

Synthèse paléogéographique et dynamique du bassin caussenard (Sud de la France) au cours du Bathonien (Jurassique moyen)

Autor(en): **Charcosset, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **93 (2000)**

Heft 1

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-168807>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Synthèse paléogéographique et dynamique du bassin caussenard (Sud de la France) au cours du Bathonien (Jurassique moyen)

PIERRE CHARCOSSET

Mots-clés: Grands Causses, Seuil Cévenol, Bathonien, Stratigraphie séquentielle, Paléogéographie

Key-words: Grands Causses, Cevennes shoal, Bathonian, Sequence stratigraphy, Palaeogeography

RESUME

Le Bathonien moyen et supérieur des Grands Causses (sud de la France) se compose de deux formations successives: les «Calcaires à stipites» et les «Dolomies II». Les «Calcaires à stipites» sont subdivisés en quatre séquences de dépôt (Bt 1 à 4). Le Graben des Grands Causses présente l'ensemble des quatre séquences, alors que le Seuil Cévenol montre uniquement les séquences Bt 3 et Bt 4; plus réduites en épaisseur, celles-ci reposent sur des substratums d'âges variés (Bajocien sup. à Toarcién sup.). Sur certains gradins du seuil, les «Dolomies II» scellent des substratums anté-toarciens variés, y compris du socle.

La répartition spatio-temporelle des «Calcaires à stipites» et des «Dolomies II» sus-jacentes permet de mettre en évidence l'évolution sédimentaire de ce domaine, contrôlée par la tectonique extensive de la marge NW-téthysienne. Pendant le Bathonien inférieur et moyen, la subsidence, limitée au graben, est liée à l'activité synsédimentaire de failles vers le contact Graben-Seuil Cévenol. Cette étape se poursuit au Bathonien supérieur par une période de subsidence généralisée. Ce passage, entre une phase syn-rift et une phase post-rift, qui se retrouve à la même époque dans les régions voisines, autorise alors des corrélations.

ABSTRACT

The Bathonian series of the *Grands Causses* area (southern France) encompass two successive formations: the *Calcaires à stipites* and the *Dolomies II*. The *Calcaires à stipites*, dated from Middle to Upper Bathonian, are subdivided into four depositional sequences which are differently distributed in the two main palaeostructural areas: the *Graben des Grands Causses* and the *Seuil Cévenol*. The Graben shows all four depositional sequences, Bt 1 to Bt 4, whereas the *Cévennes Shoal* shows only Bt 3 and Bt 4. The sequences are thinner there and overlie substrata of different ages, from Late Bajocian to Late Toarcian. In some parts of the shoal, the *Calcaires à stipites* are missing and the *Dolomies II* overlie directly various pre-Toarcian formations including the basement.

The spatio-temporal distribution of the sequences constituting the *Calcaires à stipites* and the *Dolomies II* allows to distinguish successive steps of the sedimentary evolution of this area which are controlled by the tectonic of the north-west-Tethyan margin. A subsidence phase is observed in the Graben during Early and Middle Bathonian times, due to a synsedimentary tectonic activity at the boundary between the Graben and the Shoal. This step is followed by a uniform subsidence during Late Bathonian times coeval with the decrease and the stop of the synsedimentary tectonic activity. Such a change, between the syn-rift phase and the post-rift phase, which takes place at the same time in the neighbourhood areas, allows correlations between them.

Introduction

Des travaux antérieurs sur le Jurassique moyen des Grands Causses et des régions voisines (Baudrimont & Dubois 1977; Peybernès & Pélissier 1985; Le Strat & Bonijoly 1987; Ciszak et al. 1996; Charcosset et al. 1996) ont révélé la structuration du «Haut-fond occitan» défini par Delfaud (1973), en plusieurs aires paléogéographiques majeures, soit du NW vers le SE: le «Seuil de Villefranche-de-Rouergue», le «Graben des Grands Causses», le «Seuil Cévenol» (dont font partie le Dôme de Gornières et le Horst de St-Bresson) et sa bordure méridionale, incluant les gradins de la bordure mobile du Bassin du SE de la France (Bas-Languedoc) (Fig. 1).

Jusqu'à ces dernières années (Ciszak et al. 1996; Charcosset et al. 1996), le Dogger caussenard, presque exclusivement

carbonaté, n'avait jamais fait l'objet d'une étude détaillée en termes de biostratigraphie et de stratigraphie séquentielle. Grâce à ces approches, nous comprenons mieux désormais la mise en place de ces dépôts qui sont beaucoup mieux datés grâce à la découverte ponctuelle d'ammonites dans l'Aalénien et le Bajocien, ainsi que de brachiopodes et de grands foraminifères benthiques dans le Bathonien.

Ce travail synthétise les résultats les plus récents (Charcosset 1998) concernant la géométrie et l'extension des dépôts bathoniens au sein du domaine caussenard. De cette répartition, il est possible de déduire l'histoire de la dynamique de ce domaine de plate-forme morcelé en différentes aires morpho-tectoniques.

Laboratoire de Dynamique des Bassins sédimentaires, Université Paul Sabatier Toulouse III, 39 Allées Jules Guesde, 31062 Toulouse cedex, France, e-mail: dybassed@cict.fr

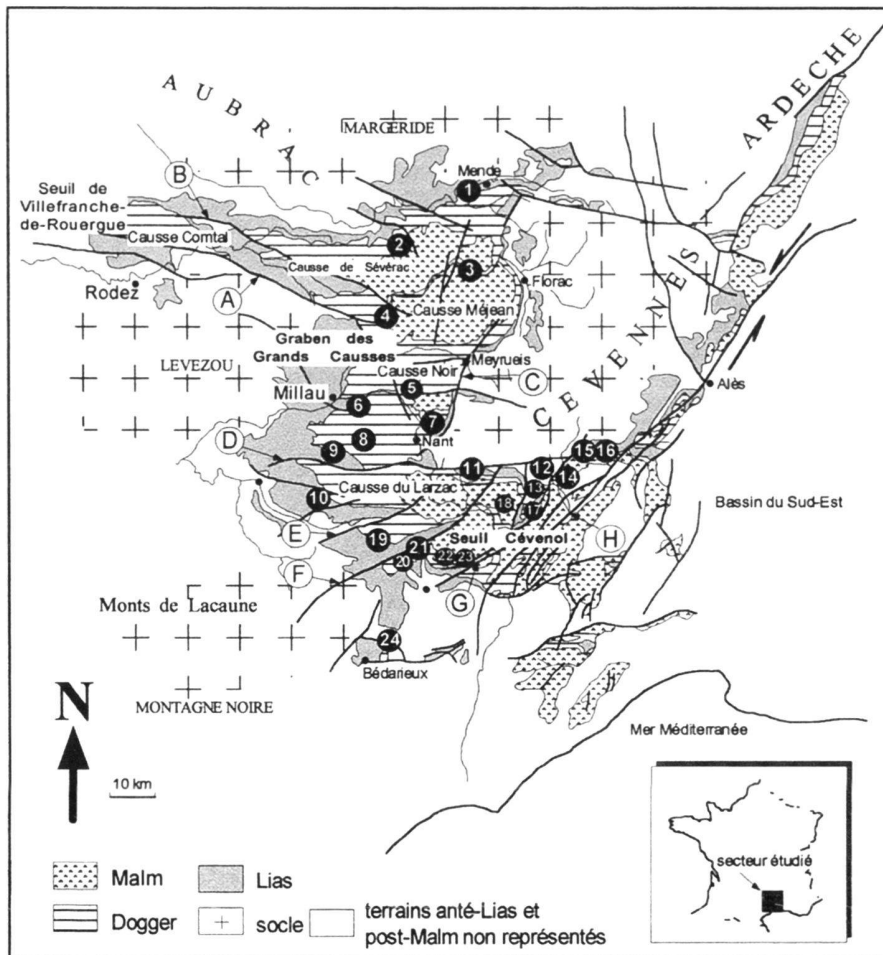


Fig. 1. Carte géographique et géologique de la région étudiée et localisation des affleurement cités (1: Changefège; 2: La Canourgue; 3: Chambonnet; 4: Les Vignes; 5: Montméjean; 6: Millau; 7: Saint-Sulpice; 8: La Cavalerie; 9: Saint-Romed-Cernon; 10: Saint-Beaulize; 11: Aurières; 12: Horst de Saint-Bresson; 13: Les Malines; 14: Les Avinières; 15: Sumène; 16: Col du Lac; 17: Gornières; 18: Le Viala; 19: Le Clapier; 20: Labeil; 21: Pas de l'Escalette; 22: Cirque du Bout du Monde; 23: Saint-Pierre-de-la-Fage; 24: Bédarieux; A: faille des Palanges; B: faille de Coussergues, faille du Pas de Soucy; C: faisceau de Meyrueis; D: faille de l'Hospitalet; E: faille de La Pezade; F: faille de Saint-Martin; G: faisceau de la Vacquérie; H: faisceau cévenol).

Fig. 1. Geographical and geological map of the study area and location of the cited cross-sections.

Cadre général

Les Grands Causses sont adossés au massif cristallin des Cévennes à l'est et celui du Rouergue à l'ouest (Fig. 1). Au sud, le Bas-Languedoc s'étend jusqu'à la côte méditerranéenne.

Le domaine caussenard se subdivise en quatre aires paléogéographiques qui se différencient par le développement plus ou moins important de lacunes sédimentaires et/ou de réductions d'épaisseur de la série stratigraphique.

– Au nord-ouest, le Seuil de Villefranche-de-Rouergue sépare les Grands Causses des Causses du Quercy (dépendance NE du Bassin d'Aquitaine); il se caractérise par des réductions d'épaisseur et des lacunes affectant uniquement l'Aalénien et le Bajocien alors que le Bathonien sus-jacent ne semble pas présenter de telles lacunes (Charcosset 1998).

– Le Graben des Grands Causses occupe la plus grande partie de cette région naturelle et présente la série du Dogger la plus complète et la plus épaisse.

– Le Seuil Cévenol, aire de «haut-fond», s'inscrit dans l'actuel faisceau cévenol et montre une série stratigraphique très réduite en épaisseur du fait d'importantes lacunes identifiées dès le Lias. La bordure méridionale de ce seuil évoque un dis-

positif en blocs basculés (Petit et al. 1973) au delà duquel le Jurassique moyen se développe en épaisseur en direction du Bassin du Sud-Est et où il devient également beaucoup plus marneuse avec un caractère plus ouvert.

– Le Bathonien des Grands Causses proprement dits intéresse plus particulièrement le présent article; il comporte les formations successives des «Calcaires à stipites» et des «Dolomies II» au-dessus des «Calcaires oolithiques blancs» du Bajocien supérieur (Ciszak et al. 1996; Charcosset et al. 1996). Les «Calcaires à stipites» sont globalement datés du Bathonien moyen et supérieur grâce aux brachiopodes (dét. J.-P. Garcia in Charcosset et al. 1996) et aux foraminifères benthiques, dont *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN et *Orbitammia elliptica* (d'ARCHIAC) (Bassoullet 1997). Les «Dolomies II» sus-jacentes sont attribuées au Bathonien supérieur, voire la partie inférieure du Callovien. C'est en particulier le cas dans le Causse Méjean, à Florac (Marchand et al. 1983), où elles sont couronnées par une lentille calcaire à ammonites de l'extrême sommet du Callovien moyen (zone à *Coronatum*, sous-zone à *Grossouvrei*, horizon à *Interpositum*). Toutefois, le Callovien inférieur n'a jamais été paléontologiquement recon-

nu dans ces régions. Les «Calcaires à stipites» s'organisent en cycles métriques à plurimétriques où se succèdent des lignites, des argiles à ostracodes laguno-lacustres et charophytes puis des calcaires micritiques et graveleux, parfois oolithiques. Cet enchaînement de faciès traduit des environnements variés allant du domaine nettement continental puis péritidal au domaine de plate-forme interne/rampe homoclinale proximale; ce dernier type de paléoenvironnements est marqué par de brefs épisodes d'augmentation de la paléoprofondeur liés à des pulsations transgressives soulignées par des concentrations de brachiopodes. Le domaine continental est parfois caractérisé par des émergences que matérialisent des paléosols et des surfaces karstiques plus ou moins développées (Charcosset et al. 1997, 2000).

Rappels sur les formations anté-bathonniennes

1. Toarcien supérieur

Au Toarcien supérieur, les Grands Causses sont le siège d'une sédimentation à dominante marneuse de plate-forme externe qui intéresse une grande partie de la région étudiée y compris le Seuil Cévenol (Le Clapier, Bédarieux, Pas de L'Escalette). L'absence du Toarcien dans le secteur nord-est du seuil (Gornières et sud du Horst de Saint-Bresson) est vraisemblablement due à une érosion ultérieure. Un maximum de transgression, couplé à une subsidence majeure, est en effet enregistré vers le sud-est au Toarcien moyen (zone à Bifrons) dans le Bassin Subalpin et sur la marge ardéchoise (de Graciansky et al. 1993; Razin et al. 1996); en conséquence, les gradins les plus surélevés du seuil (Gornières) ont sans doute été atteints par cette transgression et recouverts par ces marnes noires avant leur érosion ultérieure.

2. Aalénien

L'Aalénien est représenté par les «Calcaires à miches» qui surmontent les marnes noires du Toarcien supérieur par l'intermédiaire d'une surface ferruginisée (Fig. 2) et par les «Calcaires à *Zoophycos*». Les «Calcaires à miches» (quelques mètres d'épaisseur), datés de l'Aalénien inférieur (zone à Opalinum, Ciszak et al. 1996) sont présents depuis la bordure méridionale du Causse de Sévérac jusqu'à la faille de La Pezade. Les «Calcaires à *Zoophycos*» (100 m au maximum), présentent un faciès bioclastique très fin et argileux et sont datés localement de l'Aalénien moyen (zone à Murchisonae à Saint-Rome-de-Cernon; Ciszak et al. 1996). Ils témoignent d'une évolution à tendance régressive marquée par l'installation d'une plate-forme carbonatée faisant suite aux vasières ouvertes du Toarcien. Les «Calcaires à *Zoophycos*» montrent des réductions d'épaisseur depuis Millau et les Gorges du Tarn à la fois en direction du Seuil de Villefranche-de-Rouergue (Ciszak et al. 1996) et du Seuil Cévenol (Charcosset 1998) où ils peuvent disparaître complètement (Le Clapier, Bédarieux, Le Viala, Les Avinières) (Fig. 3). Sur la bordure orientale du

Seuil de Villefranche-de-Rouergue, l'Aalénien peut être représenté par les «Calcaires à entroques» qui pourraient correspondre au maximum de régression d'un cycle de 2^{ème} ordre (Ciszak et al. 1996). Ce pic de régression est également enregistré sur la marge ardéchoise (Cycle 3 in Razin et al. 1996) et serait en relation, d'après ces auteurs, avec un événement géodynamique majeur en liaison avec un bombement thermique du nord-ouest de l'Europe.

3. Bajocien

Dans les Grands Causses, les «Calcaires à chailles» (80 m environ), attribués au Bajocien inférieur, sont bien représentés entre les Gorges du Tarn et Saint-Beaulize (Fig. 2). Ils disparaissent au sud de la faille de La Pezade et en direction du Seuil de Villefranche-de-Rouergue (Ciszak et al. 1996). Ils sont totalement absents sur le Seuil Cévenol (Fig. 3) sauf à Aurières et à Sumène où le faciès est plus bioclastique («Calcaires à bryozoaires du Gard» in Walter & Almeras 1977).

Les «Calcaires oolithiques blancs» (50 m) surmontent directement les «Calcaires à chailles» dans le Larzac septentrional (Charcosset 1998). En revanche, au nord et au nord-est de Millau, un complexe de dolomies noires («Dolomies I») s'intercale entre ces deux formations jusqu'au NW dans le Causse Comtal (Ciszak et al. 1996). Près du village des Vignes, une coulée basaltique (Roux & Senaud 1981) s'intercale dans les «Calcaires oolithiques blancs».

Aux abords du Seuil de Villefranche-de-Rouergue, selon les affleurements, les «Dolomies I» reposent, soit sur des dolomies violacées à oolithes ferrugineuses, soit sur les marnes toarciennes, soit sur la minette ferrugineuse de Muret-le-Château (Ciszak et al. 1996).

Cette évolution à tendance «transgressive» sur le seuil serait la conséquence d'une subsidence généralisée, également mise en évidence dans le Bassin du Sud-Est (Graciansky et al. 1993; Jacquin et al. 1994) et sur la bordure ardéchoise en sondage (Razin et al. 1996). En revanche, à l'affleurement, de nombreuses lacunes affectent la série bajocienne ardéchoise dans la région des Vans (Elmi et al. 1989). Le dépôt des «Calcaires oolithiques blancs» qui succèdent aux «Dolomies I», traduit l'évolution régressive d'une séquence de comblement avec des faciès carbonatés de plus haute énergie (litages obliques indiquant une dominante tidale) et de moindre profondeur. Cette tendance peut conduire jusqu'à l'émergence enregistrée par des karstifications et/ou des paléosols (Charcosset et al. 1997, 2000) bien marqués à La Cavalerie, Saint-Sulpice ou Chambonnet.

Organisation lithostratigraphique et séquentielle du Bathonien

La série bathonienne des Grands Causses se compose des «Calcaires à stipites» et des «Dolomies II» (Fig. 2).

Les «Calcaires à stipites», alternance de couches calcaires, argileuses et charbonneuses, ont une épaisseur maximale de

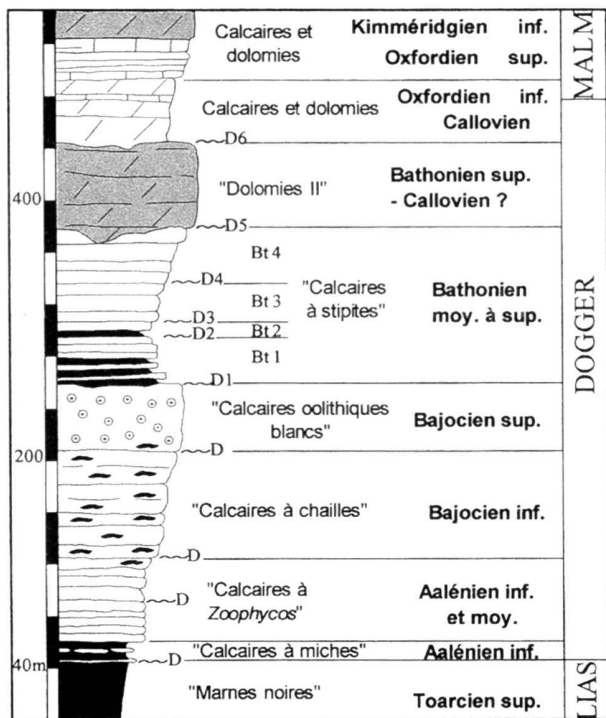


Fig. 2. Série synthétique du Dogger de la région des Grands Causses (région de Millau).

Fig. 2. Synthetic succession of the Dogger of the Grands Causses area (region of Millau).

200m. Pour l'essentiel, ils sont datés du Bathonien moyen et supérieur grâce à des brachiopodes (dét. J.-P. Garcia, Dijon) répartis en cinq niveaux successifs et à des grands foraminifères benthiques. Sur la bordure orientale des Grands Causses, ils peuvent débiter dans le Bathonien inférieur si l'on se réfère à la découverte ponctuelle de deux espèces de brachiopodes: *Ivanoviella(?) ardescica* (Rollier) et *Holcothyris angulata(?)* BUCKMAN (Charcosset 1998).

Les faciès sont variés avec des lignites, des argiles à ostracodes lacustres ou marins (Andreu et al. 1999), des calcaires micritiques à pseudomorphoses de minéraux évaporitiques, des laminites et des *fenestras*, des biomicrites à ostracodes et charophytes, des calcarénites à dominante micritique ou oolithique, des biomicrites à microfilaments et des marnes à brachiopodes. Ces faciès définissent des environnements de plateforme interne («lagon» et/ou aires protégées) montrant parfois des incursions plus marines, de platier tidal souvent exondé (intertidal) et d'arrière-côte parsemée de lacs (supratidal ou continental).

L'enchaînement de ces faciès et des environnements de dépôt, a permis de reconnaître des séquences élémentaires métriques regroupées en quatre séquences de dépôt de 3^{ème} ordre. La correspondance des sigles Bt 1-Bt 4 n'est pas établie avec la nomenclature usuelle de Hardenbol et al. (1998).

- La séquence Bt 1 est encadrée par deux discontinuités (D1 et D2) d'origine karstique ou/et soulignées par des paléosols; elle est datée du Bathonien moyen par *Burmihynchia* cf. *multiplicata* LAURIN (Garcia et al. 1996) soulignant une surface d'inondation maximale.

- La séquence Bt 2 est couronnée par une discontinuité d'origine karstique (D3); elle est datée du Bathonien moyen par *B. multiplicata* LAURIN / *turgida* (BUCKMAN) localisée dans un niveau marneux interprété comme une surface d'inondation maximale.

Ces deux séquences ne sont présentes que dans le Graben des Grands Causses et en partie sur le Seuil de Villefranche-de-Rouergue. Elles sont également absentes au Nord, à Changefège près de Mende (Fig. 3).

- La séquence Bt 3 est couronnée par une discontinuité d'origine karstique (D4) sur le Seuil Cévenol où elle repose sur divers termes anté-bathoniens. Cette séquence relève du sommet du Bathonien moyen grâce à *B. turgida* (BUCKMAN) et *Alzonella cuvillieri* (Bassoullet 1997) présents dans son cortège transgressif, et du Bathonien supérieur grâce à *Orbitammina elliptica* dans son cortège régressif.

- La séquence Bt 4 est également couronnée par plusieurs discontinuités d'origine exokarstiques (D5) au Cirque du Bout du Monde (Seuil Cévenol). Elle est datée du Bathonien supérieur par *B. hopkinsi* (DAVIDSON) / *icaunensis* LAURIN puis *B. cf. thierachensis* (Fischer) pour les brachiopodes et par l'association *Alzonella cuvillieri* – *Orbitammina elliptica* pour les foraminifères benthiques.

Ces deux séquences sont présentes à la fois dans le Graben des Grands Causses et sur le Seuil Cévenol (Fig. 3).

La formation sus-jacente, les «Dolomies II», est attribuée au Bathonien supérieur et, en partie peut-être, au Callovien inférieur. Cet âge est proposé en fonction des séries encadrantes et de la géométrie des dépôts mais aucun document paléontologique ne permet d'attribution plus précise. Ces dolomies existent partout alors que les termes callovo-oxfordiens sus-jacents sont entrecoupés d'importants hiatus (Marchand et al. 1983).

Evolution tectono-sédimentaire des Grands Causses au Bathonien

Le découpage lithostratigraphique et la répartition spatio-temporelle des séquences permettent de reconstituer l'évolution tectono-sédimentaire du domaine caussenard.

1. Bathonien inférieur et moyen

La première étape est marquée par une reprise de sédimentation marine qui piège des lignites et les argiles à débris carbonneux dans les paléokarsts soulignant l'émersion constatée au sommet des «Calcaires oolithiques blancs» du Bajocien (Fig. 4). Dans la majorité des cas, cette reprise est du Bathonien moyen. Toutefois, uniquement dans les coupes de Cham-

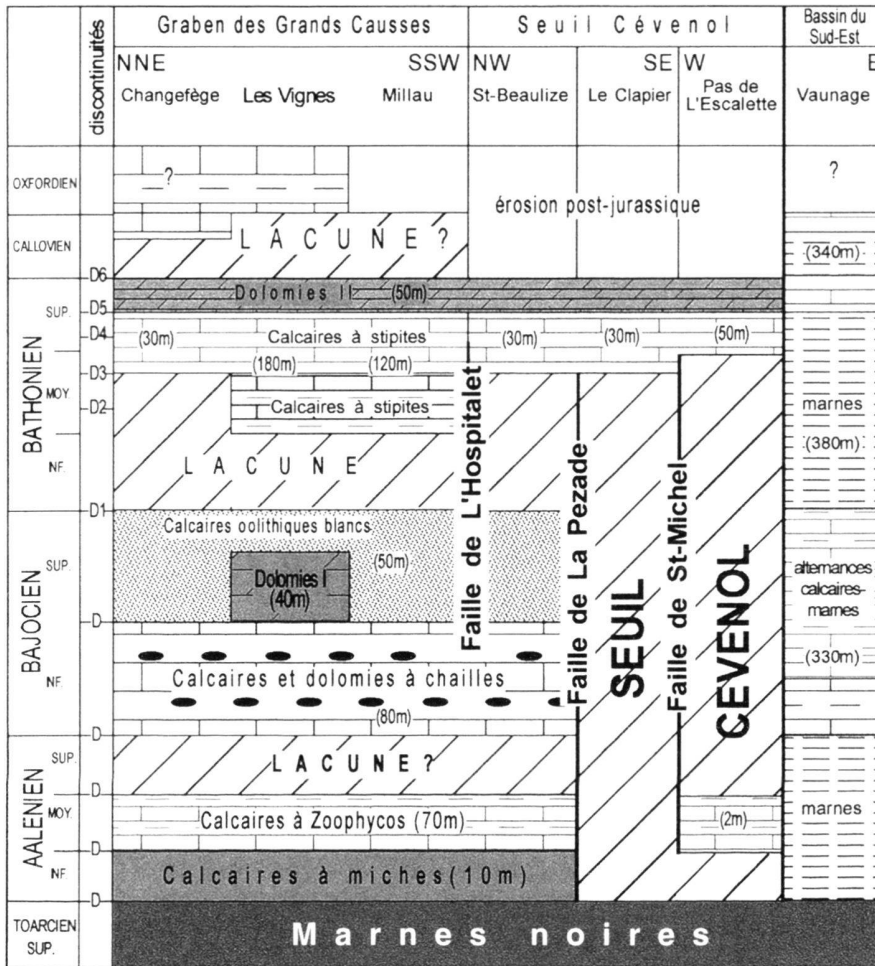


Fig. 3. Corrélations lithostratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses et le Bassin du Sud-Est.

Fig. 3. Lithostratigraphic correlations of the Dogger formations along a cross-section between the Graben of the Grands Causses and the southeast Basin.

bonnet et de Saint-Sulpice, les brachiopodes indiquent le Bathonien inférieur dès la base des «Calcaires à stipites».

Cette première étape correspond au dépôt des deux premières séquences, Bt 1 et Bt 2 (Bathonien moyen) qui sont plus particulièrement localisées au centre des Causses (Fig. 5). Elles sont en effet connues aux Vignes, à Millau et à La Canourgue entre-autres mais sont absentes dans la région de Florac et de Mende, entre la faille de L'Hospitalet et celle de La Pezade ainsi que sur le Seuil Cévenol (jusqu'au faisceau cévenol). En revanche, on note leur présence sur les gradins les plus orientaux du Seuil de Villefranche-de-Rouergue (Causse Comtal).

La restriction géographique de l'aire de dépôt de ces deux séquences illustre donc un régime de subsidence localisée qui permet la préservation des dépôts au centre du graben alors que le Seuil Cévenol est probablement émergé.

Les deux séquences Bt 1 et Bt 2 comportent des dépôts de plate-forme interne/proximale de faible profondeur, à la limite de l'émergence, incluant des incursions plus marines représentées par des marnes bioturbées à brachiopodes. La subsidence différentielle évoquée, très localisée par rapport au Seuil Cé-

venol, induit une accommodation positive forte qui permet d'accumuler des épaisseurs assez importantes de sédiments paraliques pourtant proches de l'émergence. Cette accommodation forte est donc compensée, voire parfois dépassée par une production sédimentaire (terrignone ou carbonatée) très élevée, qui favorise l'empilement et la conservation de dépôts paraliques.

La position stratigraphique des couches charbonneuses jadis exploitées (La Cavalerie) est en accord avec la conjonction d'un régime de subsidence forte et d'une accommodation maximum nécessaire pour conserver ces charbons obtenu lors d'une transgression (Petersen & Andsbjerg 1996). Le taux de subsidence tectonique s'équilibre avec le taux d'accumulation végétale pour une accumulation maximale donnant lieu à des dépôts de charbons (Mc Cabe 1991). Le potentiel d'accommodation induit par la subsidence d'origine tectonique doit donc être au maximum pour accumuler les charbons (Cross 1988).

Cette subsidence différentielle entre graben et seuil permet ainsi d'accumuler dans le graben les dépôts paraliques des deux premières séquences de dépôt (Bt 1 et Bt 2) alors que ceux-ci ne peuvent se déposer sur le seuil. Cette différenciation

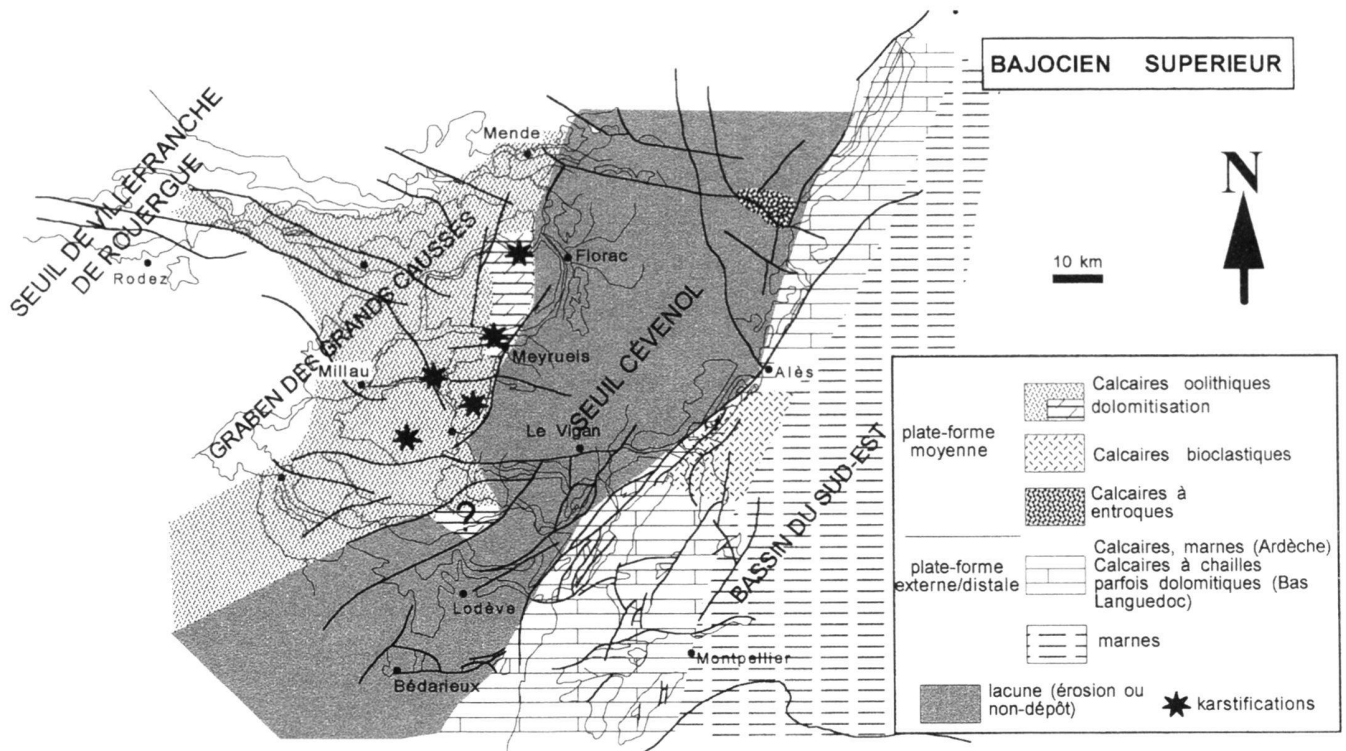


Fig. 4. Carte paléogéographique et de répartition des faciès de la région des Grands Causses au Bajocien supérieur.
 Fig. 4. Paleogeographical map and distribution of the facies of the Grands Causses area in the Upper Bajocian.

irait même jusqu'à l'émergence du seuil conduisant par la suite à l'érosion des formations anté-bathonniennes.

L'espace créé pour l'accumulation des sédiments dans le graben serait donc essentiellement dû à une subsidence tectonique, les fluctuations globales du niveau marin n'intervenant pas. Des preuves de structuration du seuil sont bien documentées sur sa partie nord-est où les termes anté-bathonniens sont dans des unités tectoniques localement basculées (Gottis 1957; Palut & Bernier in Bernier et al. 1970; Aubague & Lefavrais-Raymond 1974).

Le basalte interstratifié dans les «Calcaires oolithiques blancs» (Roux & Senaud 1981) du secteur des Vignes apporte un argument complémentaire à l'hypothèse d'une extension fini-bajocienne ou du début du Bathonien. Cet épanchement volcanique est à mettre en relation avec un amincissement de la lithosphère qui entraîne la remontée du manteau supérieur plus dense dont l'isostasie induit l'affaissement créant l'espace disponible nécessaire à la sédimentation (subsidence initiale in Debelmas & Mascle 1991).

2. Sommet du Bathonien moyen – Bathonien supérieur (anté zone à *Discus*)

La deuxième étape est caractérisée par une extension géographique particulière des deux dernières séquences de dépôts

Bt 3 et Bt 4 des «Calcaires à stipites». D'extension géographique beaucoup plus grande que Bt 1 et Bt 2 (Fig. 6), elles existent à la fois dans le graben (Millau, Les Vignes, La Canourgue) et en partie sur le Seuil Cévenol; sur ce dernier, elles reposent en discordance cartographique sur divers termes anté-bathonniens, ponctuellement érodés jusqu'au Trias. Elles s'amincissent en direction du sud à partir de la faille de L'Hospitalet et reposent successivement sur les «Calcaires oolithiques blancs» du Bajocien supérieur à Saint-Beaulize, sur les «Calcaires à chailles» du Bajocien inférieur à Aurières, sur les marnes toarciennes au Clapier et à Bédarieux, et sur les «Calcaires à *Zoophycos*» au Pas de L'Escalette et au Cirque du Bout du Monde. Dans le nord des Causses, à Changefège, la séquence Bt 3 repose sur les «Calcaires oolithiques blancs» du Bajocien supérieur.

Cette extension des terrains sédimentaires peut être interprétée comme le résultat d'une généralisation de la subsidence à la fois du graben et du seuil: cette subsidence paraît toutefois toujours différentielle puisque les séquences Bt 3 et Bt 4 sont plus épaisses dans le graben que sur le seuil. Les faciès enregistrés traduisent des fluctuations entre des domaines supra à intertidaux et subtidaux supérieur, mais la série devient beaucoup plus carbonatée et d'environnement légèrement plus profond, incluant beaucoup moins de niveaux argileux et ligniteux.

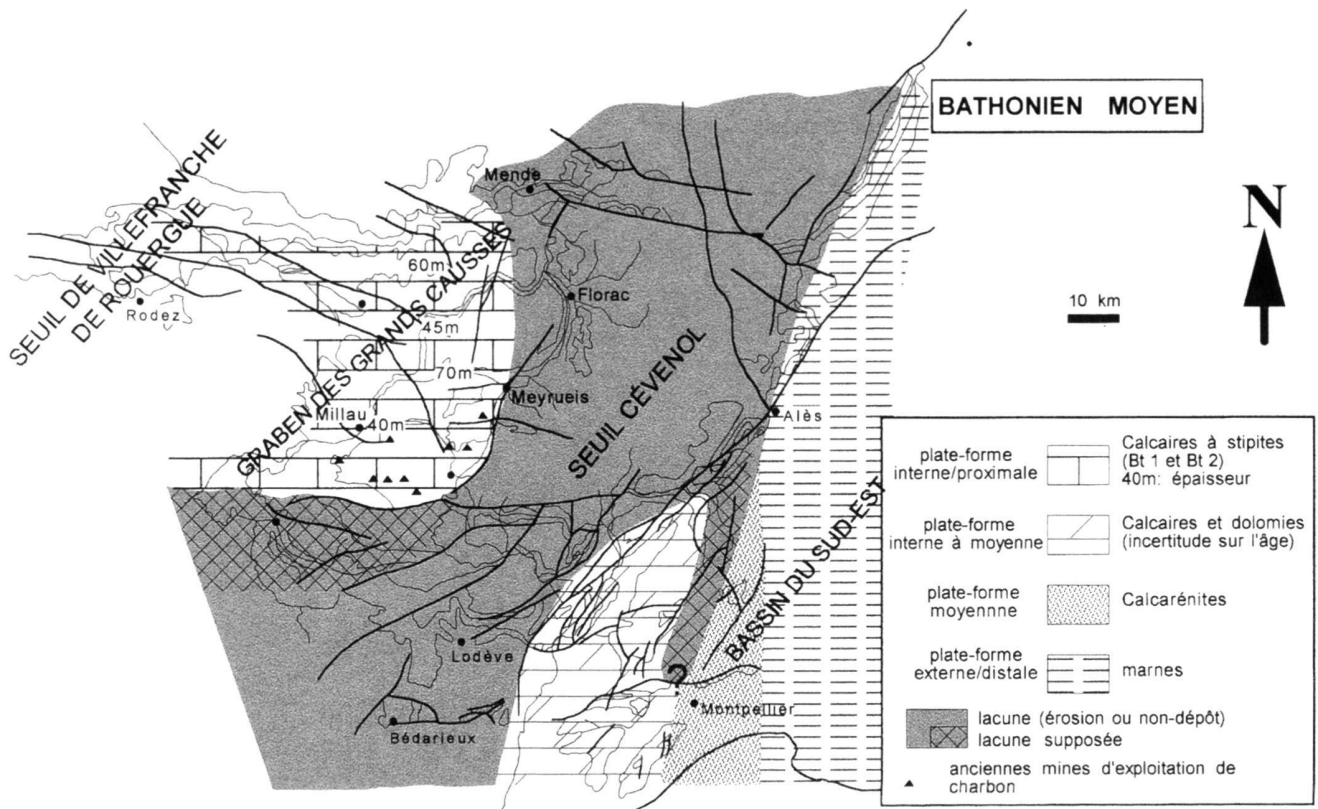


Fig. 5. Carte paléogéographique et de répartition des faciès de la région des Grands Causses au Bathonien moyen (illustrée par les séquences Bt 1 et Bt 2 dans les Grands Causses).

Fig. 5. Paleogeographical map and distribution of the facies of the Grands Causses area in the Middle Bathonian (illustrated by the Bt 1 and Bt 2 depositional sequences in the Grands Causses area).

Il persiste cependant des secteurs de lacunes totales ou partielles des dépôts correspondants, en particulier dans le nord-est du Seuil Cévenol. Les lacunes partielles s'observent à Labeil et au Pas de L'Escalette où la séquence Bt 3 est absente. Dans le sondage du Viala, la partie supérieure de la séquence Bt 4 repose sur les dolomies sinémuriennes karstifiées (Le Strat 1994). En direction du nord-est, la lacune est totale puisque les «Dolomies II» reposent directement sur l'Hettanien, sur le Trias ou même sur le substratum cambrien dans la région des Malines (Le Guen 1989). Une situation semblable est connue sur les gradins de la bordure ardéchoise (Elmi 1990). Enfin, signalons qu'à la suite du dépôt de Bt 4, il persiste une aire de lacune totale située au sud du Horst de Saint-Bresson et entre les failles de La Vacquérie et des Cévennes.

L'influence de la zone haute du Seuil Cévenol est donc toujours perceptible pendant le dépôt de Bt 3 et Bt 4 et au-delà, par la présence de karstifications situées au toit des séquences Bt 3 et Bt 4 et par une réduction générale des épaisseurs depuis le Graben des Grands Causses vers sa périphérie. On constate également que les séquences élémentaires sont restreintes au seul demi-cycle régressif alors qu'elles sont le plus souvent complètes dans le graben.

3. Bathonien supérieur

Cette troisième étape correspond à des épisodes de karstifications visibles dans les coupes du Cirque du Bout du Monde au toit de la séquence Bt 4.

Ces karstifications, qui soulignent une émergence, ont été observées uniquement entre Labeil et Saint-Pierre-de-la-Fage. Il s'agit de cinq discontinuités paléokarstiques superposées pouvant être en relation avec des cavités endokarstiques de plus grande ampleur (Charcosset et al. 1997, 2000). L'expression de ces discontinuités varie tout au long de l'affleurement du Cirque du Bout du Monde et pourrait traduire des variations paléotopographiques d'est en ouest. Ces cinq discontinuités, superposées sur une épaisseur de 4 à 5 m, s'amalgament et se télescopent vers l'est; les phénomènes endokarstiques devenant plus importants. A Saint-Pierre-de-la-Fage, une unique surface d'érosion tronque la séquence Bt 4 et marque la limite entre les deux formations bathoniennes.

Deux hypothèses peuvent expliquer ces karstifications. La première se fonde sur une évolution sédimentaire vers un comblement de l'espace disponible allant jusqu'à l'émergence. Dans ce cas, la zone de seuil étant une zone haute, le comblement

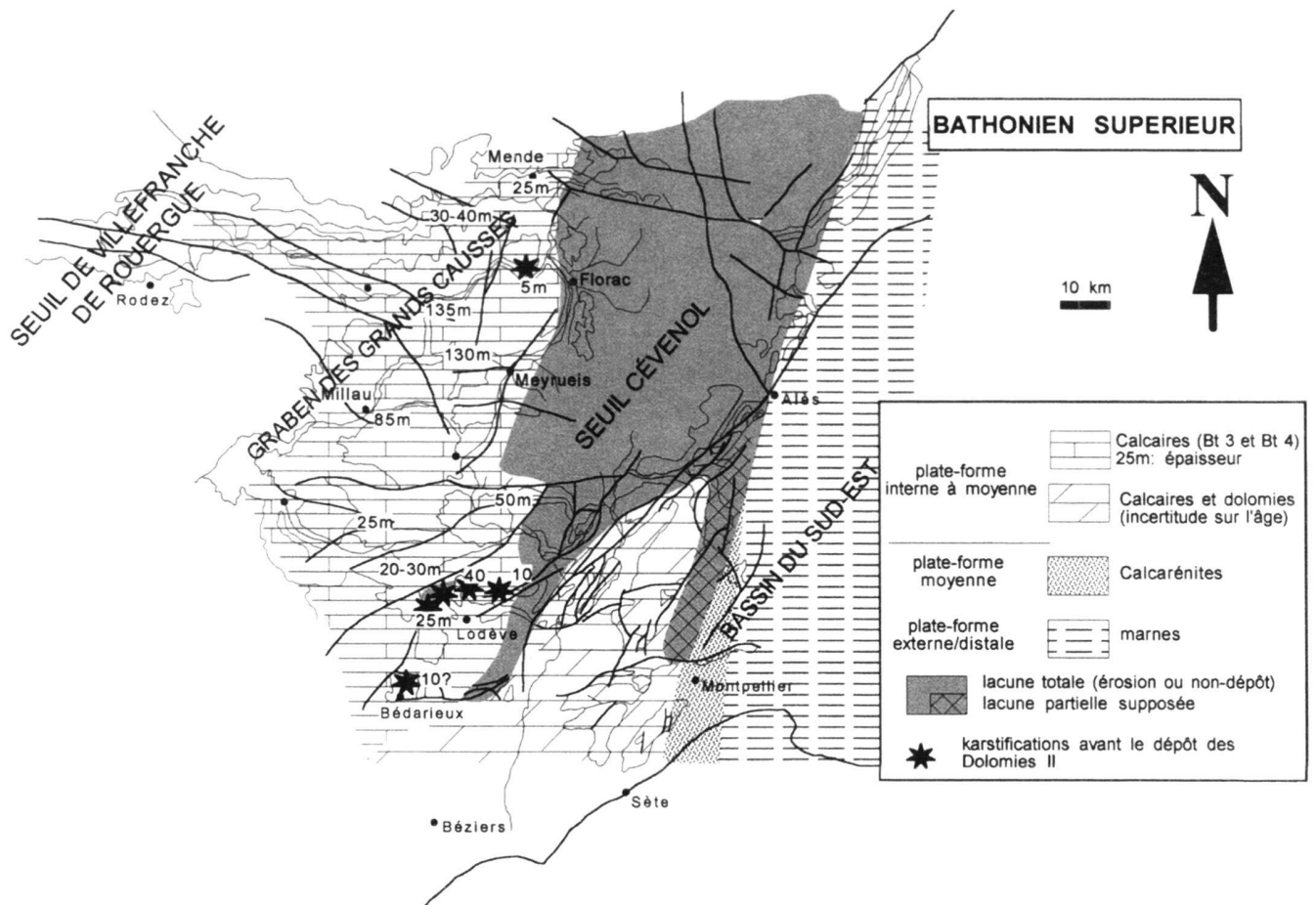


Fig. 6. Carte paléogéographique et de répartition des faciès de la région des Grands Causses au Bathonien supérieur (illustrée par les séquences Bt 3 et Bt 4 dans les Causses). Notez la réduction de la lacune sur le Seuil cévenol (en grisé).
 Fig. 6. Paleogeographical map and distribution of the facies of the Grands Causses area in the Upper Bathonian (illustrated by the Bt 3 and Bt 4 sequences in the Grands Causses). See the reduction of the gap on the Cévennes Shoal (in grey).

sédimentaire, traduit par un retour des environnements les plus littoraux au sommet de Bt 4 et par une baisse de l'accommodation, conduit à l'émersion du seuil alors que le graben n'émerge pas. La deuxième hypothèse est d'ordre tectonique: le Seuil Cévenol émerge sous l'effet d'un mouvement extensif de type *uplift*.

On peut aussi évoquer une combinaison de ces deux processus. Le comblement de l'espace disponible, nettement amorcé pendant l'épisode régressif de Bt 4 est accentué par un effet tectonique. L'expression de chaque discontinuité limitant les séquences élémentaires serait alors amplifiée par la tectonique extensive. Au niveau des discontinuités karstiques, on observe effectivement des paléofailles normales de rejet pluri-décimétrique cachetées par les «Dolomies II» sus-jacentes. Il faut cependant rester prudent concernant ces failles puisque l'effondrement au-dessus de cavités endokarstiques pourrait aussi conduire à la fracturation des bancs anté-Dolomies II.

Dans le Graben des Grands Causses, le comblement sédimentaire s'observe aussi pendant l'épisode régressif de Bt 4 et se marque par un retour des argiles, des lignites et des calcaires à ostracodes et charophytes d'environnements plus littoraux. En revanche, aucune karstification ou indices d'émersion n'ont été observés à l'interface «Calcaires à stiptites» – «Dolomies II».

4. Bathonien terminal – Callovien pro parte (?)

La quatrième étape correspond au dépôt des «Dolomies II» qui occupent tout le domaine (Fig. 7). Elles reposent sur des substratums anté-bathoniens variés comme les «Calcaires à *Zoophycos*» (Aalénien inférieur et moyen) ou les «Calcaires à chailles» (Bajocien inférieur) à Florac, les «Calcaires à chailles» à Sumène et au Col du Lac, les dolomies hettangiennes à Beauquiniès, le Trias ou le substratum cambrien dans la région des Malines.

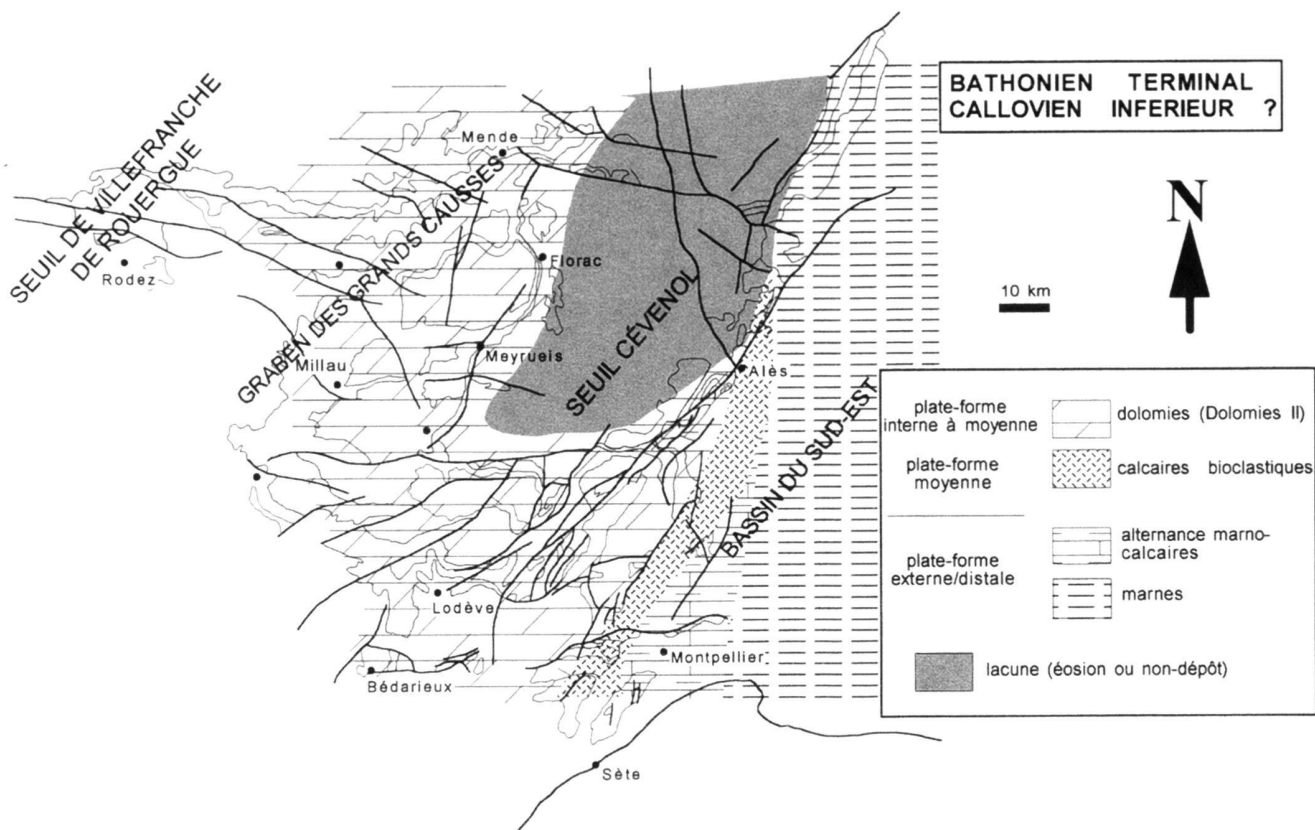


Fig. 7. Carte paléogéographique et de répartition des faciès de la région des Grands Causses au Bathonien terminal-Callovien inférieur ? Notez l'invasissement du Seuil cévenol par les Dolomies II qui peuvent venir reposer sur des termes anté-bathoniens variés.
 Fig. 7. Paleogeographical map and distribution of the facies of the Grands Causses area in the terminal Bathonian – Lower Callovian ? See the invasion of the Cévennes Shoal by the Dolomies II which can overlie different ante-Bathonian formations.

La répartition géographique et l'épaisseur constante (50m) de cette formation traduisent de nouveau un régime de subsidence généralisée et un ralentissement de l'activité tectonique.

Des karstifications affectent cependant le sommet des «Dolomies II» aux Malines et aux Avinières. Cette paléosurface karstique (D6) peut être en relation avec des cavités endokarstiques (Le Guen 1989). Sous l'effet du comblement associé à des réajustements tectoniques probables, le sommet de cette formation est donc émergé dans cette région accolée au massif cristallin des Cévennes. Bien que non systématiquement marquée par des paléokarsts, l'émergence a peut-être concerné l'ensemble de la région des Grands Causses déterminant ainsi la dolomitisation généralisée de la formation.

La sédimentation post-bathonienne

Au-dessus de la discontinuité couronnant les «Dolomies II», aucun dépôt n'a été paléontologiquement rapporté au Callovien inférieur. Dans les Grands Causses, à Florac (Marchand

et al. 1983), les dépôts datés les plus anciens venant au-dessus des «Dolomies II» appartiennent à l'extrême sommet du Callovien moyen. Il s'agit de calcaires argileux discontinus renfermant des ammonites de la zone à Coronatum (sous-zone à Grossouvrei, horizon à Interpositum), surmontés directement par des calcaires à glauconie de la zone à Cordatum (Oxfordien inférieur).

A Meyrueis et les gorges de la Jonte, les «Dolomies II» sont surmontées par des calcaires à microfilaments qui ont livré des ammonites du Callovien supérieur (zone à Athleta – sous-zone à Trezeense). On trouve ensuite des marno-calcaires de la zone à Lamberti (Callovien terminal) et Mariae (Oxfordien inf.) couronnés par un «niveau-repère» glauconieux de la zone à Cordatum – sous-zone à Bukowskii (Oxfordien inf.) présent à Florac, Meyrueis et dans les Gorges de la Jonte (Marchand et al. 1983; Peybernès 1990). Au-dessus, dans toutes ces localités, les séries sont comparables: calcaires argileux avec ammonites de l'Oxfordien moyen (zone à Transversarium).

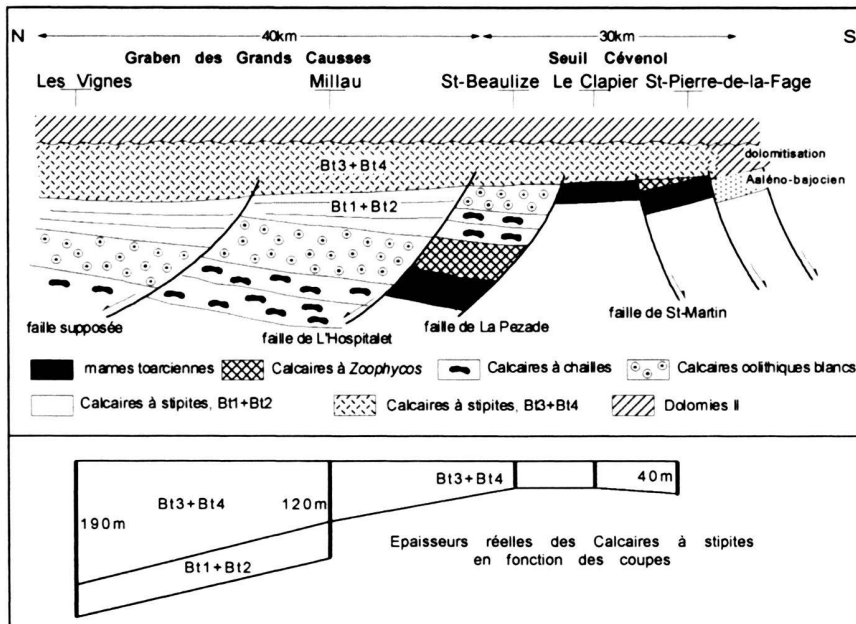


Fig. 8. Reconstitution en coupe du domaine causse-nard le long d'un transect Nord-Sud, des Vignes (Gorges du Tarn) à Saint-Pierre-de-la-Fage (Seuil Cévenol). Ce dessin est sans échelle pour montrer la réalité des dépôts bathoniens selon un système de blocs basculés incluant des dépôts *syn-rifts* recouverts par les dépôts *post-rifts*.
 Fig. 8. Reconstructed section of the Grands Causses area along a north-south cross-section between Les Vignes and Saint-Pierre-de-la-Fage. This figure is without scale to show the real organisation of the Bathonian deposits like a tilted block system. It shows the *post-rift* deposits overlying the *syn-rift* deposits.

Les cartes géologiques de Saint-Beauzély (Mennessier & Collomb 1986) et de Millau (Mennessier et al. 1984) attribuent au Callovien et à l'Oxfordien inférieur des calcaires et des dolomies mais ne citent aucune faune à valeur biostratigraphique.

Dans le quart NW de la feuille de Nant, au-dessus de la dolomie bathonienne, un calcaire blanc à rougeâtre débute localement par un horizon glauconieux riche en ammonites de l'Oxfordien moyen (zone à *P. plicatilis*; Gèze et al. 1985).

Sur le Seuil Cévenol, les indices de Callovien sont très rares. Dans la région de la montagne de la Tessonne (est d'Alzon) les dolomies bathoniennes sont couronnées par une surface durcie et ferrugineuse (Fabre 1889) surmontée par des calcaires bruns, à taches rouille et à rares grains de glauconie, que cet auteur compare avec la «Dalle nacrée» du Jura. Ces calcaires renferment *Macrocephalites macrocephalus* et *Reineckeia anceps*, ammonites du Callovien inférieur et moyen (Gèze et al. 1985).

Dans les autres secteurs du Seuil Cévenol, les dolomies bathoniennes, toujours couronnées par une surface ferrugineuse ou par un cordon glauconieux à galets (Gottis 1957), sont surmontées par les calcaires de l'Oxfordien moyen. Aux Avinières, la paléosurface karstique (D6) est surmontée par des dolomies de l'Oxfordien moyen (Le Guen 1989).

Discussion et conclusion

L'évolution tectono-sédimentaire du bassin causse-nard au Bathonien est donc caractérisée par quatre phases. Chacune d'elles est marquée par des changements de régime de subsi-

dence en relation avec des phases d'activité tectonique. La réponse sédimentaire enregistrée se traduit soit par la conservation de dépôts essentiellement paraliques, soit par leur non-dépôt voire leur érosion postérieure.

– Lors de la première phase de cette évolution, les dépôts du Bathonien inférieur et moyen (séquences Bt 1 et Bt 2) sont conservés ou enregistrés uniquement dans le centre du bassin – le Graben des Grands Causses – en raison d'une activité tectonique vraisemblablement localisée dans ce secteur. Celle-ci induit un régime différentiel de subsidence qui ne permet pas la préservation des dépôts sur les zones hautes telles que le Seuil cévenol ou la partie septentrionale du Graben (région de Changeège).

– La deuxième phase de l'évolution tectono-sédimentaire se caractérise par une conservation plus étendue des dépôts de la fin du Bathonien moyen et du Bathonien supérieur (séquences Bt 3 et Bt 4). Un régime de subsidence plus généralisé permet la conservation de ces dépôts, toujours à dominante paralique, sur des secteurs topographiquement plus hauts (Seuil Cévenol). Toutefois, on constate encore des variations d'épaisseurs de l'ensemble Bt 3 – Bt 4 entre graben et seuil qui sont probablement dues à l'héritage de la répartition des dépôts précédents (séquences Bt 1 et Bt 2) ou simplement à la pente sédimentaire.

– La troisième phase est marquée par une nette régression des faciès sur toute la région. Au sommet de la séquence Bt 4 (Bathonien supérieur), des environnements les plus proximaux se développent à nouveau sur tout le bassin, tandis que des phénomènes karstiques affectent le Seuil Cévenol. Ces derniers sont induits par une diminution de l'accommodation sans doute provoquée par une tendance régressive d'une part et

peut-être aussi par la reprise de l'activité tectonique qui accentue alors l'expression de chaque discontinuité paléokarstique.

– Pendant la quatrième phase (Bathonien terminal – Callovien inférieur p.p.), malgré les incertitudes de datation, la région semble soumise à une subsidence beaucoup plus homogène. Les faciès sont aussi plus uniformes et les épaisseurs quasi-constantes sur toute la région.

Manifestement, l'évolution tectono-sédimentaire du Bassin caussenard se caractérise par l'alternance ou la succession de périodes d'extension, pendant lesquelles le jeu prédominant de failles synsédimentaires NE-SW conduit à une subsidence locale différentielle, et de périodes pendant lesquelles la subsidence est beaucoup plus homogène. L'origine de ces deux modalités ne peut être décelée.

Malgré une moins bonne définition biostratigraphique que dans les Grands Causses, dans de nombreuses régions voisines, on note une évolution tectono-sédimentaire similaire pendant cette période bathonienne. Dans le Quercy, l'uniformisation des faciès s'opère au-dessus d'une discordance angulaire (D17, in Pélissié & Astruc 1996) datée du Bathonien supérieur. En Ardèche, le début de la subsidence généralisée a lieu à la limite entre deux cycles transgressif/régressif (Cycle 4 – Cycle 5 in Razin et al. 1996); la discontinuité qui les limite, datée du sommet du Bathonien moyen, serait comparable avec la discontinuité D3 des Grands Causses. En Ariège, l'ennoiement des seuils s'opère à la même période et l'uniformisation de subsidence la plus marquée est datée du Bathonien supérieur (Peybernès 1991); elle pourrait correspondre à l'événement enregistré au-dessus de la discontinuité D5 des Grands Causses.

On constate donc que les séries sédimentaires du Bathonien se placent à la charnière entre deux contextes tectoniques différents: 1) un contexte de *rifting* où la phase d'extension se traduit par l'activité de failles synsédimentaires; 2) un contexte *post-rifting* où l'activité tectonique synsédimentaire se ralentit puis s'arrête, engendrant une uniformisation de la subsidence avec scellement des structures anciennes.

En contexte de *rifting*, correspondant à l'enregistrement des séquences Bt 1 et Bt 2 (Bathonien inférieur et moyen p.p.), s'opère une restriction géographique de la subsidence qui engendre dans le Graben des Grands Causses une forte accommodation positive; celle-ci est compensée par une intense production sédimentaire; l'accommodation reste négative sur le Seuil Cévenol.

En phase de *post-rifting*, correspondant aux séquences Bt 3 et Bt 4 et aux Dolomies II (Bathonien moyen p.p. – Bathonien supérieur et Callvien s.l.), l'accommodation devient positive sur le seuil et permet alors la conservation des dépôts. Cependant, le contexte transgressif associé n'est pas notoire au Bathonien supérieur; il ne s'affirme qu'avec le dépôt des Dolomies II puis des calcaires marneux de plate-forme externe à ammonites du sommet du Callovien moyen.

Le passage entre les dépôts de *rifting* et ceux de *post-rifting* devient alors un élément de corrélation local voire régional même si les éléments de datations sont moins précis et les faciès différents d'une région à l'autre.

REFERENCES

- ANDREU, B., CHARCOSSET, P. & CISZAK, R. 1999: Le Bathonien moyen et supérieur des Grands Causses, Sud de la France: associations d'ostracodes et nouvelles espèces, paléoenvironnements. – *Rev. Micropaléont.* 42/3, 95–119.
- AUBAGUE, M. & LEFAVRAIS-RAYMOND, A. 1974: Lias et Dogger de la bordure cévenole (retombée orientale du dôme de Gornières). Implications paléogéographiques. – *Bull. Bur. Rech. géol. min.* [sect. I] 2, 49–64.
- BASSOULLET J.-P. 1997: Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles - Groupe français. d'Etude. du Jurassique (CARIOU, E. & HANTZ-PERGUE, P. coord.). – *Bull. Cent. Rech. Elf Explor. Prod.* (Ed.) 17.
- BAUDRIMONT, A.F. & DUBOIS, P. 1977: Un bassin mésogéen du domaine périalpin: le sud-est de la France. – *Bull. Cent. Rech. Pau – SNPA* 1/1, 261–308.
- BERNIER, P., MACQUAR, J.-C., MICHAUD, J.-G., PALUT, J.-P. & ZISERMAN, A. 1970: Contribution à la recherche de gisements métallifères cachés (Région des Malines – Cévennes). – *Bull. Bur. Rech. géol. min* [sect. I] 1.
- CHARCOSSET, P. 1998: Reconstitution d'un segment de la marge ouest-téthysienne au Bathonien dans les Grands Causses et le Bas-Languedoc: analyse séquentielle à divers ordres et dynamique de bassin. – *Strata* (Ed.) sér. 2, 31.
- CISZAK, R., PEYBERNÈS, B. & GARCIA, J.-P. 1996: Modalités séquentielles de la transgression bathonienne sur le «Seuil cévenol» (Grands Causses). – *C. R. Acad. Sci. (Paris)* 323 sér. IIa, 419–426.
- CISZAK, R., COMBES, P.-J., PEYBERNÈS, B. & LOPEZ, M. 1997: Séquences de dépôt carbonatées en régime extensif dans le Dogger des Grands Causses. In: ASF (Ed.): 6^{ème} Congrès de Sédimentologie, livre des excursions 28, 65–111.
- COMBES, P.-J., PEYBERNÈS, B., CISZAK, R. & LOPEZ, M. 2000: Pedogenic and karstic features at the boundary of Bathonian depositional sequences from the Grands Causses area (south of France): stratigraphic implications. – *J. sediment. Res.* 70/1, 255–264.
- CISZAK, R., PEYBERNÈS, B. & FAURÉ, PH. 1996: Stratigraphie séquentielle et biochronologie des formations carbonatées aaléno-bajociennes sur la bordure orientale du Seuil de Villefranche-du-Rouergue (Causse Comtal, Causse de Sévérac). – *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 322 sér. II a, 133–140.
- CROSS, T.A. 1988: Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles. In: Sea-level change, an integrated approach. (Ed. by Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C. G. St. C., Posamentier H.W., Ross C.A & Van Wagoner J.C.). – *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 42, 371–380.
- DEBELMAS, J. & MASCLE, G. 1991: Les grandes structures géologiques. - Enseignement des Sciences de la Terre. Masson (Ed.).
- DELFAUD, J. 1973: Un élément majeur de la paléogéographie du sud de la France au Jurassique moyen et supérieur: le Haut-fond Occitan. – *C.R. somm. Soc. géol. France*, 58–59.
- ELMI, S. 1990: Stages in evolution of late Triassic and Jurassic carbonate platforms. – *Spec. Publ. int. Assoc. Sediment.* 9.
- ELMI, S., BROUDER, P., BERGER, G., GRAS, H., BUSNARDO, R., BÉRARD, P. & VAUTRELLE, C. 1989: Notice explicative, Carte géologique France (1/50000), feuille Bessèges (888). – Orléans. *Bur. Rech. géol. min.* (Ed.), Carte géologique par BERGER, G., ELMI, S., BROUDER, P., GRAS, H., ARÈNE, J., BIGOT, M., FRÈRE, I., SPY-ANDERSON, F.L., ALABOUVETTE, B., BRIÈRE, M., DEBRAND-PASSARD, S., BOLTENHAGEN, C., TERNET, Y. & MÉNILLET, F. 1988.
- FABRE, G. 1889: Coupe de la montagne de la Tessonne près Le Vigan (Gard). – *Bull. Soc. géol. France* 17, 331–345.
- GARCIA, J.-P., LAURIN, B. & SAMBET, G. 1996: Les associations de brachiopodes du Jurassique moyen du bassin de Paris: une échelle biochronologique ponctuée de niveaux-repères pour les corrélations séquentielles à haute résolution. – *Bull. Soc. géol. France* (167) 3, 435–451.
- GÈZE, B., BAMBIER, A. & PALOC, H. 1985: Notice explicative, carte géol. France (1/50000), feuille de Nant (936). *Bur. Rech. géol. min.* (Ed.), Carte géologique par GÈZE, B. & PALOC, H. 1986, (Orléans).
- GOTTIS, M. 1957: Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc. – Thèse Doct. Etat Sc. Nat. Fac. Sci. (Montpellier).

- GRACIANSKY, P. C. (DE), DARDEAU, G., DUMONT, T., JACQUIN, T., MARCHAND, D., MOUTERDE, R. & VAIL, P.R. 1993: Depositional sequence cycles, transgressive-regressive facies cycles, and extensional tectonics: example from the southern Subalpine Jurassic basin, France. – *Bull. Soc. géol. France* 164/5, 709–718.
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M.B., JACQUIN, T., DE GRACIANSKY, P.-C. & VAIL, P.R. 1998: Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. In: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. (Ed. by DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T., & VAIL, P. R.). – *Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mineral.* 60.
- JACQUIN, T., RUSCIADELLI, G., GOGGIN, V., DE GRACIANSKY, P.-C. & VAIL, P. R. 1994: Signature stratigraphique des bassins sédimentaires ouest-européens. Charte des séquences et des cycles transgressifs-régressifs. – In *Actes du 1^{er} Congrès français de Stratigraphie* (Toulouse).
- LE GUEN, M. 1989: Les minéralisations Pb-Zn du Bathonien dans la région des Malines (Gard): cadre géodynamique, caractérisation isotopique (Pb) et implications génétiques. – Thèse 3^{ème} cycle, Univ. (Montpellier).
- LE STRAT, P. 1994: Étude géologique du sondage «Le Viala 1», rapport préliminaire. – Document annexe à la PG 11, rapport interne.
- & BONJOLY, D. 1987: Dynamique du Jurassique autour des Cévennes. – *Rapp. Bur. Rech. géol. min.* 87 SGN 427 GEO (Orléans).
- MARCHAND, D., PELISSIÉ, T., PEYBERNÉS, B. & THIERRY, J. 1983: Biozonation par Ammonites du Callovien et de l'Oxfordien du Causse Méjean oriental (Lozère, France). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) sér. II* 296, 913–916.
- MC CABE, P. J. 1991: Tectonic controls on coal accumulation. *Bull. Soc. géol. France* 162/2, 277–282.
- MENNESSIER, G., ASTRUC, J.-G., BAMBIER, A., COLLOMB, P., GALHARAGUE, J. & ROCHE, J. 1984: Notice explicative, carte géol. France (1/50000), feuille de Millau (935). – *Bur. Rech. géol. min.*, Carte géologique par MENNESSIER, G. & COLLOMB, P. 1983, (Orléans).
- & COLLOMB, P. 1986: Notice explicative, carte géol. France (1/50000), feuille de Saint-Beauzely (909). – *Bur. Rech. géol. min.* carte géologique par MENNESSIER, G. & COLLOMB, P. 1986, (Orléans).
- PELISSIÉ, TH. & ASTRUC, J.-G. 1996: Tectonique synsédimentaire et dissolution d'évaporites dans les dépôts du Jurassique moyen et supérieur des Causses du Quercy. – *Géologie de la France* 4, 23–32.
- PETERSEN, H. J. & ANDSBJERG, J. 1996: Organic facies development within Middle Jurassic coal seams, Danish Central Graben, and evidence for relative sea-level control on peat accumulation in a coastal plain environment. – *Sediment. Geol.* 106, 259–277.
- PETIT, J.-P., BOUSQUET, J.-C. & MATTEI, J. 1973: Glissement synsédimentaire et tronçure basale de blocs hettangiens du bord sud du Larzac, entre Arboras et Salces (Languedoc). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) sér. D* 277/13, 1113–1116.
- PEYBERNÉS, B. 1990: Interprétation eustatiques des principales discontinuités et lacunes stratigraphiques du Callovo-Oxfordien à Ammonites du SW de la France (Grands Causses, Pyrénées Occidentales). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) sér. II* 310, 603–608.
- 1991: Les séquences de dépôts du Dogger des Pyrénées centrales et orientales Franco-espagnoles. – *C.R. Acad. Sci. (Paris) sér. II* 313, 209–214.
- & PELISSIÉ, TH. 1985: Essai de reconstitution de la paléogéographie des dépôts contemporains de la fin du rifting téthysien avant la transgression bathonienne sur le «Haut-fond Occitan» (SW de la France). – *C.R. Acad. Sci. (Paris) sér. II* (301) 8, 533–538.
- RAZIN, P., BONJOLY, D., LE STRAT, P., COUREL, L., POLI, E., DROMART, G. & ELMI, S. 1996: Stratigraphic record of the structural evolution of the western extensional margin of the Subalpine Basin during the Triassic and Jurassic, Ardèche, France. – *Marine and Petroleum Geol.*, 13/6, 625–652.
- ROUX, J. & SENAUD, G. 1981: L'anomalie magnétique des Vignes (Gorges du Tarn, Massif Central Français). Mise en évidence de l'extension d'un épanchement volcanique jurassique. – *Bull. Soc. géol. France*, 7/23, 1, 45–50.
- WALTER, B. & ALMERAS, Y. 1977: Bryozoaires et brachiopodes des «Calcaires bajociens à bryozoaires» du Gard (France): Paléontologie et Paléocologie. – *Geobios* 10/6, 907–955.

Manuscrit reçu le 24 mars 1999

Révision acceptée le 22 décembre 1999