récolté, à Arguis, dans les Margas d'Arguis et dans la Formation Belsue-Atarés. L'analyse de leur distribution a permis d'identifier les zones NP 16 (partie supérieure), NP 17, NP 18, et de confirmer l'âge bartonien à priabonien inférieur établi sur la base des Foraminifères planctoniques.

D'autre part, l'examen de la répartition des genres montre que les plus représentés sur la coupe (*Braarudosphaera*, *Lanternithus*, *Zygrhablithus* et *Reticulofenestra*) sont ceux définis par Baldi-Beke (1984) comme caractéristiques des faciès côtiers. En revanche les *Discoaster* et *Sphenolithus*, se développant préférentiellement en domaine océanique ouvert, sont restreints à la base de la série. Ces enseignements d'ordre biologique confirment donc le passage d'un système océanique à un système deltaïque mis en évidence par les données sédimentologiques.

MACROFORAMINIFÈRES

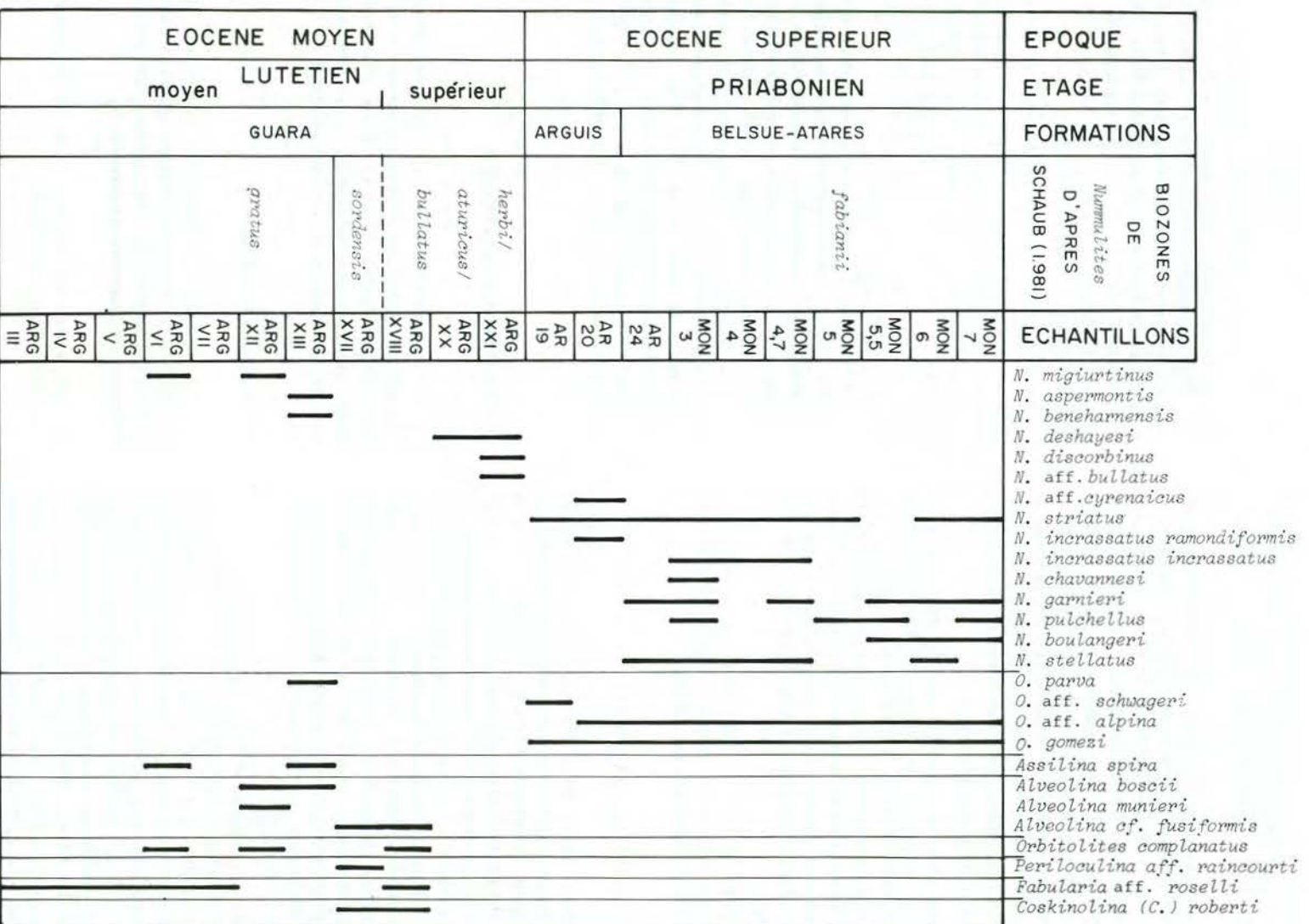
Des macroforaminifères ont été récoltés dans les Calizas de Guara, les Marnes d'Arguis et la Formation Belsue-Atarés (Fig. 4). Leur distribution est régie, comme nous l'avons plusieurs fois mentionné, par les contraintes de l'environnement.

LES CALIZAS DE GUARA

Les Calizas de Guara sont constituées de deux séquences successives, chacune d'elle évoluant depuis un domaine de plate-forme restreinte vers un domaine de plate-forme ouverte.

La séquence inférieure (base de la Formation à l'échantillon ARG-XIII)

De la base de la formation jusqu'à l'échantillon ARG-VII, la faune se caractérise par la prédominance de macroforaminifères à test porcelané, les genres les



plus représentatifs étant : *Idalina*, *Orbitolites*, *Fabularia* et *Alveolina*. Ce dépôt de plate-forme restreinte passe progressivement (échantillon ARG-XIII) à des dépôts de plate-forme ouverte à *Operculina* et *Nummulites*.

D'un point de vue spécifique, nous avons identifié dans cette séquence inférieure : *Nummulites aspermontis* SCHAUB, *Nummulites beneharnensis* DE LA HARPE, *Nummulites migiurtinus* AZZAROLI, *Operculina parva* DOUVILLÉ, *Assilina spira* DE ROISSY, *Alveolina bosci* DEFANCE, *Alveolina munieri* HOTTINGER, *Fabularia* aff. *roselli* CAUS, *Orbitolites complanatus* LAMARCK. D'après Schaub (1981), *N. aspermontis* et *N. beneharnensis* correspondent à la biozone à *N. gratus*/*N. beneharnensis*, équivalente à la zone à *A. munieri* d'Hottinger (1960). Pour ces auteurs, ces biozones appartiendraient à la partie inférieure du Lutétien moyen (Lutétien moyen 1).

La séquence supérieure (échantillon ARG-XVII à ARG-XXI)

La base de cette séquence (échantillons ARG-XVII et ARG-XVIII), caractérisée par la présence de genres *Periloculina*, *Idalina*, *Fabularia*, *Orbitolites*, *Alveolina* et *Coskinolina*, correspond à un dépôt de plate-forme restreinte. Ces couches passent progressivement, comme la séquence inférieure, à des dépôts de faciès de plate-forme ouverte à *Nummulites* (échantillons ARG-XX et ARG-XXI). Au sommet, des niveaux riches en petites *Discocyclina* indiquent la partie la plus profonde de la plate-forme dans la zone photique (Caus et Serra-Kiel, 1984).

À la base, nous avons identifié : *Periloculina* aff. *raincourtii* SCHLUMBERGER, *Alveolina* cf. *fusiformis* SOWERBY, *Fabularia* aff. *roselli* CASU et *Coskinolina* (*Coskinolina*) *roberti* (SCHLUMBERGER).

Au sommet la faune se compose de : *Nummulites deshaysi* D'ARCHIAC et HAIME, *Nummulites discorbinus* (SCHLOTHEIM), *Nummulites* aff. *bullatus* AZZAROLI.

Selon Schaub (1981), l'association *N. deshaysi*-*N. discorbinus*-*N. aff. bullatus*, apparaît dès la limite Lutétien moyen-Lutétien supérieur et persiste jusqu'au sommet du Lutétien supérieur. Cette association serait équivalente à la biozone à *N. herbi* / *N. aturicus* / *N. bullatus*. Si on considère que les *Nummulites* observées au sommet de cette séquence sont effectivement attribuables à l'extrême sommet du Lutétien moyen, la biozone à *N. sordensis* / *N. crassus* (Lutétien moyen 2 de Schaub, 1981) serait représentée par les niveaux de la base de la séquence.

LA FORMATION MARGAS D'ARGUIS

Au sommet des Margas d'Arguis (échantillon AR-19 à AR-20), des niveaux limonitiques se sont montrés très riches en *Operculina* et *Nummulites*, indiquant ainsi un contexte de plate-forme ouverte.

Dans les horizons AR-19 et AR-20, les espèces identifiées sont *Nummulites* aff. *cyrenaicus* SCHAUB, *Nummulites incrassatus ramondiformis* DE LA HARPE, *Nummulites striatus* (BRUGUIÈRE), *Operculina* aff. *schwageri*⁽¹⁾ SILVESTRI et *Operculina gomezi* COLOM et BAUZA. *N. incrassatus ramondiformis* est spécifique du Priabonien. *N. aff. cyrenaicus* (espèce du phylum *N. discorbinus*) est, selon Schaub, limitée au Biarritzien s.l. dont la partie supérieure correspond sensiblement au Bartonien stratotypique. D'autre part, Blondeau (1972) signale des espèces du phylum *N. discorbinus* à la base du Priabonien. Nous considérerons donc que la présence dans les échantillons AR-19 et AR-20 de ce dernier représentant de la lignée *N. discorbinus* associé à une espèce qui apparaît au Priabonien inférieur, plaide en faveur d'une attribution de ces niveaux au Priabonien basal.

LA FORMATION BELSUÉ-ATARÉS

L'alternance de niveaux détritiques et marneux témoigne de la progression du delta dans le bassin. Les niveaux marneux de la base de la série (échantillons AR-24, MON-3 à MON-7) sont riches en *Operculina* et *Nummulites*. Ces niveaux marneux correspondent, selon les données lithologiques et sédimentologiques, à un dépôt de prodelta moyen distal.

D'un point de vue spécifique, nous avons identifié : *Nummulites striatus* (BRUGUIÈRE), *Nummulites chavannesi* DE LA HARPE, *Nummulites garnieri* DE LA HARPE, *Nummulites pulchellus* DE LA HARPE, *Nummulites incrassatus incrassatus* DE LA HARPE, *Nummulites boulangeri* SCHAUB, *Nummulites stellatus* ROVEDA, *Operculina* aff. *alpina* DOUVILLÉ⁽²⁾, *Operculina gomezi* COLOM et BAUZA et *Heterostegina helvetica* KAUFMAN. Cette association appartient

(1) Les représentants des Operculines dans l'échantillon AR-19 présentent des dimensions et des caractères plus proches de l'espèce biarritzienne *Operculina schwageri* que ceux de l'espèce priabonienne *Operculina alpina*. C'est la raison pour laquelle nous les avons considérées comme des formes affines.

(2) Les Operculines de l'échantillon AR-24 ont été déterminées en *Operculina* aff. *alpina*, car les spécimens étudiés se caractérisent par des dimensions (diamètre du proloculus, dimension de la coquille) différentes de celles des *Operculina alpina*, typiques de l'Eocène supérieur de Priabona (Hottinger, 1977).

à la base de la zone à *Nummulites fabianii* d'âge priabonien inférieur (Blondeau, 1972; Herb et Hekel, 1975; Schaub, 1981).

Par ailleurs, on trouve souvent dans cette formation de puissantes strates très riches en grandes *Discocyclina* aplaties, caractéristiques, selon Luterbacher (1983), d'un milieu de dépôt peu profond.

En conclusion, il a été possible, sur la base des macroforaminifères, d'établir une biozonation des horizons affleurant sur la coupe d'Arguis.

• Les biozones à *N. gratus* (Lutétien moyen ancien), et à *N. herbi* / *N. aturicus* / *N. bullatus* (Lutétien supérieur) sont ici bien caractérisées et leurs limites faciles à préciser. Elles sont présentes dans les Calizas de Guara.

• La biozone à *N. fabianii* (Priabonien inférieur)

est également bien caractérisée dès la base de la Formation Belsué-Atarés. La partie supérieure des Margas d'Arguis semble devoir également être classée dans cette biozone, compte tenu de l'observation dans ces niveaux d'un relais faunistique. Celui-ci, composé par l'association d'espèces connues dans le Biarritzien s.l. et d'espèces qui apparaissent au Priabonien inférieur, permet une subdivision de la zone à *N. fabianii* en deux sous-zones d'âge respectivement priabonien basal et priabonien inférieur. La limite supérieure de la zone à *N. fabianii* ne peut être non plus précisée. La persistance de *N. striatus*, jusque dans les dernières couches marines de la Formation Belsué-Atarés, montre que ces couches appartiennent toujours à la biozone à *N. fabianii* du Priabonien inférieur. L'absence de la zone à *N. retzius* est liée au fait, qu'au Priabonien supérieur, la région d'Arguis est en domaine continental.

ECHELLE (mètres)	ECHANTILLONS	LITHOLOGIE	FORMATION	<i>H. vasiiformis</i> <i>H. lineata</i> <i>H. vasiiformis-tuber.</i> <i>H. tuberculata</i> <i>Sph. hirméri</i> <i>H. blayaci</i>	ZONES DE CHAROPHYTES (RIVELINE, 1986)	CHRONOSTRATIGRAPHIE
700	21		FORMATION CAMPODARBE		Zone à <i>Stephanochara</i> <i>pinguis</i>	Stampien ↓ OLIGOCENE
	20					
	19					Priabonien ↑ EOCENE SUPERIEUR
	18					
	17					
	16			• • •	Zone à <i>Stephanochara</i> <i>vectensis</i>	
	15, 8			• • •		
	15					
	14					
	13					
	12					
600	10					

FIG. 5. — Tableau de répartition des charophytes de la coupe d'Arguis (Aragon, Espagne).

Distribution of the charophyta in Arguis section (Aragon, Spain).

○ échantillons ayant livré des Charophytes.

CHAROPHYTES

Ramirez del Pozo *in* Puigdefábregas (1975) signale la présence de charophytes associées à des Ostracodes dans la Formation Campodarbe (coupes de Campodarbe, Nocito et Liguere). Le contenu floristique demeure toutefois incertain et aucune biozonation n'est proposée. Selon cet auteur, la Formation Campodarbe est classée dans l'Eocène (« trame A »), le Sannoisien (« trame B et C ») et le Stampien (« trame D et E »).

Sur la coupe d'Arguis, nos récoltes ne se sont révélées également fructueuses que dans la seule Formation Campodarbe (Fig. 5).

A la base, la charoflore se compose de : *Harrisichara vasiformis* (REID et GROVES) GRAMB., *Harrisichara lineata* GRAMB., *Harrisichara vasiformis-tuberculata*, *Harrisichara tuberculata* (LYELL) GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY) MADLER, *Tolypella* sp. Les espèces du genre *Harrisichara* présentes ici, sont citées de différentes localités européennes. C'est dans le Hampshire (Angleterre) que leur extension a pu être précisée. Ainsi, la dernière apparition de *Harrisichara vasiformis* se manifeste dans le Bembridge Limestone, Formation dans laquelle *Harrisichara tuberculata* apparaît. La base de la Formation Campodarbe est corrélable avec le Bembridge Limestone attribué au Ludien (= Priabonien) moyen « récent ». En terme de zone (Riveline, 1986), elle appartient à la partie inférieure de la super-zone à *Harrisichara tuberculata*, soit à la zone à *Stephanochara*.

La partie moyenne de la formation contient une flore composée de : *Harrisichara tuberculata* (LYELL) GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY) MADLER, *Hornichara blayaci* FEIST. *Hornichara blayaci* n'est connue jusqu'ici que de sa localité-type, Saint-Aubin-de-Cadelech (Dordogne, France). Dans ce site fossilifère, cette espèce est associée à une faune de Mammifères du niveau-repère de Ruch attribuable au Stampien inférieur de faciès sannoisien. En terme de zone, la partie moyenne de la Formation Campodarbe appartient à la partie supérieure de la super-zone à *Harrisichara tuberculata*, soit à la zone à *Stephanochara pinguis*.

En conclusion, si les données sédimentologiques ont montré que la Formation Campodarbe s'est déposée en domaine continental, les Charophytes permettent de préciser que c'est au Priabonien moyen « récent » que ce type de sédimentation s'est instauré.

SYNTHÈSE BIO ET CHRONOSTRATIGRAPHIQUE

Les principaux résultats de l'étude paléontologique (Foraminifères planctoniques, nannofossiles calcaires, macroforaminifères et charophytes) ont été reportés sur la figure 6. Pour chacune des quatre formations présentes sur la coupe d'Arguis, nous avons précisé :

- les différentes attributions zonales proposées.
- les extinctions ou apparitions d'espèces que nous considérons comme déterminantes pour les interprétations bio ou chronostratigraphiques.
- l'échelle chronostratigraphique standard et la position chronostratigraphique des stratotypes. Cette échelle tient compte de nos propres données et de celles de Berggren *et al* (1985), Cavelier et Pomerol (1986), Martini *et al* (1986).

Les Calizas de Guara contiennent essentiellement des macroforaminifères. Leur base, pauvre en *Nummulites*, n'a pu être attribuée à une biozone précise. En revanche dans la majeure partie de la formation, l'abondance des *Nummulites* et autres macroforaminifères a permis de déterminer avec certitude la zone à *N. gratus*/*N. sordensis* et la zone à *N. herbi*/*N. aturicus* / *N. bullatus* d'âge respectivement lutétien moyen et lutétien supérieur. Dans le Lutétien supérieur, quelques échantillons ont fourni *Alveolina* cf. *fusiformis* SOWERBY et qui, selon Hottinguer (com. pers.), appartiendraient au Biarritzien. Le sommet des Calizas de Guara a livré une microfaune typique d'un milieu de plate-forme plus profonde et plus ouverte. C'est la raison pour laquelle *N. brongiarti* / *N. perforatus* / *N. ptukhiani*, espèces marqueurs de la zone à laquelle elles appartiennent probablement, n'apparaissent pas. Etant situé à la base de cette zone de *Nummulites*, un âge lutétien terminal (= Biarritzien ss) semble vraisemblable.

L'interprétation chronostratigraphique des Margas d'Arguis est fondée sur la distribution des Foraminifères planctoniques, des nannofossiles calcaires auxquels il faut ajouter, au sommet de la formation, celle des Foraminifères benthiques.

A leur base, ont été identifiées une faune de la partie supérieure de la zone de Foraminifères planctoniques P 12 et une nannoflore de la partie supérieure de la zone NP 16. C'est généralement dans cet intervalle que l'on place la limite Lutétien-Bartonien (Cavelier et Pomerol, 1986; Haq *et al*, 1987), conséquence du choix des coupes types situées dans les bassins nordiques. Le premier a été défini dans le bassin de Paris; la définition du second est plus complexe car il comprend une série anglaise, les

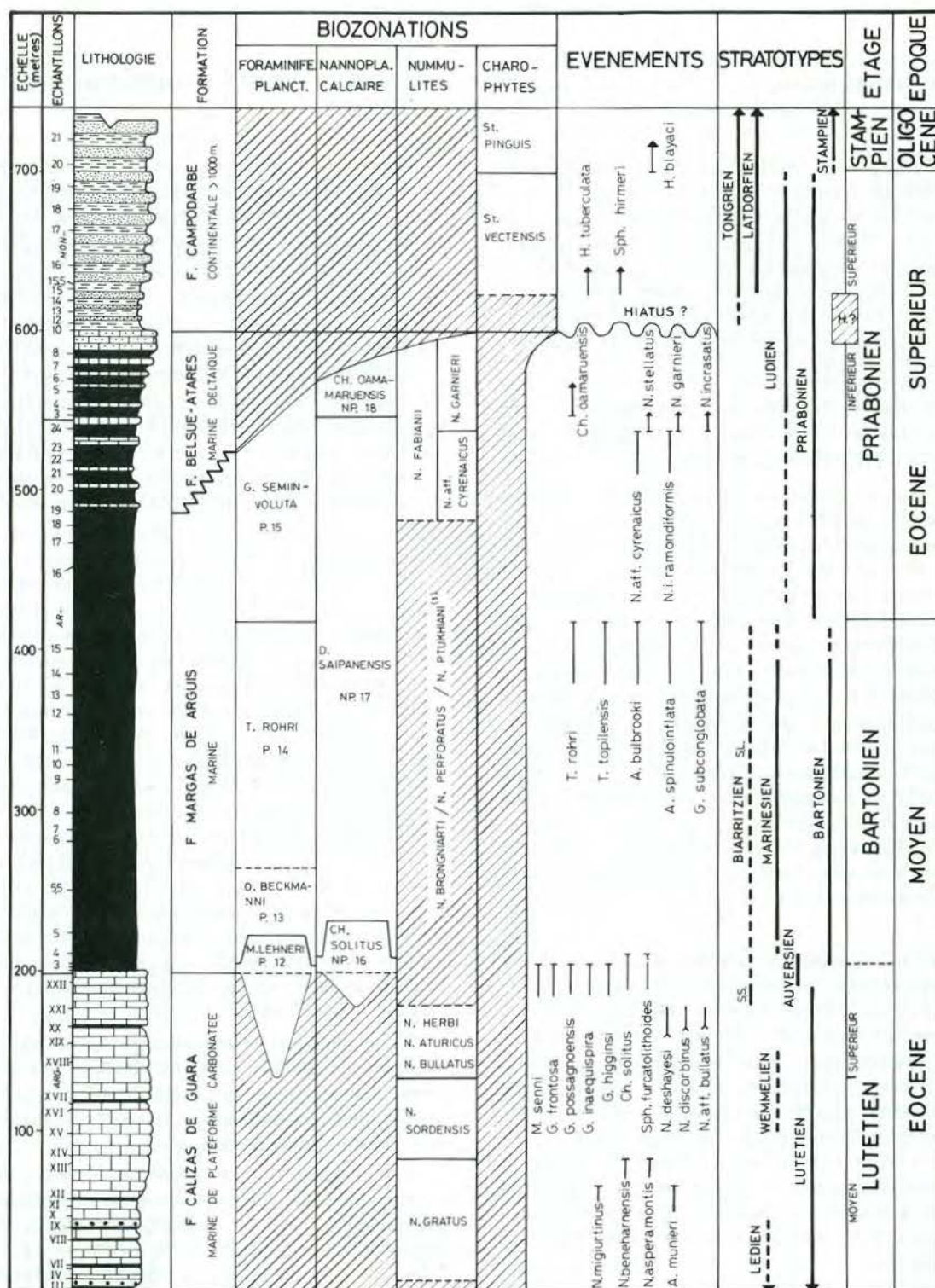


FIG. 6. — Attribution zonale (Foraminifères planctoniques, nannoplancton calcaire, macroforaminifères, charophytes) et chronostratigraphie de la coupe d'Arguis (Aragón, Espagne).

(1) attribution zonale effectuée par déduction des attributions zonales des horizons sous et sus-jacents.

Zonal attribution (planktonic foraminifera, calcareous nannofossils, macroforaminifera, charophyta) and chronostratigraphy of Arguis section (Aragon, Spain).

(1) zonal attribution done by deduction of the zonal attribution of the surrounding horizons.

Barton Beds, auxquels il faut ajouter, à la base, les Sables d'Auvers du bassin de Paris (Cavelier et Pomerol, 1986). Correspondant à des dépôts de mer épicontinentale peu profonde, tous ces horizons sont très pauvres en Foraminifères planctoniques. Les attributions zonales proposées par Cavelier et Pomerol (1986), surtout en ce qui concerne les zones de Foraminifères planctoniques, résultent davantage d'une corrélation déduite que de la présence d'une faune caractéristique. Quoiqu'il en soit, comme nous l'avons mentionné ci-dessus, les auteurs placent la limite Lutétien-Bartonien à la partie supérieure de la zone P 12. A Arguis, le sommet de la zone P 12 a été délimité par l'extinction des Foraminifères planctoniques *M. senni*, *G. frontosa*, *G. passagnoensis*, *G. inaequispira* et *G. higginsii*. Ces extinctions constituent le fait le plus marquant dans l'évolution du groupe au cours de l'Eocène moyen. C'est la raison pour laquelle les auteurs proposent de placer la limite Lutétien-Bartonien au sommet de la zone P 12. Ce choix aurait l'avantage de la situer dans un biohorizon concret, facile à identifier⁽³⁾.

En résumé, sur le principe d'une limite Lutétien-Bartonien située au sommet de la zone P 12, la base des Marnes d'Arguis correspondrait à la sédimentation du Lutétien terminal.

Dans la partie inférieure et médiane des Margas d'Arguis se développe une faune de Foraminifères planctoniques attribuables successivement aux zones P 13 puis P 14. Leur sommet est caractérisé par une association de la zone P 15, association qui va persister dans la formation Belsué-Atarés. Si la limite des zones P 13-P 14 demeure imprécise, celle des zones P 14-P 15 est marquée par l'extinction d'espèces de formes épineuses spécifiques de l'Eocène moyen. Cet événement remarquable fixe la limite Bartonien-Priabonien.

En terme de nannoplancton, la majeure partie des Margas d'Arguis, à l'exception de leur base, appartient à la zone NP 17.

Les Foraminifères benthiques ne réapparaissent qu'au sommet des Margas d'Arguis dans lequel une association de la zone à *N. fabianii* d'âge priabonien inférieur a été déterminée, association qui va d'ailleurs persister dans la formation Belsué-Atarés.

En résumé, la sédimentation des Margas d'Arguis a débuté au Lutétien terminal et a persisté jusqu'au Priabonien inférieur. Dans l'ensemble, la présente étude confirme les corrélations interzonales classiquement admises, à l'exception de la limite des zones de Foraminifères planctoniques P 14-P 15. La position de cette limite en regard de la zonation de nannofossiles calcaires varie selon les auteurs. Ainsi, Bolli *et al* (1985) la situent au sommet de la biozone NP 17; Haq *et al* (1987) la considèrent comme synchrone des limites de zone NP 17-NP 18; Cavelier et Pomerol (1986) la placent à la base de la zone NP 18. L'analyse faunistique de la coupe d'Arguis conduit à suivre la proposition de Bolli en plaçant cette limite au sein de la zone NP 17.

Par rapport aux zones de Nummulites, on fait généralement coïncider les limites des zones P 14-P 15 avec les limites des zones à *N. brongniarti* / *N. perforatus* / *N. ptukiani* et à *N. fabianii*. A Arguis, cette limite de zones de Nummulites n'a pu être déterminée, en raison des difficultés à préciser la position de la base de la zone à *N. fabianii* par suite de conditions écologiques particulières.

Nous avons déjà mentionné les associations de Foraminifères planctoniques (zone P 15) et benthiques (zone à *N. fabianii*) présentes dans la Formation Belsue-Atarés. A ces organismes s'ajoute une nannoflore de la partie supérieure de la zone NP 17, puis une association de la zone NP 18. Cette formation correspond donc au Priabonien inférieur.

L'attribution chronostratigraphique de la Formation Campodarbe est fondée sur l'analyse de la distribution des charophytes. La partie inférieure appartient à la zone à *St. vectensis* qui recouvre le Priabonien moyen « récent » — Priabonien supérieur. Les derniers niveaux de la Formation Belsué-Atarés sous-jacente sont datés du Priabonien inférieur. Entre ces derniers niveaux marins et les premiers niveaux à charophytes il manque, en terme de zone de charophytes (Riveline, 1986), au moins une zone, la zone à *H. vasiformis-tuberculata*, et probablement le sommet de la zone à *Gyrogona tuberosa*. Ces biozones de charophytes pourraient être représentées par les couches de l'extrême base de la formation Campodarbe qui n'a pas livré de charophytes. Mais la possibilité d'un hiatus, du à une érosion consécutive à l'émersion ou simplement à une lacune de sédimentation, n'est pas exclue.

(3) Dans les échelles stratigraphiques utilisées dans les régions pyrénéennes, le terme de Biarritzien, correspondant approximativement à l'intervalle de temps que nous venons de prendre en considération, a souvent été utilisé en raison de la proximité géographique du stratotype (Ferrer, 1967; Caus, 1974). Sur la base des macroforaminifères, le Biarritzien stratotypique (= Biarritzien s.s.) a été parallélisé avec le Lutétien terminal du bassin de Paris (Falun de Foulanges). Par la suite les paléontologistes du domaine mésogéen ont étendu son acception à l'intervalle de temps compris entre le Lutétien bien caractérisé et le Priabonien bien caractérisé, soit le Bartonien stratotypique. Les termes Lutétien et Bartonien ayant priorité, nous le considérons, à la suite de Cavelier et Pomerol (1986) et de Barbin (1986), comme caduque.

Enfin dans la partie moyenne de la Formation Campodarbe, la charoflore appartenant à la zone à *St. pinguis* d'âge stampien inférieur de faciès sannoisien montre que la sédimentation continentale persiste à l'Oligocène inférieur.

CONCLUSIONS

En conclusion, cette étude a permis d'établir le contenu faunistique (Foraminifères planctoniques et benthiques) et floristique (nannoflore calcaire et charophytes) des horizons affleurant sur la coupe d'Arguis. Les associations qui les caractérisent ont été sans problème majeur rattachées aux biozonations les plus couramment utilisées, la position de la limite Lutétien-Bartonien analysée à la lumière des caractères les plus marquants de l'évolution des Foraminifères planctoniques.

Si les variations paléogéographiques de la région d'Arguis avaient été subodorées d'après les données sédimentologiques, l'étude paléontologique permet non seulement de les confirmer, mais également de les replacer dans un cadre historique. Ainsi, au Lutétien moyen et supérieur, la région d'Arguis correspond à un domaine de plate-forme carbonatée peu profonde comme en témoigne la seule présence de Foraminifères benthiques (= dépôt des Calizas de Guara). Celle-ci sujette à des variations de profondeur, va au Lutétien terminal (= dépôt du sommet des Calizas de Guara et extrême base des Margas d'Arguis) évoluer vers un domaine océanique ouvert (absence de macroforaminifères, abondance de *Discoaster* et de *Sphenolithus* connus pour se développer préférentiellement dans ce type de milieu). Mais cet épisode est de courte durée, puisque dès la base du Bartonien, on observe des signes ayant-coueurs d'une régression. Ces signes avant-coueurs se manifestent par le développement des Foraminifères planctoniques spécifiques de milieu côtier et par la réduction de la nannoflore. Au Priabonien inférieur (= dépôt du sommet des Margas d'Arguis et de la Formation Belsué-Atarés) la régression s'accroît avec l'instauration progressive d'un système deltaïque (appauvrissement en Foraminifères planctoniques et en nannoplancton, présence de Foraminifères benthiques). Après une éventuelle lacune d'émersion ou d'érosion correspondant probablement au sommet du Priabonien inférieur et à la base du Priabonien moyen, la sédimentation continentale s'installe définitivement au Priabonien moyen « récent » (charoflore de la zone à *Stephanochara vectensis* dans les couches inférieures de la Formation Campodarbe),

sédimentation continentale dont on retrouve des témoins jusqu'à l'Oligocène inférieur.

Cette étude paléontologique pluridisciplinaire s'est donc révélée riche d'informations pour la compréhension des Prépyrénées méridionales. Elle contribue à inclure dans un cadre temporel les variations du niveau marin et à préciser à quel moment ce secteur est définitivement émergé, apports indiscutables à la reconstitution du calendrier tectonique de la chaîne pyrénéenne.

REMERCIEMENTS. — Cette recherche a été partiellement financée par l'Instituto de Estudios Alto-Aragoneses et par la Diputacion General de Aragon auxquels les auteurs tiennent à adresser leurs remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDI-BECKE M. (1984) : The nannoplankton of the transdanubian Paleogene Formations. *Geol. Hungarica*, Ser. Paleont., vol. 43, p. 1-222.
- BARBIN V. (1986) : Le Priabonien dans sa région-type (Vicentin, Italie du Nord). Micropaléontologie; essai d'intégration dans l'échelle chronostratigraphique. *Thèse Doct.*, Univ. Paris 6, n° 86-29, 227 p. 25 pl.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., FLINN J.J. et COUVERING J.V. Van (1985) : Cenozoic geochronology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 96, p. 1407-1418.
- BLONDEAU A. (1972) : Les Nummulites. De l'Enseignement à la Recherche. Science de la Terre. Paris, Vuibert éd., 254 p.
- BLOW W.A. (1979) : The Cainozoic Globigerinida : A study of the morphology evolutionary relationships and the stratigraphical distribution of some Globigerinida (mainly Globigerinida. Leiden, E.J. Brill (ed.), 3 vol., 1413 p.
- BOLLI H.M. (1957) : Planktonic foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad. *B.W.I., U.S. Nat. Mus. Bull.*, vol. 215, p. 155-172.
- BOLLI H.M. (1966) : Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Inf. Assoc. Ven. Geol. Min. y Petr.*, vol. 9 (1), p. 3-32.
- BOLLI H.M., SAUNDERS J.B. et PERCH-NIELSEN K. (ed.) (1985) : Comparison of zonal schemes for different fossil groups. In *Plankton stratigraphy*, Cambridge Earth Science ser., p. 3-16.
- CANUDO J.I. (1985) : Estudio micropaleontológico, con énfasis bioestratigráfico por medio de foraminíferos, del Eoceno en el sector de Jaca-Berdún (Huesca). *Tesis de Licenciatura*, Univ. Zaragoza, 178 p., Inédite.
- CAUS E. (1974) : Bioestratigrafía del Eoceno medio y superior del Prepirineo Catalán (y la zona de tránsito entre esta unidad y la cordillera prelitoral Catalana). *Rev. Esp. Micropal.*, vol. VII (2), p. 297-316.
- CAUS E. (1979) : *Fabularia roselli* n. sp. et *Pseudolacazina* n. gen. Foraminifères de l'Eocène moyen du Nord-Est de l'Espagne. *Geobios*, vol. 12 (1), p. 29-45.

- CAUS E. et SERRA-KIEL J. (1984) : Distribucion ambiental de los macroforaminíferos : Cretácico superior y Eoceno. *I Congr. Esp. Geol.*, vol. I, p. 399-406.
- CAVELIER C. et POMEROL Ch. (1977) : Proposition d'une échelle stratigraphique standard pour le Paléogène. *Newsl. Stratigr.*, vol. 6 (1), p. 56-65.
- CAVELIER C. et POMEROL Ch. (1986) : Stratigraphy of the Paleogene. *Bull. Soc. géol. France*, (8), vol. II (2), p. 255-265.
- CITA M.B. (1969) : Le Paléocène et l'Eocène de l'Italie du Nord. *Bull. B.R.G.M.*, vol. 69, p. 417-430.
- FERRER J. (1967) : Le Paléocène et l'Eocène des Cordillères côtières de la Catalogne (Espagne). *Ecl. Geol. Helv.*, vol. 60 (2), p. 567-575.
- FERRER J., LE CALVEZ Y., LUTERBACHER H. et PREMOLI-SILVA I. (1973) : Contribution à l'étude des Foraminifères ilerdiens de la région de Tremp (Catalogne). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Sér. C, Sci. de la Terre, vol. xxix, p. 1-80.
- HAQ B.U., HARDENBOL J., VAIL P.R. (1987) : Chronology of Fluctuating Sea Levels since Triassic. *Science*, vol. 235, p. 1156-1167.
- HERB R. et HEKEL H. (1975) : *Nummulites* aus dem Obereocaen von Possagno. *Schw. Palaont. Abh.*, vol. 97, p. 113-211.
- HILLEBRANDT A. von (1976) : Los foraminíferos planctónicos, nummulíticos y cocolitofóridos de la zona de *Globorotalia palmerae* del Cuisiense (Eoceno inferior) en el SE de España (provincias de Murcia y Alicante). *Rev. Esp. Micropal.*, vol. VIII (3), p. 323-394.
- HOTTINGER L. (1960) : Recherches sur les Alvéolines des Paléocène et Eocène. *Mém. Suis. Paléont.*, vol. 75-76, p. 1-243.
- HOTTINGER L. (1977) : Foraminifères operculiniformes. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Sér. C, Sci. de la Terre, vol. XL, p. 1-159.
- HOTTINGER L. et SCHAUB H. (1960) : Zur Stufeinteilung des Paleoocaens und Eocaens Einführung der Stufen Ilerdiens und Biarritzien. *Ecl. Geol. Helv.*, vol. 53 (1), p. 454-459.
- HOTTINGER L., LEHMANN R. et SCHAUB H. (1964) : Données actuelles sur la Biostratigraphie du Nummulitique Méditerranéen. *Mém. B.R.G.M.*, vol. 28, p. 611-652.
- HOTTINGER L. et DROBNE K. (1980) : Early Tertiary Conical Imperforate Foraminifera. *Acad. Sci. Arti. Slovenica, Dissert.*, vol. XXII (3), p. 1-90.
- LEHMAN R. (1961) : Strukturanalyse einiger Gattungen der Subfamilie Orbitolininae. *Ecl. Geol. Helv.*, vol. 54 (2), p. 597-667.
- LUTERBACHER H. (1983) : Paleoecology of Foraminifera in the Paleogene of the Southern Pyrenees. *Benthos '83*, p. 389-392.
- MANCION C. (1985) : Foraminifères planctoniques et nanofossiles calcaires de l'Eocène moyen de Miretrain (Angoumé, Landes). Utilisation biostratigraphique et paléogéographique. *Thèse 3^e cycle*, Univ. P. et M.-Curie, Paris, n° 85-39, 171 pl., 23 pl. H.-T.
- MARTINEZ-DIAZ C. (1971) : Correlaciones bioestratigráficas del Eoceno de la Hoja de Aoiz (Navarra). *I Congr. hispano-luso-americano Geol. econ.*, p. 265-270, Madrid-Lisboa.
- MARTINI E. (1971) : Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonation. *Nature*, vol. 226, p. 260-261.
- MARTINI E. et MULLER C. (1986) : Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *Newsl. Stratigr.*, vol. 16 (2), p. 99-112.
- MARTINI E., FAHLBUSCH V. et HAGN H. (1986) : The Eocene-Oligocene boundary and the Latdorfian (Lower Oligocene). *Newsl. Stratigr.*, vol. 17 (1), p. 37-43.
- MANGIN J. Ph. (1959-60) : Le Nummulitique sud-pyrénéen à l'Ouest de l'Aragon. *Pirineos*, vol. 51-58, p. 1-631.
- MEY P.H.W., NAGTEGAAL P.J.C., ROBERTI K.J. et HARTEVEL J. (1968) : Lithostratigraphic subdivision of post-Hercynian deposits in the South-Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geol. Med.*, vol. 41, p. 221-228.
- MOLINA E. (1986a) : Foraminiferos versus nannoplankton : evaluación comparativa de su utilidad bioestratigráfica. *Mem. I Jorn. Paleont.*, p. 181-192, Zaragoza.
- MOLINA E. (1986b) : Excursión al Cretácico superior y Paleogeno del Prepirineo oscense en el sector de Arguis. *Mem. I Jorn. Paleont.*, p. 235-247, Zaragoza.
- MUTTI E., LUTERBACHER H., FERRER J. et ROSELL J. (1972) : Schema stratigraphico e lineamentidi facies del Paleogeno Marino della zona centrale Sudpirenaica tra Tremp (Catalogna) e Pamplona (Navarra). *Mém. Soc. Géol. Ital.*, vol. 11, p. 391-416.
- OKADA H. et BUKRY D. (1980) : Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Buckry, 1973; 1975). *Mar. Micropal.*, vol. 5 (3), p. 311-325.
- ORUE ETXEBARRIA X. (1983-84) : Los foraminíferos planctónicos del Paleogeno del sinclinal de Bizkaia (Corte de Sopelana-Punta de la Galea), Parte I y II. *Kobie (Ser. Paleontología y C. Naturales)*, vol. XIII-XIV, 429 p., Bilbao.
- PERCH-NIELSEN K. (1985) : Cenozoic calcareous nannofossils. In *Plankton Stratigraphy*, H.M. Bolli, J.B. Saunders et K. Perch-Nielsen (eds.), p. 330-426.
- POMEROL Ch. (1980) : Biarritzien. In *Les étages français et leurs stratotypes*. *Mém. B.R.G.M.*, vol. 109, p. 232-237.
- POMEROL Ch. (1981) : Biarritzien. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, vol. 2, p. 37-42.
- PUIGDEFABREGAS C. (1975) : La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca. *Pirineos*, vol. 104, p. 1-88.
- RIVELINE J. (1986) : Les charophytes du Paléogène et du Miocène inférieur d'Europe occidentale. *Cah. Paléont.*, Ed. C.N.R.S., Paris, 227 p., 38 pl. H.-T.
- ROBASZYNSKI F. et EUR. W.G. Plank. Foram. (1984) : Atlas of late Cretaceous globotruncanids. *Rev. Micropaléont.*, vol. 26, p. 145-305.
- RUIZ DE GAONA M. et COLOM G. (1950) : Estudio de las sinecias de los foraminíferos eocénicos de la vertiente meridional de los Pirineos (Cataluña-Vizcaya). *Est. Geol.*, vol. VI, p. 293-294.
- SOLER M. et PUIGDEFABREGAS C. (1970) : Líneas generales de la geología del Alto Aragón occidental. *Pirineos*, vol. 96, p. 5-20.
- SUCUNZA M. (1986) : Estudio micropaleontológico, con énfasis bioestratigráfico, por medio de nannoplankton calcáreo, del Eoceno en la cuenca de Aoiz-Lumbier. *Tesis de Licenciatura*, Univ. Zaragoza, 161 p., inédita.