Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 74 (1981)
Heft: 3

Artikel: 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

Autor: Combes, Jean-Pierre / Peybernès, Bernard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-165121

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 74/3	Pages 587-602	8 figures et 1 tableau dans le texte	Bâle, novembre 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

Par PIERRE-JEAN COMBES[1]) et BERNARD PEYBERNÈS[2])

RÉSUMÉ

Description de l'état actuel, probablement définitif, d'un gisement complexe, bonne illustration des bauxites de type Ariège. Plusieurs niveaux de bauxite superposés sont associés, dans une série réduite (20 m), à des faciès argilo-ligniteux et calcaires de milieu margino-littoral ou de plate-forme interne confinée. L'altération bauxitique s'est produite à diverses reprises à la faveur d'émersions provoquées par des oscillations épirogéniques. Dans le domaine de bassin voisin, à série synchrone épaisse (500 m), ces oscillations se traduisent par des séquences régressives marnes à Ammonites-calcaires urgoniens. Le jeu relatif de gradins séparés par des accidents actifs durant l'Aptien-Albien a été déterminant et traduit l'instabilité de la bordure méridionale du continent toulousain (craton européen) lors des mouvements anté-cénomaniens.

ABSTRACT

Description of the present state, probably definitive, of a complex deposit, good example of Ariège-type bauxites. Several superposed bauxite-levels are associated in only 20 m with clayey-lignitiferous and calcareous facies that were deposited in a margino-littoral (or of internal confined shelf) environment. The bauxitic alteration occurred repeatedly thanks to emersions induced by epeirogenic oscillations. In the neighbouring basin, filled up with synchronous thick series (500 m), these oscillations correspond to regressive sequences Ammonites marls-Urgonian limestones. The relative motion of steps, separated by aptian and albian active faults, was determinant and shows the instability of southern margins of the "Continent Toulousain" (European plate) during the ante-cenomanian movements.

Introduction

Situé sur la rive gauche des gorges de l'Arize, à l'ouest de Durban-sur-Arize, le gisement de la Combe de Lé a révélé pour la première fois l'existence de bauxite intra-urgonienne (COMBES & REY 1963) par des observations effectuées au début des

[1]) Laboratoire de Géologie (C.E.R.G.H.), Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Eugène Bataillon, F-34060 Montpellier Cedex (France).

[2]) Laboratoire de Géologie, Université Paul Sabatier, 39, allées Jules Guesde, F-31062 Toulouse Cedex (France).

travaux d'exploitation. Par la suite (COMBES 1969) l'avancement du chantier a permis une description détaillée mettant en évidence, à l'Aptien-Albien inférieur, plusieurs horizons bauxitiques superposés entre lesquels peuvent s'intercaler des lentilles calcaires à tendance récifale et des niveaux marneux plus ou moins ligniteux.

Ce dispositif complexe et original, retrouvé dans d'autres gisements ariégeois, a conduit à la définition d'un nouveau type de bauxite, le *type Ariège*, retenu maintenant dans la classification des gîtes de bauxite à substratum carbonaté (BARDOSSY 1969; VALETON 1976). Ce type se caractérise par le développement de profils d'altération ferrallitiques aux dépens de sédiments argileux ou marneux déposés en milieu margino-littoral (lagunes) ou de plate-forme interne confinée. Dans la frange littorale instable en bordure de la mer pyrénéenne au sud et du continent toulousain au nord, la succession de trangressions (sédimentation argileuse, marneuse et/ou carbonatée) et de régressions (émersion et altération ferrallitique) a déterminé la formation de niveaux bauxitiques dans la série argilo-carbonatée albo-aptienne transgressive vers le nord (COMBES 1969, 1970, 1972, 1980). Ce cadre paléogéographique a été développé et intégré à l'évolution géodynamique de la chaîne pyrénéenne par PEYBERNÈS (1976, 1979, 1980) qui présente en outre une analyse biostratigraphique et structurale détaillée de la région de la Combe de Lé.

Depuis la précédente reconstitution du gisement (COMBES 1969), l'exploitation s'est poursuivie confirmant mais aussi détruisant au fil des années ce qui avait été décrit. Ce gisement complexe et remarquable étant maintenant abandonné, il nous a paru nécessaire d'en présenter une description et une interprétation actualisées à la lumière des observations anciennes et nouvelles. Du point de vue chimico-minéralogique, étant donné les résultats déjà acquis, il n'a pas paru utile d'effectuer à nouveau un échantillonnage systématique. On pourra se référer aux travaux antérieurs de COMBES (1969) et récemment de REBOURS (1978) avec lesquels on dispose d'un grand nombre (150 environ) d'analyses chimiques totales (majeurs et traces) et minéralogiques quantitatives.

1. Le cadre géologique

Le gisement nord-pyrénéen de la Combe de Lé se situe dans la Zone Ariégeoise des Pyrénées Navarro-Languedociennes (PEYBERNÈS 1976) au sein de la couverture post-hercynienne du massif de l'Arize ou «Unité-Arize» (voir aussi feuille du Mas-d'Azil à 1:50000). Légèrement décollée au niveau du Keuper aux abords de la vallée de l'Arize, cette unité chevauche vers le nord l'unité sub-ariégeoise de Betchat-Gausseran (gradins paléogéographiques de Clermont, Gauziats et Camarade, cf. infra).

Par rapport aux structures liées à la phase pyrénéenne tertiaire le gisement de la Combe de Lé appartient (fig. 1) à la fois à la terminaison périclinale occidentale de l'anticlinal de Tourens et à la terminaison périclinale orientale du très complexe synclinorium de Lescalé-Marillac. Ce dernier correspond à une vaste structure longitudinale dont l'axe est occupé par l'épaisse formation du «Flysch noir» (Albien supérieur) et dont les flancs, hétérochrones et hétéropaches, sont constitués par un Albo-Aptien, transgressif vers le nord, où alternent formations carbonatées de plate-

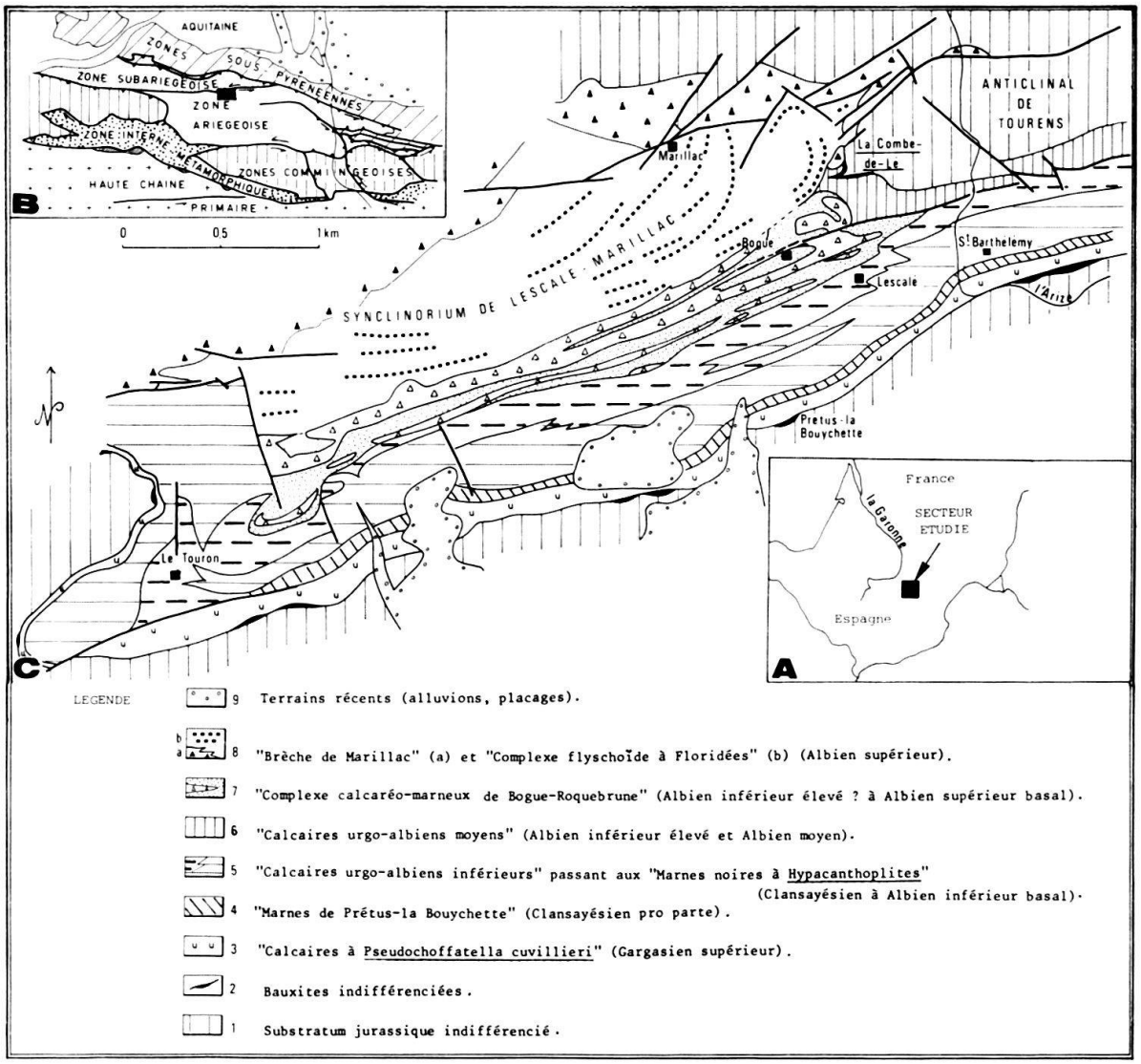

Fig. 1. A et B: Schémas de situation de la région étudiée (rectangle noir). C: Carte géologique schématique du synclinorium de Lescalé (Zone Ariégeoise) et de l'anticlinal de Tourens situant le gisement de la Combe de Lé (d'après COMBES 1969 et PEYBERNÈS 1976).

forme (Urgonien), formations terrigènes de bassin (marnes à Ammonites) et formations tectogènes de type flysch liées au jeu de failles synsédimentaires bordant la marge méridionale stable du craton européen.

Ces failles synsédimentaires dues aux mouvements anté-cénomaniens découpent une série de gradins (fig. 2) à regards sud, à substratum de plus en plus ancien vers le nord, recouverts et successivement scellés par la série albo-aptienne transgressive. La plus méridionale de ces failles, la faille de Bogue, limite les gradins de Lescalé et de la Combe de Lé/Marillac et détermine une variation brusque de faciès et d'épaisseur:

— Dans le gradin de Lescalé au sud, la série crétacée, épaisse de 500 m environ, s'étage du Gargasien supérieur («calcaires à *Pseudochoffatella cuvillieri*»), transgressif sur les bauxites et les dolomies portlandiennes, à l'Albien supérieur («complexe flyschoïde à Floridées»).

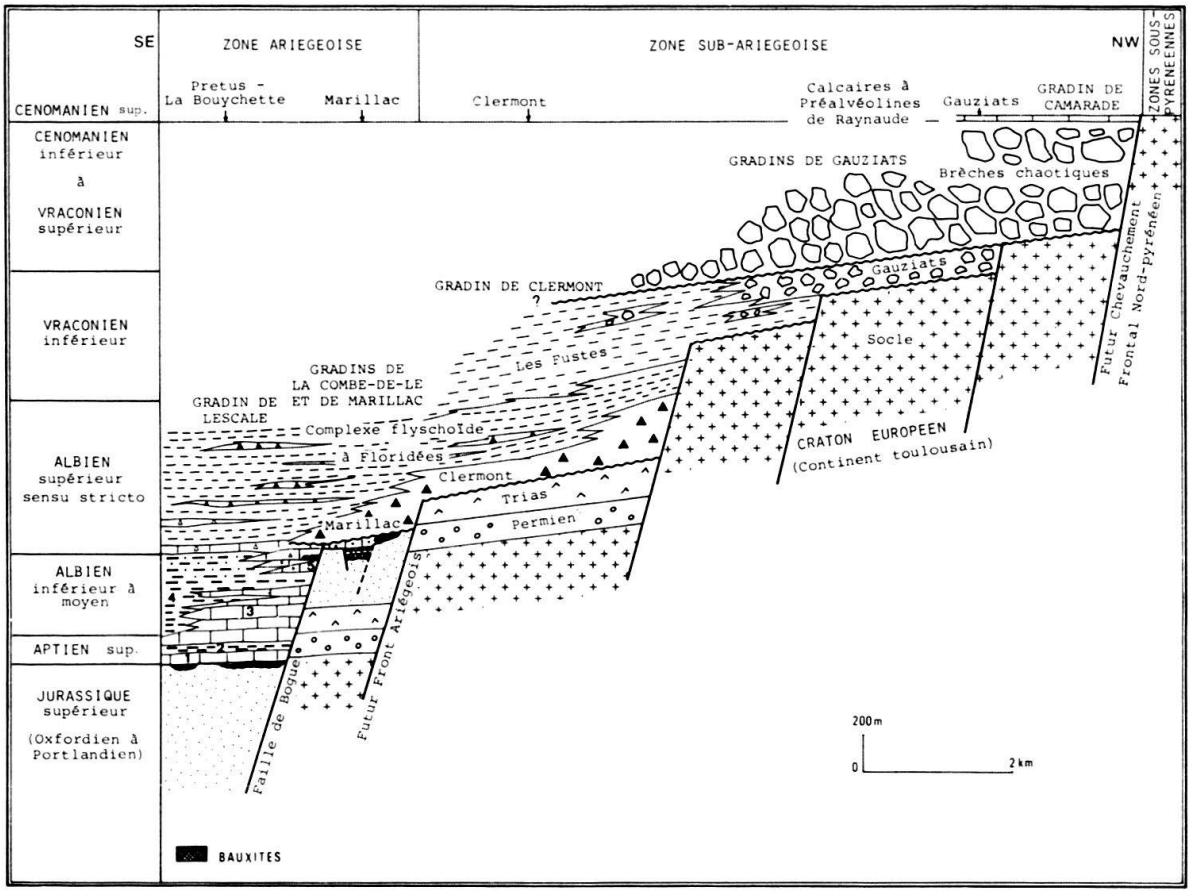

Fig. 2. Essai de reconstitution paléogéographique à la fin du Crétacé moyen et allure des déformations anté-cénomaniennes sur la marge méridionale du continent toulousain (craton européen) dans le secteur de la vallée de l'Arize. 1 = calcaires à *Pseudochoffatella cuvillieri;* 2 = marnes de Prétus-la Bouychette; 3 = calcaires urgo-albiens inférieurs; 4 = marnes noires à *Hypacanthoplites;* 5 = calcaires urgo-albiens moyens.

— Dans le gradin de la Combe de Lé au nord, la série crétacée, réduite à une vingtaine de mètres, comporte des «calcaires urgo-albiens moyens» (à Simplorbitolines), des termes argilo-ligniteux et des bauxites surmontés par la brèche de Marillac, base du complexe flyschoïde à Floridées (contact visible au niveau de l'exploitation). Dans le gradin suivant de Marillac la «brèche de Marillac» repose directement sur la dolomie jurassique (Oxfordien?) et peut passer latéralement à des calcaires homogènes riches en Floridées de type Vimport.

2. Description du gisement

Le gisement de la Combe de Lé et ses abords immédiats occupent une superficie d'un hectare environ. L'état actuel du chantier permet de faire des observations et une reconstitution principalement nord-sud qui viennent compléter les données et reconstitutions précédentes est-ouest. Dans un but de simplification nous détaillerons les formations nouvelles et nous indiquerons plus brièvement celles déjà décrites antérieurement. La carte géologique et les coupes correspondantes permettent de mettre en évidence de bas en haut plusieurs formations (fig. 3, 4).

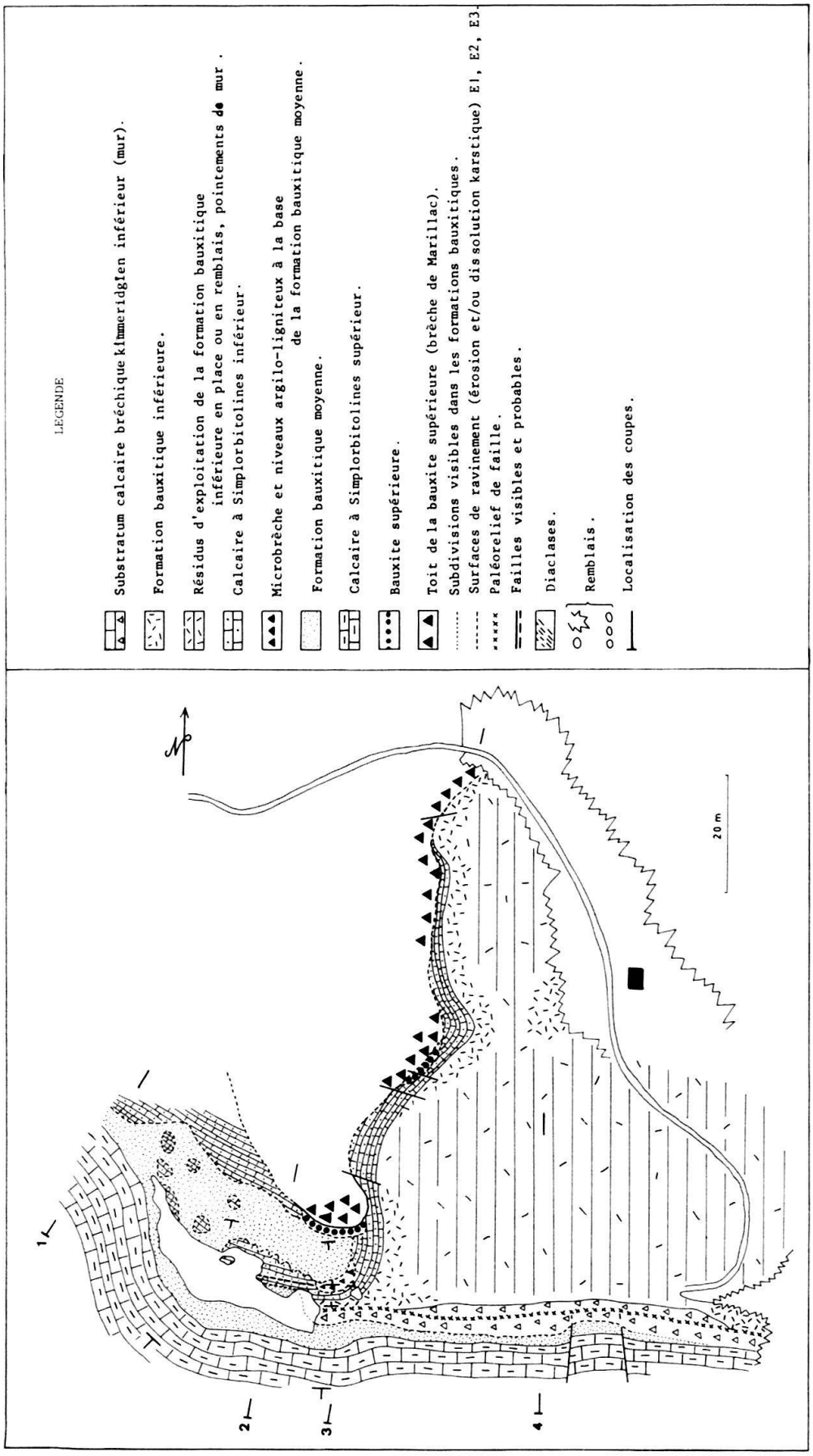

Fig. 3. Carte géologique détaillée du gisement de la Combe de Lé.

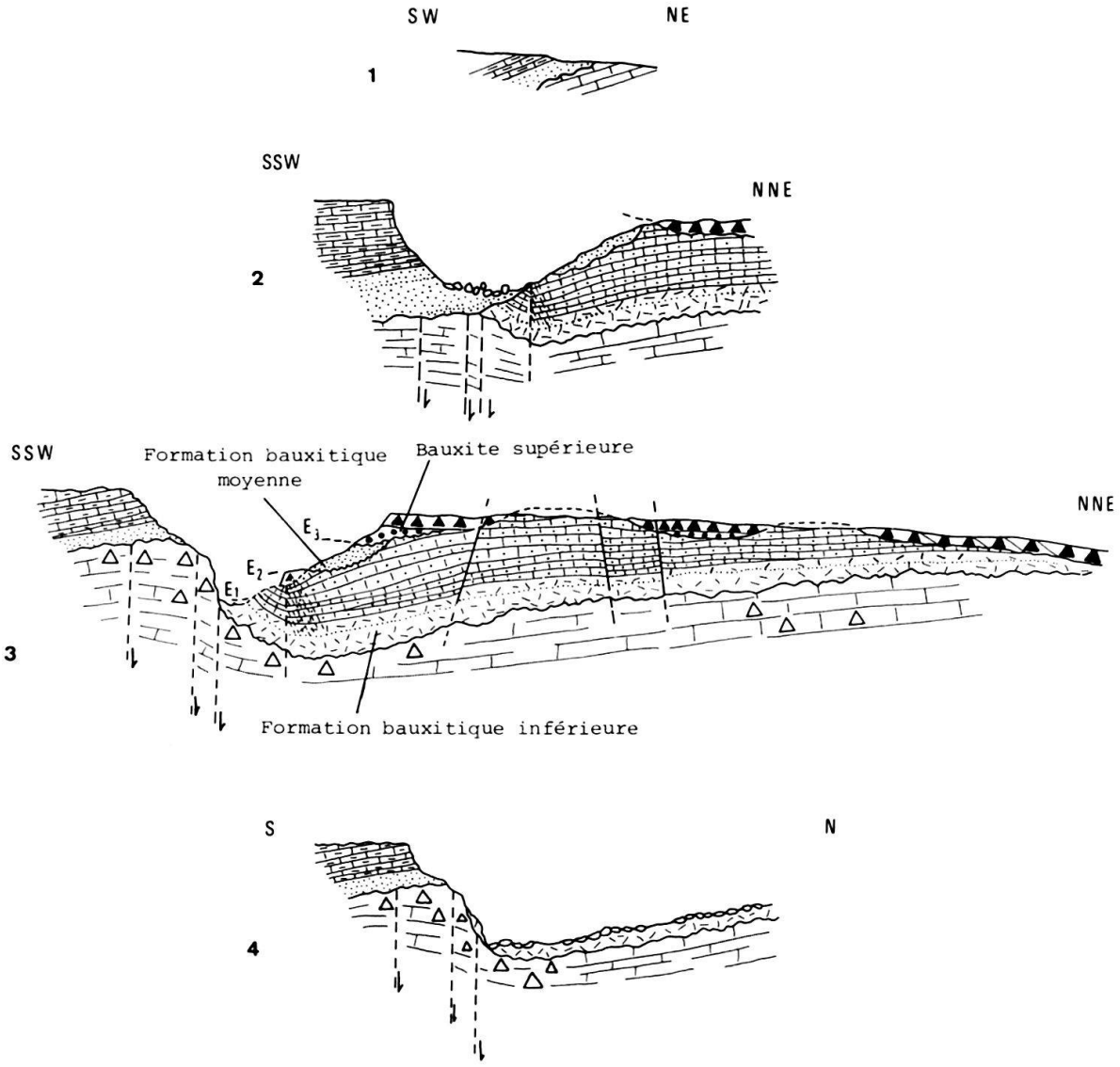

Fig. 4. Coupes à travers le gisement de la Combe de Lé. Pour la localisation des coupes et la légende cf. figure 3.

La verticalisation des accidents (de localisation incertaine) dans le paléorelief méridional et l'ébauche de flexure figurée sont en partie hypothétiques (conditions d'observation médiocres transversalement) et attribuables aux compressions éocènes sud-nord de la phase pyrénéenne. Cette déformation de la paléostructure albienne s'accompagne d'un rejeu très faible qui n'affecte pas, latéralement à l'ouest, la formation bauxitique moyenne et le calcaire à Simplorbitolines supérieur. Elle peut aussi dans une certaine mesure accentuer le redressement de la formation bauxitique inférieure et du calcaire à Simplorbitolines inférieur au contact du paléorelief albien.

2.1 *Substratum*

D'âge kimméridgien inférieur (PEYBERNÈS 1976) il constitue le soubassement de la série bauxitique. Il apparaît en rares pointements à travers les déblais et résidus de bauxite dans la partie est et au sud-est sous forme d'une brusque remontée (10 m de hauteur environ) visible sur une cinquantaine de mètres est-ouest. Il s'agit d'une brèche à éléments subarrondis décimétriques à forme irrégulière de calcaire micriti-

que gris clair, d'âge jurassique supérieur uniquement, cimentés par des argilites bauxitiques rouge sombre. Comme on a pu le proposer pour d'autres bauxites à substratum carbonaté (COMBES 1978), une telle accumulation de blocs peut être attribuée à la dissolution karstique du substratum, commencée antérieurement à la mise en place des argilites et poursuivie peut-être postérieurement, avec accumulation sur place plus ou moins accentuée. L'importance de la formation bréchique le long du relief au sud-est du gisement est vraisemblablement due à une fracturation plus importante sur le tracé d'une paléofaille éocrétacée (présence de surfaces de glissement) favorable à la dissolution. Cette paléofaille a pu être réactivée au Tertiaire à la faveur des mouvements pyrénéens.

2.2 *Formation bauxitique inférieure*

Correspond aux niveaux bauxitiques *a*, *b*, *c*, *d* et aux intercalations 1, 2-2', 3 d'argiles plus ou moins ligniteuses à Gastéropodes et de calcaires sombres à Polypiers et Huîtres décrits antérieurement («bauxites inférieures et intercalations calcaréo-argileuses», COMBES 1969). Partie médiane du gisement, dans le front de taille à regard est, la bauxite brun-rouge sombre (épaisseur 4-8 m) est assimilable aux niveaux *a* et *b* sans que l'on puisse observer l'intercalation ligniteuse 1 visible plus à l'est en 1967. Il est possible que l'intervalle centimétrique riche en illite signalé par REBOURS (1978) à mi-hauteur de la paroi représente le contact entre les bauxites *a* et *b*.

Vers le haut, sur 2 m d'épaisseur environ, des niveaux ligniteux, marneux à débris de plantes, calcaire et bauxitique verdâtre interstratifiés peuvent être équivalents aux horizons 2-2', 3, *c* et *d* (COMBES 1969). A proximité du paléorelief de faille au sud, les bancs calcaires et marneux se chargent en éléments sub-anguleux (diamètre 2 cm maximum) calcaire et bauxitique probablement dus au jeu de la faille à cette époque. La présence de Mollusques (COMBES & MONGIN 1968) dans les argiles ligniteuses, de *Simplorbitolina manasi* (seule) dans les bancs calcaires et l'analyse palynologique des marnes permettent de placer ces termes élevés de la formation bauxitique dans le Gargasien supérieur-Albien inférieur (PEYBERNÈS 1976). La bauxite proprement dite sous-jacente se serait donc formée antérieurement (Aptien-Barrémien?).

2.3 *Calcaire à Simplorbitolines inférieur* (= «calcaire 4» in COMBES 1969)

Constitue, sur 12 m d'épaisseur maximum, le toit calcaire massif de la formation bauxitique inférieure à laquelle il passe par disparition des intervalles argilo-ligniteux. L'abondance des Orbitolinidés, notamment l'association *Simplorbitolina manasi* et *S. conulus*, permet de dater cet ensemble de l'Albien inférieur élevé-Albien moyen (PEYBERNÈS 1976) et de le corréler avec la formation des «Calcaires urgo-albiens moyens» bien développée plus à l'est dans le chaînon du Pech de Foix. A l'approche du paléorelief méridional le pendage du calcaire et de la formation bauxitique inférieure se redresse nettement et brusquement pour atteindre 50° environ vers le nord, en même temps qu'apparaît un système de diaclases est-ouest

probablement lié à une faille verticale de faible rejet en partie masquée par des déblais. Une telle déformation à l'approche du paléorelief peut être attribuée à la réactivation de la paléofaille méridionale après le dépôt du calcaire à Simplorbitolines inférieur.

2.4 *Formation bauxitique moyenne*
(= «bauxite supérieure intra-urgonienne», in COMBES 1969)

Dans la partie médiane sud du gisement, le calcaire à Simplorbitolines inférieur est tronqué par une surface de ravinement irrégulière E1 qui semble aussi affecter la formation bauxitique inférieure (la présence de remblais ne permet pas de le déterminer avec certitude). Dans les parties les plus basses de cette surface s'observe une microbrèche à éléments de bauxite et de calcaires sub-anguleux (diamètre 1-2 cm maximum) associée à des niveaux argilo-ligniteux, reposant horizontalement sur le calcaire à Simplorbitolines (épaisseur 1,5 m maximum). Par l'intermédiaire d'une autre surface de ravinement E2, au-dessus des faciès précédents et, latéralement, directement sur le calcaire à Simplorbitolines, viennent un niveau (1) de bauxite pisolithique (20-50 cm) rougeâtre en partie déferrifié puis (2) des argilites brun-rouge sombre passant vers le haut à de la bauxite pisolithique (7 m).

Ces deux horizons de bauxite superposés correspondent aux bauxites e et f-f' précédemment décrites (COMBES 1969). Comme cela avait été déjà indiqué (COMBES 1969, p. 118 et 120) on retrouve constamment dans la partie sud-ouest du gisement des encroûtements à hématite-gœthite, alumogel et gibbsite au contact du mur calcaire à Simplorbitolines inférieur, très vraisemblablement dus à l'altération de sédiments pyriteux peut-être lors de la formation du premier niveau (1) de bauxite.

Enfin, le front de taille sud permet d'observer, sur 1,5 m environ, un troisième niveau de bauxite (3) reposant sur le 2 par l'intermédiaire d'une discontinuité nette (REBOURS 1978).

Nous retiendrons donc que la formation bauxitique moyenne est constituée de trois niveaux de bauxite superposés, 1-2-3, bien observables dans la partie sud-ouest du gisement, avec un développement prépondérant du niveau 2.

2.5 *Calcaire à Simplorbitolines supérieur*
(= toit de la bauxite supérieure intra-urgonienne, in COMBES 1969)

Représente le toit de la formation précédente et limite le gisement au sud. Le faciès et le contenu paléontologique, notamment *Simplorbitolina manasi* et *S. conulus*, sont comparables au calcaire à Simplorbitolines inférieur. Toutefois, on n'observe pas les niveaux marneux à plantes, ligniteux et calcaires à *S. manasi* (seule), avec bauxite intercalée, du Gargasien supérieur-Albien inférieur, signalés dans la partie haute de la formation bauxitique inférieure. Le toit débute donc ici, souvent par l'intermédiaire d'un banc pétri d'Huîtres associées à des Polypiers et des débris de Rudistes, à un niveau très vraisemblablement plus élevé dans la biozone à *S. manasi* et *conulus* de l'Albien inférieur-moyen que le calcaire à Simplorbitolines inférieur; mais on ne possède pas pour l'instant, dans cette biozone, de marqueurs chronostratigraphiques suffisamment précis pour le démontrer.

2.6 *Bauxite supérieure* (horizon nouveau)

Apparaît directement au-dessus de la formation bauxitique moyenne ou du calcaire à Simplorbitolines inférieur (PEYBERNÈS & COMBES 1980). Le contact est marqué par une discontinuité E3 bien apparente même sur la bauxite moyenne. Cette dernière, pisolithique de teinte gris-verdâtre, présente une nette induration en surface avec concrétionnement et cloisonnement hématitique compact probablement le long d'anciennes fissures. La bauxite supérieure, immédiatement superposée sur 1,2 m environ, est argileuse, tendre, friable, bariolée de blanc, rose et ocre, parcourue par de nombreux planchers hématitiques horizontaux (anciens niveaux hydrostatiques?) et riche en pisolithes atteignant assez régulièrement 1 cm de diamètre. La composition minéralogique et chimique est présentée dans le tableau. On notera pour les échantillons récoltés dans la formation bauxitique moyenne (PCC 449) et dans la bauxite supérieure (PCC 450), de part et d'autre du contact, une variation brusque de la composition chimique notamment pour SiO_2, TiO_2, Co, Cr, Mn.

Tableau: *Composition chimique et minéralogique de part et d'autre du contact bauxite supérieure/formation bauxitique moyenne. Les minéraux sont indiqués par ordre décroissant, les proportions relatives étant déterminées sur les diffractogrammes d'aprés la hauteur des pics correspondant aux réflexions majeures. B = bœhmite; D = diaspore; K = kaolinite; Chl. = chlorite; Go = gœthite; R = rutile (analyses Laboratoire de Géologie, U.S.T.L., Montpellier).*

N° Echantillons	PF %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	FeO %	TiO_2 %	CaO %	MgO %	K_2O %	Na_2O %	Zn ppm	Co ppm	Cr ppm	Mn ppm	Composition minéralogique
PCC 444 Bauxite supérieure	16,37	16,33	57,43	6,34	0,34	0,75	0,29	0,49	1,46	0,07	35	<<20	50	<<10	D Chl. K Go B R
PCC 450 Bauxite supérieure	14,89	23,06	49,65	10,51	0,78	0,54	0,13	0,02	0,08	0,04	355	20	40	10	Chl. K B D Go R
PCC 449 Formation bauxitique moyenne	16,60	12,83	53,74	13,67	0,87	1,68	0,11	0,19	0,08	0,08	205	800	147	38	B Go K Chl. D R

2.7 *Brèche au toit de la bauxite supérieure*

Vers le haut la bauxite précédente passe à une argile grise et ocre un peu ligniteuse (10–20 cm) surmontée, avec un très faible ravinement, par une brèche hétérométrique à éléments calcaires anguleux (calcaires kimméridgiens, calcaires urgo-albiens à Simplorbitolines, calcaires albiens à Floridées de Vimport) et pisolithes de bauxite. Cette formation s'étale largement vers le nord, avec une discordance de ravinement d'abord faible puis plus accentuée, sur le calcaire à Simplorbitolines inférieur et, dans la partie septentrionale du gisement, directement sur la formation bauxitique inférieure. Par ailleurs, on peut observer dans le front de taille un niveau marneux altéré ocre rougeâtre intercalé à la partie inférieure de la brèche qui pourrait être un équivalent latéral de la bauxite supérieure[3]). La position discordante de la brèche, sa progradation vers le nord, son faciès et son passage latéral probable à la série bréchique datée de Marillac, permettent de la rattacher

[3]) Dans les figures 3, 4 et 6 ce niveau a été figuré en bauxite supérieure et situé sous la brèche de Marillac pour la commodité du dessin.

aux conglomérats de base du «complexe flyschoïde à Floridées» de l'Albien supérieur largement développé vers l'ouest (PEYBERNÈS 1976) dans l'axe du synclinorium de Lescalé-Marillac (fig. 1).

3. Interprétation des observations

3.1 *Les oscillations dans le gradin de la Combe de Lé, rôle des mouvements anté-cénomaniens*

Dans le cadre paléogéographique précisé dans la première partie (fig. 2), les gradins de la Combe de Lé et de Marillac se caractérisent par une situation tectonique instable entre le gradin surélevé de Clermont au nord et celui, abaissé, de Lescalé au sud. Cette position intermédiaire permet d'interpréter les caractères principaux des observations précédentes.

a) Les faciès des calcaires de la série bauxitifère sont des mudstones-wackestones de teinte sombre à Simplorbitolines et rares Floridées étroitement associés à des argiles ligniteuses et pyriteuses à Gastéropodes, des marnes à débris de plantes, des bancs pétris d'*Ostrea* et des niveaux peu développés à Polypiers et Rudistes. Ces faciès, analogues à ceux précédemment décrits (COMBES 1969), indiquent un milieu de plate-forme confinée aux eaux calmes (milieu infralittoral interne) passant périodiquement à un milieu margino-littoral lagunaire. Cet environnement de dépôt est en bon accord avec la situation géotectonique des panneaux de la Combe de Lé et de Marillac à l'Aptien-Albien (fig. 5) entre le gradin septentrional de Clermont alors émergé et celui méridional de Lescalé où s'observent des faciès urgoniens nettement plus ouverts (calcaires à Rudistes, calcaires bioclastiques à Floridées) et des marnes noires à Ammonites de plate-forme externe ou de bassin (PEYBERNÈS 1976). La succession et la répétition des faciès observés dans le gradin de la Combe de Lé correspondent aux oscillations épirogéniques de ce panneau intermédiaire.

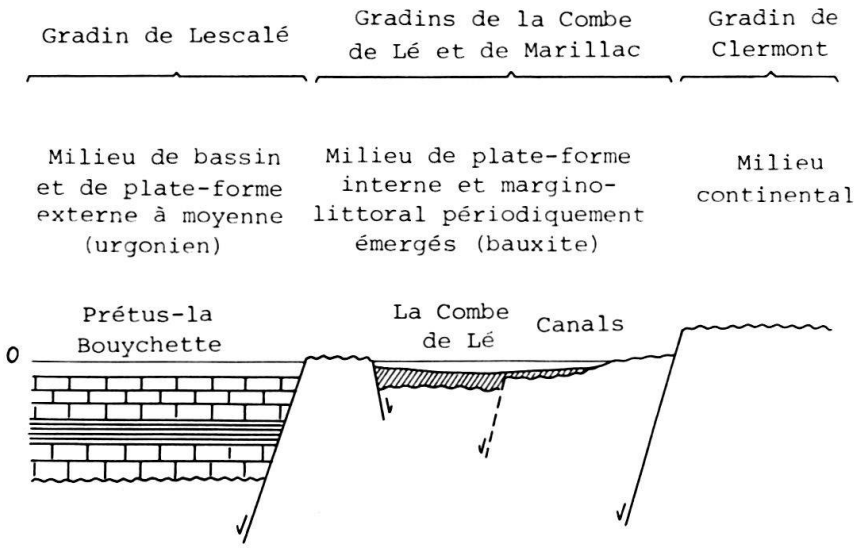

Fig. 5. Situation structurale du gradin de la Combe de Lé et milieux de dépôt lors de la mise en place de la bauxite à l'Aptien-Albien. Les gisements et coupes de Canals et de Prétus-la-Bouychette indiqués au nord et au sud de la Combe de Lé sont décrits dans COMBES (1969) et PEYBERNÈS (1976).

b) Ces oscillations épirogéniques peuvent également aboutir à des émersions avec dissolution karstique et altération bauxitique de sédiments argileux ou marneux précédemment déposés sur la plate-forme interne ou dans le milieu margino-littoral. Les niveaux bauxitiques pourront, dans ce domaine oscillant, s'intégrer aux autres faciès observés en une séquence bauxitique complète (COMBES 1969):

Sédiments marneux ou argileux —Emersion→ Bauxite —Enfoncement→ Argiles ± ligniteuses ou lignites - Calcaire «urgonien»

Dans de nombreux cas cette séquence est tronquée et on n'observe que certains de ses termes avec de nombreuses combinaisons possibles. Exemples: argilite-bauxite/argilite-bauxite; bauxite-argile ligniteuse/bauxite-argile ligniteuse-calcaire; bauxite/bauxite.

c) La paléofaille au sud du gisement de la Combe de Lé peut s'interpréter comme une faille secondaire sub-parallèle à celles principales limitant les gradins (fig. 5). Elle a joué durant la mise en place du gisement:

— Avant la formation bauxitique inférieure favorisant la dissolution au mur et le développement de brèches à éléments sub-arrondis;
— Après le dépôt de la formation bauxitique inférieure et du calcaire à Simplorbitolines inférieur fortement redressés contre elle et avant la formation bauxitique moyenne et le calcaire à Simplorbitolines supérieur. Ce dernier rejeu s'est produit à l'intérieur de la biozone à *Simplorbitolina manasi* et *S. conulus*, c'est-à-dire durant l'Albien inférieur-moyen.

d) Le jeu intra-albien de cette paléofaille et les oscillations du gradin de la Combe de Lé appartiennent aux mouvements anté-cénomaniens qui ont joué un rôle déterminant dans la bauxitogenèse et dans la mise en place de la série bauxitique albo-aptienne transgressive sur la partie sud du continent toulousain (COMBES 1969; PEYBERNÈS 1976). Cette transgressivité vers le nord est particulièrement nette au niveau des brèches discordantes de Marillac (toit de la bauxite supérieure) qui s'étalent largement sur les gradins de la Combe de Lé/Marillac et de Clermont (PEYBERNÈS 1976). La bauxite supérieure à la base de la brèche de Marillac constitue jusqu'à maintenant l'horizon le plus récent de l'Ariège (Albien supérieur) au début d'une période où l'accentuation des mouvements anté-cénomaniens provoque ensuite la mise en place au toit d'une série détritique rhéxistasique peu favorable au développement des altérations bauxitiques. Un niveau de bauxite, en cours d'étude, existe dans une situation comparable dans la brèche de base du «complexe flyschoïde à Floridées» du vallon de Pradières (BUIS 1976; PEYBERNÈS & COMBES 1980).

3.2 *Principales étapes de la mise en place du gisement de la Combe de Lé*

Les observations précédentes et la signification géodynamique du gisement de la Combe de Lé que nous venons de préciser permettent maintenant de reconstituer les principales étapes de sa formation (fig. 6). Dans cette reconstitution des simplifications sont introduites pour limiter le nombre des schémas, particulièrement lors de

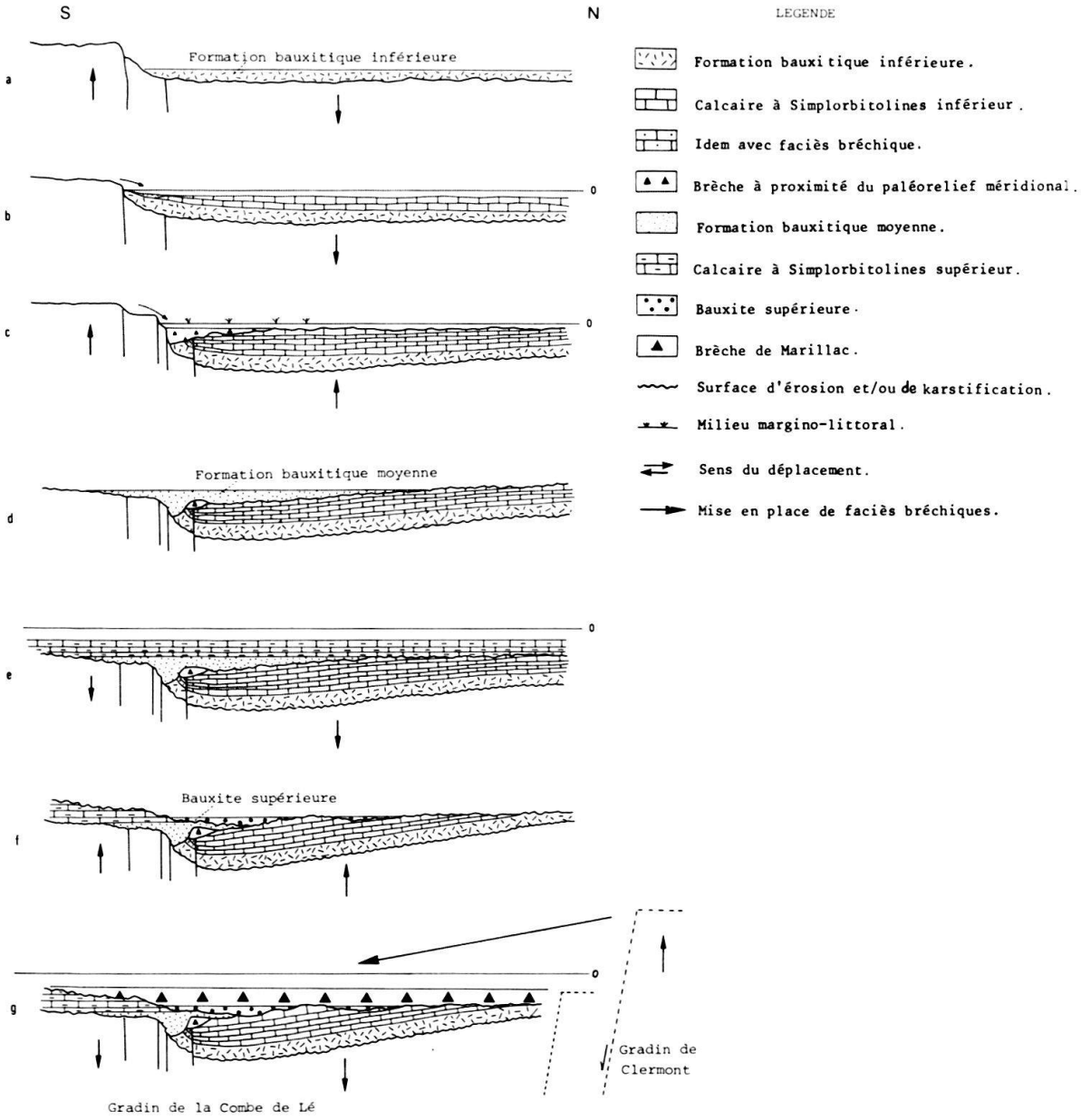

Fig. 6. Principales étapes de la mise en place du gisement de la Combe de Lé (se reporter au texte pour le commentaire des schémas).

la formation des différents horizons de bauxite. En effet, comme cela a été déjà démontré (COMBES 1969), la «mise en place» ou le «dépôt» d'un niveau bauxitique implique d'abord celui de la roche mère (argile ou marne) en milieu lagunaire ou marin restreint puis émersion et altération sur place en bauxite plus ou moins argileuse selon le degré de la ferrallitisation. Cette genèse en deux temps (parautochtonie) n'est pas schématisée pour chaque bauxite dans la figure 6. Différentes étapes peuvent être distinguées:

a) Mise en place de la formation bauxitique inférieure par émersions successives de la cuvette de la Combe de Lé (milieu margino-littoral) dont l'individualisation est due au jeu de la faille qui la limite au sud.

b) Enfoncement, dépôt du calcaire à Simplorbitolines inférieur en milieu marin interne confiné. Formation de brèche à proximité du paléorelief de faille.

c) Exhaussement général, plus important au sud par rejeu et accentuation de la faille méridionale le long de laquelle les termes précédents sont redressés. Erosion et dissolution. Enfoncement, dépôt de brèche dans les creux de la surface d'érosion près du paléorelief de faille.

d) Soulèvement, érosion et dissolution d'une grande partie de la brèche précédente. Enfoncement et dépôt de la formation bauxitique moyenne (émersions successives).

e) Enfoncement général, dépôt du calcaire à Simplorbitolines supérieur en milieu marin interne.

f) Emersion générale, érosion-dissolution importante; enfoncement et dépôt de la bauxite supérieure dans les parties basses de la surface d'érosion.

g) Surélévation du gradin de Clermont, abaissement de celui de la Combe de Lé et de celui de Marillac, dépôt de la brèche de Marillac.

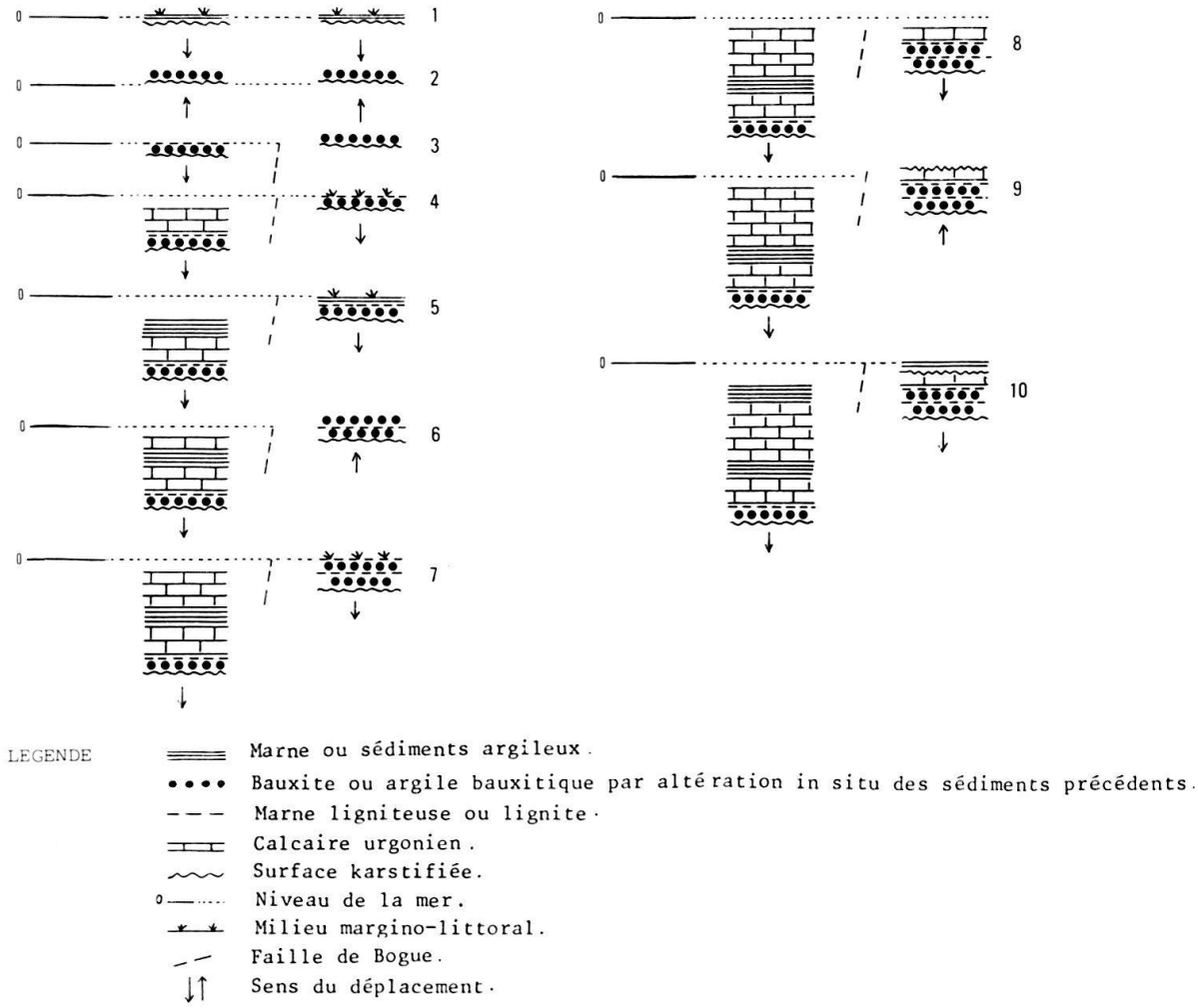

Fig. 7. Mise en place de séquences bauxitiques et marnes-calcaires urgoniens superposées dans les gradins de la Combe de Lé et de Lescalé en faisant intervenir des mouvements relatifs par rapport à la faille de Bogue. Ce schéma correspond aux séquences 1, 2 et 3 pro parte de la figure 8.

3.3 *Corrélations entre le gradin de la Combe de Lé et celui de Lescalé, interdépendance des séries bauxitiques de bordure et des séries de bassin*

De part et d'autre de la faille de Bogue (fig. 1 et 2) on a, au-dessus du Jurassique:

— Au nord, dans le gradin de la Combe de Lé, la série bauxitique de bordure avec plusieurs séquences bauxite-argiles ligniteuses-calcaire urgonien, plus ou moins complètes, superposées sur une vingtaine de mètres sous l'Albien supérieur discordant.

— Au sud, dans le gradin de Lescalé, la série synchrone épaisse de 500 m environ avec une alternance de faciès carbonatés de plate-forme (urgonien) et de marnes à Ammonites de bassin.

Cet épaississement de la série durant l'Aptien-Albien par enfoncement du gradin de Lescalé est particulièrement sensible si on considère que la bauxite la plus basse de la série de la Combe de Lé et celle, très vraisemblablement du même âge (Aptien-Barrémien?), présente à la base de la coupe de Prétus-La Bouychette (gradin de Lescalé), se sont formées à la même cote.

La figure 7 montre que la mise en place de la séquence bauxitique (cf. COMBES 1969, fig. 44) dans le gradin de la Combe de Lé peut correspondre à la séquence marnes-calcaires urgoniens dans le gradin de Lescalé en faisant intervenir les mouvements relatifs par rapport à la faille de Bogue. Si on applique cette possibilité de corrélation (fig. 8) à la série complète dans les deux gradins, on constate effective-

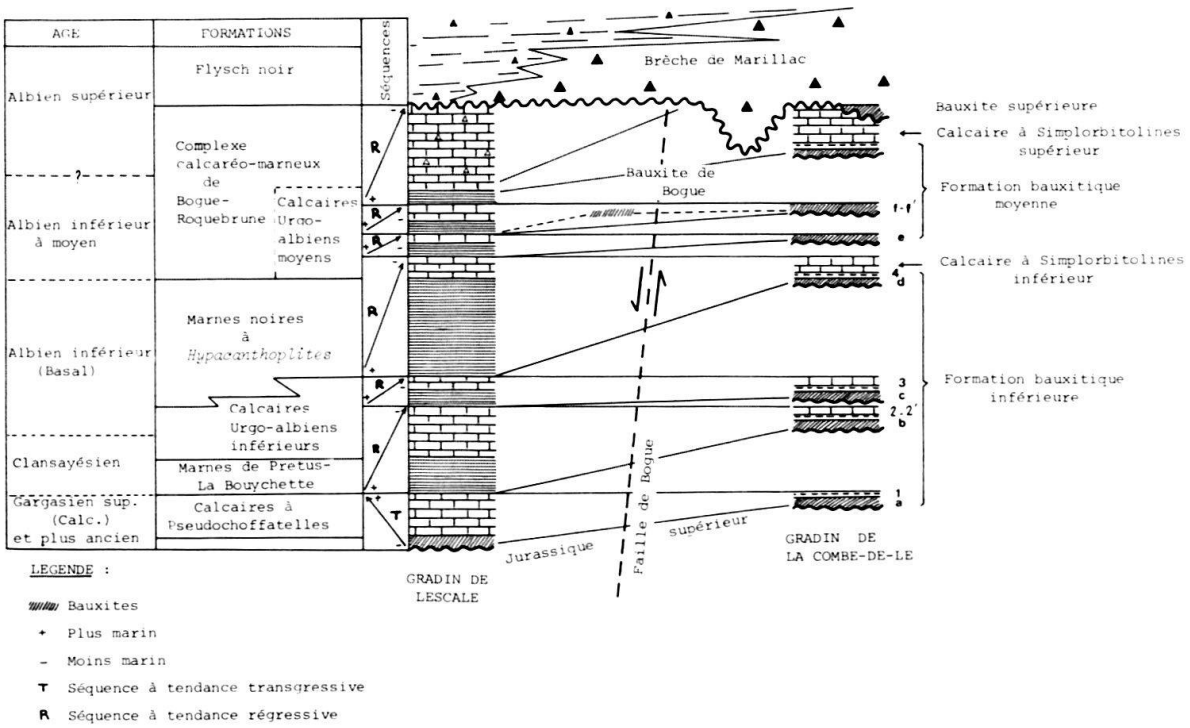

Fig. 8. Corrélation séquentielle des gradins de la Combe de Lé (série à bauxites) et de Lescalé (marnes à Ammonites de bassin et calcaires urgoniens de plate-forme) de part et d'autre de la faille de Bogue sous la brèche de Marillac. Dans la partie droite de la figure, on a indiqué (lettres et chiffres) les indices utilisés dans la précédente description du gisement de la Combe de Lé (COMBES 1969) ainsi que la dénomination actuellement retenue. Dans la colonne de droite l'épaisseur des éléments dissociés de la série bauxitique a été fortement augmentée.

ment une bonne correspondance. Il apparaît donc qu'aux oscillations dans le domaine margino-littoral ou infra-littoral interne, permettant des émersions bauxitogènes périodiques, correspondent dans le domaine plus profond la superposition de faciès de plate-forme urgonienne et de faciès marneux de bassin. En l'absence de marqueurs biostratigraphiques dans des séries à bauxites de ce type, il semble donc possible d'effectuer une datation indirecte en étudiant l'évolution lithologique verticale des séries de bassin synchrones.

Conclusion

L'état en 1981 du gisement abandonné de la Combe de Lé permet de compléter par des observations nord-sud la précédente description basée sur des fronts de taille est-ouest.

Les données actuelles viennent confirmer le caractère polyphasé de ce gisement par l'existence de plusieurs niveaux de bauxite superposés, étroitement associés à des mudstones-wackestones de teinte sombre, des argiles ligniteuses et pyriteuses à Gastéropodes, des marnes à débris de plantes, des bancs lumachelliques et des niveaux à Polypiers et Rudistes. Cette superposition est due à des oscillations épirogéniques avec émersion affectant un environnement margino-littoral ou de plate-forme interne confinée, permettant la succession de séquences bauxitiques de type Ariège, bauxite-argiles ligniteuses-calcaire urgonien.

Les niveaux bauxitiques peuvent être divisés en trois formations (inférieure, moyenne, supérieure) séparées par des discontinuités majeures et aussi, pour les deux premières, par une masse importante de calcaire urgonien à Simplorbitolines. Leur âge recouvre, sous l'Albien supérieur bréchique, la majeure partie de l'Albien et probablement de l'Aptien sans que l'on puisse indiquer vers le bas de limite précise à la bauxite inférieure (mur jurassique supérieur). La bauxite supérieure, rattachée à l'Albien supérieur, constitue l'horizon le plus récent des bauxites de l'Ariège.

Lors des mouvements anté-cénomaniens, les déplacements relatifs du gradin de la Combe de Lé au nord par rapport à celui de Lescalé au sud le long de la faille bordière de Bogue, ont joué un rôle déterminant. Au nord, les oscillations affectant un milieu peu profond ont permis des émersions et altérations successives (séquences bauxitiques) dans une série réduite (20 m), au sud, dans un milieu plus profond, la superposition synchrone de faciès carbonatés de plate-forme urgonienne et de marnes à Ammonites de Bassin dans une série épaisse (500 m). Il existe une bonne corrélation entre le nombre des séquences bauxitiques et des séquences marnes à Ammonites-calcaires urgoniens.

BIBLIOGRAPHIE

BARDOSSY, G. (1969): *Comparaison des bauxites de karst.* - Ann. Inst. geol. publ. hung. *54*/3, 51-65.

BUIS, M.G. (1976): *Recherches stratigraphiques et sédimentologiques sur le Crétacé et le Tertiaire au Nord du Pech de Foix entre l'Ariège et le Douctouyre.* - Thèse 3e cycle, Univ. Toulouse.

COMBES, P.J. (1969): *Recherches sur la genèse des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France).* - Thèse Univ. Montpellier.

— (1970): *Observations et interprétations nouvelles sur les bauxites de l'Ariège (France).* - Ann. Inst. geol. hung. *54/3*, 165-178.

— (1972): *Les différents types de bauxites sur substratum carbonaté dans le Languedoc et l'Ariège. Remarques sur la notion d'allochtonie et d'autochtonie.* - C.R. Acad. Sci. Paris *274*, sér. D, 1613-1616.

— (1978): *Karst précoce et karst secondaire du 3e horizon de bauxite dans la zone du Parnasse (Grèce).* - ICSOBA, 4e Congr. int. Athènes *1*, 101-113.

— (1980): *Source material and sedimentary environment of bauxite formation on a karst topography: some examples.* - Int. Assoc. Sedimentologist, 1st Europ. meet., Bochum, p. 140-142.

COMBES, P.J., & REY, J. (1963): *Découverte de bauxite intra-urgonienne dans la région de Durban-sur-Arize (Ariège).* - C.R. somm. Soc. géol. France *9*, 318-319.

COMBES, P.J., & MONGIN, D. (1968): *Sur la présence de Mollusques dans des niveaux argileux intra-bauxitiques près de Lescalé (Ariège).* - C.R. Acad. Sci. Paris *266*, 1553-1555.

PEYBERNÈS, B. (1976): *Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée.* - Thèse Univ. Toulouse.

— (1979): *L'Urgonien des Pyrénées: essai de synthèse.* Colloque sur l'Urgonien des Pays Méditerranéens, Grenoble 1979. - Geobios, vol. spéc. *3*, 79-87.

— (1980): *Evolution spatio-temporelle des plates-formes carbonatées et des bassins éocrétacés dans les Pyrénées franco-espagnoles.* - 26e Congr. Géol. int., Paris, Symposium S.04.2.1, Cretaceous Research (sous presse).

PEYBERNÈS, B., & COMBES, P.J. (1980): *Découverte de nouvelles bauxites dans les Pyrénées Navarro-Languedociennes.* - 8e R.A.S.T. Marseille, p. 281.

REBOURS, H. (1978): *Contribution à l'étude géologique, minéralogique et géochimique des bauxites de l'Ariège. Paléogéographie-évolution.* - Thèse 3e cycle Univ. Paris VI.

SOUQUET, P., REY, J., PEYBERNÈS, B., & CAVAILLÉ, A. (1977): *Carte géologique de la France à 1/50000e, feuille du Mas d'Azil (n° 1056).*

VALETON, I. (1976): *Criteria for autochtonous and allochtonous source material of bauxitic ores on carbonaceous rocks.* - Trav. ICSOBA, n° *13*, 21-36, Acad. Youg. Sci. Arts, Zagreb.