

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 82 (1989)
Heft: 1

Artikel: Bauxites, horizons à mollusques et palynoflore dans le gisement de Bacqué (Pyrénées ariégeoises) : situation sur la marge européenne au Crétacé inférieur, environnement de dépôt, rôle de l'eustatisme
Autor: Combes, Pierre-Jean / Peybernes, Bernard / Medus, Jacques
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-166368>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bauxites, horizons à mollusques et palynoflore dans le gisement de Bacqué (Pyrénées ariégeoises): situation sur la marge européenne au Crétacé inférieur, environnement de dépôt, rôle de l'eustatisme

Par PIERRE-JEAN COMBES¹⁾, BERNARD PEYBERNES²⁾, JACQUES MEDUS³⁾
et DENISE MONGIN⁴⁾

RÉSUMÉ

La reconstitution géodynamique de la marge passive européenne en Ariège par un schéma palinspastique à l'Aptien-Albien, permet de situer le gisement de Bacqué dans un système de gradins disposés en baïonnette, limités par un réseau de failles synsédimentaires faisant jouer verticalement et latéralement, de manière sénestre, les différents éléments. L'analyse de la morphologie du mur jurassique supérieur et des faciès pétrographiques des niveaux bauxitiques superposés séparés par des discontinuités, permet de reconstituer l'envoyage progressif d'une paléosurface karstique par le domaine margino-littoral. La présence d'horizons riches en gastéropodes et en palynoflore amène à préciser les environnements de dépôt qui s'approfondissent par oscillations successives et, au niveau du toit carbonaté, correspondent à une nette ouverture marine. Un chronodiagramme du gisement, synthétisant la succession des événements et les environnements de dépôt, montre que ces oscillations, après calage stratigraphique à l'aide des horizons fossilifères, peuvent être parallélisées avec les fluctuations eustatiques. L'interférence avec les mouvements tectoniques dus au jeu de la marge est discutée. Il semble toutefois que l'eustatisme joue un rôle prépondérant dans la genèse du gisement de Bacqué et probablement des bauxites du type Ariège qui, grâce à leur situation paléogéographique de bordure littorale, auraient enregistré les oscillations marines par une succession de dépôts argileux et d'altération en bauxite.

ABSTRACT

The geodynamic reconstruction of the European stable margin in Ariège (Central Pyrénées) founded on a palinspastic sketch-map during the Aptian-Albian times allows us to place the Bacqué bauxitic layer in a rhombic system of tilted steps, limited by a network of synsedimentary faults, inducing the vertical and left-lateral motion of their various elements. Thanks to the analysis of the Late Jurassic bottom morphology and the petrographic facies of the superposed bauxitic levels which are separated by discontinuities, we propose the reconstruction of the gradual transgression of margino-littoral waters over a karstic paleosurface. Gasteropod and palynoflora bearing beds give new data about the depositional environments which, with successive oscillations, become deeper and deeper and, for the carbonate roof, correspond to a clear marine opening. A chronodiagram of this layer, synthesizing the succession of the events and the depositional environments, shows the good correlations between these well-dated oscilla-

¹⁾ Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Géologie des Gîtes Minéraux, Place E. Bataillon, F-34060 Montpellier.

²⁾ Laboratoire de Géologie Sédimentaire et Paléontologie (Micropaléontologie), Université Paul Sabatier, 39 Allées Jules Guesde, F-31062 Toulouse.

³⁾ Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Faculté des Sciences et Techniques St-Jérôme, F-13397 Marseille.

⁴⁾ 902, Résidence les Eaux-Vives, F-91120 Palaiseau.

tions and the eustatic sea-level changes. The interference with tectonic motions induced by the structural evolution of the European margin is also discussed. However, eustatism seems to play a leading part in the genesis of the Bacqué layer and probably of the Ariège-type bauxites which, according to their paleogeographic situation along the shore-line, could have recorded the sea-level oscillations in the form of a sequential succession of clay deposits and bauxitic alteration levels.

Introduction

Les bauxites ariégeoises (Pyrénées françaises) sont situées en bordure sud de la plaque européenne, sur la marge passive périodiquement émergée, dans l'intervalle Barrémien-Albien supérieur (COMBES 1987, COMBES & PEYBERNES 1987). Leur mise en place polyphasée s'est produite en milieu de plate-forme interne confinée ou margino-littoral dans lequel venaient se déposer des argiles et des marnes altérées en bauxites après régression marine et assèchement des zones littorales (COMBES 1969, 1984). Les oscillations marines durant le Crétacé moyen ont permis la superposition de plusieurs séquences bauxitiques auxquelles s'associent des sédiments calcaires sub-récifaux et des marnes plus ou moins ligniteuses. Ces termes peu profonds peuvent, exceptionnellement, contenir des Mollusques.

Dans la présente note, après avoir indiqué et discuté la position du gisement de Bacqué dans le cadre géodynamique de la marge passive européenne du domaine pyrénéen, nous reconstituons le cadre paléogéographique et amenons des précisions stratigraphiques grâce, notamment, à la présence d'un nouvel horizon fossilifère à Gastéropodes (le plus riche découvert jusqu'à maintenant dans un gisement de bauxite ariégeois) et d'un niveau ligniteux palynologiquement favorable. Ces données et l'interprétation des faciès d'altération des différents niveaux bauxitiques permettent de suivre l'envahissement des zones littorales par une transgression oscillante. Une analyse stratigraphique séquentielle est proposée en utilisant la courbe eustatique, ce qui nous amène à discuter du rôle des variations périodiques du niveau de base marin et du jeu de la marge passive dans la formation des bauxites de type Ariège.

1. Cadre géologique général et reconstitution de la marge européenne en Ariège

Le gisement de bauxite étudié dans cette note se situe dans la partie ariégeoise de la Zone Nord-Pyrénéenne, 3 km au NE de La Bastide-de-Sérou, à proximité immédiate (fig. 1) de la ferme de Bacqué. Il appartient à la sous-zone ariégeoise (PEYBERNES 1976), couverture mésozoïque du Massif de l'Arize décollée sur le Keuper. L'ensemble Arize-couverture est entièrement charrié vers le Nord sur la surface concave et émergente du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen (SOUQUET & PEYBERNES 1987). A l'W du Pech de Foix, la sous-zone ariégeoise (ainsi que la sous-zone subariégeoise qui la flanque au nord) apparaît découpée en lanières sigmoïdes NW-SE (fig. 2) qui correspondent dans la couverture mésozoïque anté-flysch à autant d'unités isopiques de même direction nées sur les gradins jurassiques et éocétacés de la marge européenne (PEYBERNES et al. 1984). Ces unités sont séparées par des décrochements NW-SE qui se prolongent nettement dans le socle hercynien de l'Arize (SOULA et al. 1985) et permettent ainsi d'envisager des raccords paléogéographiques avec les lambeaux de la couverture méridionale de ce massif (Biert-Massat, Col de Port, Roc de Sédour, etc...).

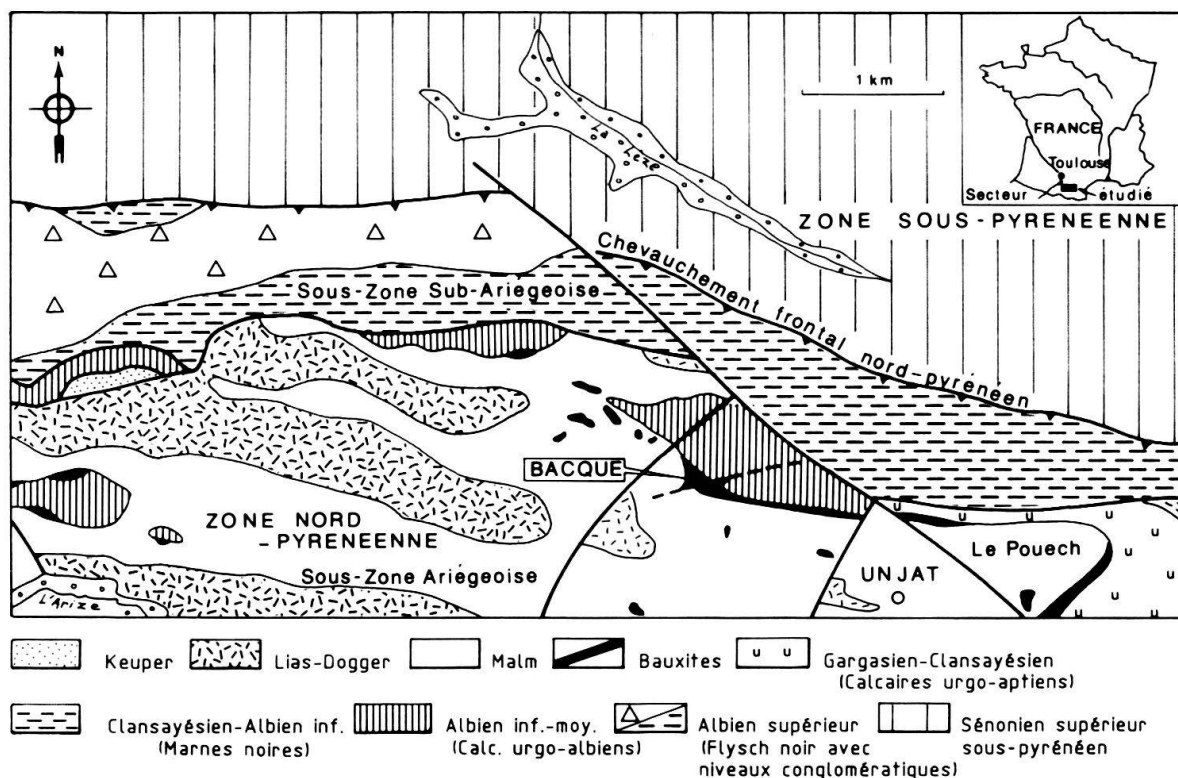


Fig. 1. Carte géologique détaillée de la région de Bacqué.

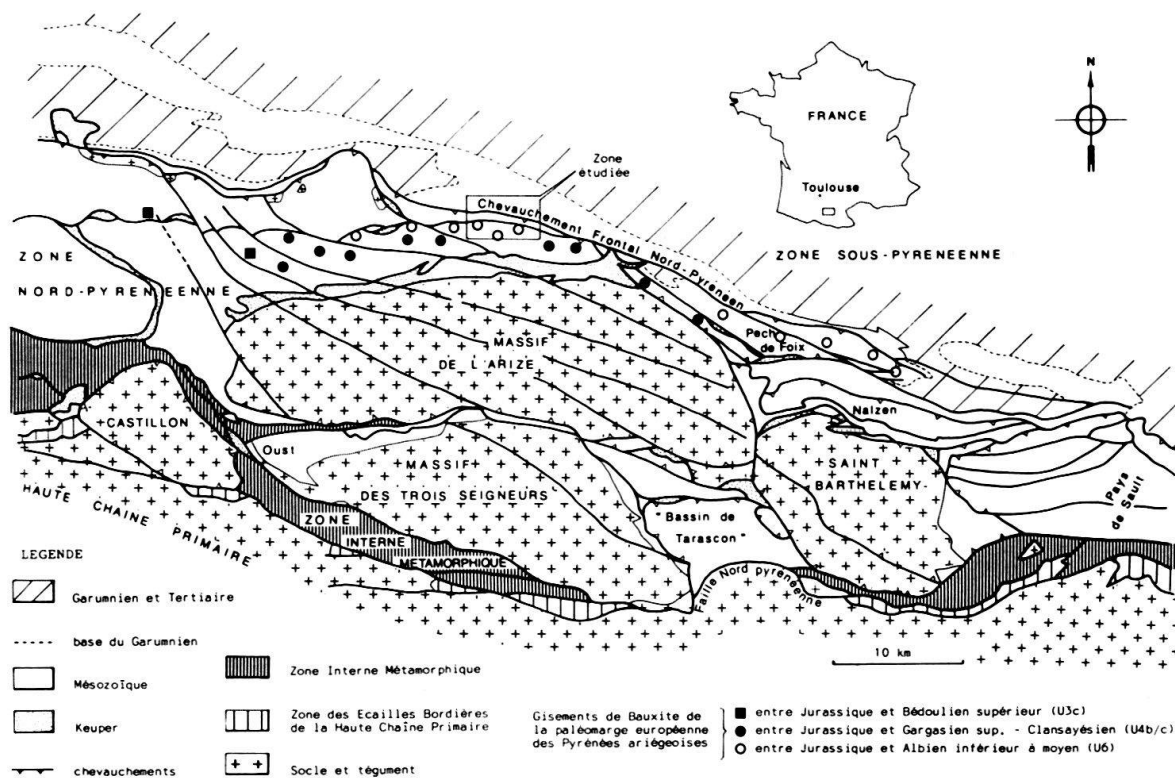


Fig. 2. Carte structurale du versant nord des Pyrénées permettant de situer la région de Bacqué (d'après SOUQUET & PEYBERNES 1987).

Vers l'est, les unités isopiques précitées sont chevauchées par le Massif de l'Arize lui-même qui prend progressivement une position extrusive en accord avec sa terminaison orientale flottante le long du chevauchement de Croquié (PEYBERNES et al. 1984). A l'est du Pech de Foix, elles se désolidarisent complètement du massif et s'organisent dans un couloir de décrochement complexe enserrant des «unités triangulaires» coupées de leurs racines dont l'anticlinorium du Pech de Foix-Pérelle constitue le modèle (SOUQUET & PEYBERNES 1987).

Les unités isopiques de la sous-zone ariégeoise se distinguent les unes des autres: a) par leur série jurassique de plus en plus réduite en direction du NE sous le double effet des érosions anté-Bathonien supérieur et anté-bauxites (PEYBERNES et al. 1984); b) par leur série éocénacée où dominent des faciès urgoniens diachrones. Ainsi, suivant la même direction SW-NE (et, dans une moindre mesure, suivant la direction SE-NW), des formations urgoniennes de plus en plus récentes (Barrémien U₂, Bédoulien supérieur U_{3c}, Gargasien supérieur-Clansayésien U_{4b-c}, Albien inférieur-moyen U₆, PEYBERNES 1976) reposent sur des terrains jurassiques de plus en plus anciens recouverts localement d'altérites (bauxites). Cette migration des plates-formes éocénacées vers le NE et vers le NW s'accompagne d'une extension dans le même sens des grands rhombograben terrigènes (black shales du Bassin Axial Pyrénéen) du Bédoulien (M₁) et de l'Albien basal (M₄); elle démontre l'élargissement vers le NE et le NW (sur des blocs basculés d'allongement N140 dominant) de la paléomarge européenne du domaine pyrénéen auquel le Massif de l'Arize appartenait.

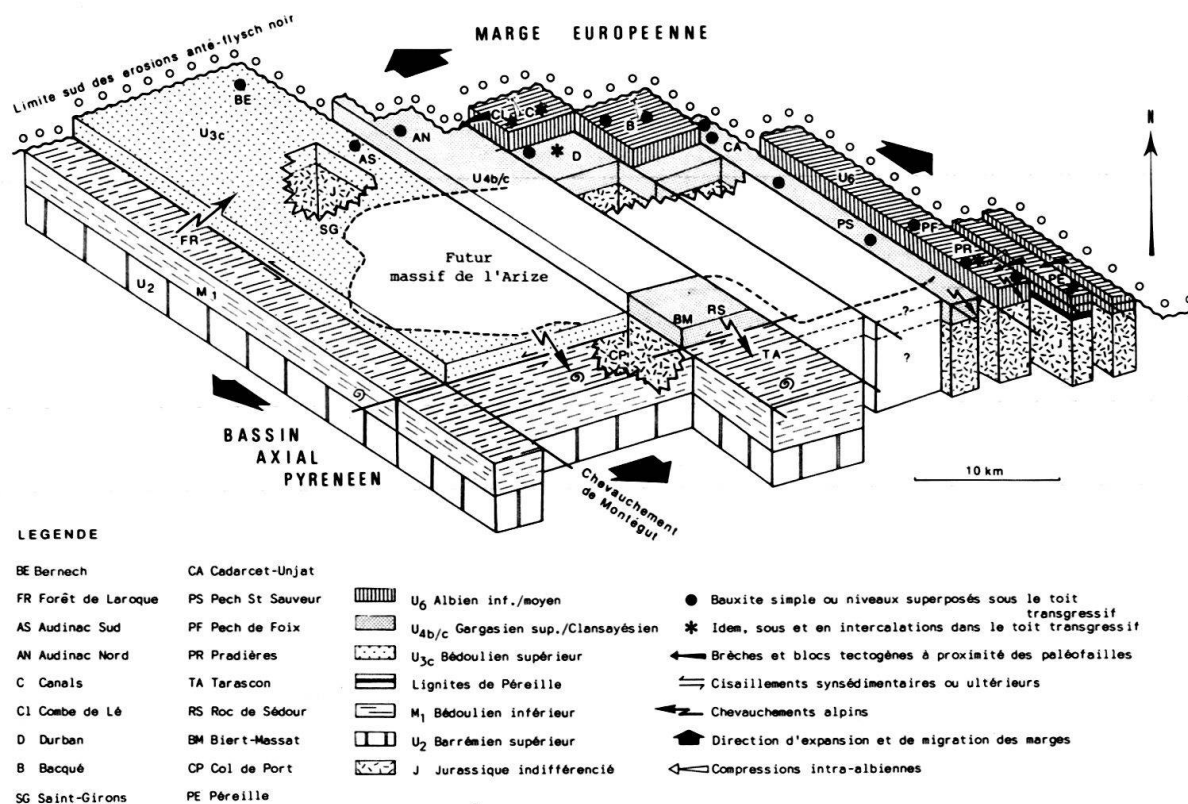


Fig. 3. Modèle d'évolution de la marge-européenne des Pyrénées ariégeoises à l'Aptien-Albien (sous-zone ariégeoise).

Toute reconstitution palinspastique de cette marge en Ariège se révèle fort délicate compte tenu de la complexité des structures. Celle que nous proposons ici s'appuie sur le modèle d'allochtonie relative des massifs nord-pyrénéens (PEYBERNES et al. 1984) et s'inspire du modèle de la paléomarge nord-ibérique du domaine pyrénéen occidental récemment établi (COMBES & PEYBERNES 1987). Dans la zone des Chaînon Béarnais, cette dernière correspond en effet à un système de gradins basculés issus de son prédécoupage en baïonnette pendant la phase de rifting (Crétacé inférieur) par un réseau de failles synsédimentaires N40/60–N120/140 contrôlant localement des bréchifications.

Dans le schéma auquel nous aboutissons (fig. 3), le gisement de bauxite de Bacqué, où les calcaires urgo-albiens U_6 recouvrent directement la bauxite, se localise sur l'un des gradins les plus externes du système, décalé de son homologue Pech de Foix-Pradières par l'avancée vers le NW du gradin intermédiaire Cadarcet-Pech Saint Sauveur.

2. Description du gisement

Il forme une vaste excavation (fig. 4) dont le pendage général est de l'ordre de 40° vers le Nord-Est. Le gisement est affecté par des failles N 110° à 130° E qui ont fonctionné d'une manière polyphasée: en distension avant le dépôt de la bauxite (fig. 5c-d) et durant sa mise en place (fig. 5a), en compression avant le dépôt du niveau calcaire II

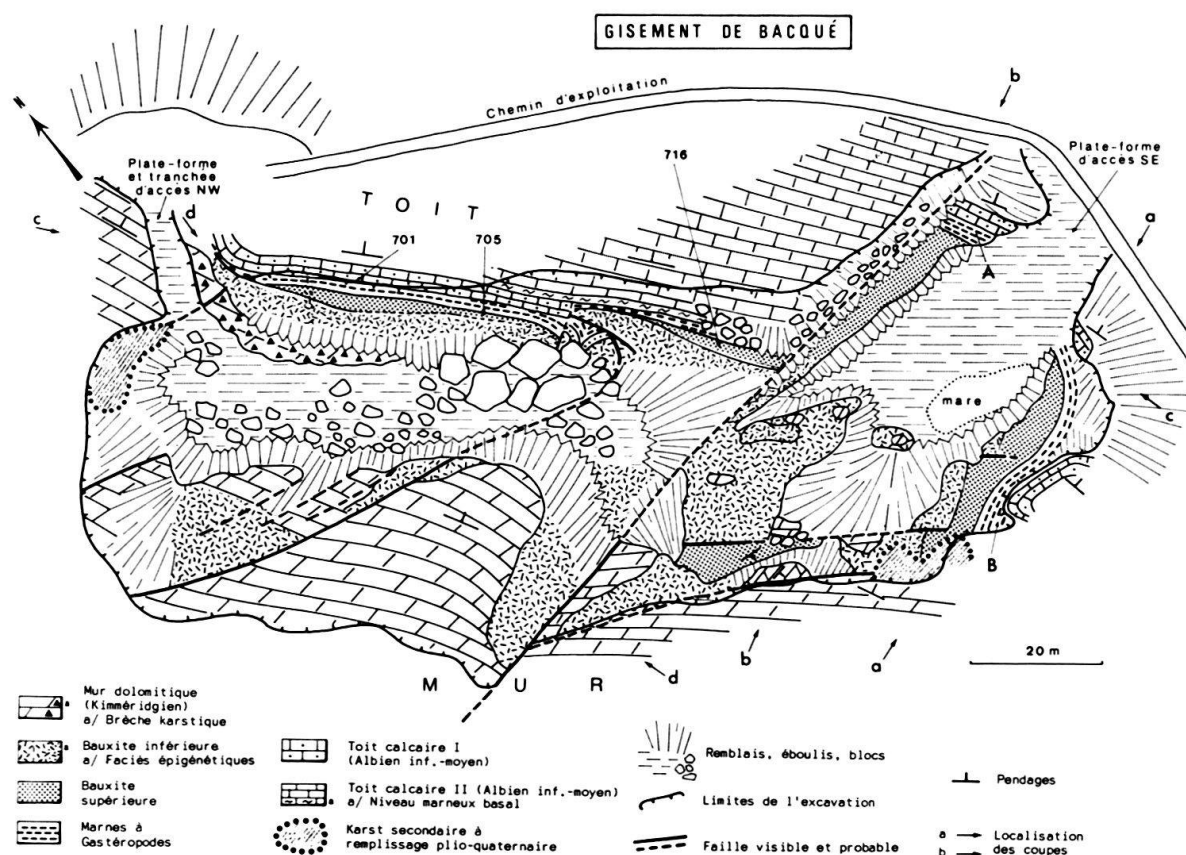


Fig. 4. Carte géologique du gisement de Bacqué avec localisation des coupes de la fig. 5.

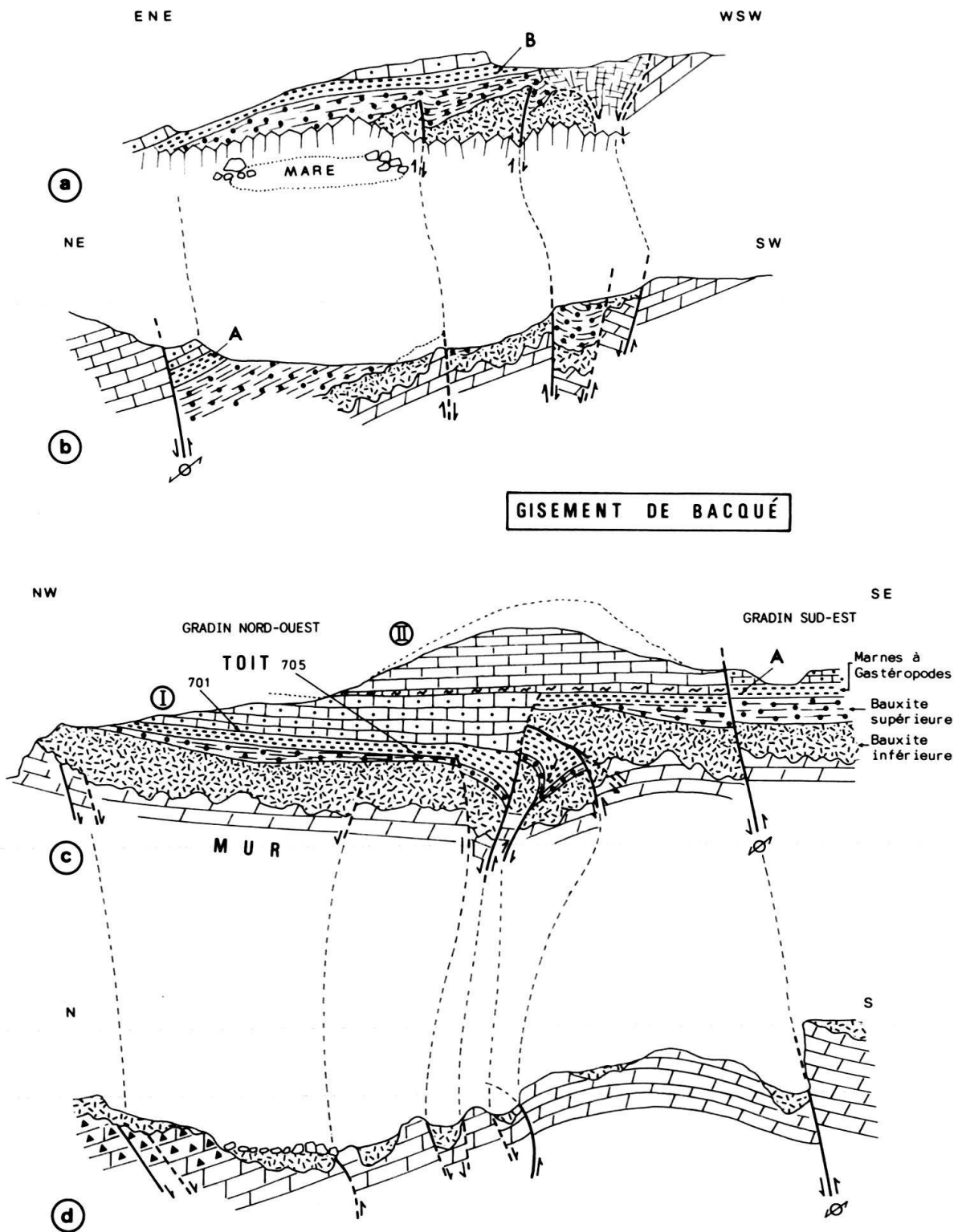


Fig. 5. Coupes géologiques dans le gisement de Bacqué (localisation sur la fig. 4): a-b, gradin sud-est; c-d, gradin nord-ouest. 701, 705, 716, échantillons à palynoflore décrite dans la note; A-B, gisements de mollusques (en majorité gastéropodes).

du toit (fig. 5c–d). Une faille distincte, N 80° E 75° S, légèrement inverse et à rejet latéral sénestre, divise l'exploitation en deux gradins (fig. 5c–d) décalés d'une dizaine de mètres. L'étude de ces accidents d'âge aptien-albien inférieur-moyen, dont le jeu est lié au fonctionnement des gradins de la marge européenne (PEYBERNES 1976), sera développée dans une autre publication. La fig. 5c permet de présenter les différentes formations que nous allons maintenant décrire.

2.1 *Le mur*

Le substratum carbonaté est une dolomie gris clair à beige assez fine, à lamines qui, dans le secteur voisin d'Unjat, contient des intercalations calcaires à microfaune du Kimméridgien inférieur (PEYBERNES 1976). La morphologie karstique y est assez prononcée avec des poches irrégulières (2 à 8 m) anastomosées de karst primaire, antébauxite, retouchées par un karst secondaire récent (parfois rempli par des argiles quaternaires à galets quartzeux) pouvant provoquer un soutirage ponctuel du minerai (fig. 5a partie WSW). En plusieurs points, la surface du mur présente une brèche d'effondrement-dissolution à blocs dolomitiques subarrondis (5 à 40 cm) emballés par des argilites rouges ou grises pyriteuses. Cette brèche s'épaissit nettement à proximité des accidents affectant le substratum, particulièrement dans la tranchée d'accès nord-ouest (fig. 5d) où, près de deux failles antérieures au dépôt de la bauxite, on observe, sur 2 m d'épaisseur, tous les intermédiaires entre des fissures anastomosées et la brèche effondrée sur place. Une telle brèche d'effondrement-dissolution, liée au karst primaire, a déjà été observée dans le gisement ariégeois de la Combe de Lé, associée également à une paléofaille (COMBES & PEYBERNES 1981), et dans les Pyrénées basco-béarnaises (brèches de type 2 de COMBES & PEYBERNES 1987). De plus, à Bacqué, l'apparition d'un litage fruste et d'une orientation grossière des éléments vers le panneau effondré indique un début de destabilisation et de glissement sur la paléopente.

2.2 *La bauxite inférieure*

a) Le mur, ou la brèche le recouvrant, sont surmontés en plusieurs points, sur 1 m maximum, par une *argilite* ou une *argilite bauxitique grise* à pisolithes pulvérulents ou scoriacés rougeâtres. La présence de zones cavernieuses goëthitiques⁵⁾ ocre et de nombreux débris ligneux indique, ce qui est fréquent en Ariège (COMBES 1969), qu'il s'agit d'une ancienne argilite bauxitique pisolithique rouge en partie déferrifiée et réduite (pyritisation) sous l'action d'un milieu marécageux riche en matière organique végétale. L'oxydation de la pyrite a ensuite produit la structure scoriacée de la goëthite néoformée. La présence, contre le mur carbonaté, d'encroûtements centimétriques ferrugineux (goëthite-hématite), fréquents également en Ariège, est due à la neutralisation des solutions sulfatées provenant de l'oxydation de la pyrite.

⁵⁾ Les déterminations minéralogiques présentées dans cette note ont été effectuées en diffraction X par H. Mercadier, Laboratoire de Géochimie Isotopique de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier, France).

b) Au-dessus se développe *une masse bauxitique* qui peut atteindre 7 m dans la partie centrale du gisement. Elle débute par des argilites brun-rouge à kaolinite-hématite passant assez rapidement à une bauxite pisolithique à boëhmite-hématite-kaolinite. Dans la majeure partie du gisement, la bauxite a subi une profonde transformation épigénétique. Elle est en effet partiellement déferrifiée, de teinte dominante ocre et ocre rougeâtre, à structure scoriacée ou cloisonnée par un réseau de filonnets goëthitiques et hématitiques. Les pisolithes boëhmiques deviennent pulvérulents, teintés en ocre par la goëthite. Le minerai peut être envahi par des vacuoles (0,2 à 1 mm) partiellement occupées par de la goëthite pulvérulente. Des auréoles de diffusion traduisent une nette redistribution du fer. Ces structures, beaucoup plus développées que dans le niveau a), déjà décrites en Ariège (COMBES 1969), montrent que la bauxite brun-rouge originelle a été: 1) fortement réduite et pyritisée; 2) oxydée, ce qui a provoqué une redistribution anisotrope du fer.

2.3 La bauxite supérieure

Elle repose sur la bauxite inférieure dont le sommet présente une surface indurée à encroûtements ferrugineux. Dans le gradin sud-est, la bauxite inférieure, inclinée de 30° environ vers le NE, est décalée de 3 à 4 m par deux failles N 130° E à peu près verticales (fig. 5a–b). La bauxite supérieure est, dans sa moitié inférieure, affectée par ces failles mais, dans sa moitié supérieure, elle les recouvre progressivement (fig. 5a). Le fonctionnement de ces accidents est donc syn-bauxite supérieure.

La bauxite supérieure a une épaisseur irrégulière: 0 à 1,5 m dans le gradin nord-ouest en raison de sa disposition lenticulaire, 3 à 6 m dans le gradin sud-est à cause du fonctionnement des failles synchrones. C'est dans ce dernier panneau qu'elle a été largement dégagée par l'exploitation.

Deux faciès dominant:

- Bauxite et bauxite argileuse, tendres, à pisolithes homogènes (boëhmite-goëthite) souvent abondants, régulièrement répartis (diamètre 0,2 à 1 cm), de teinte ocre, dans une matrice gris clair (kaolinite-chlorite-boëhmite). La roche est traversée par de nombreux niveaux millimétriques goëthitiques ocre à structure ligneuse encore visible. Des auréoles rougeâtres à contours diffus et une marmorisation discrète (taches ocre dans la matrice argileuse gris clair), indiquent une forte mobilisation du fer.

- Argilite grise ou brunâtre (kaolinite-boëhmite-gibbsite-chlorite-goëthite), tendre à compacte, souvent pétrie de traces végétales en niveaux horizontaux ou verticaux sur 10–30 cm (probablement anciennes racines). Ces traces peuvent être ferrugineuses (goëthite), charbonneuses noirâtres ou paraître, à la loupe binoculaire, constituées de matériel végétal finement strié ou cannelé à cellules allongées occupées (ou remplacées) par un minéral blanc ou miel translucide (gibbsite?). Des niveaux centimétriques argilo-ligniteux noirâtres s'observent également.

Dans le gradin sud-est, la bauxite supérieure débute par une séquence de 3 m où ces deux faciès sont superposés (1,10 m de bauxite pisolithique passant progressivement à 1,9 m d'argilites). Au-dessus, sur 3 m environ, le faciès bauxitique argileux pisolithique domine avec des discontinuités séparant très vraisemblablement deux séquences dont l'organisation interne n'apparaît pas nettement. En deux points du gisement deux niveaux pisolithiques indurés (10 à 20 cm), à éléments hétérogènes grossièrement orientés, sont probablement d'origine détritique.

2.4 Les marnes à gastéropodes

Le niveau précédent passe à des argiles gris-brunâtre peu compactes contenant des pisolithes épars (vers la base), des débris de plantes et des passées plus sombres argilo-ligniteuses. Vers le haut, la teinte s'éclaircit et apparaît un faciès argilo-carbonaté (kaolinite-calcite) avec quelques ostracodes et un grand nombre de mollusques, surtout des gastéropodes, dans le gradin sud-est. Le gradin nord-ouest n'a livré que quelques individus. L'épaisseur varie de 0,5 à 2 m environ.

2.5 Le toit

a) *Un premier niveau de calcaire I*, bien visible dans le gradin nord-ouest sur 4 m d'épaisseur maximum, vient sur les marnes à gastéropodes par l'intermédiaire d'un banc (0,5 m) de wackestone argileux gris à rares ostracodes, tubes d'annélides, débris de lamellibranches et: *Everticyclammina hedbergi* (MAYNC), *Glomospira urgoniana* ARNAUD-VANNEAU, *Melathrokerion valserinensis* BRÖNNIMANN & CONRAD, *Glomospira aff. gaultina* (BERTHELIN), *Sabaudia cf. minuta* (HOFKER), *Valvulineria ? sp.*, *Earlandia sp.*, *Cuneolina sp.*, milioles, *Gryphoporella ? aurigerica* CONRAD & PEYBERNES, *Permo-calculus*. Le fond est riche en petits éléments bauxitiques ferrugineux qui s'expriment aussi par des fragments anguleux ou quelques pisolithes de grande taille (1 cm maximum). Certains niveaux sont plus riches en grands débris de lamellibranches subanguleux (1 cm maximum) et de bois (3 cm maximum). Ce lithofaciès indique un milieu assez confiné, peu agité et de faible profondeur, sensible aux apports continentaux, de type margino-littoral.

Au-dessus on passe rapidement à des packstones gréseux gris à pellets et nombreux microfossiles: *Glomospira watersi* LOEBLICH, *Glomospira glomerosa* EICHER, *Coskinolinella daguini* DALBIEZ, *Everticyclammina hedbergi* (MAYNC), *Quinqueloculina robusta* (NEAGU), *Marinella lugeoni* PFENDER. Présence de fragments de mollusques (une nérinée visible en surface), spicules de spongiaires et d'éléments bauxitiques épars. Vers le haut, les débris usés de lamellibranches augmentent (1 cm), en association avec des entroques et quelques floridées (*Agardhiellopsis cretacea* LEM., *Paraphyllum primaevum* LEM., ? *Archaeolithothamnium sp.*) indiquant un milieu péricifal agité. Ces lithofaciès correspondent à une nette ouverture marine.

Vers le Sud-Est (fig. 5c) le calcaire I s'arrête sur une zone faillée qui a vraisemblablement joué durant le dépôt en soulevant un étroit panneau puisque ce même calcaire réapparaît dans le gradin sud-est.

b) *Un deuxième niveau calcaire II* (12 m visibles) vient sceller les deux panneaux et la zone faillée du gradin nord-ouest (fig. 5c). On distingue de bas en haut:

- Sur un niveau marneux (0,40 m) inaccessible (réapparition de faciès peu profond?), un wackestone-packstone à pellets et lithoclastes micritiques arrondis, débris organiques de grande taille (0,2–0,8 cm): lamellibranches, bryozoaires, entroques, orbitolines usées. Nombreux fragments de quartz anguleux (0,1 mm), matrice micritique presque totalement sparitisée. Microfossiles: *Glomospira watersi*, *Glomospira glomerosa*, *Coskinolinella daguini*, *Everticyclammina hedbergi*, *Quinqueloculina robusta*, *Marinella lugeoni* (3 m);

- Un wackestone à pellets, nombreux petits débris (0,1–0,2 mm) organiques, subanguleux (entroques, lamellibranches) et quartz anguleux. Microfossiles: *Simplorbitolina sp.*, *Orbitolina (Mesorbitolina) minuta* DOUG., *Pseudocyclammina rugosa* d'ORB., *Melathrokerion sp. ?* et *Marinella lugeoni* (3 m);

– Un wackestone à orbitolines, débris irréguliers de lamellibranches, entroques, bryozoaires. Microfossiles: *Simplorbitolina manasi* Ciry et RAT (très abondante), *Orbitolina (Mesorbitolina) minuta*, *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* DOUG., *Coskinolinella daguini*, *Glomospira urgoniana*, *Pseudocyclammina rugosa*, *Mayncina bulgarica* LAUG, PEYB. et REY, *Quinqueloculina* sp., *Melathrokerion* sp., *Charentia* sp. et *Sabaudia* sp. (3 m);

– Un wackestone à grands débris (1 m) sub-arrondis de lamellibranches (dont rudistes), polypiers, gastéropodes, bryozoaires, ossicules ou otolithes de poissons; localement packstone à lithoclastes micritiques arrondis. Microfossiles: orbitolines indéterminées, *Simplorbitolina manasi*, *Ethelia alba* PFENDER, *Hensonina lenticularis* (HENSON), *Melathrokerion* sp. ? et *Bacinella irregularis* (3 m).

La biophase des niveaux I et II du toit appartient à l'Albien, probablement inférieur-moyen, par comparaison avec d'autres séries ariégeoises (Unité U₆ in PEYBERNES 1976). Les lithofaciès montrent qu'à part l'extrême base de I (peut-être aussi de II inaccessible), l'approfondissement semble rapide, particulièrement pour II qui présente une nette parenté avec les calcaires à caractère externe intercalés dans le Flysch noir albien (PEYBERNES 1976). Cette instabilité (marquée aussi par les failles anté-calcaire II) est très probablement liée au fonctionnement de la marge européenne qui a provoqué un enfoncement brusque de la plate-forme bauxitique dont l'environnement de dépôt va être maintenant précisé.

3. Les niveaux à Gastéropodes et palynoflore liés à la bauxite

La présence d'une palynoflore dans la bauxite supérieure et à la base du toit et de gastéropodes dans les marnes intercalées, fournit des informations stratigraphiques permettant de préciser le cadre paléogéographique indiqué par l'analyse des lithofaciès de la bauxite.

3.1 Les niveaux à palynoflore (par J. MEDUS)

Trois échantillons se sont révélés favorables (fig. 5c): 705 et 716 dans un niveau noir à pisolithes gris clair (0,5 cm) correspondant à la bauxite supérieure; 701 dans le premier banc du calcaire I au toit.

a) Le contenu sporo-pollinique

L'échantillon 705 est dominé par les biaillés: *Parvisaccites* (*P. radiatus* COUPER, *P. rugulatus* BRENNER), *Alisporites* (*A. elongatus* KEMP, *A. microsaccus* BRENNER) ou *Pinuspollenites* (cf. *P. spherisaccus* BRENNER). Dans cet ensemble gymnospermien, *Classopollis obidosensis* GROOT & GROOT est assez fréquent; mais l'on peut rencontrer quelques grains de *Lobelina psilata* MEDUS. Le groupe des spores trilètes vient ensuite; sa composition est variée, néanmoins les formes les plus fréquentes sont du type *Matonisorites*, *Densoisorites*, *Gleicheniidites senonicus*, *Cyathidites minor*, *Cicatricosisporites*. Les grains de pollen angiospermiens, en faible nombre (4–6%), sont des formes semblables à *Clavatipollenites hughesi* et *Peromonolites reticulatus* BRENNER. L'échantillon 716 a une composition floristique différente. Les biaillés, représentés par les mêmes formes que dans 705, sont moins nombreux que les spores trilètes parmi lesquelles peuvent être cités, *Densoisorites* (*D. rugulatus*, *D. microrugulatus*), *Aequitriradites* sp., *Cicatricosisporites* ou *Plicatella* tels *C. type C. furcatus* DEAK, *P. cf. P. tricornitata* (WEYLAND & GREIFELD) DEAK & COMBAZ; secondairement, il faut noter que *Gleicheniidites senonicus*, *Matonisorites equixinus* et *Patellasporites distaverrucosus* sont présents et que l'on trouve aussi *Eucommiidites type troedsonni* et *Vitreisorites pallidus* (REISSINGER) NILSSON.

L'échantillon 701 a un rapport entre grains biaillés et spores trilètes plus équilibré. Dans les biaillés, les genres *Parvisaccites*, *Alisporites* sont toujours présents mais il s'y ajoute les genres *Phyllocladidites*, *Pristinuspollenites* et *Rugubivesiculites*. Dans les gymnospermes apparaissent également les formes *Araucariacites australis* et *Zonalapollenites trilobatus*; *Classopollis obidosensis* est toujours présent en compagnie de *Lobelina psilata* et *Eucommiidites* est

un peu plus fréquent. Les spores trilètes sont plus variées que dans les palynoflores précédentes. *Cicatricosisporites proxiradiatus* KEMP, *Coronatispora* sp., *Heliosporites* sp., *Plicatella baconicus* (DEAK) DAVIES, *Polypodiaceoisporites* sp., *Polypodiaceoisporites foveolatus* (COUPER) KEMP, *Stereisporites* sp., *Uvaesporites glomeratus* DORING apparaissent; *Aequitriradites* sp., *Densoisporites perinatus* COUPER, *D. microrugulatus* BRENNER, *Cyathidites minor*, *Matonisporites equixinus* et *Gleicheniidites senonicus* (avec les formes *delcourti*, *triplex* ou *latifolius* de DORING 1965) demeurent. Parmi les grains de pollen angiospermiens avec *Clavatipollenites* se trouvent des grains du type *Retisulcites*.

b) *Interprétation biostratigraphique*

Ces palynoflores sont tout à fait comparables à ce que nous montrent tous les travaux, aujourd'hui assez nombreux, effectués sur les formations de l'Aptien et de l'Albien en Europe. Toutefois, dans le Sud de l'Angleterre, BATTEN (1979, 1980) et KEMP (1970) ont bien mis l'accent sur la continuité floristique que présentent ces étages; le faible renouvellement observé rend problématique les corrélations. Or, dans le Sud de la France, celles-ci ont jusqu'à présent été fondées sur des groupes morphologiques (MEDUS 1970, ARNAUD-VANNEAU & MEDUS 1977); aussi paraît-il important d'insister sur l'aspect probabiliste de la détermination biostratigraphique proposée (HAY 1972, CARO et al. 1975).

Par leurs compositions, abondance des grains biaillés de gymnospermes, fréquence de *Classopollis obidosensis* et représentation faible ou nulle de *Lobelina psilata*, les spectres sporo-polliniques de 705 et 716 ressemblent beaucoup à celui reconnu dans un niveau de lignite, attribué à l'Aptien, situé au toit de la bauxite de Péreille (MEDUS & PONS 1967, MEDUS 1970). La palynoflore de l'échantillon 701 comporte en revanche des éléments plus typiquement albiens. En effet, la présence dans le même spectre de *Phyllocladidites*, *Rugubivesiculites*, *Pristinuspollenites*, de différentes *Polypodiaceoisporites* ou de *Uvaesporites glomeratus* permet d'attribuer cet ensemble à l'Albien inférieur sans toutefois complètement interdire un âge Aptien terminal.

c) *Reconstitution du paysage végétal*

Ces spectres sporo-polliniques pourraient traduire un environnement de marais à végétation herbacée de sols lourds à dominance de Lycophytes-Pteridophytes. La première ceinture végétale l'entourant immédiatement contient des producteurs de biaillés avec certaines fougères des types *Aneimia*, *Mohria*, *Cyathea* et *Gleicheniaceae*. Au-delà devait exister une végétation plus ouverte, complexe, dominée par les *Gleicheniaceae* occupant des milieux mieux drainés, puis, en arrière-plan, se développaient probablement les producteurs de grains de pollen du type *Classopollis*.

Ces données sont en accord avec les informations faciologiques fournies par la bauxite supérieure où l'abondance de traces végétales indiquant un enracinement et de niveaux d'accumulation ligneuse dans une roche fortement oxydée correspondent à une lagune ou un marais envahis par la végétation, soumis à une nappe oscillante permettant l'oxydation des sulfures (en hématite-goëthite). La plus grande richesse en carbone des échantillons 705 et 716, situés au sommet de la bauxite supérieure, pourrait être due à un enfoncement des marais favorisant l'anoxie et la maturation lente de la matière organique. L'échantillon 701, à la base du toit calcaire, correspond bien à une transgression marine avec apparition d'une microfaune abondante: la zone de marécages s'ouvre plus nettement sur la mer tout en gardant des traces de très faible profondeur. La diversité du contenu sporo-pollinique indique la proximité du continent.

3.2 Le niveau à gastéropodes (par D. MONGIN)

Ce niveau a fourni dans le gradin sud-est (fig. 5a–b, A et B), un grand nombre de mollusques, surtout des gastéropodes (environ 300 spécimens), où ont pu être identifiées 12 espèces de gastéropodes et 4 espèces de bivalves.

a) Etude paléontologique

Gastéropodes: *Proconulus esquerae* (VERNEUIL & LORIERE), 2 individus; *Cimolithium tourneforti* (VERNEUIL & LORIERE), 3 individus juvéniles; *Nerineopsis excavatum* (PICTET & ROUX), 2 spécimens; *Pyrazus valeriae* (VERNEUIL & LORIERE), 1 spécimen; *Paraglauconia (Diglauconia) picteti* (COQUAND), très nombreux individus; *Cassiope* sp. 1 individu; *Gymnetome vilanovai* nov. nom. (= *Vycaria helvetica* VILANOVA (non PICTET et RENEVIER), 4 individus; *Nerinella arigo* (VILANOVA) 29 spécimens; *Nerinella* sp., 2 individus incomplets; *Ampullina utrillacensis* (VERNEUIL & LORIERE), 2 individus.

Bivalves: *Gervillia rostrata* SOWEBY (in WOODS), 4 individus et 23 moules internes; «*Callucina*» (?) *lunata* (COQUAND), 3 coquilles juvéniles fixées sur des *Paraglauconia*; 1 petit bivalve taxodonte de très petite taille, 3 individus; *Yoldia* sp. 1 moule.

Le niveau à gastéropodes dans le gradin nord-ouest (fig. 5c, C) est très pauvre et n'a livré que quelques Trochidés et Cérithidés dont un spécimen de *Cimolithium lamanonis* (Coq.).

b) Interprétation biostratigraphique

Le tableau de répartition des principaux mollusques de Bacqué (tab.) montre que la plupart des espèces de gastéropodes sont les mêmes que celles décrites dans les séries dites d'«Utrillas» en Espagne (COQUAND 1865, de VERNEUIL & de LORIERE 1868). *P. esquerae*, *P. picteti*, *G. vilanovai* et *A. utrillacensis* de ces auteurs devaient vraisemblablement se trouver dans les niveaux à *Trigonia* et *Glauconia*, d'âge bédoulien-gargasien, décrits par CANEROT (1974, p. 261), *Pyrazus valeriae* est cité dans les grès noirs à lignites (Aptien supérieur-Albien). *C. lamanonis*, *C. tourneforti*, déjà recueillis dans les niveaux bauxitiques ariégeois à la Combe-de-Lé (COMBES & MONGIN 1970), et *C. lunata* sont décrits à Utrillas sans indication d'âge par les anciens auteurs. Ailleurs en Espagne *P. picteti*

Tableau: Répartition des principaux mollusques de l'Aptien-Albien de Bacqué.

Espèces découvertes	"niveaux d'Utrillas" (Espagne)	Ariège (la Combe-de-Lé)	Bassin de Paris	Alpes	Allemagne	Divers
TROCHIDAE : <i>Proconulus esquerae</i> (Vern. Lor.)	X					
PROCERITHIIDAE : <i>Nerineopsis excavatum</i> (Pict. R.)				X		
<i>Cimolithium lamanonis</i> (Coq.)	X	X				
<i>Cimolithium tourneforti</i> (Coq.)	X	X				
CERITHIIDAE : <i>Pyrazus valeriae</i> (Vern. Lor.)	X					
NERINEIDAE : <i>Nerinella arigo</i> (Vilan.)	X					
CASSIOPIDAE : <i>Paraglauconia picteti</i> (Coq.)	X				X	X (Tunisie) X (Vrac. Pyr.)
<i>Gymnetome vilanovai</i> (= <i>Vic. helvetica</i> Vilan.)	X	X				
EUSPIRIDAE : <i>Ampullina utrillacensis</i> (Vern. Lor.)	X					
BAKEVELLIIDAE : <i>Gervillia rostrata</i> Sow. (in Woods)			X (1)			X (G.B.)
LUCINIDAE : « <i>Callucina</i> » <i>lunata</i> (Coq.)	X					

(1) Barrémien sup.-Aptien inf., Haute-Marne

existe dans l'Albien inférieur et moyen à Chert et dans la province de Castellon (CANEROT & COLLIGNON 1981), *G. vilanovai* (*G. helvetica*) dans le Vraconnien de Bonansa (MONGIN et al. 1983).

En dehors de l'Espagne, *N. excavatum* se trouve dans l'Aptien-Albien des Alpes du Nord et de l'Ain, *G. rostrata* dans le Barrémien-Aptien de Haute-marne et des «Upper Greensands» d'Angleterre, *P. picteti* dans l'Aptien d'Allemagne et l'Albien de Tunisie.

Il apparaît ainsi que l'éventail stratigraphique des mollusques de Bacqué est centré sur l'Aptien supérieur-Albien. Cet intervalle s'accorde avec l'attribution stratigraphique probable basée sur l'étude palynologique du niveau au-dessous (705–716, Aptien) et au-dessus (701, Aptien terminal-Albien inférieur) et avec les données fournies par les foraminifères du toit carbonaté (Albien inférieur-moyen).

c) *Interprétation paléoécologique*

Du point de vue paléoécologique, le niveau à gastéropodes semble représenter une ancienne communauté où dominent *Paraglauconia picteti* et *Nerinella arigo*, association classique d'un milieu lagunaire, calme et vaseux, temporairement confiné par suite d'une régression locale. L'accumulation des coquilles de *Paraglauconia* peut être due à ce confinement gênant le renouvellement de l'eau en oxygène ou à une variation de température de l'eau. Au point de vue éthologique, les gastéropodes découverts étaient herbivores (algueraies, herbiers et autres végétaux) ou détritivores sur un fond vaseux. Cela correspond bien à la roche où ils se trouvent, riche en débris et empreintes de végétaux et dont le faciès marneux tendre est celui d'une ancienne boue à calcite-kaolinite. Par ailleurs les coquilles de *Naticacea* (*Ampullina utrillacensis*), prédateurs des autres petits mollusques, sont fréquentes dans les étangs. Ce milieu lagunaire restreint pouvait également s'ouvrir sensiblement et favoriser le développement de *Gervillia* de petite taille, avec quelques *Nerinella*, *Yoldia*, Luninidé et petit taxodonte qui indiquent un milieu plus aéré mais temporaire.

4. Evolution d'ensemble du milieu de dépôt de la bauxite, paléogéographie et variations eustatiques

4.1 *Le cadre de dépôt: envahissement du karst par le domaine margino-littoral*

L'interprétation des lithofaciès de la bauxite, les données paléontologiques et paléo-écologiques nous permettent de préciser les conditions de mise en place dont on peut suivre l'évolution en portant sur un chronodiagramme (fig. 6) la succession des événements et les environnements correspondants:

- La paléosurface karstique, avec brèche d'effondrement-dissolution (contrôlée par des failles synchrones) et des cavités anastomosées atteignant 7–8 m, indique une franche évolution continentale à quelques dizaines de mètres au-dessus du niveau de base marin;

- La bauxite inférieure (a) enregistre l'envoyage des parties basses du karst permettant le dépôt d'argilites suivi de leur bauxitisation partielle pendant la période de retrait de la nappe. L'installation d'une végétation et l'apparition d'un confinement provoquent ensuite déferrification, réduction (pyritisation) et oxydation lors de l'assèchement périodique du karst (épigénèse précoce);

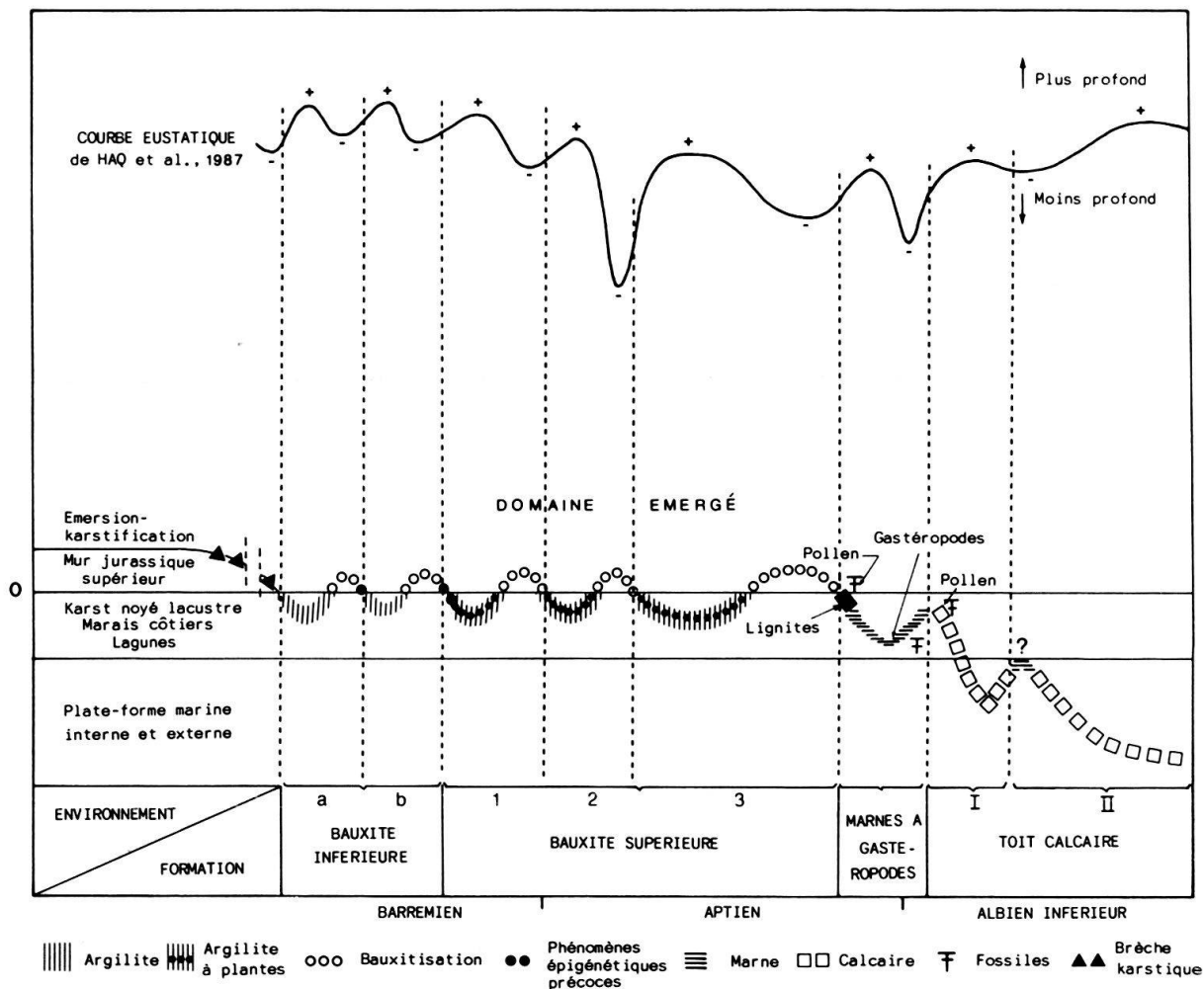


Fig. 6. Chronodiagramme montrant la succession des dépôts, des phénomènes d'altération et les environnements lors de la mise en place de la série bauxitique du gisement de Bacqué, ainsi que la corrélation possible avec la courbe eustatique de HAQ, HARDENBOL & VAIL (1987). Le chronodiagramme indique une suite d'événements; pour faciliter la comparaison avec la courbe eustatique et dès lors qu'il y a une bonne correspondance des séquences, nous avons attribué aux séquences du chronodiagramme la même longueur que celles de la courbe eustatique. Le calage chronostratigraphique entre les deux courbes a utilisé principalement le niveau de marnes à gastéropodes.

– La bauxite inférieure (b), beaucoup plus développée, traduit un ennoyage complet de la morphologie karstique recouverte par des argilites rouges bauxitisées, comme précédemment, après émergence, selon le modèle ariégeois (COMBES 1969) au-dessus et dans la zone de battement de la nappe aquifère karstique. Les teintes brun-rouge dues à l'hématite montrent que le milieu était oxydant ou proche de la neutralité;

– La bauxite supérieure correspond à un nouvel ennoyage du karst et au dépôt d'argilite dans un milieu à hydromorphie périodique permettant l'apparition d'une abondante végétation enracinée et l'accumulation de débris végétaux. Les nombreuses discontinuités sont attribuables à des arrêts de la sédimentation durant lesquels la bauxitisation a pu se produire ainsi que l'oxydation de la pyrite néoformée lors des épisodes hydromorphes d'une manière comparable aux mangroves actuelles (VIEILLEFON 1974). L'apparition périodique d'un milieu acide, par oxydation de la pyrite et par la présence

d'acides organiques liés à la végétation, a pu favoriser l'altération de la kaolinite en gibbsite et boëhmite, disséminées ou dans les pisolithes, et redistribuer le fer. Ces conditions de marais côtier oscillant peuvent être rapprochées de celles décrites pour les bauxites du Guyana et du Surinam (MOSES & MITCHELL 1963, HARDEN & BATESON 1963, CATE 1964). Les nombreuses oscillations produisent un télescopage des altérations qui tendent à uniformiser les faciès et rendent difficile une analyse faciologique détaillée des séquences, vraisemblablement au nombre de trois, entre les discontinuités principales. L'installation de cet environnement de dépôt alternant réducteur-oxydant a provoqué également une profonde modification épigénétique de la bauxite inférieure avec une redistribution spectaculaire du fer (circulation d'acides organiques, pyritisation et oxydation de la pyrite). Notons enfin que les niveaux à pisolithes détritiques intercalés pourraient être en relation avec le fonctionnement des failles syn-bauxite supérieure qui auraient pu déterminer l'érosion de la bauxite inférieure à proximité ou, plus en amont, sur d'autres gradins de la marge;

- Les marnes à gastéropodes indiquent un enfoncement général des marais littoraux et le passage à un environnement lagunaire comme le montrent la disparition de la végétation enracinée, des traces d'altération et les données paléocéologiques fournies par les mollusques. La transgression se produit progressivement sans discontinuité majeure et les oscillations ne permettent pas l'altération des marnes à kaolinite qui se déposent dans la lagune comme on peut le voir, ailleurs en Ariège, dans le gisement de Canals (COMBES 1969);

- La transgression s'accroît ensuite avec le calcaire I du toit, d'abord lagunaire sub-émergé, puis caractérisant une nette ouverture marine.

L'évolution d'ensemble montre que les séquences bauxitiques (ennoyage-dépôt de la roche mère argileuse – émergence – bauxitisation) se forment lors de l'envahissement progressif et oscillant d'un domaine émergé et karstifié. Cette évolution démarre vraisemblablement dans un domaine lacustre: la remontée de la nappe aquifère (elle-même liée à l'élévation du niveau de base marin) est la première manifestation de la transgression marine, enregistrée par le dépôt d'un sédiment, comme on a pu l'observer également en Grèce (COMBES 1977). Puis les principales irrégularités karstiques étant recouvertes, un domaine de marais côtiers, à végétation abondante, s'installe. Dans cet ensemble transgressif, les oscillations permettent le dépôt de la roche mère argileuse kaolinique, la bauxitisation et, lorsque l'environnement est marécageux, les réductions-oxydations associées ainsi que l'épigenèse précoce des niveaux antérieurs. Ensuite les lagunes et la mer ouverte envahissent le domaine côtier. On sait que dans les gorges de l'Arize (COMBES & PEYBERNES 1981) de telles oscillations génératrices de bauxites dans les zones littorales peuvent être corrélées avec des séquences de comblement marnes à ammonites-calcaires urgoniens, déposées en domaine marin sur les gradins les plus méridionaux de la marge européenne. La roche mère argileuse provient de l'érosion des roches alumineuses diverses de l'arrière-pays altéré où peuvent exister aussi d'autres types de gisements bauxitiques («Languedoc-Provence», «Sardaigne») à l'intérieur du craton européen (COMBES 1987). Le type «Ariège» constitue, avec le type «Pyrénées occidentales», le dernier piège paléogéographique et structural où, le long de la marge, les oscillations permettent la poursuite jusqu'au stade bauxite de l'altération commencée en amont dans le paysage sédimentaire.

4.2 Les oscillations et les variations eustatiques

Le chronodiagramme obtenu (fig. 6, courbe inférieure) indique une succession d'oscillations que l'on peut comparer avec la courbe eustatique de HAQ, HARDENBOL & VAIL (1987) (fig. 6, courbe supérieure). Les données biostratigraphiques situent le sommet de la bauxite supérieure (séquence 3), les marnes à Gastéropodes, les calcaires I et II du toit dans l'intervalle comprenant une partie de l'Aptien et de l'Albien inférieur-moyen. A cette époque la courbe eustatique montre quatre oscillations que nous pourrions corrélérer avec ces formations. Vers le bas les séquences 1 et 2 de la bauxite supérieure et les deux niveaux a et b de la bauxite inférieure pourraient également correspondre à quatre oscillations eustatiques dans le Barrémien et l'Aptien inférieur. Evidemment un tel essai de corrélation de deux séries d'événements périodiques aurait plus de force si les horizons bauxitiques étaient datés avec précision dès le mur par des fossiles. On remarquera toutefois qu'en prenant comme repère le niveau marneux à gastéropodes, assez bien localisé stratigraphiquement (Aptien supérieur/Albien inférieur), les événements oscillants mis en évidence par l'étude de la bauxite et de son toit sont en bonne coïncidence avec les variations périodiques du niveau de base marin.

Il apparaît donc vraisemblable que l'eustatisme joue un rôle important dans la genèse des bauxites de type Ariège dont la situation littorale, favorable au dépôt de sédiments argileux (roche mère) et au battement des nappes aquifères (facteur de la bauxitisation), sans trace d'érosion notable, est particulièrement sensible à l'enregistrement des fluctuations marines. Une telle liaison avait été antérieurement envisagée (COMBES 1969, p. 169) mais l'absence de données sur la chronologie globale des fluctuations ne permettait pas de développer cette approche. Néanmoins, l'existence de failles synsédimentaires actives à Bacqué et ailleurs en Ariège (COMBES & PEYBERNES 1981), liées au fonctionnement de la marge passive européenne, montre que des mouvements tectoniques peuvent interférer, peut-être en modifiant, en plus ou en moins, l'amplitude de certaines oscillations ou en introduisant des pulsations d'un ordre différent qui pourraient se traduire par les discontinuités mineures ou par les apports détritiques observés. Par exemple l'enfoncement assez rapide du toit en milieu marin, qui ne correspond pas à une variation absolue importante sur la courbe eustatique de HAQ et al. (1987), pourrait être attribuée au fonctionnement de la marge puisque, dans le gisement, les failles qui y sont liées ont joué après la bauxite et avant le calcaire II. De même, l'importante régression correspondant à la bauxite supérieure 2 aurait pu être atténuée par le jeu de ces failles signalé au sein de la bauxite supérieure. Cependant il semble, à Bacqué, que cette activité tectonique ne masque pas le rythme eustatique en raison probablement de la différence d'échelle: dans l'intervalle considéré la période des fluctuations varie de 1 à 3 millions d'années alors que le jeu des failles et de la marge est probablement plus rapide.

L'application aux bauxites de type Ariège de la stratigraphie séquentielle permet également de préciser leur âge. L'intercalation, dans d'autres gisements, de niveaux bauxitiques dans des séries carbonatées ou argilo-ligniteuses fossilifères a montré en effet des âges du Barrémien à l'Albien supérieur (COMBES 1969, PEYBERNES & COMBES 1981). Mais dans la plupart des cas, le Barrémien a été proposé parce que le toit du plus ancien niveau bauxitique était aptien. La corrélation des séquences bauxitiques, à Bacqué, avec la courbe eustatique, montre que la bauxite inférieure et la bauxite supérieure 1 pourraient effectivement être barrémiennes. Cette datation indirecte est applicable aux gise-

ments polyphasés de bauxites comme ceux de l'Ariège formés dans les zones littorales dès que l'on peut dater un niveau et reconstituer les séquences bauxitiques.

Conclusion

Le gisement de Bacqué représente une bauxite de type Ariège polyphasée où sont associés des niveaux bauxitiques superposés et des horizons marneux et ligniteux riches en mollusques, spores et pollens. Les informations paléontologiques, biostratigraphiques, paléoécologiques et l'interprétation des faciès bauxitiques permettent de reconstituer le cadre paléogéographique de mise en place de la bauxite qui correspond, du Barrémien au début de l'Albien, à l'envoyage progressif d'une paléomorphologie karsitique assez évoluée, d'abord par la nappe aquifère dont la remontée précède la transgression marine, puis par des marais envahis par la végétation et enfin par un milieu lagunaire calme annonçant l'établissement assez rapide, au toit, de la plateforme marine urgo-albienne.

Cette transgression est nettement oscillante avec, au Barrémien-Aptien, dépôt d'argilites kaoliniques dans les périodes envoyées, en milieu oxydant ou réducteur, bauxitisation et oxydation dans les périodes d'exondation, selon un schéma caractéristique dans la genèse des bauxites de type Ariège. La courbe des oscillations fournie par les séquences bauxitiques a pu être comparée à celle des variations eustatiques de HAQ et al. (1987), en prenant comme repère l'horizon marneux à gastéropodes dont l'âge est assez bien établi par sa biophase de mollusques, les spectres sporo-polliniques et les foraminifères du toit carbonaté. La bonne correspondance entre les deux courbes amène à proposer que les fluctuations eustatiques ont pu jouer un rôle cardinal dans la genèse des bauxites du type Ariège. Les faibles différences constatées peuvent être attribuées au jeu des failles, affectant le gisement, liées au fonctionnement de la marge européenne. L'étude d'autres gisements ariégeois permettra de compléter les premiers résultats obtenus à Bacqué et de préciser notamment dans quelle mesure les mouvements tectoniques peuvent intervenir en interférant avec le rythme eustatique.

Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements à ceux dont la collaboration a permis la réalisation de ce travail: H. Mercadier pour les analyses et les déterminations aux rayons X, C. Gœury pour la préparation des échantillons destinés à l'étude palynologique, C. Baljou et Y. Filhastre pour la fabrication des lames minces, P. Eichène pour l'exécution des dessins, J. Ramos pour la dactylographie.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNAUD-VANNEAU, A., & MEDUS, J. 1977: Palynoflores de la plate-forme urgonienne (barrémo-aptienne) du Vercors. *Géol. Alp.* 53, 35–55.
- BATTEN, D.J. 1979: Miospores and other acid-resistant microfossils from the Aptian-Albian of holes 400A and 402A, DSDP-IPOD LEG 48, Bay of Biscay. MONTADERT, L., ROBERTS, D.G. (eds). *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj.* 48, 579–587.
- BATTEN, D.J. 1980: Aptian and Albian palynomorph assemblages from southern England. *IV Int. Palynol. Conf., Lucknow (1976–77)*, 2, 403–408.

- CANEROT, J. 1974: Recherches géologiques aux confins des chaînes ibériques et catalanes. Thèse Doct. Sci Nat., Univ. Toulouse. Trab. Tesis, sér. 5, n° 4, ENADIMSA Ed., Madrid.
- CANEROT, J., & COLLIGNON, M. 1981: La faune albienne de Traiguera (Espagne). Doc. Lab. Lyon, Mém. Collignon, h.s., n° 6, 227–249.
- CATE, R.B. Jr., 1964: New data on the chemistry of submerged soils: possible relationship to bauxite genesis. *Econ. Geol.* 59, 1, 161–162.
- COMBES, P.J. 1969: Recherches sur la genèse des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). Thèse Doct. Sci. Nat., Univ. Montpellier, Mém. C.E.R.G.H., t. III–IV.
- COMBES, P.J. 1977: Observations et remarques sédimentologiques, paléogéographiques et géochimiques sur les bauxites du 3^e horizon dans la zone du Parnasse (Grèce). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 284, sér. D, 871–874.
- 1984: Regards sur la géologie des bauxites; aspects récents sur la genèse de quelques gisements à substratum carbonaté. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine* 8/1, 251–274.
- 1987: Les bauxites du Sud de la France: schéma de synthèse, relations avec les marges ibérique et européenne au Crétacé moyen. 1^{er} Congr. Fr. Sédimentol., Paris, p. 110–111.
- COMBES, P.J., & MONGIN, D. 1970: Les Mollusques infra-crétacés du gisement de bauxite de Lescalé (Ariège, France). *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 12/1, 137–145.
- COMBES, P.J., & PEYBERNES, B. 1981: Le gisement de la Combe de Lé (Pyrénées ariégeoises) en 1981: description, observations et remarques nouvelles sur une bauxite de type Ariège à mise en place polyphasée. *Eclogae geol. Helv.* 74, 3, 587–602.
- 1987: Les altérites et les brèches des Pyrénées Basco-Béarnaises liées à l'évolution polyphasée de la marge passive nord-ibérique au Jurassique et au Crétacé inférieur. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, sér. II, 49–54.
- COQUAND, H. 1865: Monographie paléontologique de l'étage Aptien d'Espagne. *Mém. Soc. Emul. Provence* III.
- HARDEN, G., & BATESON, J.H. 1963: A geochemical approach to the problem of bauxite genesis in British Guiana. *Econ. Geol.* 58/8, 1301–1308.
- HAQ, B.U., HARDENBOHL, J., & VAIL, P.R. 1987: Chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science* 235, 1156–1167.
- HAY, W.W. 1972: Probabilistic stratigraphy. *Eclogae geol. Helv.* 65, 225–266.
- KEMP, E.M. 1970: Aptian and Albian micospores from southern England. *Palaeontographica B*, 131, 73–143.
- MEDUS, J. 1970: A palynological method for stratigraphical correlation. *Grana* 10, 149–158.
- MEDUS, J., & PONS, A. 1967: Etude palynologique du Crétacé pyrénéo-provençal. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2, 111–117.
- MONGIN, D., PEYBERNES, B., SOUQUET, P., & THOMEL, G. 1983: Le gisement vraconnien de la Selva de Bonansa. *Palaeo* 3, Amsterdam, 41, 43–63.
- MOSES, J.H., & MITCHELL, W.D. 1963: Bauxite deposits of British Guiana and Surinam in relation to underlying unconsolidated sediments suggesting two-step origin. *Econ. Geol.* 58/2, 250–262.
- ORBIGNY, A. d' 1860: Paléontologie française. Terrains crétacés. t. II: Gastéropodes.
- PERON, A. 1900: Etudes paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sci. Nat. Yonne*, 2, 53, 67–219.
- PEYBERNES, B. 1976: Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée. Thèse Doct. Sci. Nat., Univ. Toulouse.
- PEYBERNES, B., PONS, P., ROUX, J.C., & SOUQUET, P. 1984: Apports de l'étude des terrains secondaires à l'appréciation du degré d'allochtonie du massif de l'Arize. *Progr. Géol. profonde de la France*, Doc. B.R.G.M., 81–6, 23–37.
- PICTET, F.G., & ROUX, W. 1847–53: Description des Mollusques fossiles des «Grès Verts» des environs de Genève. Fick, Genève.
- PICTET, F.G., & RENEVIER, E. 1858: Description des fossiles de l'Aptien de la Perte-du-Rhône. *Mat. Paléont. Suisse*, 1^{ère} sér., Genève, Lib. Kessmann.
- RIEDEL, W.R., & SANFILIPPO, A. 1975: Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 17, 125–147.
- SOUQUET, P., & PEYBERNES, B. 1987: Allochtonie des massifs primaires nord-pyrénéens des Pyrénées Centrales. *C.R. Acad. Sci. Paris* 305, sér. II, 733–739.
- VERNEUIL, E. de, & LORIERE, G. de, 1868: Description des fossiles du Néocomien supérieur d'Utrillas et ses environs (prov. de Teruel). *Mater. Paléont. Espagne*, Imp. Monnoyer, Le Mans.
- VILANOVA, J. 1863: Ensayo de descripcion geographica de Teruel. *Junta Gene. Estadistica*, Madrid, Imprenta Nacional.

VIEILLEFON, J. 1974: Contribution à l'étude de la pédogenèse dans le domaine fluvio-marin en climat tropical d'Afrique de l'Ouest. Thèse Doct. Sci. Nat., Univ. Paris VI.

WOODS, H. 1905: A monograph of the cretaceous Lamellibranchs of England. *Mém. Palaeontog. Soc. London*, II, 59, 79–84.

Manuscrit reçu le 2 juin 1988

Révision acceptée le 3 novembre 1988

