

**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**

**Pierre CHARCOSSET**

Laboratoire de Stratigraphie séquentielle  
et Micropaléontologie  
CNRS - ER 1746  
Université Paul Sabatier  
TOULOUSE III

Doctorat de l'Université Paul Sabatier  
soutenu le 29 Avril 1998  
à l'Université Paul Sabatier, Toulouse III

*Chapitre IV*  
*Paléogéographie et évolution*  
*tectono-sédimentaire*

<b>CHAPITRE IV : Paléogéographie et évolution tectono-sédimentaire</b>	<b>163</b>
<b>IV.1 – Répartition paléogéographique des formations anté-bathonniennes.</b>	<b>163</b>
IV.1.1 – Toarcien supérieur	163
IV.1.2 – Aalénien	163
IV.1.3 – Bajocien	165
<b>IV.2 – Évolution tectono-sédimentaire des Grands Causses au Bathonien</b>	<b>168</b>
IV.2.1 – Étape 1 : phase de subsidence localisée	168
IV.2.2 – Étape 2 : phase de subsidence généralisée	171
IV.2.3 – Étape 3 : émersion du seuil	177
IV.2.4 – Étape 4 : uniformisation encore plus large de la subsidence	179
<b>IV.3 – Évolution tectono-sédimentaire du Bas-Languedoc au Bathonien</b>	<b>179</b>
IV.3.1 – Étape 1 : subsidence localisée (Bathonien inférieur et moyen)	179
IV.3.2 – Étape 2 : subsidence généralisée (Bathonien supérieur)	182
<b>IV.4 – La sédimentation post-bathonienne</b>	<b>182</b>
<b>IV.5 - Comparaison avec le Bathonien d'autres bassins sédimentaires français</b>	<b>187</b>
IV.5.1 - Le Quercy	187
IV.5.2 - Le Seuil du Poitou	188
IV.5.3 - Le Seuil Ariégeois	189
IV.5.4 - La Bordure Ardéchoise	189

## **CHAPITRE IV : Paléogéographie et évolution tectono-sédimentaire**

### **IV.1 – Répartition paléogéographique des formations anté-bathoniennes.**

Le sujet de cette thèse porte uniquement sur le Bathonien mais il convient de rappeler quelques données sur l'évolution sédimentaire et sur la répartition paléogéographique des formations du Lias supérieur et du Dogger inférieur sous-jacentes au cours de 3 périodes clé : Toarcien supérieur, Aalénien et Bajocien.

#### **IV.1.1 – Toarcien supérieur**

Au Toarcien supérieur, la région des Grands Causses est le siège d'une sédimentation à dominante marneuse (marnes noires) de plate-forme externe. Celle-ci s'étend sur une grande partie de la région y compris sur le Seuil Cévenol (Le Clapier, Bédarieux, Pas de L'Escalette) (fig. 84). L'absence des dépôts correspondants dans la partie nord-est du seuil (Gorniès et sud du Horst de Saint-Bresson) est peut-être simplement 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 dans le Bassin Subalpin et sur la marge ardéchoise (zone à Bifrons ; Graciansky *et al.*, 1993 ; Razin *et al.*, 1996) et, par conséquent, les zones les plus hautes du seuil (Gorniès) ont sans doute été atteintes par cette transgression et recouvertes par ces marnes avant érosion.

#### **IV.1.2 – Aalénien**

Dans les Grands Causses, l'Aalénien est représenté par les « Calcaires à miches » et par les « Calcaires à *Zoophycos* » qui surmontent les marnes noires du Toarcien supérieur par l'intermédiaire d'une surface ferruginisée. Les « Calcaires à miches », 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* », datés localement de l'Aalénien moyen (Saint-Rome-de-Cernon ; Ciszak *et al.*, 1996), témoignent d'une évolution régressive marquée par l'installation d'une plate-forme carbonatée sur les dépôts marneux du Toarcien. Les « Calcaires à *Zoophycos* » montrent des réductions d'épaisseur depuis le centre des Causses (Millau, Gorges du Tarn) en direction du Seuil de Villefranche-de-Rouergue (Ciszak *et al.*, 1996) et du Seuil Cévenol (Charcosset, 1995b) où ils peuvent disparaître complètement (Le Clapier, Bédarieux, Le Viala, Les Avinières). L'Aalénien peut être représenté sur la bordure orientale du Seuil de Villefranche-de-Rouergue par les « Calcaires à entroques » (fig. 35) qui correspondent à un maximum de régression d'un cycle de 2<sup>ème</sup> ordre (Ciszak *et al.*, 1996). Ce pic de régression est également enregistré sur la marge ardéchoise (Cycle 3 ; Razin *et al.*, 1996) et serait en relation, d'après ces auteurs, avec un événement géodynamique majeur responsable du bombement thermique du nord-ouest de l'Europe.

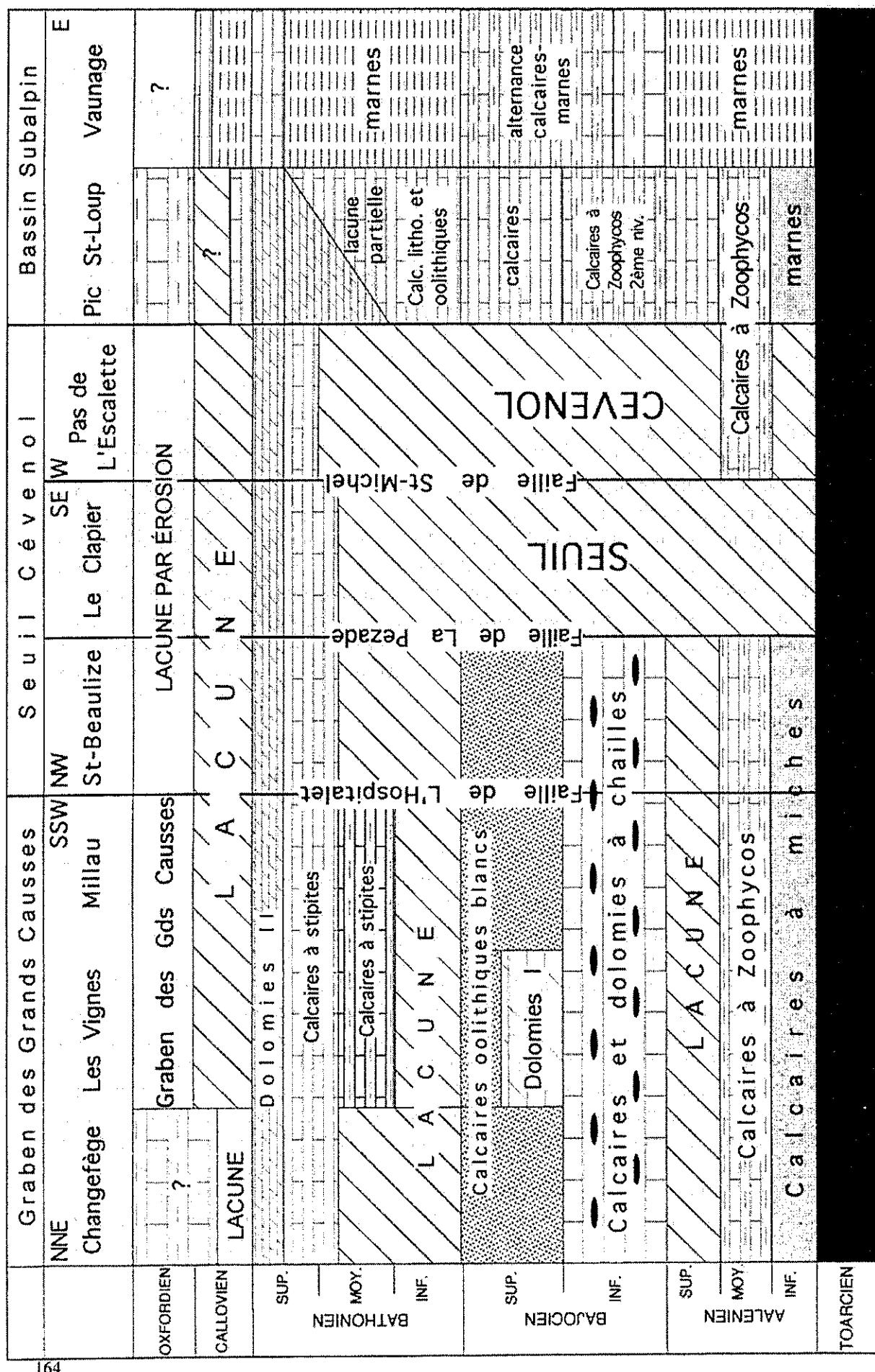


Fig. 84 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses et le Bassin Subpalpin.

En Bas-Languedoc, on ne retrouve plus les formations reconnues dans les Grands Causses excepté sur la marge méridionale du Seuil Cévenol ; on trouve en effet, sur une coupe entre Arboras et La Vacquerie, des calcaires marneux feuilletés renfermant des *Zoophycos* et surmontant des marnes probablement toarciniennes (Gottis, 1957).

A Saint-Guilhem-le-Désert, au SE de la faille des Cévennes, l'Aalénien serait représenté par des calcaires jaunâtres à silex intercalés de lits marneux (Gottis, 1957).

Dans la région comprise entre Saint-Guilhem et le Pic Saint-Loup, l'Aalénien est encore représenté par des calcaires bruns roux à *Zoophycos*, plus réduits en épaisseur vers le Pic Saint-Loup (Roman et Gennevaux, 1912 ; Gottis, 1957).

A l'est de la faille de Matelles-Corconne et à partir d'une ligne Alès-Montpellier, l'Aalénien décrit dans les sondages de Quissac et Lédignan présente des faciès différents, avec des alternances de marnes et de calcaires gréseux ou argileux traduisant un probable approfondissement du milieu en direction de l'est. Cet approfondissement est confirmé dans les sondages de Saint-Bauzille et de Vaunage par des dépôts entièrement marneux caractérisant un milieu d'*offshore* inférieur. L'épaisseur des dépôts augmente en direction du centre du bassin ce qui traduit une subsidence de plus en plus importante vers l'est.

#### IV.1.3 – Bajocien

Dans les Grands Causses, deux formations principales sont rapportées au Bajocien : les « Calcaires à chailles » et les « Calcaires oolithiques blancs ».

Les « Calcaires à chailles » attribués au Bajocien inférieur sont bien représentés entre les Gorges du Tarn et Saint-Beaulize. Ils disparaissent au sud de la faille de La Pezade (fig. 84) et en direction du Seuil de Villefranche-de-Rouergue (Ciszak *et al.*, 1996) (fig. 85). Ils sont totalement absents sur le Seuil Cévenol sauf au sud des Cévennes, à Aurières et à Sumène où leurs faciès, plus bioclastiques, renferment des bryozoaires et des brachiopodes (« Calcaires à bryozoaires du Gard » ; Walter et Almeras, 1977).

Les « Calcaires oolithiques blancs » surmontent directement les « Calcaires à chailles » dans le Larzac septentrional (Charcosset, 1995b). En revanche, au nord et au nord-est de Millau, un complexe de dolomies noires (« Dolomies I ») s'intercale entre ces deux formations jusque dans le Causse Comtal (Ciszak *et al.*, 1996) (fig. 35).

Sur le Seuil de Villefranche-de-Rouergue, les « Dolomies I » reposent, par l'intermédiaire d'une surface oxydée, sur des dolomies violacées à oolithes ferrugineuses, sur les marnes toarciniennes ou sur la minette ferrugineuse à Muret-le-Château (Ciszak *et al.*, 1996) (fig. 35).

Cette évolution « transgressive » sur le seuil témoigne d'une subsidence généralisée, également mise en évidence dans le Bassin Sub-alpin (Graciansky *et al.*, 1993, Jacquin *et al.*, 1994) et sur la bordure ardéchoise (Razin *et al.*, 1996). Le dépôt des « Calcaires oolithiques blancs » qui succèdent aux « Dolomies I », traduit une évolution régressive d'une séquence de comblement avec des faciès carbonatés de plus haute énergie (stratifications obliques) et de moindre bathymétrie. Cette tendance peut conduire jusqu'à l'émergence enregistrée par des karstifications ou des paléosols (Charcosset *et al.*, 1997a, b et 1998) et particulièrement bien marquée sur la bordure orientale du Causse du Larzac (La Cavalerie, Montméjean et Saint-Sulpice) et du Causse Méjean (Meyrueis, Chambonnet) (fig. 86). Cette émergence implique un comblement ou une progradation des sédiments depuis la bordure ouest des Cévennes jusqu'au centre des Causses.

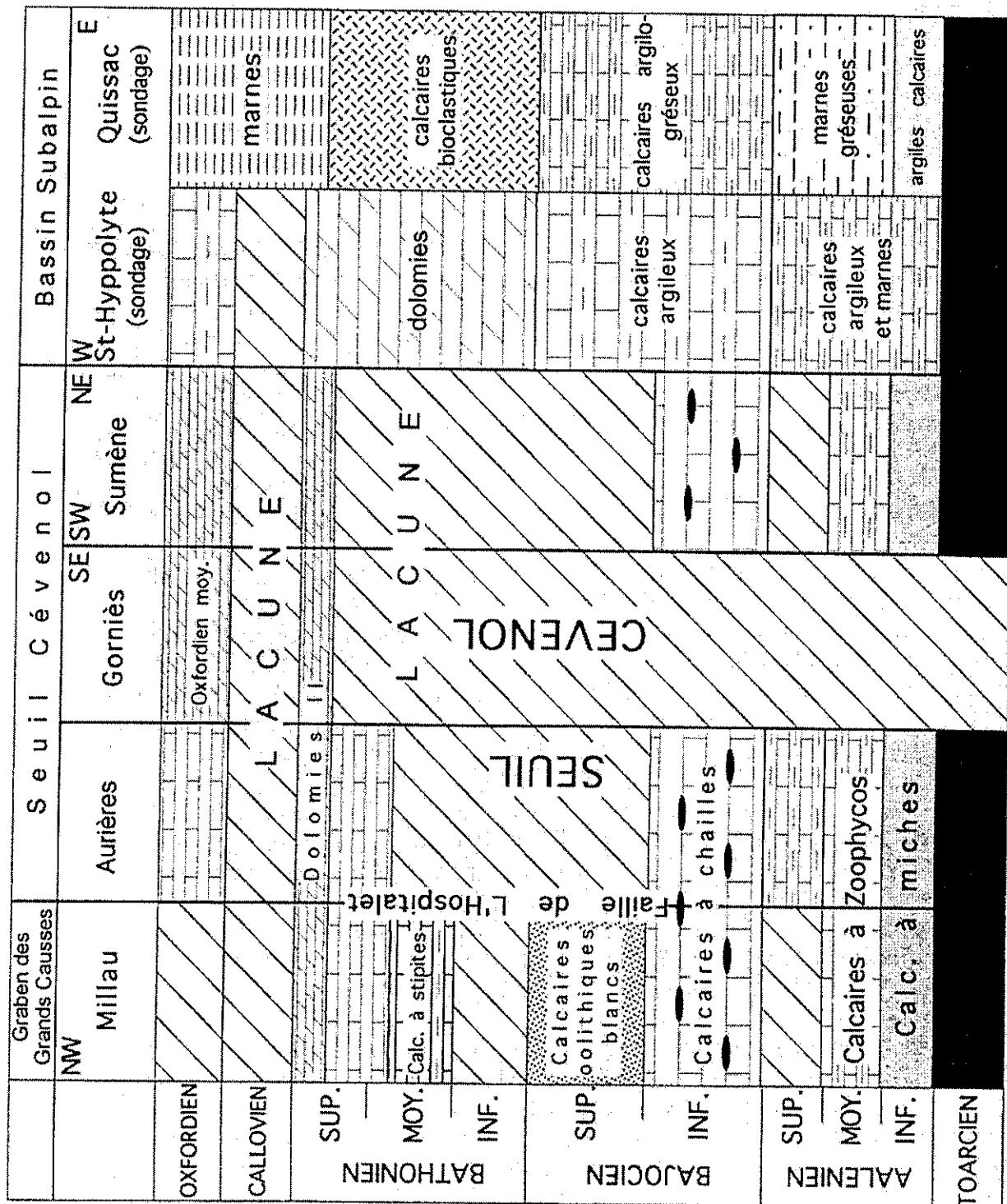


fig. 85 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses (Millau) et le Bassin Subalpin en passant par la bordure sous-cévenole.

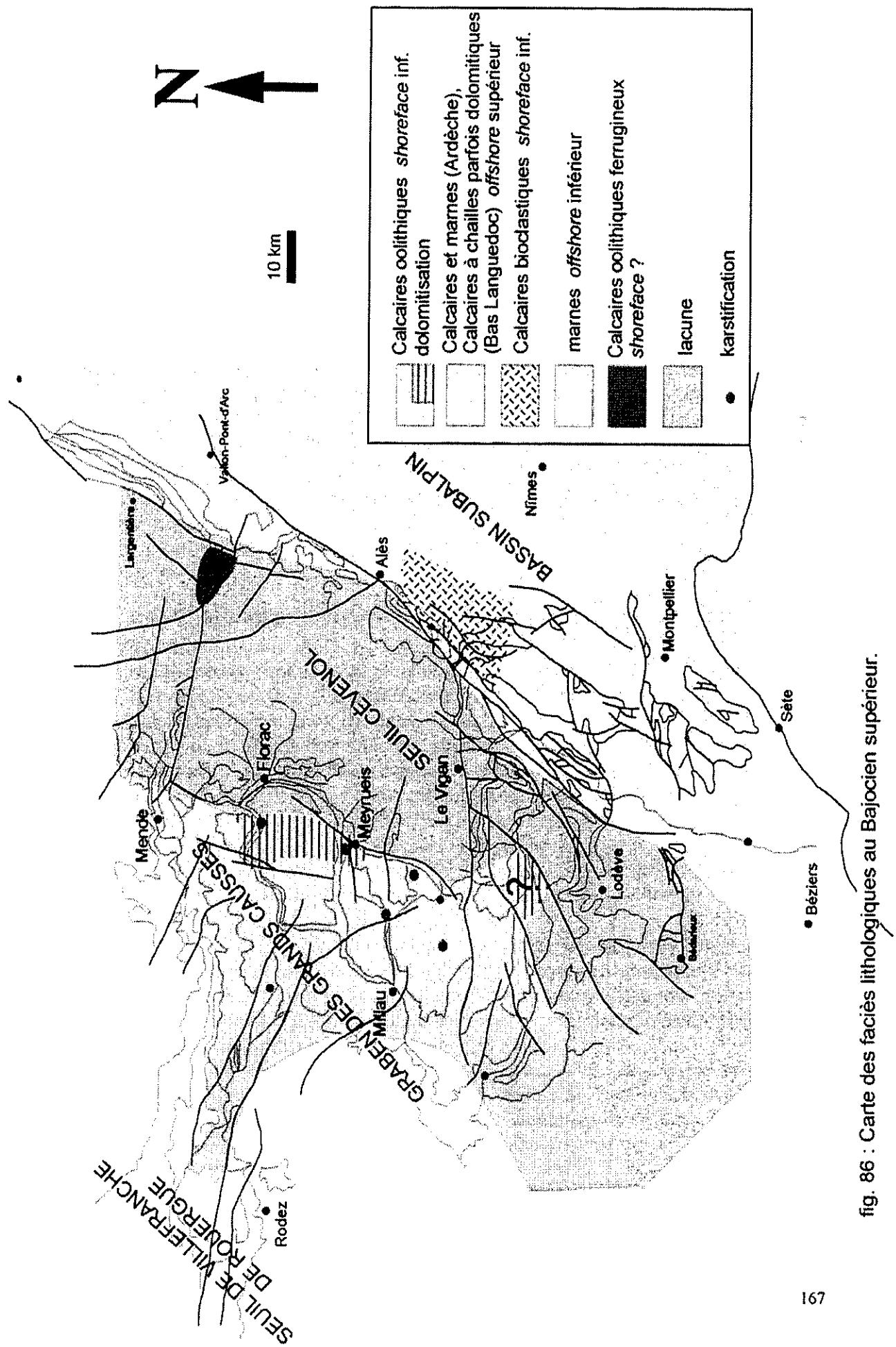


fig. 86 : Carte des faciès lithologiques au Bajocien supérieur.

Il faut noter également l'interstratification dans les « Calcaires oolithiques blancs » d'une coulée basaltique d'une extension de 50 km<sup>2</sup> (Roux et Senaud, 1981) autour du village des Vignes.

En Bas-Languedoc, il est difficile de distinguer les formations bajociennes des formations aalénienes en raison d'une intense dolomitisation et du manque d'arguments biostratigraphiques. On observe tout de même un dispositif paléogéographique peu différent de celui de l'Aalénien avec une polarité W-E. Sur la bordure méridionale du Seuil Cévenol, le Bajocien correspond à des calcaires à chailles (Arboras) et à des marno-calcaires surmontés par des calcaires oolithiques (Saint-Guilhem ; Gottis, 1957). Dans le secteur du Pic Saint-Loup, le Bajocien n'a pas été clairement identifié dans des calcaires à entroques ou à *Zoophycos* (Roman et Gennevaux, 1912 ; Gottis, 1957). Dans les sondages de Quissac, ce sont des calcaires gréseux et argileux à spicules ou à chailles qui passent, à l'est, à des alternances calcaires-marnes (Saint-Bauzille, Lédignan) puis à des marnes dans le sondage de Vaunage. On retrouve la polarité W-E de l'Aalénien avec des dépôts de milieux plus profonds à l'est. Une zone à dépôt d'épaisseur plus réduite recouvre la région de Lédignan où le Bajocien est représenté par une trentaine de mètres seulement de calcaires à entroques.

Dans cette région du Bas-Languedoc, le manque de repères stratigraphiques et d'affleurements sont un obstacle à la compréhension des événements au Bajocien comme nous avons pu l'apercevoir dans les Grands Causses.

## IV.2 – Évolution tectono-sédimentaire des Grands Causses au Bathonien

La série bathonienne qui a pu être détaillée dans cette thèse permet de reconstituer l'évolution du Bassin des Causses en relation avec le Bassin Sub-alpin par l'intermédiaire de la zone haute du Seuil Cévenol. Les différentes étapes de l'évolution sont établis pour les deux secteurs d'étude. Le secteur III sera traité dans le paragraphe IV.3.

Les 4 étapes individualisées ci-après concernent exclusivement le Bassin caussenard (secteur I, fig. 17) et le Seuil Cévenol (secteur II, fig. 17).

### IV.2.1 – Étape 1 : phase de subsidence localisée

La première étape de l'évolution tectono-sédimentaire bathonienne consiste en une reprise de sédimentation marine qui piège des stipites et des argiles à débris charbonneux après l'émergence constatée au sommet des « Calcaires oolithiques blancs ». Cette reprise de sédimentation marine a été datée du Bathonien moyen dans la majorité des coupes. Toutefois, des brachiopodes indiquent le Bathonien inférieur dès la base des « Calcaires à stipites » uniquement sur les coupes de Chambonnet et de Saint-Sulpice (bordure orientale du bassin caussenard). On constate presque partout une lacune totale ou partielle du Bathonien inférieur à la suite de l'émergence fini-bajocienne.

Dans le Graben des Grands Causses, les « Calcaires oolithiques blancs » du Bajocien supérieur sont surmontés par les « Calcaires à stipites » eux-mêmes subdivisés en quatre séquences de dépôt correspondant chacune à un cycle de 3<sup>ème</sup> ordre transgressif-régressif (Charcosset *et al.*, 1996).

Cette première étape correspond au dépôt des deux premières séquences, Bt 1 et Bt 2, datées du Bathonien moyen par les brachiopodes (*Burmirhynchia* cf. *multiplicata* dans Bt 1 et *B. multiplicata/turgida* dans Bt 2 ; Charcosset *et al.*, 1996).

Nous avons remarqué que ces deux premières séquences étaient plus particulièrement localisées au centre des Causses (fig. 87). Elles sont en effet connues aux Vignes, à Millau et à La Canourgue entre-autres mais s'avèrent absentes sur la bordure orientale du Causse Méjean et du Causse de Sauveterre (Mende), entre la faille de L'Hospitalet et la faille de La Pezade ainsi que sur le Seuil Cévenol (jusqu'à la faille des Cévennes, fig. 87). On renote en revanche 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 traduit un régime de subsidence localisée qui permet la préservation des dépôts au centre du graben et l'émergence probable du Seuil Cévenol.

Ces deux séquences correspondent à des dépôts de plate-forme interne/proximale à la limite de l'émergence et admettant des incursions plus marines soulignées par des marnes bioturbées à brachiopodes (Charcosset *et al.*, 1996). Cette subsidence différentielle localisée par rapport au Seuil Cévenol, induit une accommodation transgressive positive forte qui permet d'accumuler des épaisseurs assez importantes de sédiments paralliques pourtant proches de l'émergence. L'accommodation forte est donc compensée et parfois dépassée par une production sédimentaire (terrigène ou carbonatée) très élevée, ce qui explique l'empilement et la conservation des dépôts paralliques.

En effet, à la base des « Calcaires à stipites », des couches charbonneuses métriques furent l'objet d'exploitation (fig. 87). La position stratigraphique de ces couches de charbon est en accord avec le régime de subsidence considéré. Il faut en effet une accommodation maximum pour conserver ces charbons que l'on obtient lors d'une évolution transgressive (Petersen et Andsbjerg, 1996) avec envahissement de zones émergées. Mc Cabe (1991) évoque un équilibre entre le taux de subsidence tectonique et le taux d'accumulation végétale pour une accumulation maximale des charbons. Le potentiel d'accommodation induit par la subsidence d'origine tectonique doit donc être au maximum pour accumuler les charbons (Cross, 1988).

Nous pouvons donc résumer l'évolution du Bassin des Causses au Bathonien moyen. À la suite de l'émergence fini-bajocienne, on assiste à la structuration du substratum générée par la distension. Cette distension provoque la **différenciation nette entre le Graben des Grands Causses et le Seuil Cévenol** qui induit par conséquent une répartition hétérogène de la subsidence géographiquement restreinte au graben.

La subsidence différentielle entre graben et seuil permet d'accumuler les dépôts paralliques des deux premières séquences de dépôt (Bt 1 et Bt 2) dans le graben alors que celles-ci ne peuvent se déposer sur le seuil en raison d'une accommodation insuffisante (fig. 88). La différenciation irait même jusqu'à l'émergence du seuil conduisant par la suite à l'érosion des formations anté-bathonniennes (fig. 89).

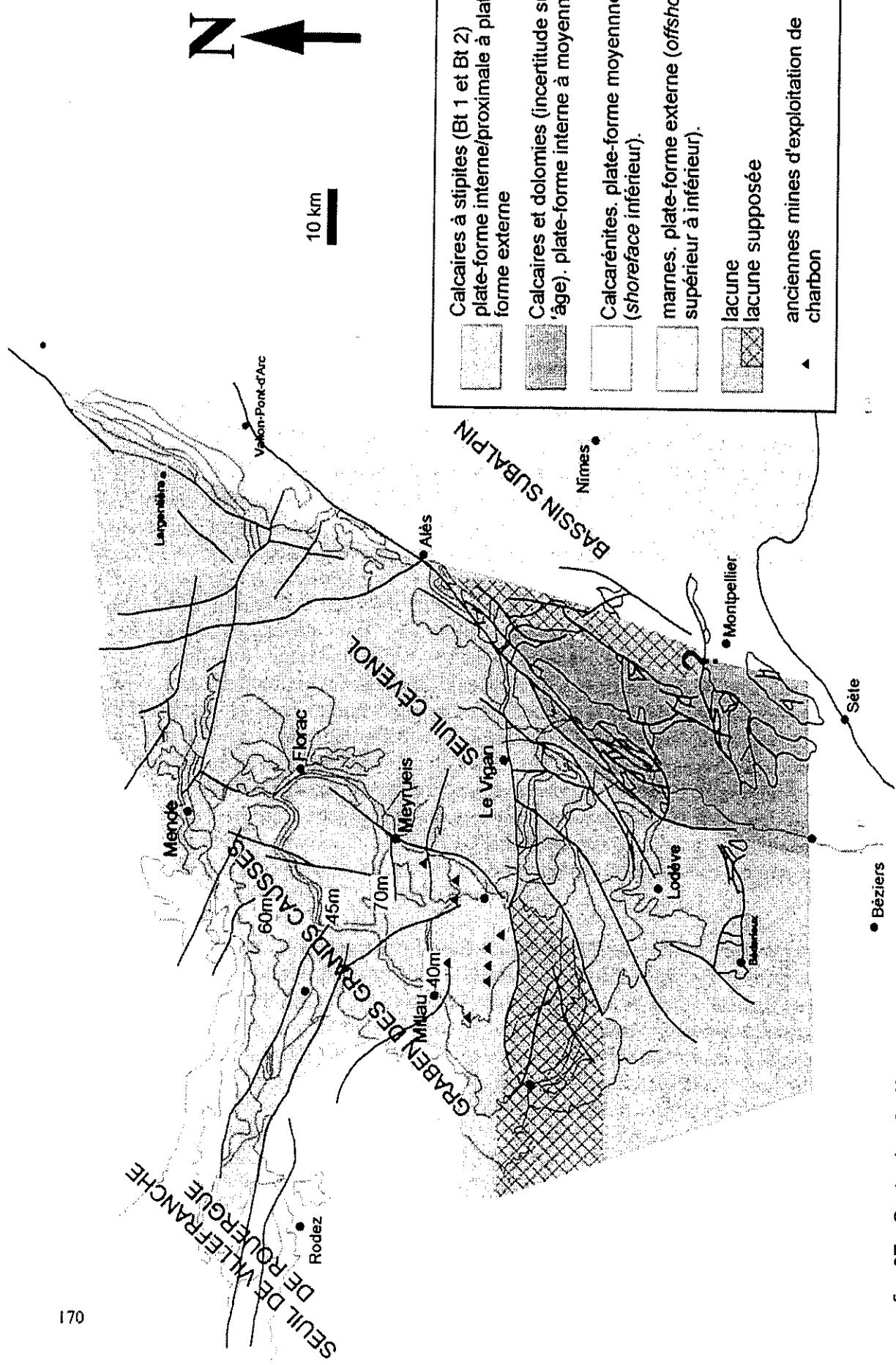


fig. 87 : Carte des faciès lithologiques au Bathonien moyen (Bt 1 et Bt 2 pour les Grands Causses) et épaisseurs des séquences Bt 1 et Bt 2 dans les Grands Causses.

**ETAPE 1 : SUBSIDENCE LOCALISEE  
DANS LE GRABEN ET DEPOT DE Bt 1 ET Bt 2 (BATHONIEN MOYEN)**

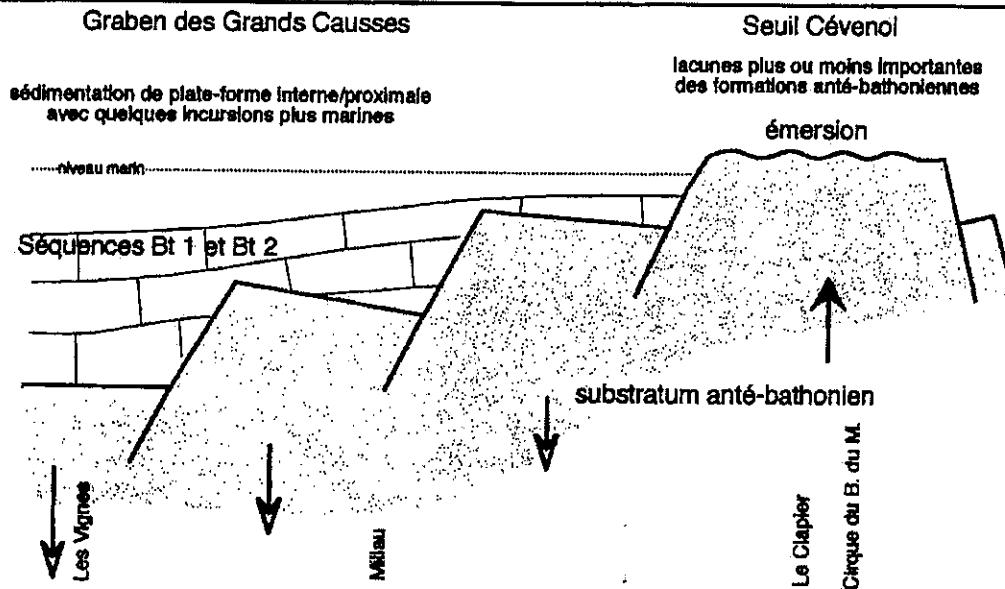


fig. 88 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 1 (Bathonien moyen). Epaisseurs non respectées.

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

Le basalte interstratifié dans les « Calcaires oolithiques blancs » aux Vignes apporte une donnée de plus dans l'hypothèse d'une extension fini-bajocienne ou début-bathonienne. 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* Debemas et Mascle, 1991).

#### IV.2.2 – Étape 2 : phase de subsidence généralisée

La deuxième étape est marquée par une extension géographique particulière des deux dernières séquences de dépôts identifiées (Bt 3 et Bt 4). En effet, ces deux séquences ont une extension beaucoup plus large (fig. 90) que les deux premières. On les trouve à la fois dans le graben (Millau, Les Vignes, La Canourgue) et en partie sur le Seuil Cévenol où elles viennent reposer en discordance cartographique sur divers termes anté-bathonniens (fig. 89). Elles s'amincent 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 (fig. 85), sur les marnes toarciniennes au Clapier (fig. 84) et à Bédarieux et sur les « Calcaires à *Zoophycos* » au Pas de L'Escalette (fig. 84) et au Cirque du Bout du Monde. Dans le nord des Causses, à

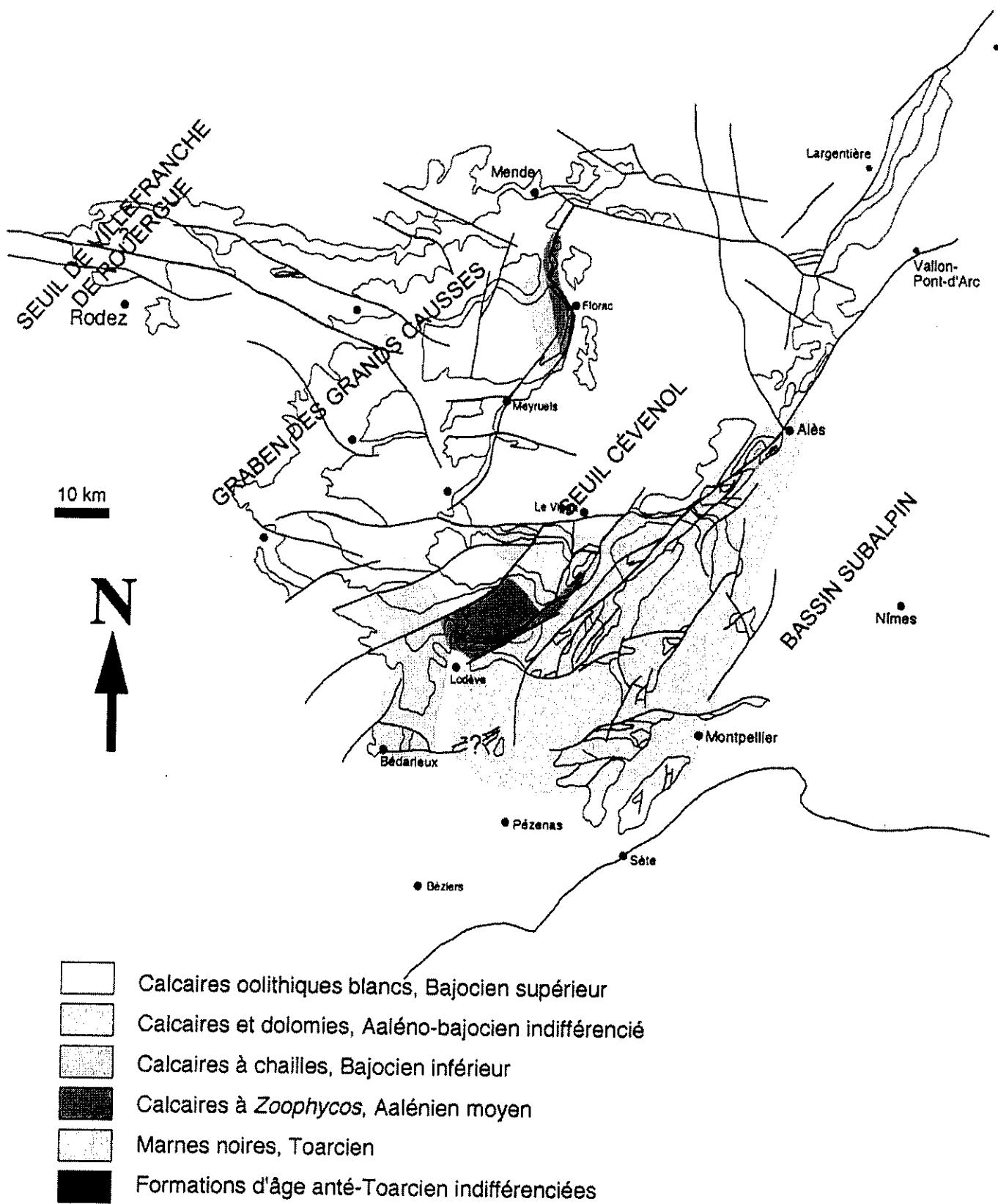


fig. 89 : Carte du substratum des formations bathoniennes.

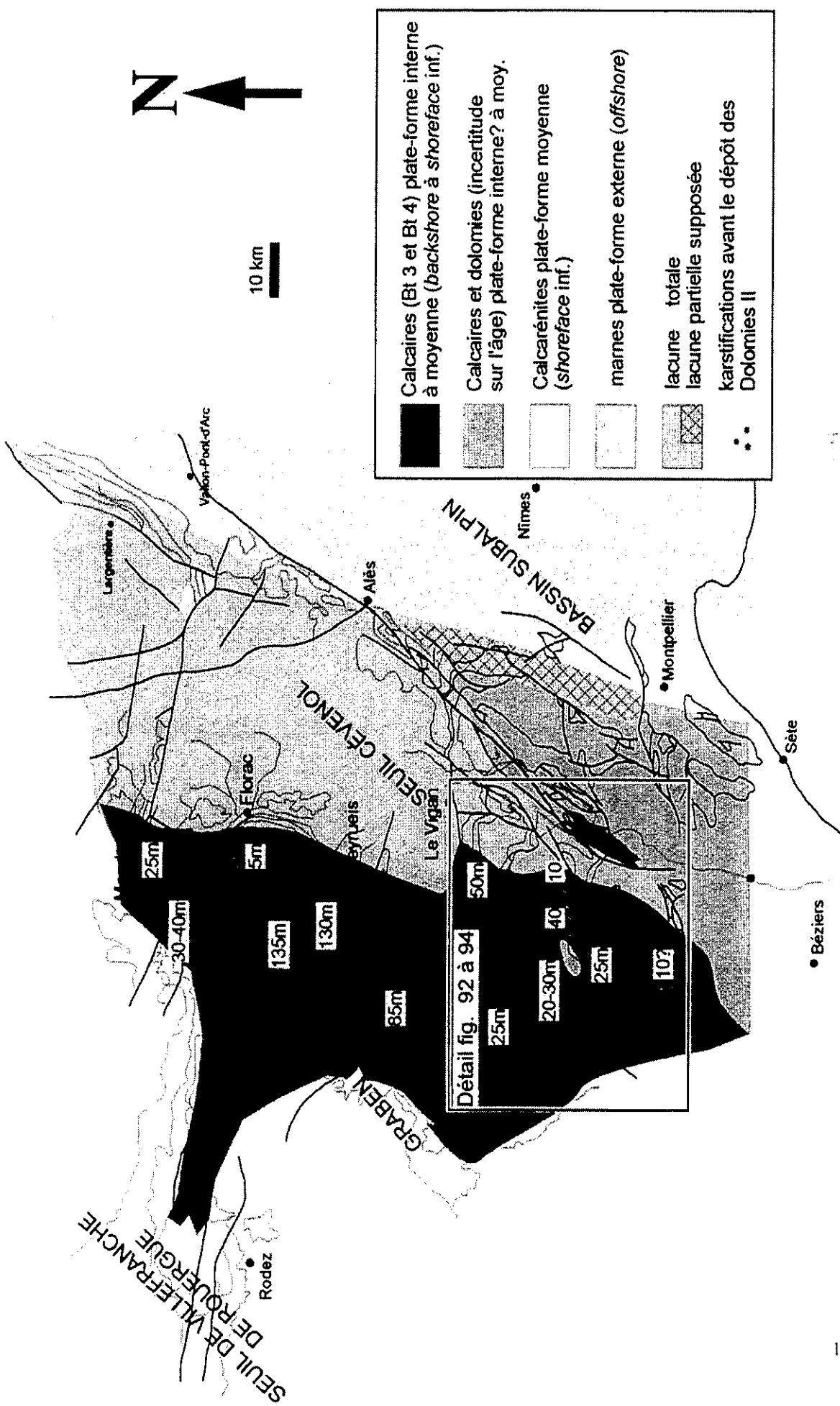


fig. 90 : Carte des faciès lithologiques à la fin du Bathonien moyen et au Bathonien supérieur (dépôts anté-Dolomies II) et épaisseurs des séquenices Bt 3 + Bt 4 dans les Grands Causses.

Changefège, la séquence Bt 3 repose sur les « Calcaires oolithiques blancs » du Bajocien supérieur (fig. 84).

On assiste donc à une généralisation de la subsidence à la fois au graben et au seuil, subsidence qui paraît toujours différentielle puisque les séquences Bt 3 et Bt 4 sont plus épaisses dans le graben que sur le seuil. Les faciès traduisent des fluctuations entre des domaines de *backshore* et d'*offshore* supérieur mais la série devient beaucoup plus carbonatée incluant beaucoup moins de niveaux argileux et ligniteux. On ne peut donc pas parler de réelle transgression marine puisque les milieux de dépôt restent quasiment identiques.

Ces séquences de dépôt viennent donc reposer sur le seuil sous l'effet d'une subsidence généralisée (peut-être d'origine thermique) à l'ensemble de la région (fig. 91). Il reste cependant des zones de lacunes totales ou partielles de ces séquences, en particulier dans la partie nord-est du Seuil Cévenol (fig. 90). Les zones de lacunes partielles se situent 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, on trouve une zone de lacune totale puisque les « Dolomies II » reposent directement sur l'Hettangien, sur le Trias ou même sur le socle cambrien dans la région des Malines (Le Guen, 1989).

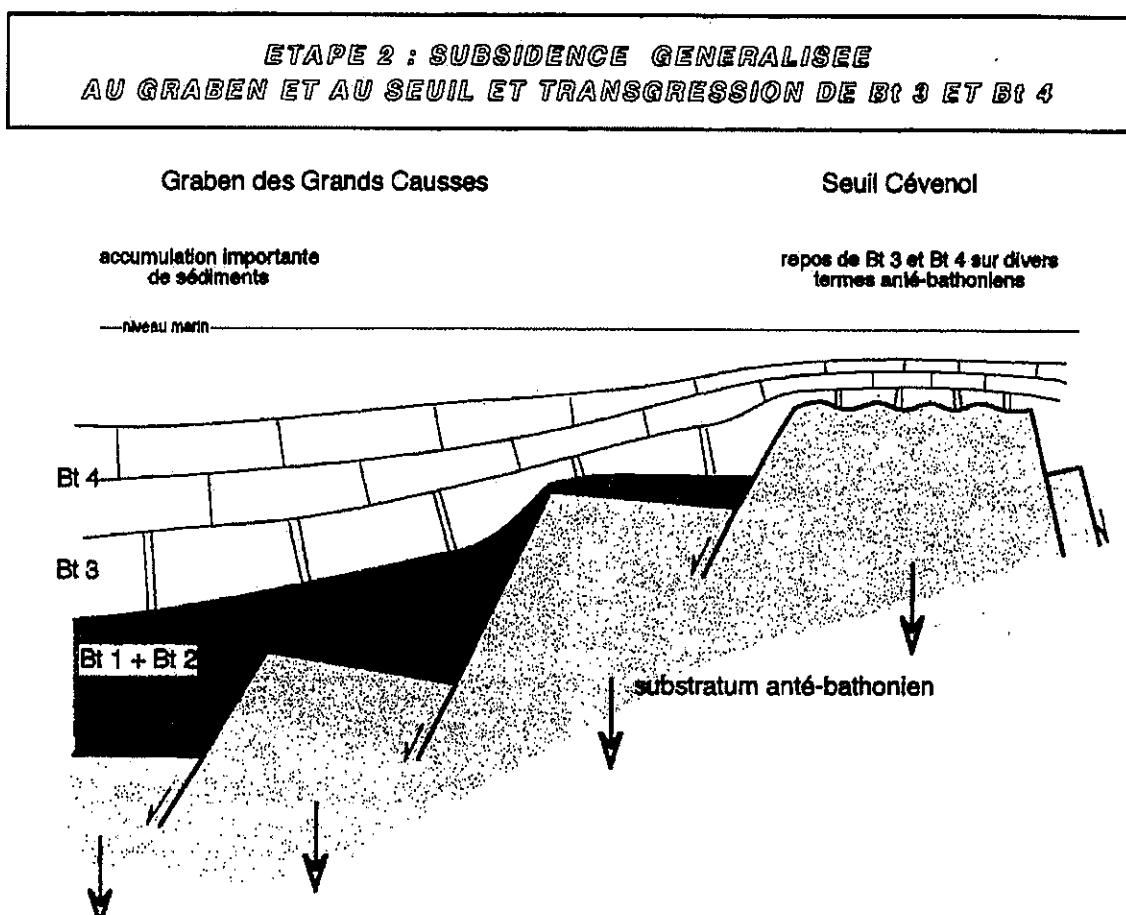


fig. 91 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 2 (Bathonien moyen et Bathonien supérieur). Epaisseurs non respectées.

Il est aussi possible de détailler niveau par niveau la répartition géographique des séquences Bt 3 et Bt 4 correspondant à la fin du Bathonien moyen et au Bathonien supérieur (anté zone à Discus) (fig. 92 à 94).

● La première carte (fig. 92) représente la répartition géographique de la séquence Bt 3 datée de la fin du Bathonien moyen et de la base du Bathonien supérieur grâce à *Burmirhynchia cf. turgida* (Garcia *et al.*, 1996) et à l'association de foraminifères benthiques *Alzonella cuvillieri* - *Orbitammina elliptica* (Bassoulet *in* Groupe français d'étude du Jurassique, 1997). On constate que cette séquence est présente jusqu'à la faille de Saint-Michel et, au-delà plus au sud, sa présence est attestée au Cirque du Bout du Monde, à Saint-Pierre-de-la-Fage et à Bédarieux.

● La deuxième carte (fig. 93) représente la répartition de la base de la séquence Bt 4 qui contient le niveau à *Burmirhynchia hopkinsi/icaunensis*. Ce niveau, daté du Bathonien supérieur, a été repéré au Clapier et au Pas de L'Escalette et, corrélativement, au Cirque du Bout du Monde et à Saint-Pierre-de-la-Fage malgré l'absence des brachiopodes (fig. 64, chap. III). On constate déjà une plus large extension de ce niveau par rapport au précédent.

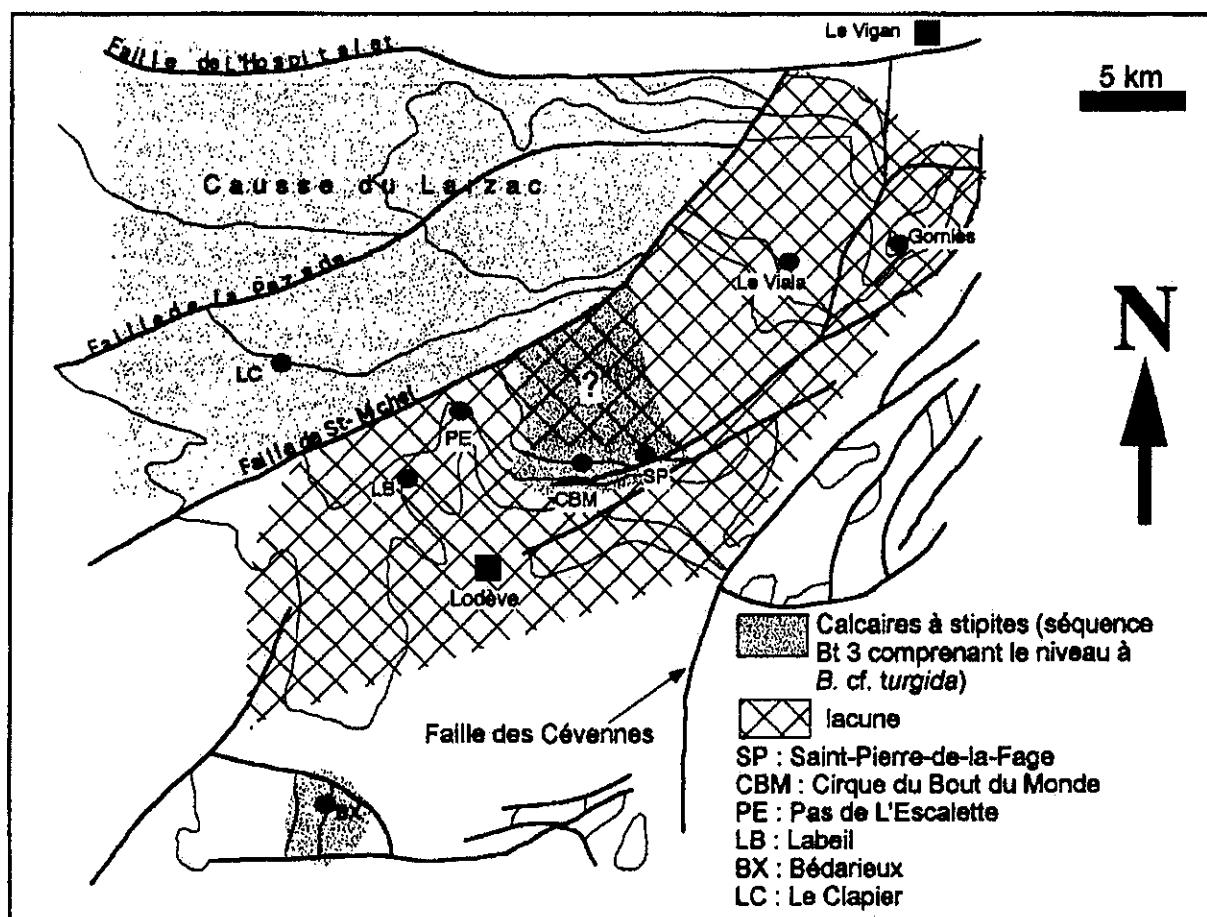


fig. 92 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien moyen (séquence Bt 3).

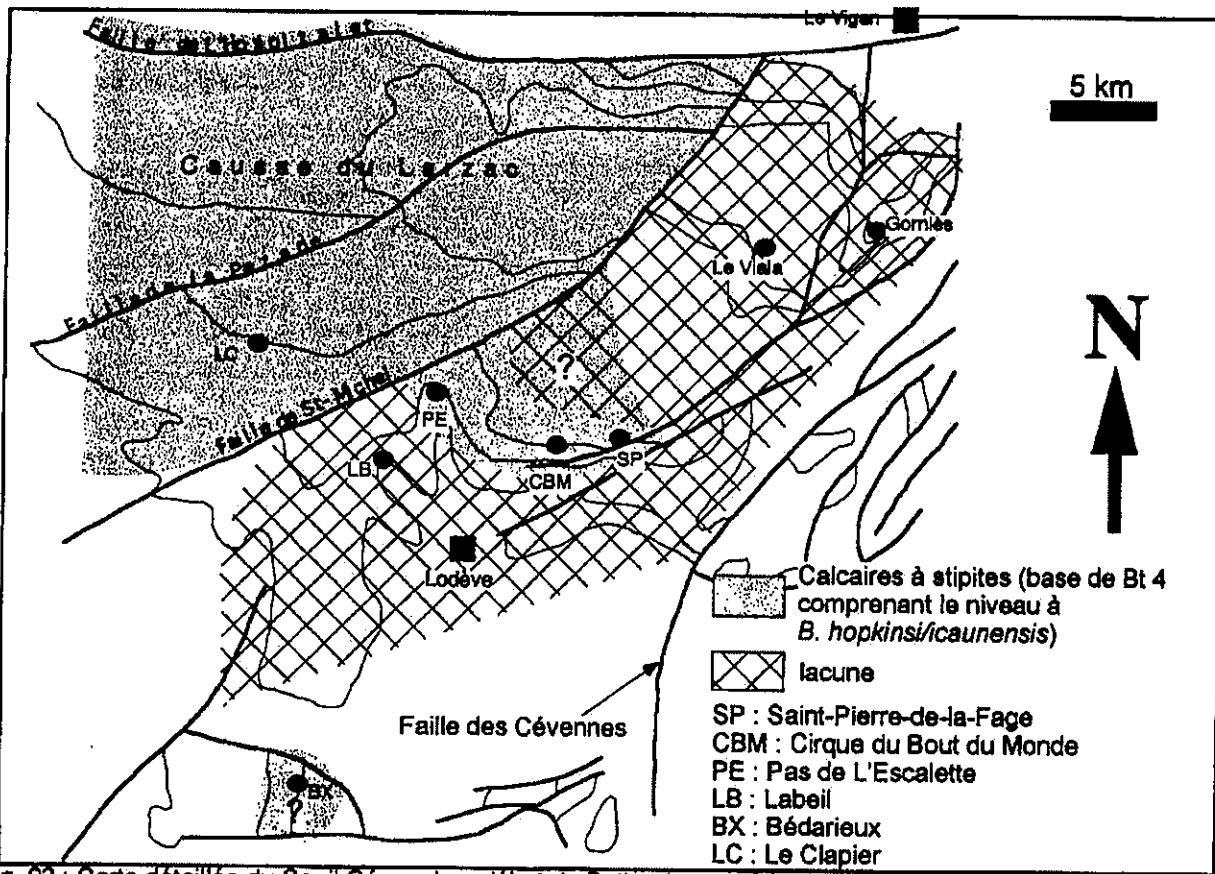


fig. 93 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au début du Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à *B. hopkinsi/caunensis*).

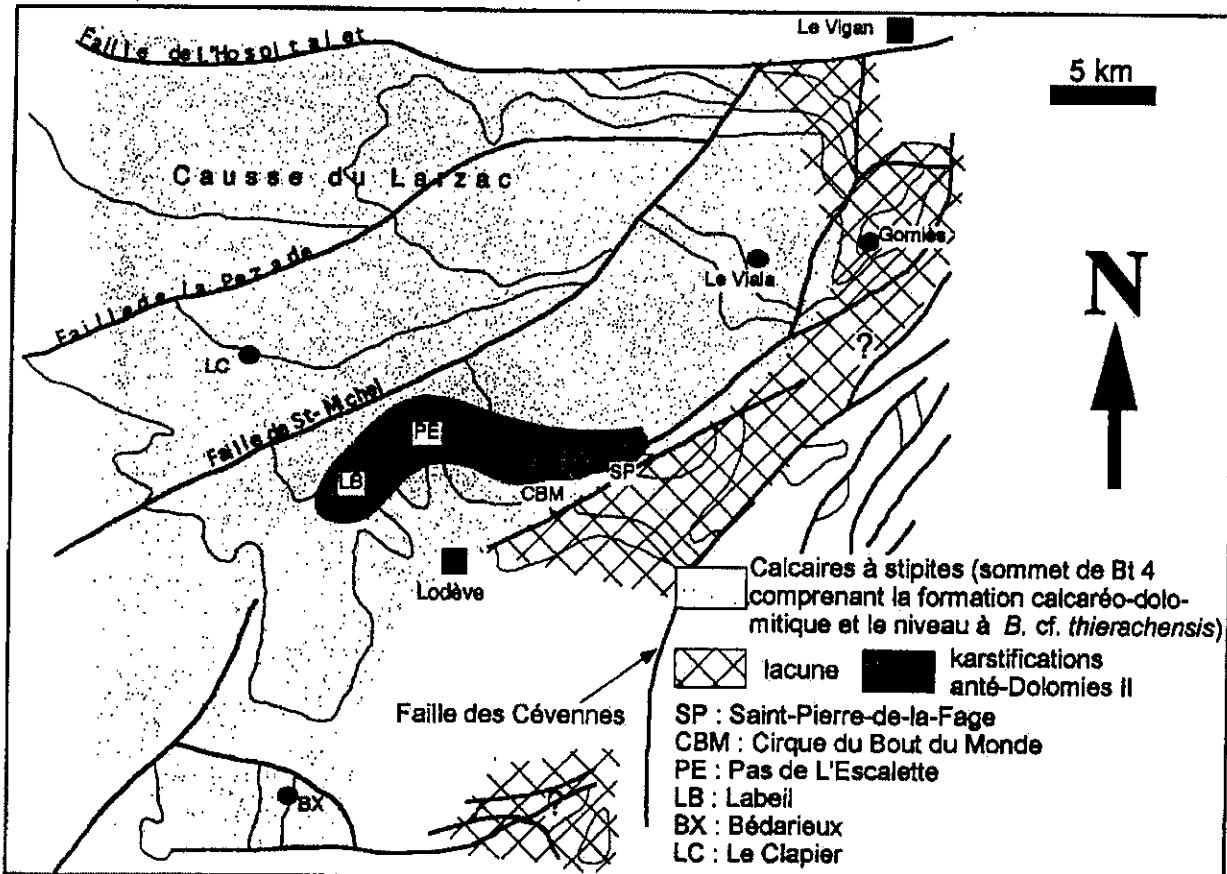


fig. 94 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à *B. cf. thierachensis*).

● La carte suivante (fig. 94) montre maintenant un débordement encore plus large de la partie supérieure de la séquence Bt 4 qui comprend un ensemble calcaire (Cirque du Bout du Monde), ou dolomitique (Saint-Pierre-de-la-Fage, Pas de L'Escalette, Labeil, Bédarieux ? et La Viala), épaisse de 20 à 25 m, et un intervalle plus argileux. Celui-ci montre une alternance de calcaires et d'argiles vertes et comprend le niveau à *Burmirhynchia* cf. *thierachensis* (fig. 64 et 66) entre deux discontinuités karstiques situées sous les « Dolomies II » (Charcosset *et al.*, 1997a, b et 1998).

A la suite du dépôt de Bt 4, il persiste une zone de lacune totale située au sud du Horst de Saint-Bresson et entre les failles de La Vacquerie et des Cévennes (fig. 90).

L'influence de la zone haute du Seuil Cévenol est toujours perceptible pendant le dépôt de Bt 3 et Bt 4 par la présence de karstifications situées à la limite des séquences Bt 3 et Bt 4 et par une réduction générale des épaisseurs depuis le Graben des Grands Causses. On constate également que les séquences élémentaires se limitent uniquement au demi-cycle de chute du niveau de base alors qu'elles sont le plus souvent complètes dans le graben.

#### IV.2.3 – Étape 3 : émersion du seuil

Cette nouvelle étape vient en continuité avec la précédente *puisque elle se traduit en particulier par des karstifications* visibles au Cirque du Bout du Monde au sommet de la séquence Bt 4.

Ces karstifications marquant une émersion 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.*, 1997a, b et 1998). L'expression de ces discontinuités est variée tout le long de l'affleurement du Cirque du Bout du Monde et pourrait traduire des variations topographiques d'est en ouest. En effet, à l'ouest de l'affleurement précité, les cinq discontinuités sont superposées sur une épaisseur de 4 à 5 m alors qu'à l'est celles-ci s'amalgament et les phénomènes endokarstiques s'accentuent. Sur l'affleurement de Saint-Pierre-de-la-Fage, les cinq discontinuités karstiques sont absentes et sont apparemment remplacées par une surface d'érosion d'ampleur verticale décamétrique qui tronque toute la partie supérieure de la séquence Bt 4 (fig. 95).

Deux hypothèses peuvent expliquer la présence des karstifications dans cette zone et au sommet de Bt 4.

La première se fonde sur une évolution sédimentaire en comblement de l'espace disponible allant jusqu'à l'émersion. La zone de seuil étant une zone haute, le comblement 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 de ce 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 d'*uplift* et se couvre alors de karstifications.

On pourrait aussi envisager une combinaison de ces deux processus. Le comblement de l'espace disponible, amorcé nettement pendant le demi-cycle régressif de Bt 4, s'accentue sous l'effet de la tectonique (fig. 96). L'expression de chaque discontinuité limitant des cycles de variation du niveau de base serait alors amplifiée par la tectonique extensive. On retrouve

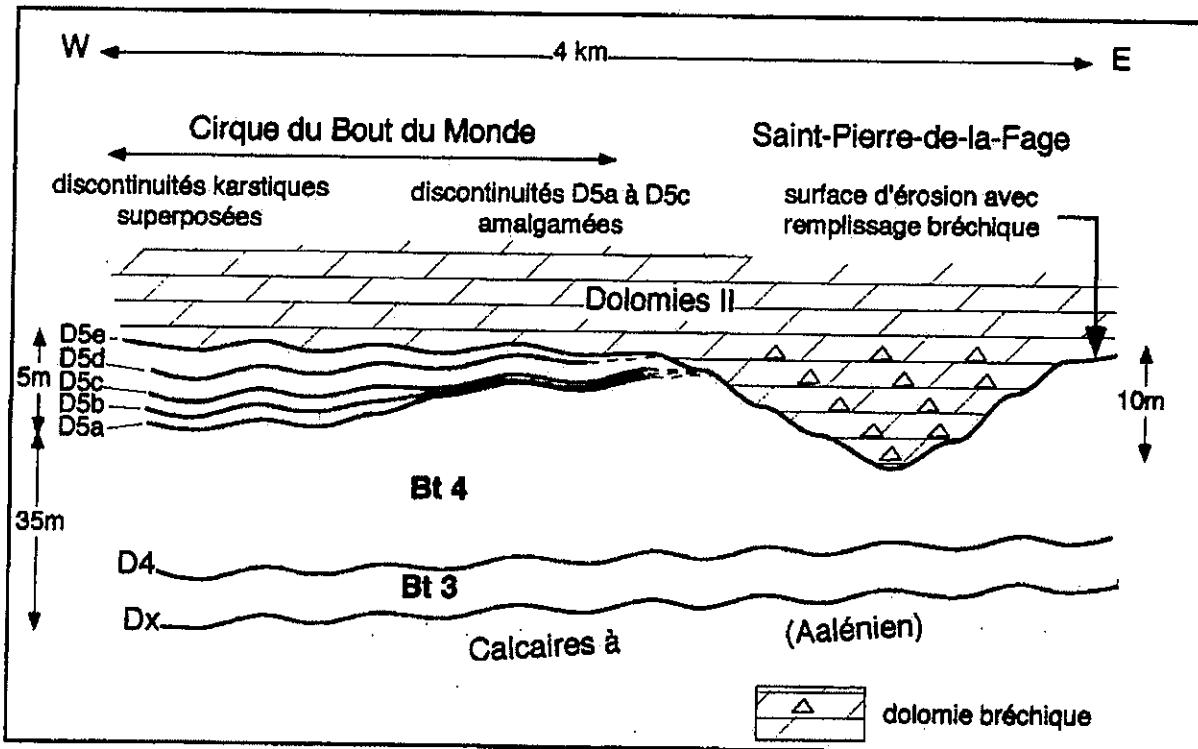


fig. 95 : Anastomose latérale des discontinuités karstiques entre le Cirque du Bout du Monde et Saint-Pierre-de-la-Fage.

**ETAPE 3 BATHONIEN SUPERIEUR: EMERSION DU SEUIL ET KARSTIFICATION DE GRANDE AMPLITUDE AU SOMMET DE Bt 4**

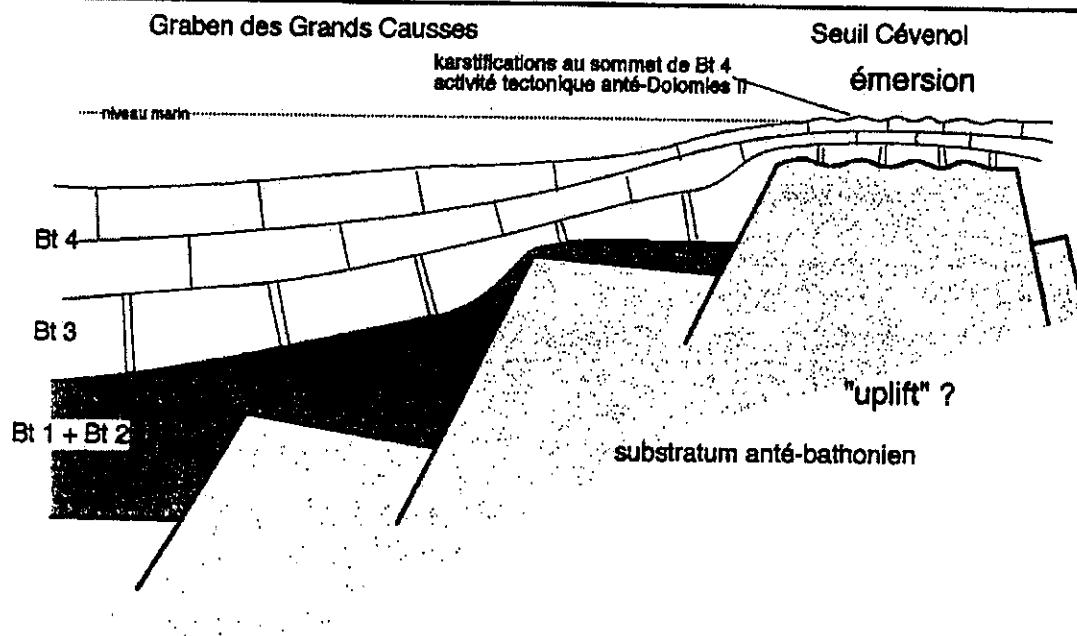


fig. 96 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 3 (Bathonien supérieur). Epaisseurs non respectées.

effectivement, au niveau des discontinuités karstiques, des paléofailles 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 dans le demi-cycle régressif de Bt 4 et se marque par le retour des argiles, des lignites et des calcaires à ostracodes et charophytes correspondant aux environnements les plus littoraux. En revanche, aucune karstification ou traces d'émersion n'ont été observée à l'interface « Calcaires à stipites » – « Dolomies II ».

#### IV.2.4 – Étape 4 : uniformisation encore plus large de la subsidence

Cette étape correspond au dépôt des « Dolomies II » qui envahissent tout le domaine (fig. 97 et 98). Elles sont présentes partout et reposent sur des substratums anté-bathoniens variés comme les « Calcaires à *Zoophycos* » ou les « Calcaires à chailles » à Florac (fig. 35), les « Calcaires à chailles » ou « Calcaires à bryozoaires du Gard » (Walter et Almeras, 1977) à Sumène (fig. 85) et au Col du Lac (bordure sous-cévenole), les dolomies hettangiennes à Beauquiniès, le Trias ou le socle cambrien dans la région des Malines (sud du Horst de Saint-Bresson). L'épaisseur de cette formation est assez constante et correspondrait à un ancien calcaire graveleux à oolithique.

La répartition géographique et l'épaisseur constante de cette formation traduisent encore un régime de subsidence généralisée peut-être d'origine thermique et le ralentissement de l'activité tectonique synsédimentaire.

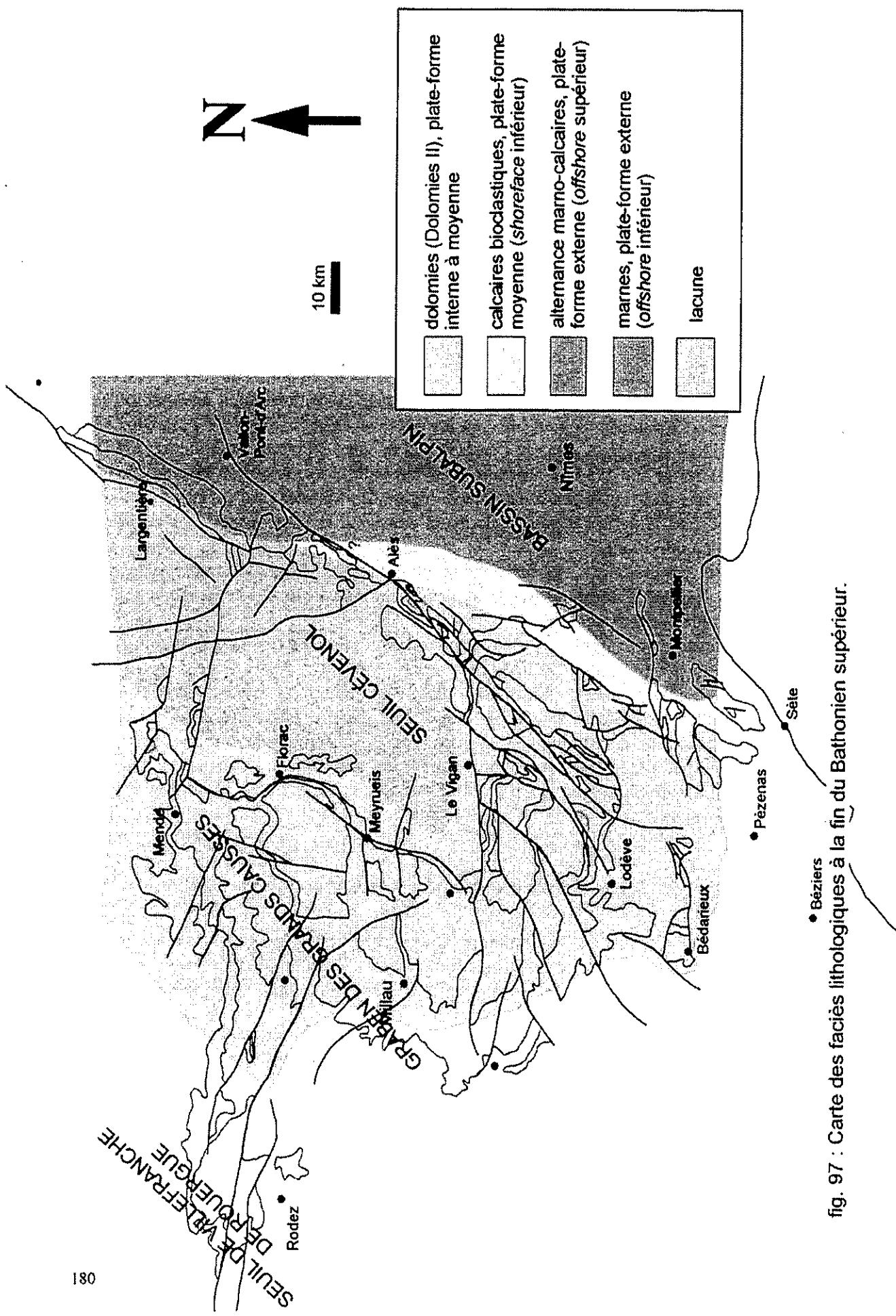
Des karstifications affectent encore le sommet des « Dolomies II » dans la région située autour du Horst de Saint-Bresson (Les Malines et Les Avinières). Les « Dolomies II » sont couronnées par une paléosurface karstique (D6) et peuvent inclure des cavités endokarstiques. Le sommet de cette formation se trouve par conséquent émergé dans cette zone reculée du Seuil Cévenol sous l'effet du comblement associé à des réajustements tectoniques probables (fig. 99). Bien que pas systématiquement marquée par des paléokarsts, l'émersion a peut-être concerné l'ensemble de la région des Grands Causses expliquant ainsi la dolomitisation généralisée de la formation.

### **IV.3 – Evolution tectono-sédimentaire du Bas-Languedoc au Bathonien**

En Bas-Languedoc, l'histoire de la marge cévenole du Bassin Sub-alpin est plus difficile à reconstituer par manque d'arguments biostratigraphiques. Néanmoins, grâce aux différents affleurements et sondages, nous pouvons mettre en évidence deux grandes étapes dans l'évolution de cette marge.

#### IV.3.1 – Étape 1 : subsidence localisée (Bathonien inférieur et moyen)

Cette étape correspond également à la première étape mise en évidence dans les Grands Causses. Il s'agit d'une période de subsidence localisée probablement d'origine tectonique dans les grabens et directement en relation avec le *rifting* la Téthys ligure.



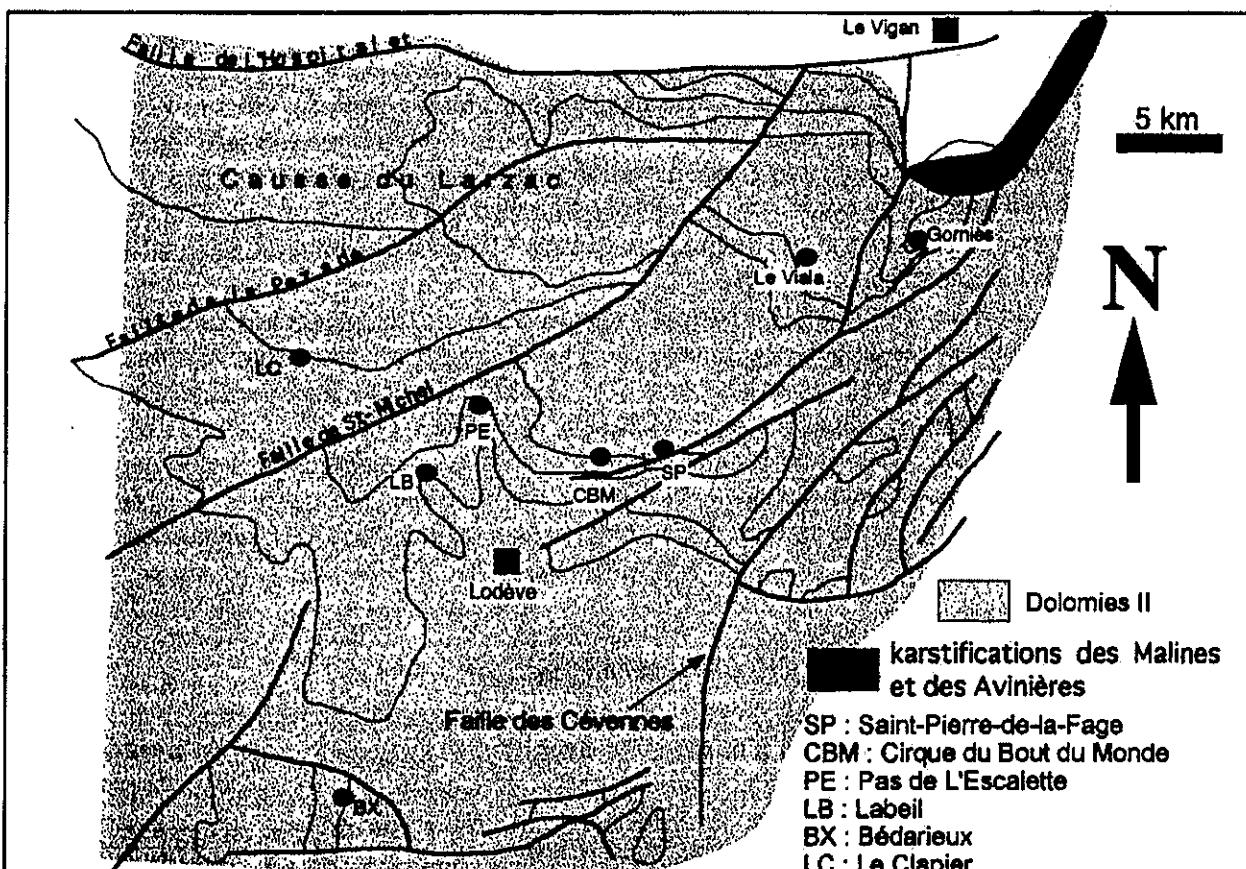


fig. 98 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien supérieur (Dolomies II).

**ETAPE 4 (BATHONIEN SUPERIEUR TERMINAL) : UNIFORMISATION DE LA SUBSIDENCE AVEC DEPOT DES DOLOMIES II ET EMERSION DU DOME DE GORNIES MARQUE PAR LA KARSTIFICATION DU SOMMET DES DOLOMIES II**

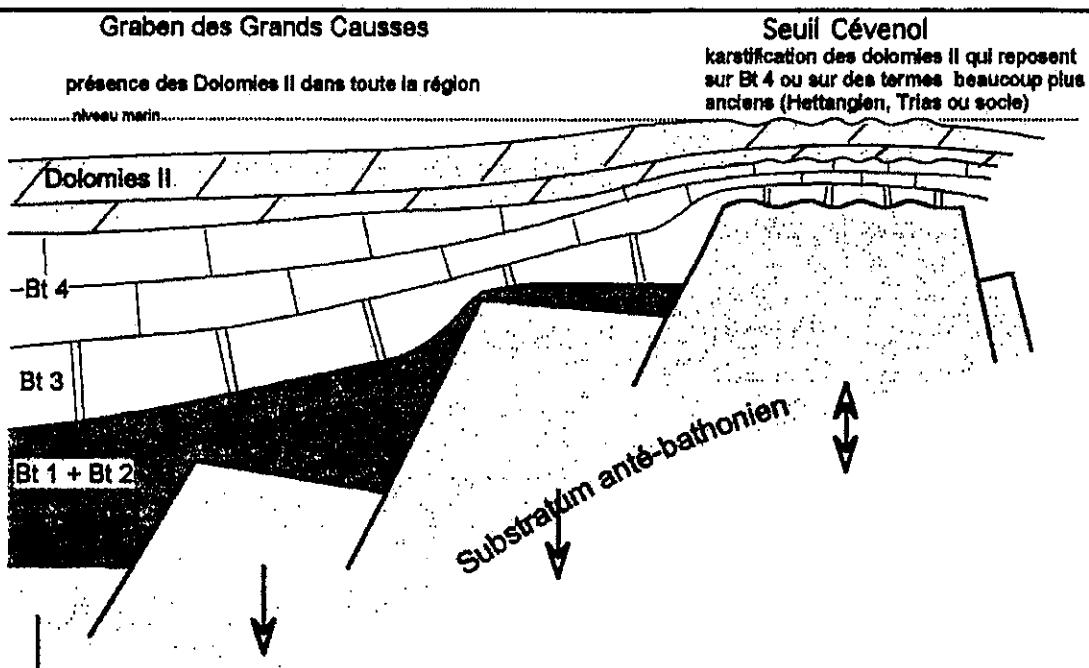


fig. 99 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 4 (Bathonien terminal). Epaisseurs non respectées.

En effet, dans l'analyse des coupes, nous avons mis en évidence une zone d'accumulation maximale de sédiments (Dolomies) centrée sur la région de Viols-le-Fort. Ce **Sous-bassin de Viols-le-Fort** est encadré à l'ouest par la bordure méridionale du Seuil Cévenol et à l'est par une zone haute à sédimentation réduite calcarénitique s'étendant d'Alès au Pic Saint-Loup (fig. 87) et bordée par la faille de Matelles-Corconne (fig. 100). Cette zone haute, que j'appelle le **Seuil Languedocien**, est le siège d'une sédimentation intercalée de lacunes au Bathonien inférieur et moyen.

A l'ouest, le Seuil Cévenol est émergé. A l'ouest du Seuil Languedocien, le milieu de sédimentation devient plus ouvert et accumule de grandes épaisseurs de marnes en direction de l'est (fig. 100). On constate par conséquent que ce seuil constitue une véritable barrière paléogéographique à l'est de laquelle s'ouvre le Bassin Subalpin.

Cette étape montre donc une sédimentation par subsidence différentielle qui permet d'accumuler des épaisseurs importantes de sédiments dans les grabens (Sous-bassin de Viols-le-Fort) et qui induit une sédimentation d'épaisseur réduite avec parfois des lacunes sur les seuils (fig. 100).

#### IV.3.2 – Étape 2 : subsidence généralisée (Bathonien supérieur)

La deuxième étape correspond à la phase de **subsidence généralisée** mise en évidence dans les Grands Causses.

Le Seuil Languedocien, comme le Seuil Cévenol, est recouvert par des dolomies attribuées au Bathonien supérieur (« Dolomies II »). Le **Sous-bassin de Viols-le-Fort** correspond toujours à une **zone d'accumulation maximale de sédiments** avec plus de 450 m de dolomies (fig. 101 et 102).

A l'est du Seuil Languedocien, bien visible sur la carte isopaque (fig. 102), la sédimentation devient progressivement de plus en plus marneuse (fig. 97) avec des épaisseurs croissantes vers l'est (fig. 102). Ces marnes, datées de la sous-zone à *Histicoides* (Bathonien supérieur) à Quissac (Casson, 1994), reposent sur des calcaires bioclastiques rapportés au Bathonien. Les marnes ont fourni plus haut des ammonites de la sous-zone à *Angulicostatum* (Bathonien supérieur) mais le sommet de la zone à *Discus* (Bathonien terminal) n'a pas été identifié (Casson, 1994). On constate donc que le sommet du Bathonien est nettement transgressif à Quissac. En revanche, les brachiopodes récoltés au sommet de Bt 4 au Cirque du Bout du Monde indiquent la zone à *Retrocostatum* (Bathonien supérieur). Les brachiopodes étant situés entre deux discontinuités karstiques, qui indiquent une baisse de l'accommodation, il y a un déphasage concernant la période d'augmentation d'accommodation (qui suit) datée de la zone à *Retrocostatum* dans le Bassin Subalpin.

Faure et Mégard-Galli (1988) notent également l'inversion de régime de subsidence qui aboutit à la transgression marine du Bathonien supérieur sur un paléokarst affectant le Trias supérieur et qui marque la fin du rifting téthysien dans le domaine briançonnais.

### **IV.4 – La sédimentation post-bathonienne**

Les « Dolomies II » sont couronnées par une discontinuité le plus souvent ferrugineuse qui traduit l'arrêt de l'extension maximale des formations amorcée au début du Bathonien supérieur.

**BATHONIEN INFÉRIEUR ET MOYEN: DIFFÉRENCIATION DU SUBSTRATUM  
SUBSIDENCE LOCALISÉE DANS LES GRABENS**

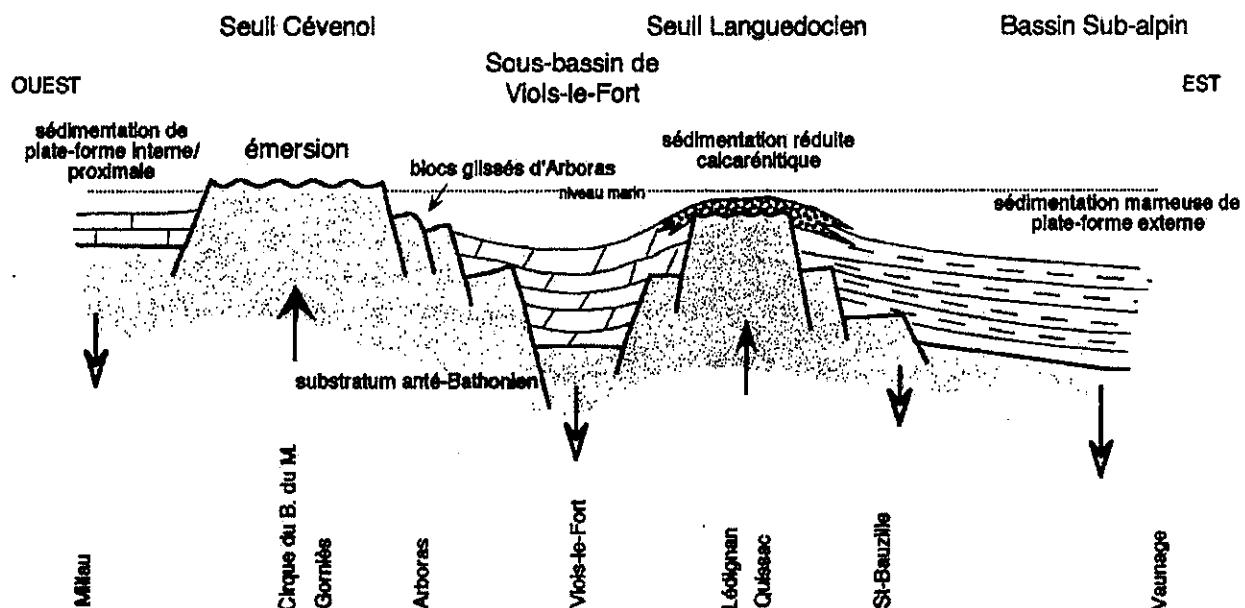


fig. 100 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 1 (Bathonien inférieur et moyen). Epaisseurs non respectées.

**BATHONIEN SUPERIEUR: PÉRIODE POST-RIFTING  
SUBSIDENCE GÉNÉRALISÉE**

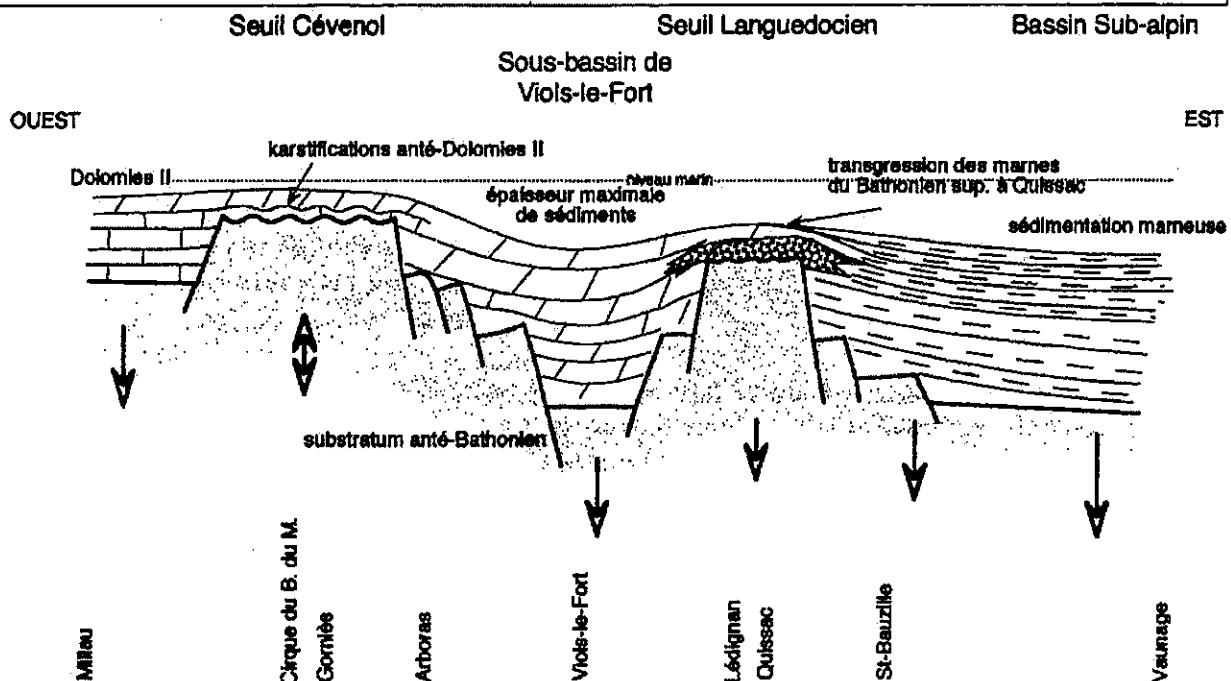


fig. 101 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 2 (Bathonien supérieur). Epaisseurs non respectées.

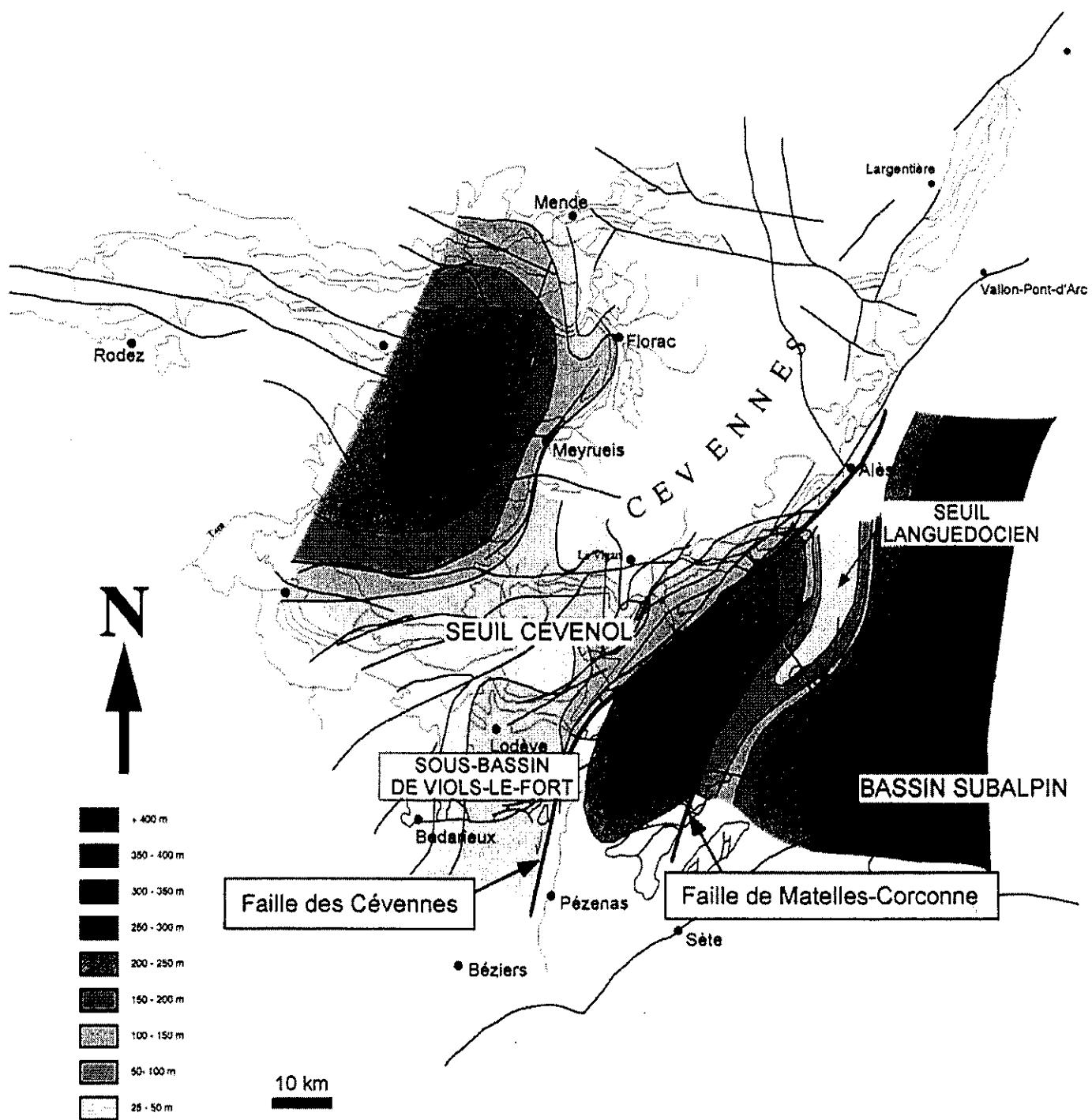


fig. 102 : Carte des isopaques des formations bathoniennes (ensemble Calcaires à stipites + Dolomies II non différencié pour la région des Grands Causses).

Dans les Grands Causses, les dépôts les plus anciens venant au-dessus des « Dolomies II » sont datés de l'extrême sommet du Callovien moyen à Florac (Marchand *et al.*, 1983). Il s'agit de calcaires argileux en lentilles 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).

Dans les coupes de Meyrueis et des gorges de la Jonte, les « Dolomies II » sont surmontées par des calcaires à microfilaments qui ont livrés des ammonites de la zone à *Athleta* - sous-zone à *Trezeense* (Callovien supérieur). On trouve ensuite des marno-calcaires de la zone à *Lamberti* (Callovien terminal) et *Mariae* (Oxfordien inférieur) couronnés par un niveau glauconieux de la zone à *Cordatum* - sous-zone à *Bukowskii* (Oxfordien inférieur) présent à Florac, Meyrueis et dans les Gorges de la Jonte (Marchand *et al.*, 1983 ; Peybernès, 1990) (fig. 103). Au-dessus, les séries sont comparables pour les trois coupes fournissant des ammonites de l'Oxfordien moyen (zone à *Transversarium*).

Il y a donc des assises immédiatement post-bathonniennes différentes en fonction des secteurs. Le premier niveau repère observé sur les trois coupes est un niveau glauconieux de la zone à *Cordatum*. Voici donc les seules preuves de la présence du Callovien moyen dans la région. Aucun dépôt du Callovien inférieur n'a été paléontologiquement identifié.

Les auteurs des notices des cartes géologiques de Saint-Beauzély (Mennessier et 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 ammonite déterminée.

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 traces de Callovien sont très ténues. Dans la région de la montagne de la Tessonnière (est d'Alzon) les dolomies bathonniennes sont couronnées par une surface durcie ferrugineuse (Fabre, 1889) surmontée par des calcaires bruns, à taches rouille et à rares grains de glauconie, que Fabre (1889) comparait avec la Dalle nacrée du Jura. Ces calcaires renferment *Macrocephalites macrocephalus* et *Reineckeia anceps*, ammonites indiquant le Callovien inférieur et moyen (Gèze *et al.*, 1985) (fig. 103).

Dans les autres secteurs du Seuil Cévenol, les dolomies bathonniennes, 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) non affectées par la tectonique sous-jacente.

En Bas-Languedoc, c'est à Quissac que la série immédiatement post-bathonienne est la plus complète. Le Bathonien terminal est représenté par une assise marneuse (absence du sommet de la zone à *Discus* ; Casson, 1994) surmontée par des marnes de la zone à *Macrocephalus* et *Gracilis* (Callovien inférieur). Plus à l'ouest de Quissac, à La Cadière, le Callovien inférieur est représenté par la zone à *Bullatus* (ou base de la zone à *Gracilis*) puis par la sous-zone à *Voultensis* (Casson, 1994) (fig. 103).

Au Pic Saint-Loup, la surface corrodée des dolomies bathonniennes est surmontée par la zone à *Macrocephalus* (Callovien inférieur).

OXFORDIEN SUPÉRIEUR		Planula	Geser ou Grandiplex									
			Planula									
OXFORDIEN MÉTEN	Bimammelum	Hauffianum										
		Bimammelatum										
		Bermense										
		Semimammelatum										
OXFORDIEN INFÉRIEUR	Bifurcatus	Grossouvrei										
		Stanocykoides										
OXFORDIEN MÉTEN	Transversarium	Rotoides										
		Schili										
		Lucinostomis										
		Parandieri										
OXFORDIEN INFÉRIEUR	Plicatilis	Antecedans										
		Vertébrata										
	Cardatum	Cardatum										
		Coelocardia										
CALLOVIEN SUPÉRIEUR	Bulowii	Bulowii										
		Præcordatum										
		Mariae										
		Scarburgense										
CALLOVIEN MÉTEN	Cardiocerasites (horizon basal excepté)											
	Lamberti	Lamberti										
		Poculum										
	Athleta	Cotyliformis										
		Trazeense										
	Coronatum	Rota/ Grossouvrei										
		Leuthardi										
		Baylei										
	Anceps	Tyanniformis										
		Stuebeli										
CALLOVIEN INFÉRIEUR	Gracilis	Patina										
		Ardeasicum										
		Veuleneis										
		Grossouvrei										
		Præhequense										
	Bulatus ("Macrocephalus")	Bulatus										
	Discus	Angulicostatum										
	Retrocostatum	Histeroides										
	zonation d'après Thierry et al. pour le Callovien et Carou et al. pour l'Oxfordien in Gr. Fr. du Jur. 1997		(Marchand et al., 1983)		Joint	Meynais	Floris	Talzionne (Gob et al., 1985)		La Cadière	Quissac	Pic Saint-Loup (Gobet et al., 1982)

fig. 103 : Répartition des zones ou sous-zones d'ammonites du Bathonien sup. à l'Oxfordien sup. sur quelques coupes des Grands Causses et du Bas-Languedoc (en grisé : zone présente, en hachuré : sous-zone présente).

A Viols-le-Fort, des calcaires graveleux sont couronnés par une surface oxydée et glauconieuse correspondant à la condensation des zones à *Athleta*, *Lamberti*, *Mariae* et *Cordatum* (Bodeur *et al.*, 1992). Au-dessus, on trouve des marnes de l'Oxfordien moyen. Le Callovien inférieur et moyen n'est pas repéré dans cette zone.

Dans les sondages, il n'y a pas de datations précises sauf dans le sondage de Saint-Bauzille 1 où la présence de *Parapatoceras*, *Grossouvreia* sp. et *Macrocephalites* est pointée au-dessus de marnes rapportées au Bathonien.

Les étages post-Bathonien sont apparemment beaucoup plus complet dans le Bas-Languedoc en raison de milieux plus adaptés au développement des ammonites, surtout à l'est du Seuil Languedocien.

#### IV.5 - Comparaison avec le Bathonien d'autres bassins sédimentaires français

##### IV.5.1 - Le Quercy

Les Causses du Quercy, sur la bordure nord-orientale du Bassin d'Aquitaine, offrent à l'affleurement les terrains du Jurassique moyen et supérieur. Les séries carbonatées se sont déposées essentiellement dans des environnements margino-littoraux (Pélissié, 1982 ; Rey *et al.*, 1995 ; Pélissié et Astruc, 1996).

La série bathonienne est composée par les formations de Cajarc (Delfaud, 1969) et de Rocamadour (Delfaud, 1969). La Formation de Cajarc se subdivise en 5 membres (Cubaynes *et al.*, 1989) : les « Calcaires oolithiques et graveleux de Larnagol » (couronnés par la discontinuité D13, Bajocien supérieur), les « Calcaires massifs de la Bouye » (couronnés par la D14, passage Bajocien - Bathonien), les « Calcaires et marnes de la Bouye » (couronnés par la D15 et datés du Bathonien inférieur par *Burmirhynchia termierae*), les « Brèches et évaporites de Saint-Chels » (datées du Bathonien moyen par *Kallirhynchia concinna*) et les « Calcaires et marnes de Saint-Chels » (datés du Bathonien supérieur par *Meyendorffina bathonica*). Ce dernier membre est couronné localement par une discordance angulaire (D17). Elle scelle des fractures et s'accompagnent d'une diminution très sensibles des manifestations tectoniques et d'une homogénéisation des faciès à l'échelle du Quercy (Pélissié et Astruc, 1996).

La Formation de Rocamadour est subdivisée en 2 membres (Cubaynes *et al.*, 1989) : les « Calcaires massifs de Marcilhac » (attribués au Bathonien supérieur par la présence de *Burmirhynchia proteiformis* et de *Trocholina gigantea*) et les « Calcaires massifs de Cabrerets » (attribués au Callovien sur la base de la présence de *Praekurnubia crusei* ; Pélissié, 1982).

Par comparaison avec la série stratigraphique des Grands Causses et sur la base des rares datations ponctuelles en Quercy, on pourrait mettre en équivalence les « Calcaires à stipites » avec une partie des « Calcaires et marnes de la Bouye », les « Brèches et évaporites de Saint-Chels » et les « Calcaires et marnes de Saint-Chels ». La discontinuité majeure D17 correspondrait alors à la discontinuité karstique D5e qui sépare les « Calcaires à stipites » des « Dolomies II ». D17 dans le Quercy et D5e dans les Grands Causses marquent un ralentissement de l'activité tectonique et une homogénéisation de la subsidence (fig. 104).

Un problème réside dans la datation précise de cette discontinuité D17. Elle est en effet surmontée par des calcaires à *Burmirhynchia proteiformis* (Formation de Rocamadour) du Bathonien supérieur (zone à Retrocostatum). Dans les Grands Causses, des brachiopodes de même âge, *Burmirhynchia cf. thierachensis*, se situent sous la discontinuité D5e. Si les datations sont exactes, l'événement marqué par ces discontinuités est peut-être légèrement décalé dans le temps.

Dans le Quercy, le contrôle tectonique de la sédimentation se manifeste principalement au début du Jurassique moyen par la réactivation d'accidents hercyniens d'orientation variée (N20°, N110°, N120° et N150°) en lien direct avec le *riifting* de l'Atlantique central et de la Téthys ligure (Rey *et al.*, 1995). Cette phase distensive induit une morphologie en horsts et grabens et blocs basculés (Peybernès et Pélissié, 1985) principalement marquée durant l'Aalénien (Pélissié et Astruc, 1996 ; Lézin *et al.*, 1998). Cette morphologie s'accompagne d'une subsidence différentielle discrète dans le Quercy et beaucoup plus marquée dans les Grands Causses. La phase de subsidence différentielle localisée pouvant être rapportée à une subsidence tectonique au cours du Bathonien moyen dans les Grands Causses ne se marque pas dans le Quercy. La phase de subsidence généralisée débutée au passage Bathonien moyen - Bathonien supérieur dans les Grands Causses n'est réellement prononcée qu'à partir de la D17 dans le Quercy et donc au Bathonien supérieur (zone à Retrocostatum ?).

*On donc une réelle analogie entre les Grands Causses et le Quercy concernant l'évolution de la tectonique synsédimentaire et a fortiori de la subsidence. L'importante discontinuité D17 datée du Bathonien supérieur serait à corrélérer avec D5e dans les Grands Causses car elles marquent le ralentissement de l'activité tectonique, un régime de subsidence généralisée et une homogénéisation des faciès à l'échelle du Quercy et des Grands Causses (fig. 104).*

#### IV.5.2 - Le Seuil du Poitou

Le Seuil du Poitou fait le lien entre le Haut-fond Occitan au sud-est et le Haut-fond Armorican au nord-ouest. Il constitue également la zone d'échange entre le Bassin de Paris et le Bassin d'Aquitaine. En Poitou, deux grands domaines sont différenciés : le domaine pictave à l'est qui comprend une zone interne, une partie médiane à hydrodynamisme épisodiquement élevé et une auréole externe ouverte sur le milieu marin franc (région de Poitiers), et, à l'ouest, un domaine de plate-forme externe vendéo-charantais (Gonnin *et al.*, 1994).

Gonnin *et al.* (1994) identifient 5 séquences de dépôt bathoniennes (*sensu* Vail *et al.*, 1987) du Bathonien inférieur au Bathonien supérieur (BT1 à BT5). Les 5 séquences sont présentes sur tout le domaine étudié montrant simplement des variations d'épaisseurs entre le domaine proximal du haut-fond et le domaine de plate-forme externe vendéo-charantais. Ils intègrent les séquences BT2 à BT 5 dans une phase transgressive du second ordre après une légère progradation de BT1 et de la base de BT2. Cette phase transgressive datée du début du Bathonien moyen jusqu'au Bathonien supérieur se traduit par une accumulation importante de sédiments sur les parties proximale et médiane du haut-fond et par un amincissement en domaine distal. Une phase régressive intervient au Bathonien terminal avec le décalage des dépôts vers l'ouest.

*Même si, dans cet exemple, la sédimentation est essentiellement contrôlée par les variations eustatiques, on constate néanmoins une rétrogradation puis une aggradation des*

dépôts (Bathonien moyen et supérieur) sur le haut-fond pictave qui pourraient être corrélées à la phase de subsidence généralisée enregistrée dans les Grands Causses (fig. 104). Cette région enregistre donc mal les effets de l'ouverture de l'océan liguro-piémontais puisque intégrée à la marge passive de l'Atlantique central.

#### IV.5.3 - Le Seuil Ariégeois

Dans les Pyrénées Centrales et Orientales, des reconstitutions (Peybernès, 1976 ; Peybernès et Pélissié, 1985) révèlent une morphologie en blocs basculés s'articulant sur un horst central complexe, le Seuil Ariégeois, prolongé en Catalogne espagnole par le Seuil du Sègre (Peybernès et Pélissié, 1985). Les dépôts du Dogger, presque exclusivement carbonatés, y sont peu épais et entrecoupés d'importantes lacunes stratigraphiques (Peybernès, 1991). Six séquences de dépôt y ont été identifiées ; elles se répartissent en deux groupes de séquences : 4 séquences *synrift* et 2 séquences *postrift* (Peybernès, 1991).

Les 3 premières séquences *synrift* s'étendent du Toarcien terminal au Bajocien. La quatrième est datée du Bathonien moyen et représentée par des calcaires ferrugineux à brachiopodes (*Burmirhynchia turgida* dans les Corbières ; Almeras et Peybernès, 1979) ou par des calcaires et marnes ligniteuses à ostracodes et charophytes. Cette séquence repose jusque sur des terrains anté-toaciens dans l'axe du seuil central et couronnée par une discordance.

Le groupe des deux séquences *postrift* s'étage du Bathonien terminal au Callovien supérieur. La séquence bathonienne repose sur des termes jurassiques variés jusqu'à l'Hettangien. Elle est représentée par des calcaires massifs à *Ataxella occitanica* (Bathonien) puis à *Kurnubia palastiniensis* (Callovien). La discontinuité majeure précitée ne se marque pas dans les calcaires à microfilaments du Pays Basque et, en Catalogne, correspond à des lacunes décelées aux abords de la vallée du sègre (Peybernès et Pélissié, 1985).

*En Ariège, le Bathonien inférieur est absent et les premiers gradins du Seuil Ariégeois supportent des calcaires à B. turgida du Bathonien moyen comme dans les Grands Causses. La séquence sus-jacente identifiée dans les Pyrénées est datée du Bathonien terminal et pourrait correspondre aux « Dolomies II » des Grands Causses. La discontinuité majeure (D2 in Peybernès et Pélissié, 1985) marque le passage à une subsidence généralisée et correspondrait aux discontinuités D5e dans les Grands Causses et D17 dans le Quercy (fig. 104).*

#### IV.5.4 - La Bordure Ardéchoise

Les données exposées ici sont essentiellement extraites d'une publication concernant l'évolution de la marge occidentale du Bassin Subalpin au cours du Trias et du Jurassique (Razin *et al.*, 1996).

Les terrains mésozoïques ardéchois affleurent sur une bande orientée SW-NE sur la bordure sud-est du Massif Central et sont les témoins de la paléomarge occidentale du Bassin Sub-alpin dont l'évolution est directement liée à l'ouverture de la Téthys ligure.

Les séries du Lias-Dogger montrent d'importantes variations d'épaisseur et de nombreuses discontinuités qui traduisent une évolution où une activité tectonique intense alterne avec des phases de calme relatif (Razin *et al.*, 1996).

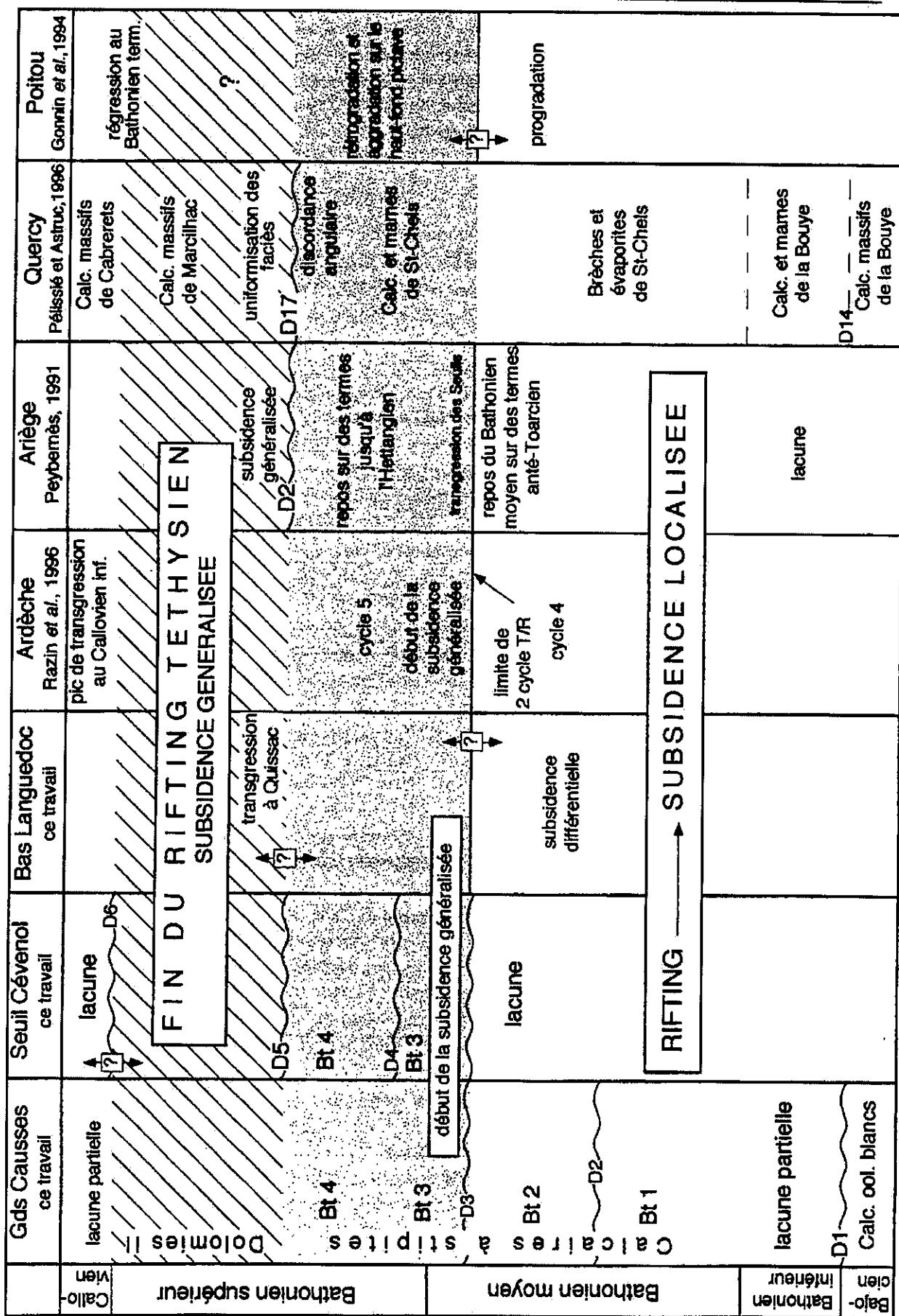


fig. 104 : Corrélations des grands événements stratigraphiques et géodynamiques au cours du Bathonien entre la région étudiée et les régions voisines (Ardèche, Ariège, Quercy et Poitou).

Concernant le Bathonien, Razin *et al.* (1996) le situent à la charnière de deux cycles stratigraphiques majeurs : le cycle Aalénien supérieur - Bathonien moyen et le cycle Bathonien moyen - Callovien moyen.

L'analyse des cycles du Trias et du Jurassique permet de reconstituer l'évolution tectono-sédimentaire de la marge ardéchoise.

La période bathonienne qui nous concerne est donc située « à cheval » sur deux grandes phases de l'évolution de la marge ardéchoise. Il s'agit de la fin de la *phase de rifting*, qui s'étend du Sinémurien inférieur au Bathonien moyen, et du début de la *phase de subsidence généralisée* de la marge qui intervient après le Bathonien moyen.

Le Bathonien inférieur et moyen est inscrit dans la phase régressive du cycle Aalénien supérieur - Bathonien moyen (cycle 4) dont la limite supérieur a été assimilée à une « *break-up unconformity* » marquant le relais des processus tectoniques de *rifting* par les phénomènes de subsidence généralisée de la marge téthysienne (Jacquin *et al.*, 1994 ; Razin *et al.*, 1996).

Cette discontinuité reste discrète mais le changement de régime de subsidence se traduit par l'*onlap* des dépôts du Bathonien supérieur et la fossilisation du compartiment ouest de la faille d'Uzer.

La phase de subsidence généralisée débute donc à la fin du Bathonien moyen et se traduit par une importante transgression (dépôts argilo-carbonatés de plate-forme distale). Cette subsidence généralisée reste toutefois hétérogène jusqu'au maximum de transgression du Callovien inférieur. Des failles continuent de fonctionner durant le Bathonien supérieur et jusqu'au début du Callovien inférieur.

*Sur cette marge, dont l'évolution tectono-sédimentaire est directement en relation avec le rifting de la Téthys ligure, on constate de grandes analogies avec les Grands Causses concernant le Bathonien. Nous avons en effet dans les deux cas des datations précises du changement de régime de subsidence. Celui-ci a été constaté dans les Grands Causses et sur la marge ardéchoise à la fin du Bathonien moyen (fig. 104). Au Bathonien supérieur, la subsidence généralisée reste hétérogène par le jeu de quelques failles provoquant des émergences (Seuil Cévenol) et des variations d'épaisseurs des séries (Grands Causses et Ardèche).*

*Même si les contrôles de la sédimentation sont différents en fonction des régions, la période bathonienne a enregistré trois événements majeurs dont l'analyse a permis de proposer une reconstitution de ce segment de la marge ouest-téthysienne (fig. 105) :*

*1) Le premier constitue une phase de rifting en relation directe avec l'ouverture de la Téthys ligure qui met en place une sédimentation sous le contrôle d'une subsidence tectonique. Celle-ci est enregistrée au cours du Bathonien inférieur et moyen ;*

*2) Le deuxième événement est marqué par le début de la transgression des seuils ou haut-fonds engendrée par le début de la phase de subsidence thermique qui annonce la fin du rifting téthysien (sommet du Bathonien moyen) ;*

*3) Le troisième événement est la période de subsidence thermique induite par la fin du rifting téthysien. Cette phase conduit à une uniformisation des faciès (Seuil Cévenol, Grands Causses, Quercy et Ariège) ou à la transgression marine des seuils (Seuil languedocien et bordure ardéchoise).*

*De nombreuses discontinuités marquent le passage entre le deuxième et le troisième événement (D5e sur le Seuil Cévenol, D17 dans le Quercy, D2 en Ariège) qui est daté du Bathonien supérieur (zone à *Retrocostatum*).*

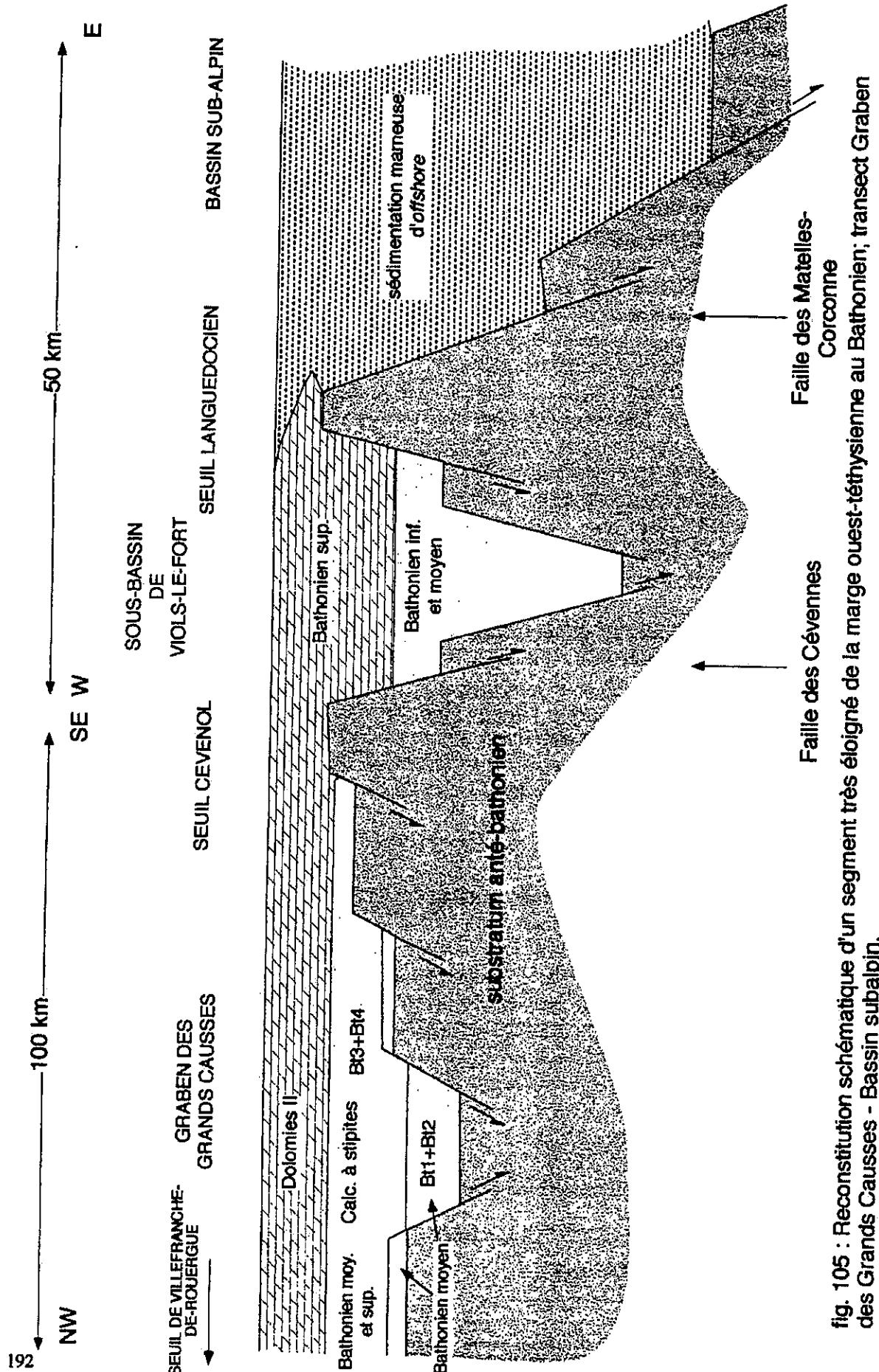


fig. 105 : Reconstitution schématique d'un segment très éloigné de la marge ouest-téthysienne au Bathonien; Bassin subalpin des Grands Causses - Bassin subalpin.

*Chapitre V*  
*Répartition des faciès et des*  
*paléoenvironnements dans les*  
*« Calcaires à stipites »*

<b>CHAPITRE V : Répartition des faciès et des paléoenvironnements dans les « Calcaires à stipites ».</b>	<b>195</b>
<b>V.1 - Méthode d'étude</b>	<b>195</b>
<b>V.2 - Résultats</b>	<b>201</b>
V.2.1 - 1 <sup>ère</sup> analyse : répartition des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base dans les cycles haute fréquence sur l'ensemble de la coupe.	201
V.2.2 - 2 <sup>ème</sup> analyse : Répartition des faciès dans les cycles haute et basse fréquence de variation du niveau de base	207
• Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif et régressif	207
• Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif	208
• Distribution des faciès en phase de chute du niveau de base	208
• Résultats concernant les autres coupes	211

## CHAPITRE V : Répartition des faciès et des paléoenvironnements dans les « Calcaires à stipites ».

Ce chapitre est consacré à l'étude de la répartition des différents faciès observés sur les coupes les plus complètes du Graben des Grands Causses, à l'intérieur des séquences élémentaires et des séquences de dépôt. L'objectif est de déterminer l'influence du contrôle stratigraphique sur le développement des faciès et des paléoenvironnements.

L'étude est basée sur la reconnaissance des faciès puis des paléoenvironnements sur les coupes de référence des Vignes, Millau, La Canourgue, Le Mayrial et Puncho d'Agast qui ont pu être subdivisées en séquences élémentaires traduisant la variation du niveau de base. Ces séquences élémentaires regroupées en séquences de dépôt ont été corrélées grâce à des datations fournies par les brachiopodes et les foraminifères benthiques. Les résultats seront comparés coupe par coupe ; on essayera ainsi de dégager les lois dans la répartition des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base. Les observations concernant des variations de répartition dans l'espace demeurent difficiles à cause des phénomènes d'autocyclicité qui rendent problématique les corrélations de haute résolution. Seules des conclusions concernant la répartition des faciès et des paléoenvironnements dans les séquences de dépôt seront émises pour des variations de partage dans l'espace.

### V.1 - Méthode d'étude

La méthode utilisée ici, et défini pour la première fois, est basée sur la reconnaissance et le recensement des différents faciès antérieurement décrits (faciès I à XIV, cf. Chapitre II) dans chaque séquence élémentaire en fonction des phases de montée ou de baisse du niveau de base. Cette étape intervient donc après la caractérisation des séquences élémentaires.

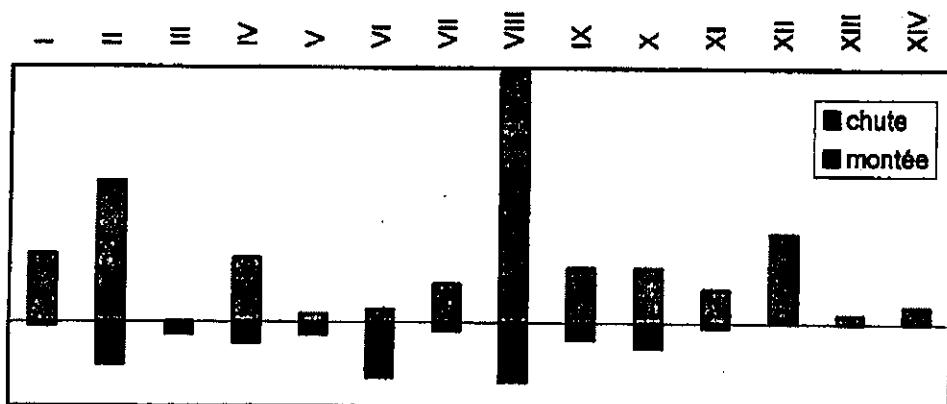
Étape 1 : Pour chaque séquence élémentaire, c'est la succession des faciès qui est observée en attribuant le chiffre 1 pour le premier faciès rencontré, le chiffre 2 pour le deuxième, etc. Les résultats sont reportés dans des tableaux (tab. 1 et annexes 20 à 32) en distinguant les faciès appartenant à une phase de montée et les faciès appartenant à une phase de chute du niveau de base (en grisé dans la première ligne du tableau). Dans le tableau, une séquence élémentaire comportant une seule phase de montée est indiquée par une case blanche et une séquence élémentaire comportant les deux phases ou une seule phase de chute est indiquée par une case grisée.

faciès	Les Vignes	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7
I	lignite	1		2	2			1
II	argiles		1	35		2	1	12
IV	laminites							
IV	laminites ostrac							
VI	mic. bird's eyes							
VII	biomic. Ostrac. racines	3						3

VIII	dolomie	8	2	4	1	4	1
IX	micrite	2	4	1	13	4	4
IX	biomicrite						
X	biomic. brachio.						
X	pelmicrite					2	
XI	pelmicrosparite	5					
XII	copelsparite	7	3	7		5	5
XIII	biomic. spicules						
	bioturb.						
	Surf. irrégulière						
	Surf. Perforée						
	galets					6	3
	brachiopodes						

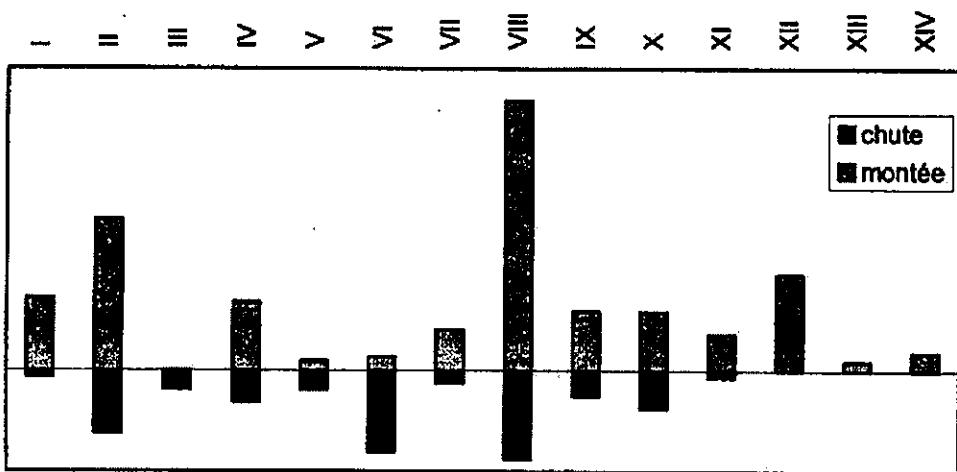
Tab. 1 : extrait du tableau de succession des faciès dans les séquences élémentaires de la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes (tableau complet annexes 27 à 30).

Étape 2 : L'étape suivante est le dénombrement sur l'ensemble de la coupe du nombre de présence pour chaque faciès pour les phases de montée puis pour les phases de chute du niveau de base. Cette étape a pour but d'observer quels sont les faciès qui se développent en phase de montée et en phase de chute dans les séquences élémentaires. On obtient un graphique (graph. 1) sous forme d'histogramme avec pour abscisse les quatorze faciès (I à XIV) et, en ordonnée, le nombre de présence pour chaque faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base. Dans cette analyse, l'épaisseur de chaque faciès n'est pas prise en compte.



Graph. 1 : nombre de présence pour tous les faciès (I à XIV en abscisse) en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes.

Dans ce type de représentation, les résultats sont faussés si le nombre de phases de montée et de chute enregistrant les faciès n'est pas le même. On effectue donc une correction sur les nombres de présence de chaque faciès en les ramenant à un nombre égal de phases de montée et de chute sur l'ensemble de la coupe pour obtenir un second histogramme (graph. 2).



Graph. 2 : nombre de présence (ramené à un nombre égal de phases de montée et de chute) pour tous les faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes.

Étape 3 : Sur la même coupe, on se consacre maintenant à l'observation des faciès dans les demi-cycles transgressif et régressif pour chaque séquence de dépôt. Pour cette étape et pour les suivantes, on réalise un tableau par séquence de dépôt ou groupe de séquences de dépôt en notant le nombre de présence de chaque faciès dans le demi-cycle transgressif et dans le demi-cycle régressif en distinguant le nombre de présences en phase de montée et le nombre de présence en phase de chute dans les séquences élémentaires (tab. 2).

Bt1	demi-cycle T		demi-cycle R		
	faciès	montée	chute	montée	chute
I		4	0	3	0
II		8	0	2	1
III		0	0	0	0
IV		1	0	0	1
V		0	0	0	0
VI		0	1	0	1
VII		1	0	1	0
VIII		9	0	4	2
IX		3	0	0	0
X		1	0	1	0
XI		1	0	0	0
XII		5	0	0	0
XIII		0	0	2	0
XIV		0	0	0	0

Tab. 2 : nombre de présence des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes.

Grâce à ce tableau (tab. 2), on voit par exemple que le faciès I (lignites) est présent 4 fois en phase de montée dans le demi-cycle transgressif de la séquence Bt 1 et que le faciès VIII (micrite) est présent 2 fois en phase de chute dans le demi-cycle régressif de la séquence Bt 1.

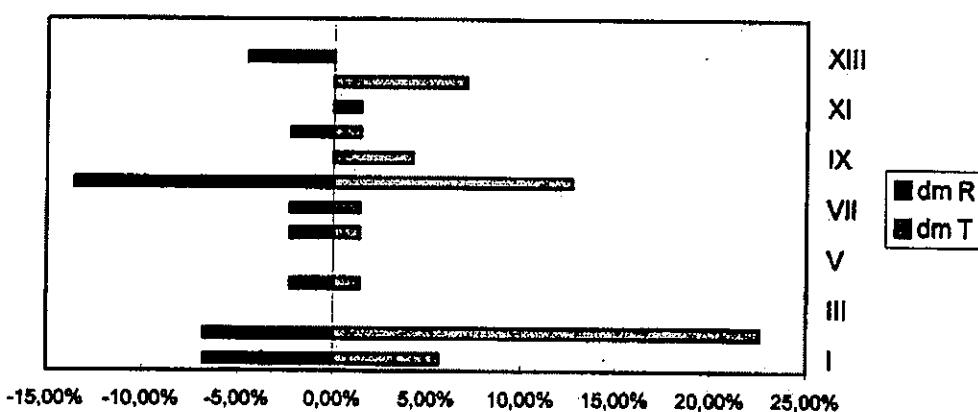
Pour que la représentation des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de montée ou de chute du niveau de base soit objective, on effectue une correction en ramenant le comptage à une séquence élémentaire. En effet, un faciès est compté en plus grand nombre quand un demi-cycle comporte plus de séquences élémentaires. Si un faciès x est compté une fois dans le demi-cycle T qui comprend 4 séquences élémentaires, on obtient donc une présence de  $1/4 = 0.25$ .

Dans la séquence Bt 1, le demi-cycle transgressif comporte 8 séquences élémentaires et le demi-cycle régressif en comporte 5. On obtient donc le tableau suivant (tab. 3)

Bt1	demi-cycle T		demi-cycle R		
	faciès	montée	chute	montée	chute
I		0,50	0,00	0,60	0,00
II		2,00	0,00	0,40	0,20
III		0,00	0,00	0,00	0,00
IV		0,13	0,00	0,00	0,20
V		0,00	0,00	0,00	0,00
VI		0,00	0,13	0,00	0,20
VII		0,13	0,00	0,20	0,00
VIII		1,13	0,00	0,80	0,40
IX		0,38	0,00	0,00	0,00
X		0,13	0,00	0,20	0,00
XI		0,13	0,00	0,00	0,00
XII		0,63	0,00	0,00	0,00
XIII		0,00	0,00	0,40	0,00
XIV		0,00	0,00	0,00	0,00

Tab 3 : nombre de présence, pour une séquence élémentaire, des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes.

Pour obtenir la répartition des faciès en fonction des demi-cycle transgressif ou régressif, il suffit de faire un pourcentage sur le total des faciès présents et la représentation est toujours sous la forme d'un histogramme (graph. 3).



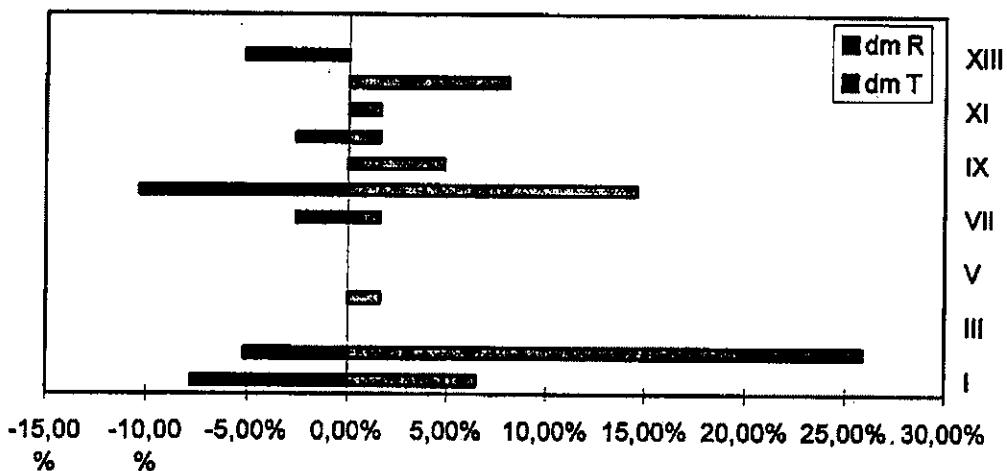
Graph. 3 : répartition des faciès (en ordonnée) en fonction des demi-cycle transgressif (dm T) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 aux Vignes.

Étape 4 : Cette étape a pour but de visualiser la répartition des faciès présents en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif dans une séquence de dépôt ou groupement de séquences de dépôt. Nous tenons compte toujours du nombre de présences de chaque faciès ramené à une séquence élémentaire (tab. 3) pour obtenir le pourcentage du nombre de présence de chaque faciès en phase de montée dans le demi-cycle transgressif puis dans le demi-cycle régressif. Le pourcentage est donc le rapport entre le nombre de présence du faciès et le nombre total de présence de tous les faciès en phase de montée uniquement (tab. 4).

faciès	montée	
	dm T	dm R
I	6,47%	-7,76%
II	25,87%	-5,17%
III	0,00%	0,00%
IV	1,62%	0,00%
V	0,00%	0,00%
VI	0,00%	0,00%
VII	1,62%	-2,59%
VIII	14,55%	-10,35%
IX	4,85%	0,00%
X	1,62%	-2,59%
XI	1,62%	0,00%
XII	8,09%	0,00%
XIII	0,00%	-5,17%
XIV	0,00%	0,00%

tab. 4 : pourcentage de la répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes.

La représentation de ces résultats se fait par un histogramme (graph. 4) avec les faciès en ordonnée et les pourcentages de présence de chaque faciès en abscisse.



Graph. 4 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 1 au Vignes.

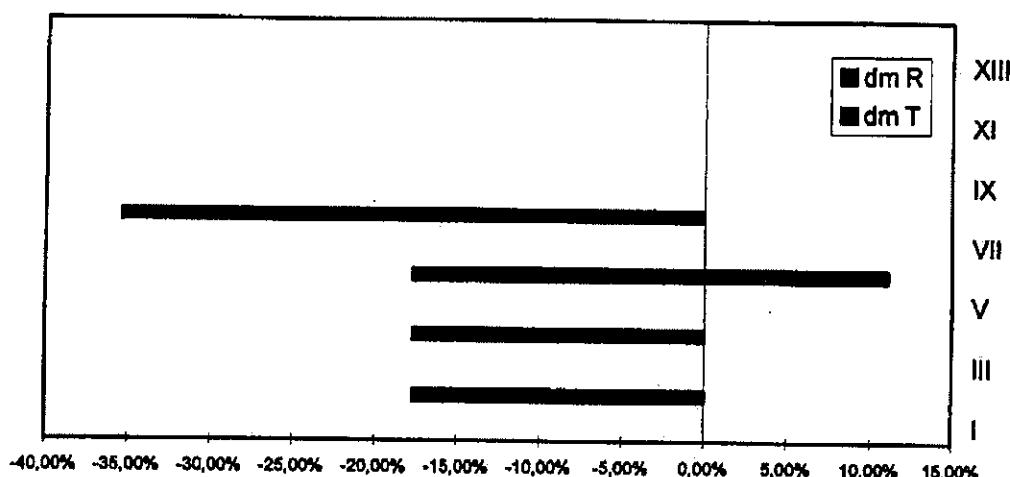
Étape 5 : La démarche employée lors de cette étape est identique à celle de l'étape 4 puisqu'on analyse la répartition des faciès uniquement en phase de chute du niveau de base en

fonction des demi-cycles transgressif et régressif. Le pourcentage du nombre de présence de chaque faciès en phase de chute dans le demi-cycle transgressif puis dans le demi-cycle régressif est reporté dans un tableau identique au tableau 3 (tab. 5).

faciès	chute	
	dm T	dm R
I	0,00%	0,00%
II	0,00%	-17,70%
III	0,00%	0,00%
IV	0,00%	-17,70%
V	0,00%	0,00%
VI	11,06%	-17,70%
VII	0,00%	0,00%
VIII	0,00%	-35,40%
IX	0,00%	0,00%
X	0,00%	0,00%
XI	0,00%	0,00%
XII	0,00%	0,00%
XIII	0,00%	0,00%
XIV	0,00%	0,00%

Tab. 5 : pourcentage de la répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes.

La représentation des résultats se fait également sous la forme d'un histogramme (graph. 5) avec les faciès en ordonnée et les pourcentage de présence de chaque faciès en abscisse.



Graph. 5 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 1 aux Vignes.

Cette méthode a été appliquée sur les coupes les plus complètes où le découpage en séquences élémentaires puis en séquences de dépôt fut possible. Les coupes présentant les meilleures dispositions sont donc les coupes des Vignes, La Canourgue, Millau, Puncho d'Agast et Le Maynial.

## V.2 - Résultats

La coupe des Vignes est prise comme référence car elle présente une série épaisse et continue, et la plus grande diversité des faciès. C'est aussi là où les quatre séquences de dépôt ont été successivement repérées (Bt 1 à Bt 4).

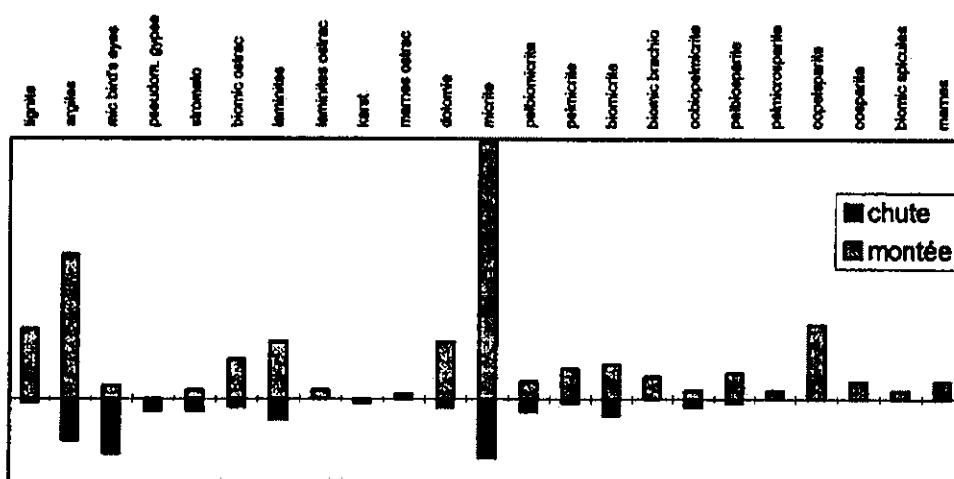
### V.2.1 - 1<sup>re</sup> analyse : répartition des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base dans les cycles haute fréquence sur l'ensemble de la coupe.

Le graphique 2 représente cette répartition pour la coupe des Vignes. On constate tout d'abord que tous les faciès répertoriés précédemment (cf. chap. II) sont présents (faciès I : lignite, II : argiles, III : pseudomorphoses de minéraux évaporitiques, IV : laminites, V : lamination stromatolithiques, VI : micrite à *bird's eyes*, VII : biomicrite à ostracodes et charophytes, VIII : micrite, IX : biomicrites à biophase exclusivement marine, X : calcarénites à dominante micritique, XI : calcarénites ou calcisiltites à pellets, XII : calcarénites à dominante oolithique, XIII : biomicrites à microfilaments et spicules et XIV : marnes à brachiopodes). La représentativité des faciès étant matérialisée par la taille des barres de l'histogramme, on constate que la diversité des faciès est beaucoup plus importante dans les phases de montée que dans les phases de chute du niveau de base dans les séquences élémentaires.

En phase de montée du niveau de base, 13 faciès sur 14 sont présents alors qu'en phase de chute 11 faciès sont représentés avec des valeurs beaucoup plus faibles. Les faciès les plus distaux (faciès XI, XII, XIII et XIV) sont présents presque exclusivement en phase de montée.

En phase de chute, le diversité des faciès est plus faible et les faciès en présence sont différents avec dominance de micrite à *bird's eyes*, pseudomorphoses de minéraux évaporitiques et stromatolithes, c'est-à-dire des faciès de milieux plus proximaux.

Sur les autres coupes, nous obtenons les mêmes types de résultats avec une plus grande diversité de faciès en phase de montée et une domination des faciès de milieux proximaux en phase de chute du niveau de base. Cette constatation est d'autant plus flagrante lorsque les faciès ne sont pas regroupés sous les quatorze types (graph. 6).



Graph. 6 : nombre de présence de chaque faciès (non regroupé) en fonction des phases de montée et de chute sur l'ensemble de la coupe des Vignes.

On constate aussi sur les coupes de Millau (graph. 7), Le Maynial (graph. 8) et La Canourgue (graph. 9) l'absence totale des faciès I et II (lignites et argiles) en phase de chute du niveau de base.

Pour la coupe de La Canourgue (graph. 9), le graphique obtenu est un peu différent. En effet, on observe le développement des faciès I et II (lignites et argiles) en phase de montée du niveau de base et le développement des faciès VIII à XII aussi bien en phase de montée qu'en phase de chute du niveau de base. En revanche, les faciès III, V, VI et VII ne sont absolument pas représentés ici. Cette observation peut s'expliquer par le fait que le comptage des faciès a été effectué uniquement sur la première séquence de dépôt Bt 1. D'autre part, la relative forte représentativité des faciès IX à XII en phase de chute est certainement en rapport avec une augmentation du niveau de base plus importante qui permet aux faciès les plus distaux de s'enregistrer en phase de chute. Ce phénomène peut s'observer aussi à Millau (graph. 7) où le faciès XII est présent en phase de chute. Ce faciès s'est déposé à la suite de l'inondation maximale de la séquence Bt 1 représentée par le faciès XIV et de ce fait lors d'une chute du niveau de base de la séquence élémentaire.

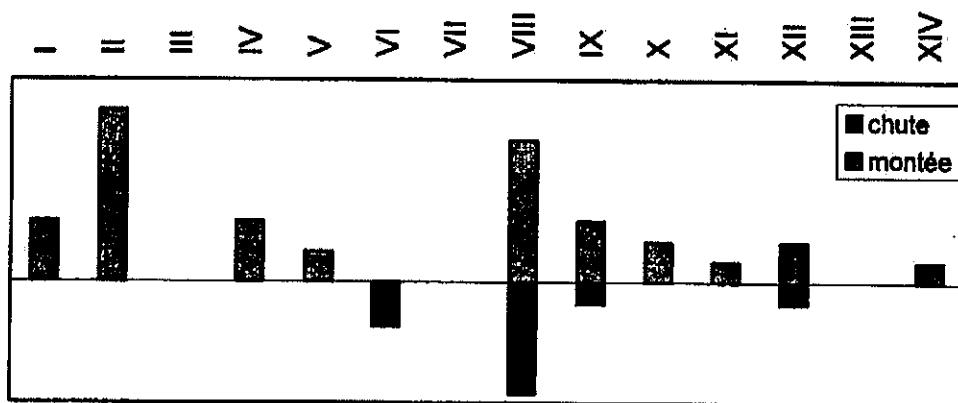
**Conclusion :** A la suite de ces observations, on pourrait envisager la distinction de deux diagrammes de substitution latérale de faciès (déjà évoqué par Fürsich *et al.*, 1994) en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base (fig. 106 et 107).

1) En effet, en phase de montée du niveau de base, on constate la plus grande diversité des faciès avec des faciès de milieu lacustre ou lagunaire (environnement de *Backshore*) dominants sur les faciès de milieu intertidal (environnement de *Foresore*). Les faciès de lagon sont bien représentés (environnement de *Shoreface* supérieur). Le profil de dépôt envisagé (fig. 108) dans ce cas montre un environnement de *Backshore* de taille importante parcouru par des lacs, des lagunes et des marais, un environnement de *Foresore* restreint avec des lagunes ouvertes sur le lagon (*Shoreface* supérieur). L'environnement de *Shoreface* inférieur est représenté par des cordons sableux oolithiques (faciès XI et XII). L'environnement d'*Offshore* supérieur est rarement représenté que par les faciès XIII et XIV.

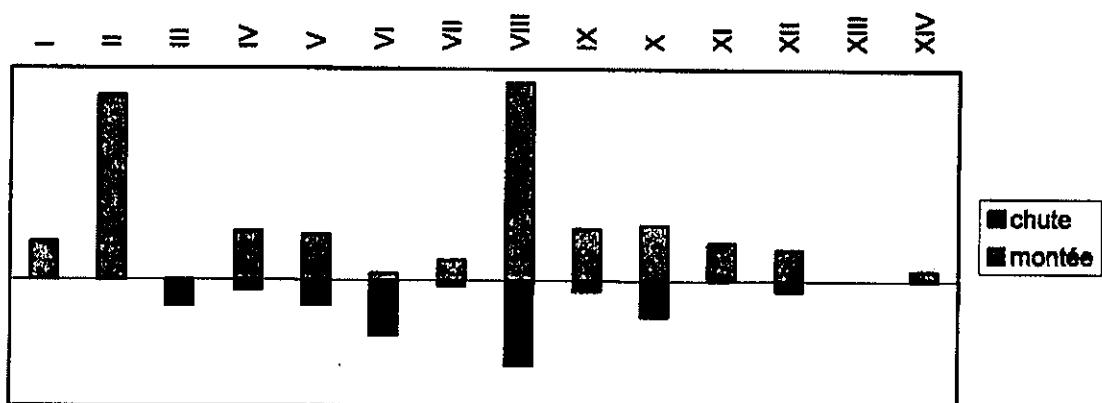
On remarque, dans ce type de profil, un environnement de *Backshore* très développé où se déposent principalement des lignites et des argiles à ostracodes et charophytes. La plupart des ostracodes sont par ailleurs d'origine lacustre et indiquent dans ce domaine une influence d'eau douce très importante par arrivée sous forme de précipitations ou par les rivières. L'abondance des lignites confirme cet argument puisque des *conditions climatiques humides* sont nécessaires au développement de la végétation dans ce domaine (Wright, 1984).

2) En phase de chute du niveau de base, on constate, à l'opposé des phases de montée, une diversité de faciès plus faible avec une prédominance des faciès représentant l'environnement de *Foresore*. Ces faciès sont des micrites à *bird's eyes*, des micrites à pseudomorphoses de minéraux évaporitiques, des laminites, des lames stromatolithiques, des calcaires *grainstone* à oolithes supratidales (oolithes de type C), des chenaux... Les faciès du *Shoreface* supérieur sont encore bien représentés alors que les faciès I et II disparaissent.

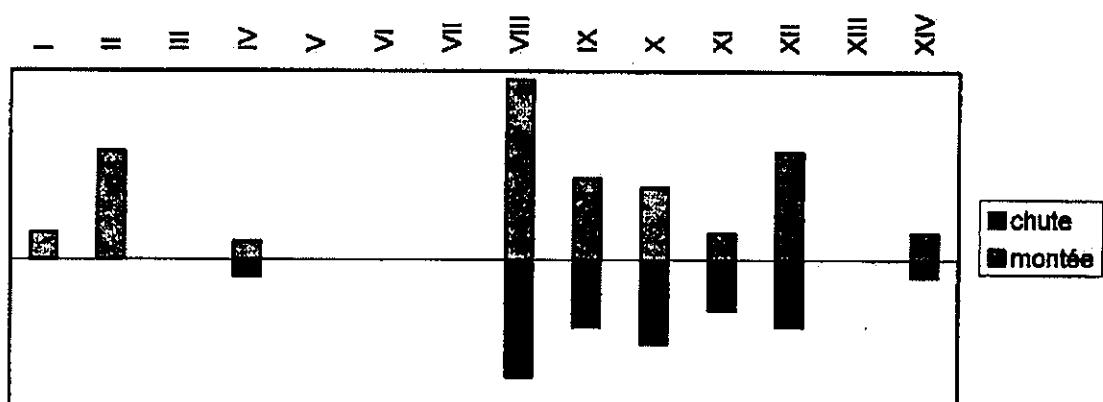
Le profil de dépôt qui se dégage de ces observations (fig. 109) montre un environnement de *Foresore* à *Backshore* beaucoup plus développé que dans le cas précédent avec des faciès se développant sous des *conditions climatiques beaucoup plus arides*. Il y a en effet disparition des lignites et des argiles à ostracodes qui matérialisaient une zone lacustre ou marécageuse. On voit plutôt le développement d'une zone à faible topographie parcourue par des chenaux et souvent émergée. Cette zone pourrait s'apparenter à une *sabkha* en arrière



Graph. 7 : répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de Millau.



Graph. 8 : répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe du Maynial.



Graph. 9 : répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de La Canourgue.

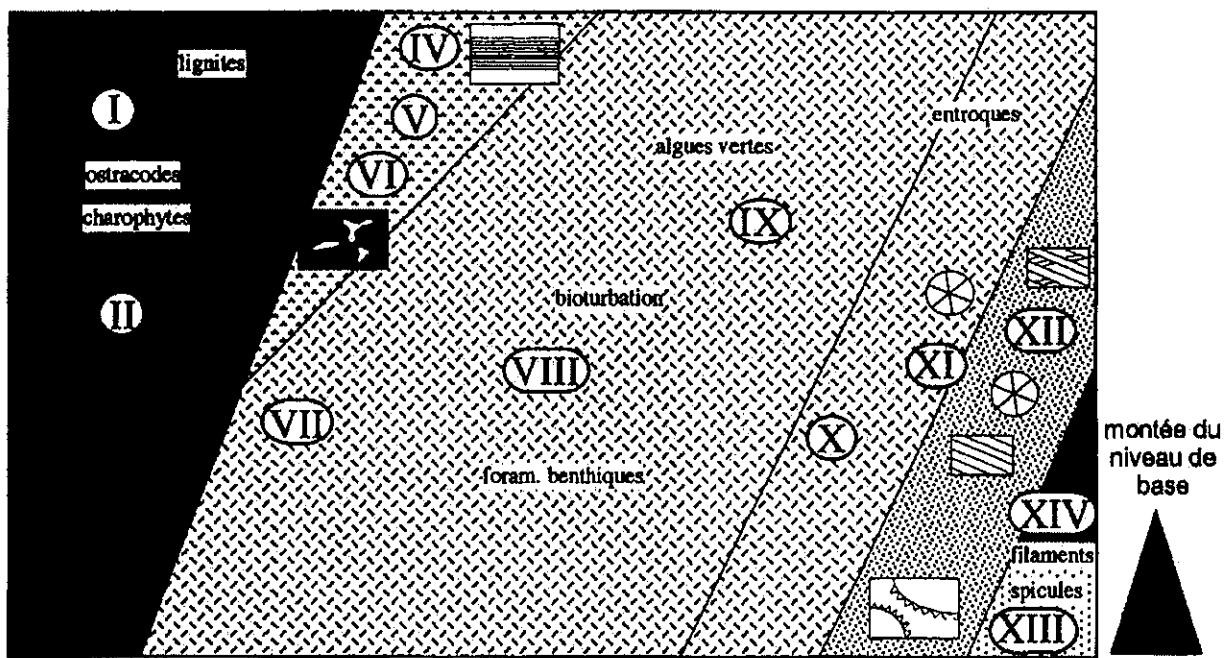


fig. 106 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de montée du niveau de base haute fréquence.

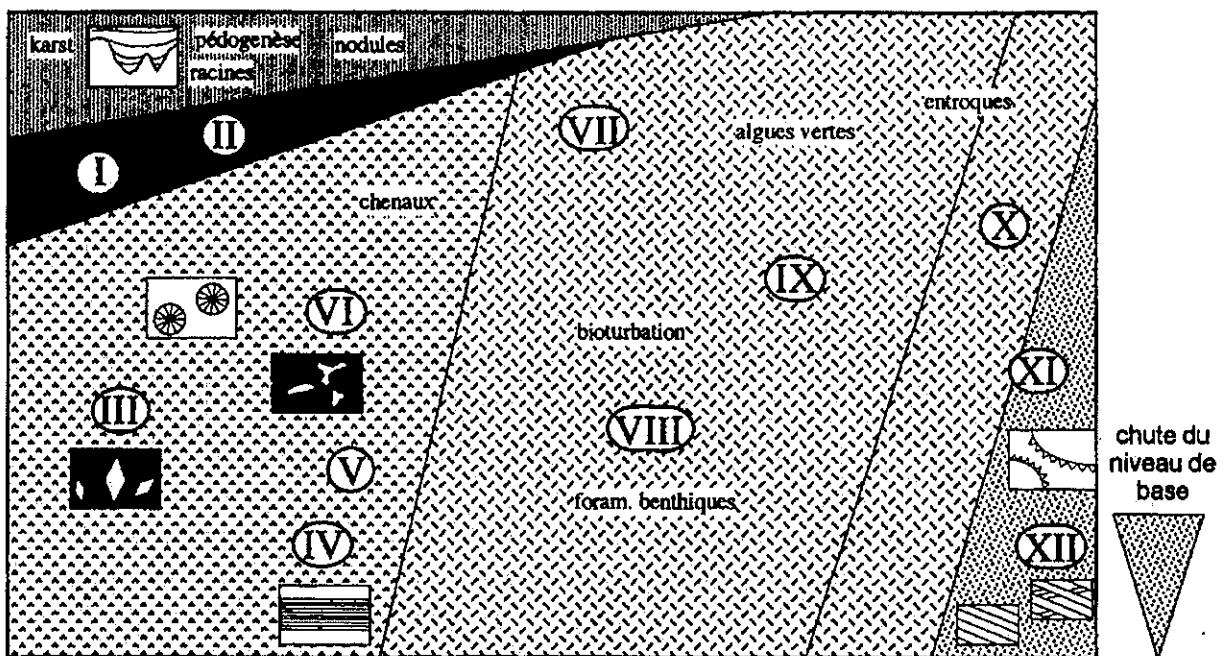


fig. 107 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de chute du niveau de base haute fréquence.

	karst		stratifications obliques
	laminites mécaniques ou stromatolithiques		pseudomorphoses de minéraux évaporitiques
	bird's eyes		ciment fibreux isopaque
	oolites de type C		Faciès

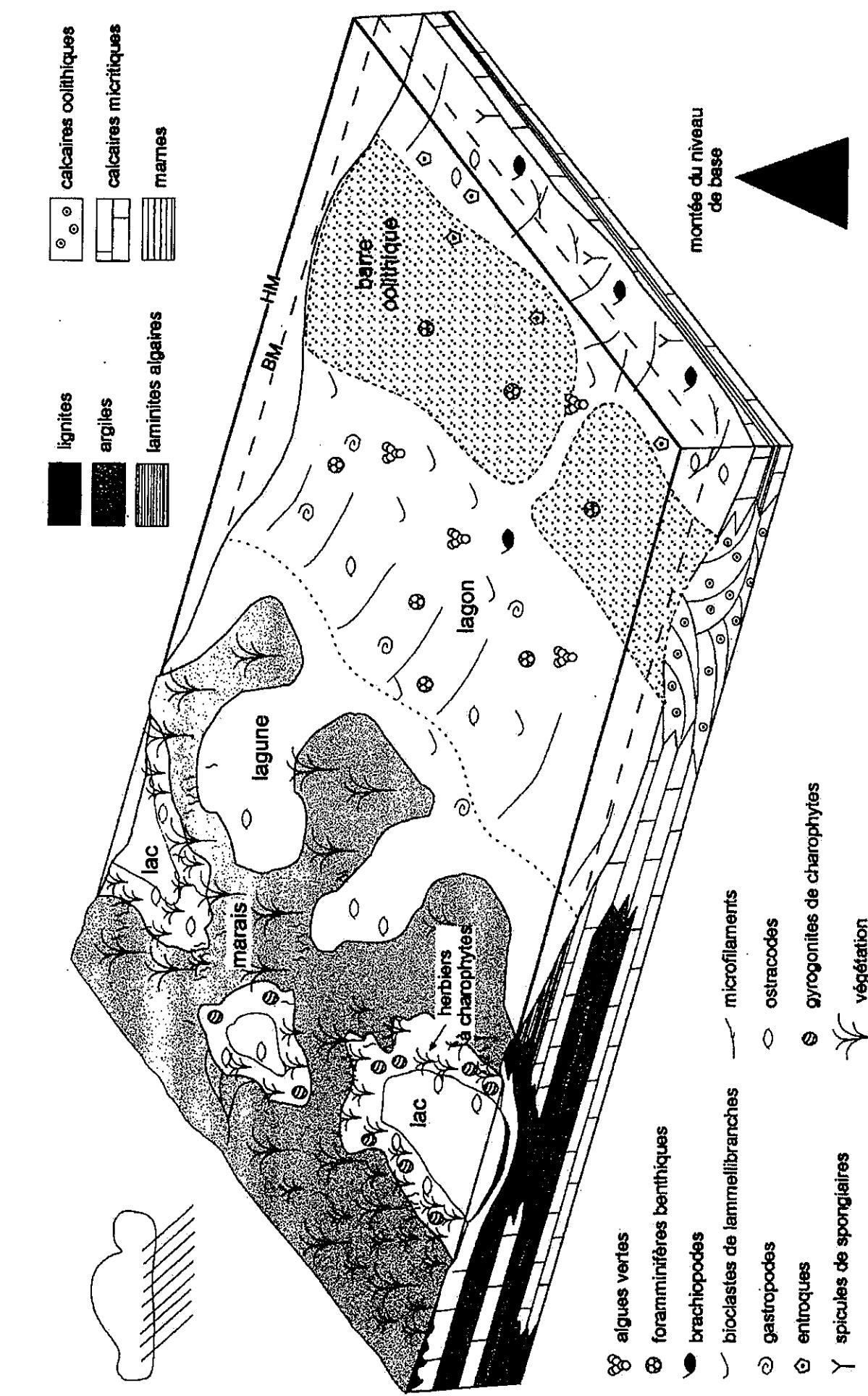


fig. 108 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenviroenments sur une séquence-paysage virtuelle en phase de montée du niveau de base haute fréquence.

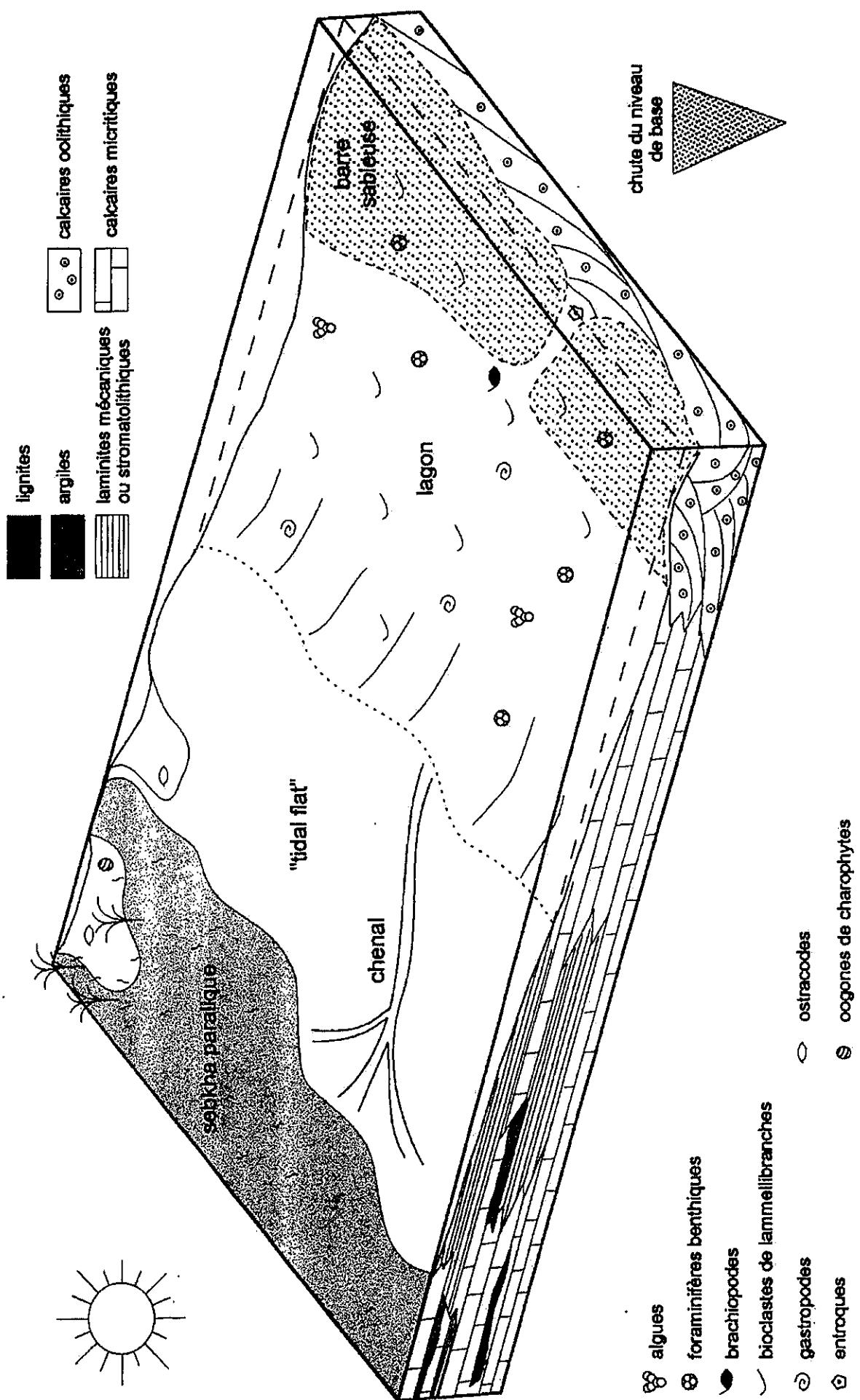


fig. 109 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenvironnements sur une séquence-paysage virtuelle en phase de chute du niveau

d'un lagon comparable à celle d'Abu Dhabi en bordure du Golfe Persique (Purser, 1983). Les conditions climatiques agissant sur la sédimentation apparaissent complètement opposées en phase de chute du niveau de base dans les séquences élémentaires. Dans les environnements de *Shoreface* supérieur et inférieur, on retrouve les mêmes faciès alors que l'environnement d'*Offshore* supérieur n'est plus représenté.

**On note donc une modification du profil de dépôt quand on passe d'une phase de montée à une phase de chute du niveau de base qui est en relation avec des variations de conditions climatiques.**

**La montée du niveau de base s'accompagne de conditions climatiques humides et la chute du niveau de base de conditions arides.**

Rankey (1997) établit une corrélation entre les variations du niveau marin relatif et les conditions climatiques. En période de haut niveau marin relatif et en début de baisse, les conditions climatiques sont saisonnières avec d'importantes périodes humides. En période de bas niveau marin relatif, les conditions climatiques sont arides. En période de montée du niveau marin relatif, le climat devient moins aride. Dans notre cas, la montée du niveau de base qui traduit la montée du niveau marin relatif engendre la transgression du domaine supratidal à continental émergé. Les terres émergées et colonisées par la végétation sont alors inondées. Le premier dépôt transgressif est donc représenté par les lignites suivis des argiles.

#### V.2.2 - 2<sup>ème</sup> analyse : Répartition des faciès dans les cycles haute et basse fréquence de variation du niveau de base

Celle-ci consiste à établir la répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif dans chaque séquence de dépôt ou dans des groupements de séquences de dépôt et répartition des faciès en phase de montée puis en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif.

##### **• Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif et régressif**

● Pour la coupe des Vignes, coupe de référence, reprenons le graphe 3 concernant la répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif et régressif dans la séquence Bt 1. Celui-ci montre une représentation différente des faciès dans les demi-cycles. On note une diversité plus grande des faciès dans le demi-cycle transgressif avec un développement important du faciès II et l'absence des faciès III, V et XIV. Certains faciès (IX, XI) sont présents dans un seul des demi-cycles alors que les faciès I et VIII présentent une proportion égale dans l'un ou l'autre des demi-cycles. Des remarques du même ordre peuvent être faites pour les séquences Bt 3 (graph. 10) et Bt 4 (graph. 11) sur la coupe des Vignes.

● On note, pour la séquence Bt 3, une diversité des faciès plus équilibrée entre les demi-cycles transgressif et régressif malgré un développement plus grand pour les faciès dans le demi-cycle transgressif. Ce sont en général les faciès des milieux les plus distaux qui sont les mieux représentés dans le demi-cycle transgressif. Certains faciès sont uniquement

présents dans le demi-cycle régressif (faciès V et VII) alors que les faciès II et VIII, comme dans la séquence Bt 1, sont équitablement représentés dans les demi-cycles.

● Dans la séquence Bt 4, la différence de représentation des faciès dans les demi-cycles n'est pas aussi importante que dans les séquences précédentes. Seuls les faciès II, IV et IX sont mieux établis dans le demi-cycle transgressif. Le faciès VIII est toujours également exprimé dans les deux demi-cycles. Le faciès III, correspondant aux micrites à pseudomorphoses de minéraux évaporitiques, apparaît dans le demi-cycle régressif de la séquence.

#### •Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif

● Concernant la répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif, la séquence Bt 1 (graph. 4) montre une meilleure expression et une plus grande diversité des faciès dans le demi-cycle transgressif avec une domination du faciès II. Les faciès VIII à XII correspondant à un environnement de *shoreface* sont bien exprimés dans le demi-cycle transgressif alors que les faciès attribués à un environnement de *foreshore* sont quasiment absents.

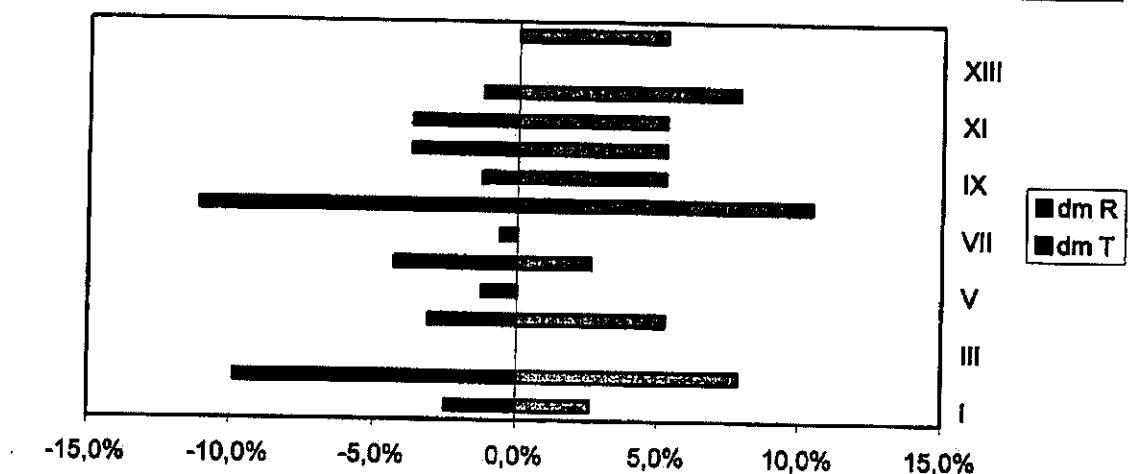
● Dans la séquence Bt 3 (graph. 12), on retrouve une répartition similaire avec une proportion forte du faciès II, aussi bien en demi-cycle transgressif que régressif, et une forte représentativité des faciès VIII à XIV en demi-cycle transgressif. Les faciès de *foreshore* (III à VI) restent faiblement exprimés mis à part le faciès IV bien représenté en demi-cycle transgressif.

● Dans la séquence Bt 4 (graph. 13), la diversité des faciès reste plus forte en demi-cycle transgressif avec en général une meilleure représentativité pour chaque faciès. On note par rapport aux séquences précédentes que les faciès I et II sont faiblement représentés alors que les faciès VIII à XII présentent toujours de bonnes proportions. Le faciès VIII est toujours fortement développé.

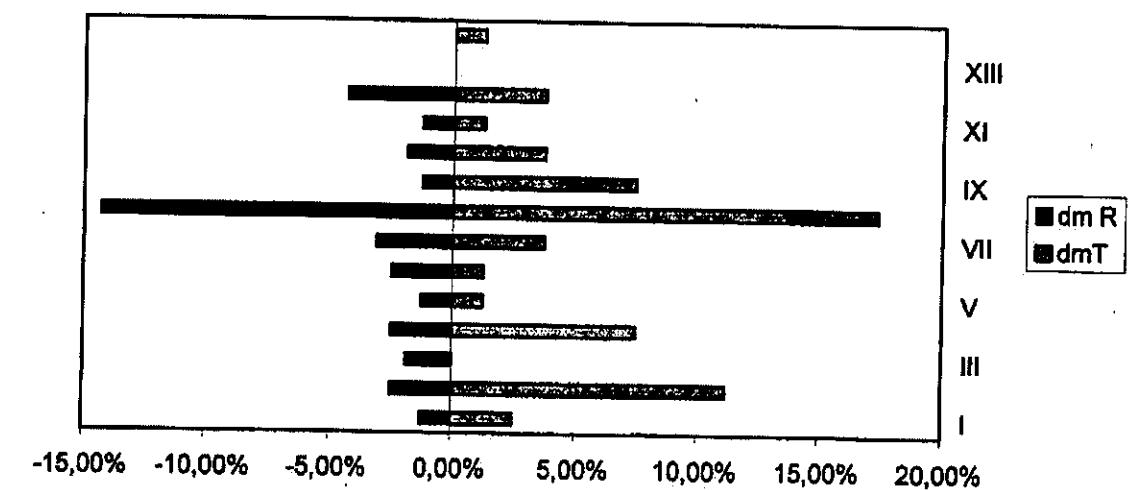
#### •Distribution des faciès en phase de chute du niveau de base

● La distribution des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif et régressif montre, pour la séquence Bt 1 (graph. 5), une faible diversité dans les faciès. Seuls quatre faciès sont représentés : les faciès II, IV, VI et VIII dans le demi-cycle régressif et uniquement le faciès VI dans le demi-cycle transgressif. En phase de chute du niveau de base, les faciès sont donc beaucoup mieux représentés dans le demi-cycle régressif que dans le demi-cycle transgressif. Les faciès exprimés correspondent aux milieux de *backshore*, de *foreshore* et de *shoreface* supérieur.

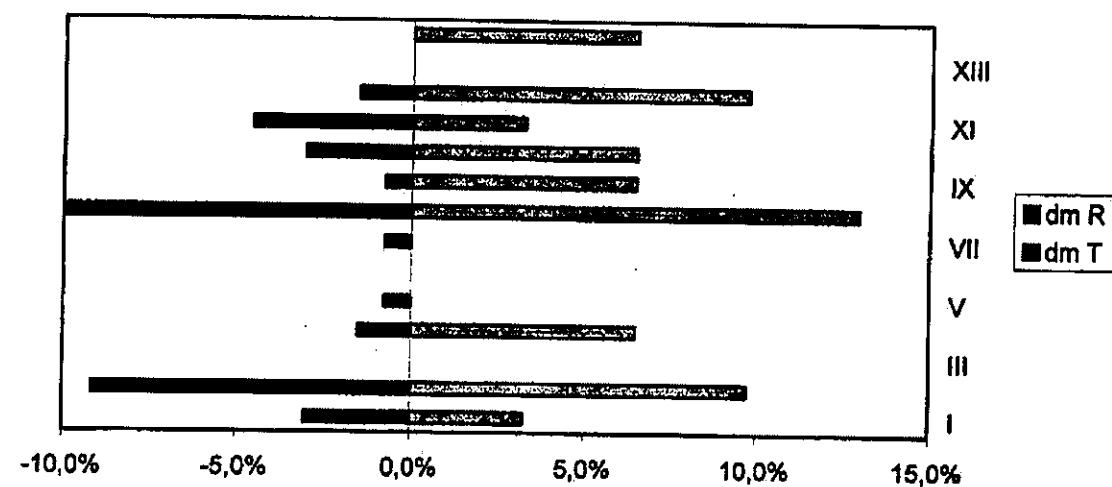
● Dans la séquence Bt 3 (graph. 14), on retrouve une nette opposition dans la diversité des faciès entre les demi-cycles transgressif et régressif. Sept faciès sont présents en demi-cycle régressif alors que le demi-cycle transgressif n'en présente que deux. Il s'agit toujours des faciès associés aux milieux de *backshore* à *shoreface* supérieur.



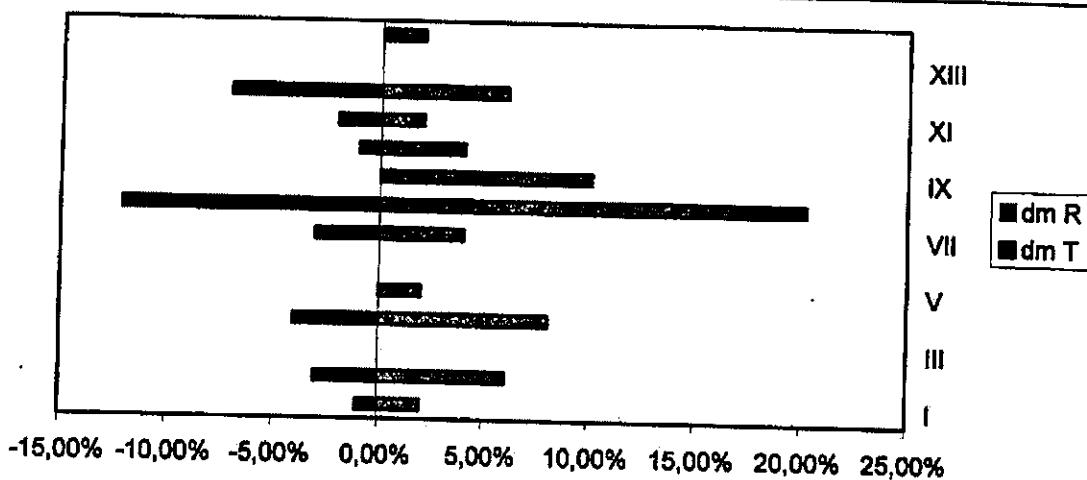
Graph. 10 : répartition des faciès (en ordonnée) en fonction des demi-cycle transgressif (dm T) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 aux Vignes.



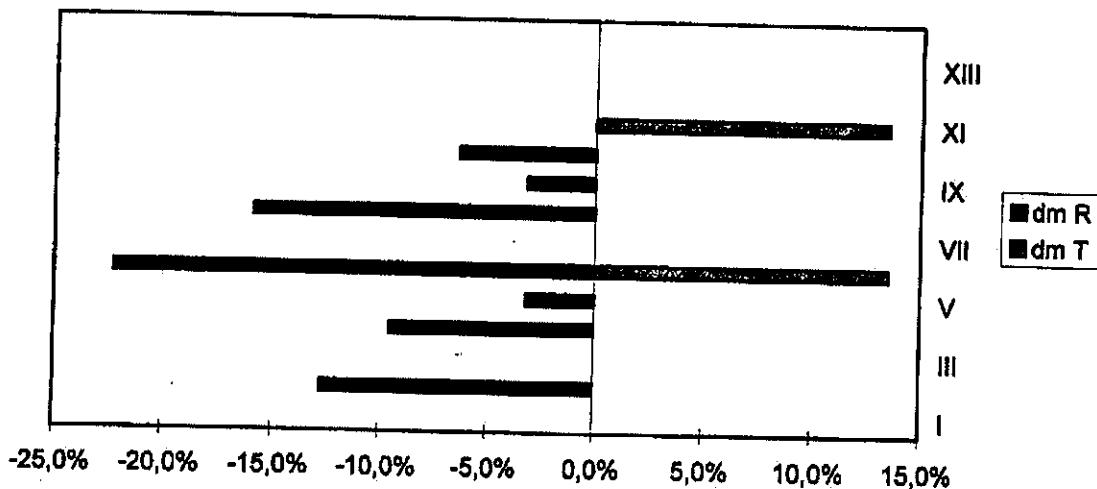
Graph. 11 : répartition des faciès (en ordonnée) en fonction des demi-cycle transgressif (dm T) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 4 aux Vignes.



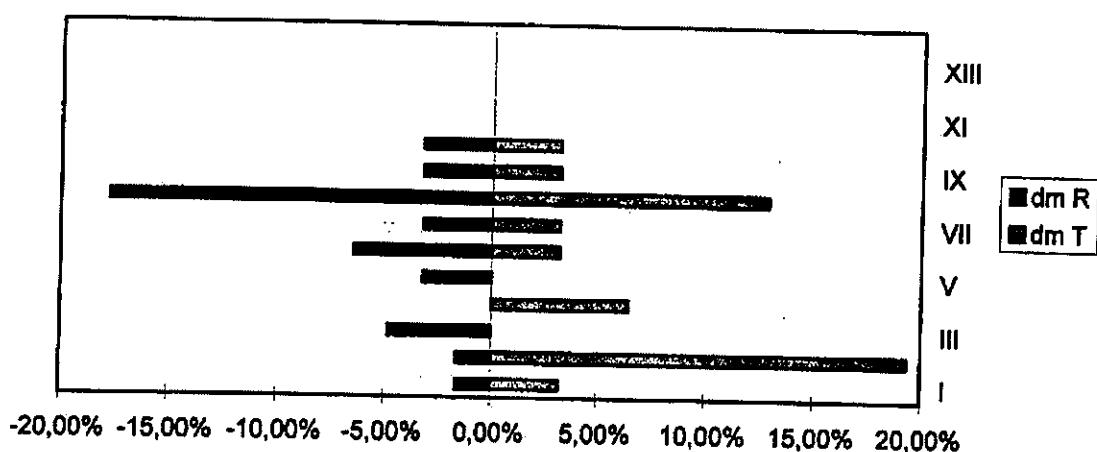
Graph. 12 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 3 au Vignes.



Graph. 13 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 4 au Vignes.



Graph. 14 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 3 au Vignes.



Graph. 15 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) de la séquence Bt 4 au Vignes.

● Dans la séquence Bt 4 (graph. 15), l'opposition observée précédemment dans la répartition des faciès des demi-cycle transgressif et régressif est beaucoup moins nette. Il y a en effet équilibre pour les faciès VI à X.. les faciès I et II sont mieux exprimés dans le demi-cycle transgressif, ainsi que les faciès IV où il n'apparaît pas dans le demi-cycle régressif. Le faciès V est uniquement présent en demi-cycle régressif comme dans les séquences précédentes Bt 1 et Bt 3. Le faciès III, absent jusqu'à présent, apparaît en demi-cycle régressif.

### **Résultats concernant les autres coupes**

Cette analyse a été effectuée aussi sur les coupes du Maynial, Millau, La Canourgue et Puncho d'Agast permettant d'obtenir des résultats similaires.

● Concernant la répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif et régressif, on note des observations similaires pour la séquence Bt 1 au Maynial (annexe 33) et pour Bt 1 associée à Bt 2 à Millau (annexe 45) : une diversité plus importante en demi-cycle transgressif et une représentation égale des faciès II et VIII dans les deux demi-cycles. A La Canourgue et à Puncho d'Agast (annexes 39 et 42), la différence de diversité des faciès est moins nette. A La Canourgue, on note surtout des faciès de *shoreface* supérieur à *offshore* supérieur. Dans la dernière séquence visible au Maynial, la différence de diversité entre les demi-cycles apparaît beaucoup moins nette et on note le développement du faciès III uniquement en demi-cycle régressif.

● La répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycle transgressif et régressif sur les coupes du Maynial, La Canourgue et Millau (annexes 34, 37, 43 et 46) montre une diversité des faciès beaucoup plus forte en demi-cycle transgressif qu'en demi-cycle régressif. On trouve aussi bien des faciès les plus proximaux (I et II) et les faciès les plus distaux. Sur toutes les coupes, l'expression des faciès II, VIII et X est forte en phase de montée du niveau de base et également répartis entre demi-cycle transgressif et régressif.

● En phase de chute du niveau de base, la diversité des faciès est en général plus faible qu'en phase de montée du niveau de base. Sur les coupes de Millau (annexe 47) et Le Maynial (annexe 35), on obtient quasiment la même répartition de faciès que dans la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes, avec seulement 3 ou 4 faciès mieux exprimés en demi-cycle régressif. Sur la coupe de La Canourgue (annexe 44) et dans la séquence Bt 3 au Maynial (annexe 38), les faciès sont mieux exprimés en demi-cycle régressif et en général plus diversifiés. A Puncho d'Agast (annexe 41), la diversité est aussi plus forte en demi-cycle régressif mais les faciès III et VIII sont également répartis sur les demi-cycle transgressif et régressif.

**En résumé**, nous avons constaté une répartition différente des faciès en fonction des demi-cycles transgressif et régressif d'une séquence de dépôt et en fonction des phases de variation du niveau de base dans les séquences élémentaires.

→ La diversité et le développement maximum des faciès est située en phase de montée du niveau de base aussi bien dans les cycles haute (séquence élémentaire) que basse fréquence (séquence de dépôt).

→ Concernant la distribution des faciès en phase de montée du niveau de base dans les séquences élémentaires, la diversité et le développement des faciès représentés sont maximum pendant les demi-cycles transgressifs des séquences de dépôt.

→ En phase de chute du niveau de base, la diversité est supérieure dans les demi-cycles régressifs malgré une représentation beaucoup plus faible par rapport aux phases de montée du niveau de base. Cette observation est valable surtout pour les deux premières séquences de dépôt Bt 1 et Bt 2. Seulement 4 faciès sont exprimés dans le demi-cycle régressif de Bt 1 aux Vignes, 3 dans celui de Bt 1 au Maynial et 4 les demi-cycles régressifs de Bt 1 et Bt 2 à Millau.

→ Dans les phases de chute du niveau de base des demi-cycles régressifs, la représentation et la diversité des faciès sont beaucoup plus importante pour les deux dernières séquences Bt 3 et Bt 4.

On observe donc un net contrôle stratigraphique sur la préservation des faciès et en conséquence des paléoenvironnements de dépôt. Dans notre cas, ce sont plutôt les variations haute fréquence du niveau de base qui influencent la distribution et la préservation des faciès même si ceux-ci ne concernent pas de la même manière tous les faciès et donc tous les milieux de dépôt (Rousselle, 1997). Certains faciès sont plus sensibles à la partition stratigraphique alors que d'autres le sont moins et peuvent se retrouver indifféremment dans l'une ou l'autre des phases de variation du niveau de base haute (séquence élémentaire) ou basse fréquence (séquence de dépôt). Nous avons vu que le faciès VIII (micrite) peut se retrouver dans le demi-cycle transgressif ou régressif et indépendamment de la phase de variation du niveau de base dans les séquences élémentaires. Par contre, le faciès IX est exclusivement préservé en phase de montée du niveau de base dans les demi-cycles transgressifs. Le tableau suivant (tab. 6) récapitule la préservation relative pour tous les faciès en fonction des différentes phases de variation du niveau de base.

Nous avons constaté une partition stratigraphique des faciès et des paléoenvironnements en fonction des phases des cycles de variation du niveau de base. Celle-ci est essentiellement contrôlée par des facteurs allocycliques tels que l'eustatisme, la chimie des eaux et le climat qui influencent eux-mêmes la production carbonatée.

→ Il apparaît que le climat joue un rôle important dans la répartition des faciès inter à supratidaux dans les cycles haute et basse fréquence du niveau de base.

→ La tectonique joue également un rôle important dans la répartition des faciès dans les différents cycles basse fréquence. En effet, c'est dans un régime de subsidence localisée probablement d'origine tectonique, mis en évidence pendant les deux premières séquences de dépôt, que les faciès I et II sont le mieux préservés sur d'importantes épaisseurs. Dans un régime de subsidence généralisée pouvant être d'origine thermique (séquences Bt 3 et Bt 4), les faciès sont à dominante carbonatée.

faciès	Haute fréquence		Basse fréquence	
	montée	chute	montée	chute
I	***	•	••	••
II	***	•	***	••
III	absent	••	•	•••
IV	***	•	••	••
V	***	•	••	••
VI	absent	•••	•	•••
VII	***	absent	••	••
VIII	***	•••	••	••
IX	***	absent	•••	absent
X	***	•	•••	•
XI	***	•	••	••
XII	***	•	••	••
XIII	•	absent	absent	•
XIV	••	absent	•••	•

Tab. 6 : préservation relative des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base  
 (\*\*\* : préservation élevée, •• : bonne préservation, • : préservation rare).

→ Des facteurs autocycliques peuvent aussi contrôler la préservation des faciès et rendent difficile les corrélations des séquences élémentaires. Sur la coupe du Maynial par exemple, nous avons été dans l'impossibilité de corrélérer la même partie de coupe pourtant distante de 100 m. La séquence élémentaire 27 (annexe 4) constituée d'une épaisse barre de calcaire micritique se décompose en 3 ou 4 séquences élémentaires (annexe 6, partie inférieure à la SE 28b) marquées par l'intercalation de niveaux argileux, de calcaires laminés, de calcaires oolithiques ou bioclastiques.

La variation de nombre de séquence élémentaire entre deux maximum d'inondation sur différentes coupes, rendent difficiles les corrélations et mettent en évidence des contrôles autocycliques de la sédimentation. Les coupes ont pu être corrélées de ce fait grâce aux niveaux de brachiopodes marquant des maximum de montée du niveau de base basse fréquence.

## *Conclusions générales*

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Ce travail apporte des éléments nouveaux concernant la biostratigraphie et la stratigraphie séquentielle du Bathonien des Grands Causses. Ils permettent d'en étayer les corrélations afin de proposer une reconstitution palinspastique de ce segment très externe de la marge ouest-téthysienne.

### Résultats d'ordre stratigraphique (pour les Grands Causses)

La série bathonienne des Grands Causses s'organise en deux formations successives - les « Calcaires à stipites » et les « Dolomies II » - et peut-être datée pour l'essentiel du Bathonien moyen et supérieur grâce à des brachiopodes (*Burmirhynchia* cf. *multiplicata*, *B. multiplicata/turgida*, *B. turgida*, *B. hopkinsi/icaunensis* et *B. cf. thierachensis*) répartis en 5 niveaux successifs et à des grands foraminifères benthiques (*Alzonella cuvillieri* et *Orbitammina elliptica* ex *Meyendorffina bathonica*). Sur la bordure orientale des Grands Causses, deux espèces de brachiopodes (*Ivanoviella*(?) *ardescica* et *Holothyris angulata*(?)), récoltées à l'extrême base des « Calcaires à stipites », montrent que cette série débute ponctuellement dès le Bathonien inférieur.

Cette formation des « Calcaires à stipites » a été subdivisée en 4 séquences de dépôt de 3<sup>ème</sup> ordre grâce à l'utilisation des concepts de la stratigraphie séquentielle associés à la notion du niveau de base.

Bt 1 : ● encadrée par deux discontinuités karstiques ou paléosols (D1 et D2) ;  
● datée du Bathonien moyen par *B. cf. multiplicata* ;  
● présente uniquement dans le Graben.

Bt 2 : ● couronnée par une discontinuité karstique (D3) ;  
● datée du Bathonien moyen par *B. turgida/multiplicata* ;  
● présente uniquement dans le Graben.

Bt 3 : ● couronnée par une discontinuité karstique (D4) sur le Seuil Cévenol ;  
● datée du sommet du Bathonien moyen par *B. turgida* et par *Alzonella cuvillieri* dans son demi-cycle transgressif et du Bathonien supérieur par *Orbitammina elliptica* dans son demi-cycle régressif ;  
● présente dans le Graben et sur le Seuil Cévenol.

Bt 4 : ● couronnée par une succession de 5 discontinuités paléokarstiques (D5a à D5e) au Cirque du Bout du Monde (Seuil Cévenol) ;  
● datée du Bathonien supérieur par *B. hopkinsi/icaunensis* et *B. cf. thierachensis* pour les brachiopodes et par *Orbitammina elliptica* associée à *Alzonella cuvillieri* pour les foraminifères benthiques ;  
● présente dans le Graben et sur le Seuil Cévenol.

### Résultats d'ordre géodynamique (pour les Grands Causses)

La répartition paléogéographique des séquences de dépôt bathoniennes a permis de reconstituer l'évolution de ce segment de la marge ouest-téthysienne au cours du Bathonien.

- La phase 1 consiste en une reprise de sédimentation marine après l'émergence constatée au sommet des « Calcaires oolithiques blancs » du Bajocien supérieur. Cette phase correspond au dépôt des séquences Bt 1 et Bt 2 dans le Graben des Grands Causses et à l'émergence probable du Seuil Cévenol. Elle traduit ainsi une phase de subsidence localisée peut-être d'origine tectonique.
- La phase 2, marquée par l'extension paléogéographique des séquences Bt 3 et Bt 4 (dépôt à la fois dans le graben et sur le seuil), traduit une généralisation de la subsidence à la fois au graben et au seuil (subsidence thermique ?).
- La phase 3 se marque par le comblement de l'espace disponible et par des karstifications sur le Seuil Cévenol dont l'expression apparaît accentuée sous l'effet de la tectonique extensive liée aux gradins du seuil (soulèvement du seuil).
- La phase 4 correspond au dépôt des « Dolomies II » sur l'ensemble de la région (uniformisation des faciès et épaisseurs quasi constante) qui traduit, à nouveau, un régime de subsidence généralisée (subsidence thermique ?) et le ralentissement de l'activité tectonique synsédimentaire. Des karstifications affectent encore le sommet des « Dolomies II » sur une partie restreinte du Seuil Cévenol (bordure méridionale et orientale du horst de Saint-Bresson).

#### *Résultats concernant la répartition des faciès dans les « Calcaires à stipites »*

Des résultats concernant l'étude sédimentologique des « Calcaires à stipites » ont été obtenus grâce à l'établissement d'une méthode de visualisation de la répartition stratigraphique des faciès et des paléoenvironnements.

La diversité des faciès est plus grande en phase de montée qu'en phase de chute du niveau de base et les faciès ne sont pas les mêmes indiquant des conditions environnementales différentes. C'est pourquoi nous avons distingué deux profils de dépôt en fonction des phases de variation du niveau de base :

- un profil avec développement de marais, lacs et lagunes en domaine supratidal se mettant en place sous conditions climatiques humides ;
- un profil avec développement d'une sabkha paralique et d'un « tidal-flat » sous conditions climatiques arides.

Concernant la répartition des faciès dans les différentes phases de variation du niveau de base, nous avons constaté que :

- la diversité des faciès apparaît maximum en phase de montée du niveau de base aussi bien dans les cycles haute que basse fréquence ;
- en phase de montée du niveau de base, la diversité et le développement sont maximum dans les demi-cycles transgressifs ;
- en phase de chute, les faciès s'avèrent moins bien représentés mais la diversité est supérieure dans les demi-cycles régressifs.

Nous avons donc constaté une nette partition stratigraphique des faciès et des paléoenvironnements essentiellement contrôlée par des facteurs allocycliques tels que l'eustatisme, la chimie des eaux, le climat et la tectonique.

**Résultats d'ordre paléogéographique et géodynamique (pour le Bas-Languedoc)**

En Bas-Languedoc, la mauvaise qualité des affleurements et l'imprécision des données biostratigraphiques n'a pas permis de proposer un découpage séquentiel qui aurait pu être corrélé à celui des Grands Causses. Néanmoins, les résultats obtenus sont d'ordre paléogéographique et géodynamique.

→ En ce concerne la paléogéographie, une zone haute à série d'épaisseur réduite, de type calcarénitique, le Seuil Languedocien, a été mise en évidence. Ce haut-fond sépare, au Bathonien, le Sous-Bassin de Viols-le-Fort, où s'accumulent des épaisseurs importantes de dolomies, du Bassin Subalpin où se développe une sédimentation de plus en plus marneuse en direction de l'est.

→ En ce qui concerne la géodynamique, deux étapes ont été proposée dans l'évolution de ce segment de marge passive :

- L'étape 1 correspond à une phase de subsidence localisée au Bathonien inférieur et moyen induisant une subsidence différentielle entre les bassins (Sous-bassin de Viols-le-Fort et Bassin Subalpin) et le Seuil Languedocien, siège d'une sédimentation discontinue car intercalée de lacunes.

- L'étape 2 correspond au dépôt de dolomies du Bathonien supérieur et constitue la phase de subsidence généralisée observée dans les Grands Causses. Cette phase induirait la transgression de marnes à ammonites du Bathonien supérieur sur le Seuil Languedocien dans la région de Quissac.

*Cette étude n'a concerné qu'une période restreinte de l'évolution de ce segment de la marge ouest-téthysienne mais qui se situe à la charnière des deux grandes phases caractérisant cette histoire. La première correspond à une période de rifting induisant une subsidence localisée alors que la deuxième s'inscrit dans une période post-rifting avec subsidence généralisée. Ce sont ces deux phases et les événements marquant la limite entre elles qui peuvent être corrélés entre différents bassins.*

# *Bibliographie*

## BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN J.D. (1967)** – Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta. - *Jour. Sed. Petrology*, Vol 37, n°4, p 1163-1178.
- ALABOUVETTE B., ARRONDEAU J.-P., AUBAGUE M., BODEUR Y., DUBOIS P., MATTEI J., PALOC H. et RANCON J.-Ph. (1988)** – Notice explicative, Carte géol. France (1/50.000), feuille Le Caylar (962) - Orléans : BRGM, 63 p. -Carte géologique par ALABOUVETTE B., BODEUR Y., MATTEI J., LOPEZ M., RANCON J.-Ph. et PALOC H. (1987).
- ALMÉRAS Y. et PEYBERNÈS B. (1979)** - Les brachiopodes du Dogger des Pyrénées Navarro-Languedociennes. - *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 76, p. 23-133, 32 fig., 7 pl.
- ANDREU B., CHARCOSSET P. ET CISZAK R. (1998)** - Le Bathonien des Grands Causses : associations d'ostacodes et paléoenvironnements. Revue de micropaléontologie (à paraître).
- AUBAGUE M. et LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1974)** – Lias et Dogger de la bordure cévenole. (Retombée orientale du dôme de Gorniès). Implications paléogéographiques. - *Bull. BRGM (2ème série)*, section 1, n°2, p 49-64.
- BAUBRON J-C., DEFAUT B., DEMANGE J. et MAURY R.C. (1978)** – Une coulée sous-marine d'âge jurassique moyen dans les Causses : le basalte alcalin des Vignes (Massif Central français).- *C.R. Acad. Sci., Paris*, 287, série D, p 225-227.
- BAUDRIMONT A.F. et DUBOIS P. (1977)** – Un bassin mésogénien du domaine péri-alpin : le sud-est de la France. - *Bull. Centre Rech. Pau - SNPA*, vol 1, n°1, p 261-308.
- BERGER E. et TAUGOURDEAU J. (1965)** – Sur les spores et pollens des "stipites" de la vallée moyenne du Tarn (Bathonien).- *C.R. somm. S.G.F.*, fasc. 9, p 285-286.
- BERNIER P. (1967)** – Etude géologique du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur (Région de Ganges – Madières). – Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Paris, 201 p., 31 fig. 24 pl.
- BERNIER P., MACQUAR J.-C., MICHAUD J.-G., PALUT J.-P. et ZISERMAN A. (1970)** – Contribution à la recherche de gisements métallifères cachés (Région des Malines – Cévennes). – *Bull. BRGM (2)*, II, 1, 97 p.
- BODEUR Y., AMBERT M., ATROPS F., BOULLIER A., DELFAUD J., GOTDIS M., LEFAVRAIS A., LE STRAT P., LOPEZ M., MARZA Ph. et SEGURET M. (1992a)** – Groupe français d'étude du Jurassique, Livret guide excursion, du seuil caussenard au Bassin Languedocien, Univ. Nantes.
- BODEUR Y., BOULLIER A., DELFAUD J., GOTDIS M., LEFAVRAIS A., LE STRAT P., LOPEZ M., MARZA Ph. et SEGURET M. (1992b)** – Documents sur le Jurassique au sud des Cévennes, Excursion en Languedoc, Groupe français d'étude du Jurassique, Univ. Nantes.
- BROUDER P., GÈZE B., MACQUAR J.-C., PALOC H. et KOCH B. (1977)** – Notice explicative, Carte géol. France (1/50.000), feuille Meyrueis (910) - Orléans : BRGM, 29 p. -Carte géologique par GÈZE B., MACQUAR J.-C., MICHAUD J.G., REY M. et BROUDER P. (1977).

- BUSSON G., NOËL D., CONTINI D., MANGIN A.- M., CORNEE A. et HANTZPERGUE P. (1993) – Omniprésence de coccolithes dans les calcaires lagunaires du Jurassique moyen et supérieur de France. - *Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, 17, 1, p. 291 à 301.
- BUSSON G., NOËL D., CORNEE A. et MANGIN A.- M. (1992) – Les calcaires lithographiques lagunaires du Berriasien-Valanginien du Montsech (Pyrénées catalanes, Espagne) : un dépôt relique des calcaires à coccolithes du type de ceux du Jurassique moyen-supérieur. - *C.R. Acad. Paris*, 315, série II, p. 345-351.
- CASSON L. (1994) – Le Bathonien supérieur et le Callovien de la bordure cévenole. Transect Quissac-Sumène (Gard) : biostratigraphie, sédimentation, structuration. *DEA Pal & Sed*, Univ. Dijon, 48 p. 1 pl. (inédit).
- CHARCOSSET P. (1994) – Stratigraphie séquentielle du Dogger carbonaté des Gorges du Tarn. - *DEA Pal & Sed*, Université Paul Sabatier, 50 p. (inédit)
- CHARCOSSET P. (1995a) – Étude géologique du Larzac septentrional, rapport préliminaire à l'étude sur la connaissance, aménagement et protection des ressources en eau du Larzac septentrional : bassins des sources Durzon, Laumet, Riou Ferrand, L'Homède, Boundoulaou, Lavencou et Cernon, Convention Larzac Septentrional, ANTEA / URA CNRS 1405, 15 p., (inédit)
- CHARCOSSET P. (1995b) – Lithostratigraphie, sédimentologie, stratigraphie séquentielle et évolution tectono-sédimentaire du Jurassique moyen du Causse du Larzac, rapport d'avancement à l'étude sur la connaissance, aménagement et protection des ressources en eau du Larzac septentrional : bassins des sources Durzon, Laumet, Riou Ferrand, L'Homède, Boundoulaou, Lavencou et Cernon, Convention Larzac Septentrional, ANTEA / URA CNRS 1405, 35 p., (inédit).
- CHARCOSSET P., CISZAK R., PEYBERNÈS B. et GARCIA J.-P. (1996) – Modalités séquentielles de la transgression bathonienne sur le "Seuil cévenol" (Grands Causses). - *C. R. Acad. Sci. Paris*, 323, série IIa, p. 419 à 426.
- CHARCOSSET P., CISZAK R., COMBES P.-J., PEYBERNÈS B. et LOPEZ M. (1997a) – Séquences de dépôt carbonatées en régime extensif dans le Dogger des Grands Causses. - 6<sup>me</sup> Congrès de Sédimentologie, livre des excursions n°28, p. 65-111.
- CHARCOSSET P., COMBES P.-J., PEYBERNÈS B., CISZAK R. et LOPEZ M. (1997b) – Pédogenèse et karstification dans le Bathonien des Grands Causses (France), implications stratigraphiques. – 6<sup>me</sup> Congrès de Sédimentologie, livre des résumés n°27, p. 53-54.
- CHARCOSSET P., COMBES P.-J., PEYBERNÈS B., CISZAK R. and LOPEZ M. (1998) – Pedogenic and karstic features at the boundary of Bathonian depositional sequences from the Grands Causses area (south of France) : stratigraphic implications. – *Jour. Sed. Research* (Soumise).
- CISZAK R., PEYBERNÈS B. et 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, série II a, p. 133-140.
- CROSS T.A. (1988) – Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles. - In : Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.St.C, Posamentier H.W, Ross C.A & Van Wagoner J.C (Eds)

- : Sea-level change, an integrated approach. - *Soc. econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, 42, 3716380.
- CROSS T.A., BAKER M.R., CHAPIN M.A., CLARK M.S., GARDNER M.H., HANSON M.S., LESSENGER M.A., LITTLE L.D., McDONOUGH K.J., SONNENFELD M.D., VALASEK D.W., WILLIAMS M.R. and WITTER D.N. (1993) – Application of high resolution sequence stratigraphy to reservoir analysis. - in *Subsurface Reservoir Characterization from Outcrop Observations*, R. Eschard, B. Doligez (Editors) and Editions Technip, Paris, p. 11-33.**
- CUBAYNES R., FAURÉ Ph., HANTZPERGUE P., PÉLISSIÉ Th. et REY J. (1989) – Le Jurassique du Quercy : unités lithostratigraphiques, stratigraphie et organisation séquentielle, évolution sédimentaire. - *Géologie de la France*, 3, p. 33-62.**
- DEBELMAS J. et MASCLE G. (1991) – Les grandes structures géologiques. - Enseignement des Sciences de la Terre. Édition Masson, 299 p.**
- DEFAUD B., BURG J.-P., LEYRELOUP A.-F., ROMNEY F., FUCHS Y., ALABOUVETTE B. et LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1990) – Carte géol. France (1/50.000), feuille Sévérac-le-Château (885) - Orléans : BRGM. Notice explicative par GUÉRANGÉ B. Et coll. (1991), 84 p.**
- DEFAUD J. (1969) – Essai sur la Géologie dynamique du domaine aquitano-pyrénéen durant le Jurassique et le Crétacé inférieur. - Thèse Doctorat d'état, Univ ; Bordeaux, 5 vol.**
- DEFAUD 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. S. G. F.*, p 58-59.**
- DEFAUD J., ARRENTZ J., BODEUR Y., BOUROULLEC J., DOLLE P., DUBOIS P., ELOY R., HERVOUET M., LENGUIN M., SELLIER E., SERONIE-VIVIEN M., WINNOCK E. ET YAPAUDJIAN L. (1975) – Les sédiments carbonatés du Jurassique entre Bassin Atlantique et la Téthys. – Livret guide d'excursion, Congrès de Nice, excursion 21.**
- DONNOT M., LEFAVRAIS A., LABLANCHE G., GREBER C., ROUCHY J.M. et PRIAN J.P. (1990) – Carte géol. France (1/50.000), feuille Camarès (961) - Orléans : BRGM. Notice explicative par GUÉRANGÉ B. Et coll. (1991), 84 p.**
- DOUBINGER J. (1961) – Spores et pollens des "stipites" du Larzac (Bathonien)., *C.R. somm. S.G.F.*, p 162-163.**
- DROMARD G., ALLEMAND P., GARCIA J.-P. et ROBIN C. (1996) – Variation cyclique de la production carbonatée au Jurassique le long d'un transect Bourgogne - Ardèche, Est - France , *Bull. Soc. géol. France*, t. 167, 3, p. 423 - 433.**
- DUBOIS P., YAPAUDJIAN L. et BODEUR Y. (1975) – Excursion dans le Jurassique moyen et supérieur des Grands Causses et du Bas-Languedoc. - 9<sup>ème</sup> Congrès Int. Sediment. (Nice), exc. 21, 74 p.**
- ELMI S. (1967) – Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. - *Doc. Lab. Lyon*, 19, Fasc. 1, p. 1 - 256.**
- FABRE G. (1889) – Coupe de la montagne de la Tessonnière près Le Vigan (Gard). - *Bull. Soc. Géol. France*, 3<sup>ème</sup> série, t. XVII, p. 331-345.**

- FURSICH F. T., FREYTAG S., ROHL J. et SCHMID A. (1994)** – Palaeoecology of benthic association in salinity-controlled marginal marine environments : Examples from the Lower Bathonian (Jurassic) of the Causses (southern France). - *PALAEO*, 113, p 135-172.
- GARCIA J.-P., LAURIN B. et 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*, t. 167, 3, p. 435 - 451.
- GAUMET F., GARCIA J.-P., DROMART G. et SAMBET G. (1996)**. – Faciès, géométrie et profils de dépôt de la bordure de la plate-forme bourguignonne au Bathonien-Callovien, *Bull. Soc. géol. France*, t. 167, 3, p. 409 - 421.
- GÈZE B. (1979)** – Languedoc méditerranéen Montagne Noire. - Guide géologiques régionaux. Édition Masson.
- GÈZE B., MACQUAR J.-C., MICHAUD J.G., REY M. et BROUDER P. (1977)** – Carte géol. France (1/50.000), feuille Meyrueis (910) - Orléans : BRGM. Notice explicative par BROUDER P., GÈZE B., MACQUAR J.-C., PALOC H. et KOCH B. (1977), 29 p.
- GÈZE B., BAMBIER A. et PALOC H. (1985)** – Notice explicative, Carte géol. France (1/50.000), feuille Nant (936) - Orléans : BRGM, 51 p. -Carte géologique par GÈZE B. et PALOC H. (1986).
- GOGUEL J., DENIZOT G., GOTTIS M. et ANCELIN J. (1961)** – Carte géol. France (1/50.000), feuille de Montpellier - Orléans : BRGM.
- GOTTIS M. (1957)** – Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc. - Thèse Doct. Etat Sc. Nat. Fac. Sci. Montpellier, 577 p.
- GORRET P. (1885)** – Constitution géologique du Larzac. Ed. Masson, Paris, 229 p.
- GRACIANSKY (de) P. Ch., DARDEAU G., DUMONT T., JACQUIN T., MARCHAND D., MOUTERDE R. et 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*, t. 164, n°5, p 709-718.
- GROUPE FRANÇAIS D'ÉTUDE DU JURASSIQUE. (1997)** – Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles. Cariou E. et Hantzpergue P. (coord.). - *Bull. Centres Rech. Elf Explor. Prod.*, Mem. 17, 440 p., 6 fig., 79 tab., 42 pl.
- GROVER G. JR. et READ J.F. (1978)** – Fenestral and associated vadose diagenetic fabrics of tidal-flat carbonates, middle Ordovician new market limestone, Southern western Virginia. - *Jour. Sed. Petrology*, Vol 48, n°2, p 453-473.
- GUÉRANGÉ-LOZÈS J., GUÉRANGÉ B., avec la collaboration de LEFAVRAIS A., RANÇON J.P., ASTRUC J.G., MICHAUD A., GREBER C. et SERVELLE C. (1991)** – Notice explicative, Carte géol. France (1/50.000), feuille Camarès (961) - Orléans : BRGM, 84 p. Carte géologique par DONNOT M., LEFAVRAIS A., LABLANCHE G., GREBER C., ROUCHY J.M. et PRIAN J.P. (1990).

- GUILLOCHEAU F. (1991)** – Modalités d'empilement des séquences génétiques dans un bassin de plate-forme (Dévonien Armoricain) : nature et distorsion des différentes ordres de séquences de dépôts emboitées. - *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 15, 2, 383-410, 21 fig.
- GONNIN Ch., CARIOU E., BASSOULLET J.-P., GABILLY J. et MOURIER J.-P. (1994)** – La Stratigraphie séquentielle, outil de datation régional complémentaire de la Biostratigraphie : application à la reconstruction de la dynamique sédimentaire des séries bathoniennes de surface du Seuil du Poitou (France). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 318, série II, 2, p. 235-241.
- HOMWOOD P. W. (1996)** – The carbonate feedback system : interaction between stratigraphic accommodation, ecological succession and the carbonate factory. - *Bull. Soc. Géol. France*, t. 167, 6, p. 701-715.
- HOMWOOD P., GUILLOCHEAU F., ESCHARD R. et CROSS T.A. (1992)** – Corrélations haute résolution et stratigraphie génétique : une démarche intégrée. - *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 16, 2, 357-381, 15 fig., 1 tab.
- JACQUIN T., GARCIA J.-P., PONSOT C., THIERRY J. et VAIL P.R. (1992)** – Séquences de dépôt et cycles régressifs/transgressifs en domaine marin carbonaté : exemple du Dogger du Bassin de Paris. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 315, Série II, p 353-362.
- JACQUIN T., RUSCIADELLI G., GOGGIN V., DE GRACIANSKY P.-Ch and VAIL P. R. (1994)** – Signature stratigraphique des bassins sédimentaires ouest-européens. Charte des séquences et des cycles transgressifs-régressifs. – 1<sup>er</sup> Congrès français de Stratigraphie, Toulouse, Sept. 1994
- JERVEY M.T. (1988)** – Quantitative geological modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expression. - In : Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.St.C, Posamentier H.W, Ross C.A & Van Wagoner J.C (Eds) : Sea-level change, an integrated approach. - *Soc. econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, 42, 3716380, p. 47-69.
- 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<sup>ème</sup> cycle, Univ. Montpellier, 171 p.
- LE GUEN M. et COMBES P.-J. (1988)** – Typologie des minéralisations plombo-zincifères associées au Bathonien des Malines (Gard – France). – In « Métallogénie française 88 », *Doc. BRGM*, 135, p. 821-841.
- LE STRAT P. (1980)** – Jurassiques des Causses, Languedoc et Bordure Cévenole, essai de synthèse géologique. - *Rap. BRGM 81 SGN 388 GEO*, 21 p., 30 pl.
- LE STRAT P. (1994)** – Étude géologique du sondage « Le Viala 1 ». rapport préliminaire. – Document annexe à la PG 11, rapport n°?.
- LE STRAT P. et BONIJOLY D. (1987)** – Dynamique du Jurassique autour des Cévennes. *Rap. BRGM 87 SGN 427 GEO* (juin 87), 21 p.
- LEMOINE M. et DE GRACIANSKY P.-C. (1988)** – Histoire d'une marge continentale passive : les Alpes occidentales au Mésozoïque. Introduction. – *Bull. Soc. Géol. France*, (8), t. IV, 4, p. 681-692.

- LÉZIN C., CUBAYNES R., FAURÉ Ph., PÉLISSIÉ Th. et REY J. (1997) – Le Toarcien supérieur - Aalénien dans la région de Villefranche-de-Rouergue (sud-ouest de la France) : Biostratigraphie et évolution sédimentaire. *Soumise à Géologie de la France*.
- MARCHAND D., PELISSIE T., PEYBERNES B. et THIERRY J. (1983) – Biozonation par Ammonites du Callovien et de l’Oxfordien du Causse Méjean oriental (Lozère, France). - *C.R. Acad. Sci. Paris, Série II*, t. 296, p 913-916.
- Mc CABE P. J. (1991) – Tectonic controls on coal accumulation. – *Bull. Soc. Géol. France*, t. 162, 2, p. 277-282.
- McDONOUGH K.J., CROSS T.A., HOMEWOOD P.W., ARNAUD H. and ARNAUD-VANNEAU A. (1992) – Sediments, geometries, and stratigraphic architecture in the Combeau Valley (S. Vercors, France) : facies partitioning by the carbonate factory. - in Résumés Symposium « Mesozoic-Cenozoic Sequence Stratigraphy of European basins », Dijon, p. 489.
- MELAS P. (1982) – Etude sédimentologique, paléogéographique et géochimique du Lias carbonaté du nord-lodévois. Application à la reconnaissance et à l’interprétation d’amas métallifères. - Thèse Univ. Montpellier, Mémoire du Centre d’Etudes et de Recherches géologiques et hydrogéologiques, t. XIX, 419 p.
- MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1983) – Carte géol. France (1/50.000), feuille Millau (935) - Orléans : BRGM. Notice explicative par MENNESSIER G. et Coll. (1984), 31 p.
- MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1986) – Carte géol. France (1/50.000), feuille Saint-Beauzély (909) - Orléans : BRGM. Notice explicative par MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1986), 43 p.
- MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1986) – Notice explicative carte géol. France (1/50.000), feuille Saint-Beauzély (909) - Orléans : BRGM., 43 p. Carte géologique par MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1986).
- MENNESSIER G., ASTRUC J.G., BAMBIER A., COLLOMB P., GALHARAGUE J. et ROCHE J. (1984) – Notice explicative carte géol. France (1/50.000), feuille Millau (935) - Orléans : BRGM., 31 p. Carte géologique par MENNESSIER G. et COLLOMB P. (1983).
- MONTY C.L.V. (1965) – Recent algal stromatolites in the windward lagoon, Andros Island, Bahamas. - *Annales Soc. Geol. Belgique*, 88, 6, p. 269-276.
- MÖRNER N.-A. (1994) – Internal response to orbital forcing and external cyclic sedimentary sequences. – *Sepc. Publs. Int. Ass. Sediment*, 19, p. 25-33.
- MOUGAMBA R. (1995) – Caractérisation facio-séquentielle d'une discordance de type I en milieu de plate-forme carbonatée : exemple du Dogger de la plate-forme caussenarde, *Mémoire de DEA, Univ. Paris Sud (Orsay)*, 69 p., 20 pl.
- NOËL D., BUSSON G. et CORNEE A. (1991) – Les calcaires fins pélagiques du Jurassique moyen-supérieur sont essentiellement construits d'une nannoflore calcaire oligospécifique (cocolithes en « boutons de manchette »). - *C.R. Acad. Sci. Paris, Série II*, t. 313, p. 1455-1462.
- PARK T.J (1976) – A note of the significance of laminations in stromatolites. - *Sedimentology*, vol 23, n°3, p 369-383.

- PÉLISSIÉ Th. (1982)** – Le causse jurassique de Limogne-en-Quercy : stratigraphie, sédimentologie, structure. - Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 281 p.
- PÉLISSIÉ Th. et 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, p. 23-32.
- PETERSEN H. J. and 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. – *Sedim. Geol.*, 106, p. 259-277.
- PETIT J.-P., BOUSQUET J.-C. et MATTEI J. (1973)** – Glissement synsédimentaire et troncature basale de blocs hettangiens du bord sud du Larzac, entre Arboras et Salces (Languedoc). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, Série D, t. 277, N°13, p 1113-1116.
- PEYBERNÈS B. (1976)** – Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée. - Thèse Sci. Nat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 459 p.
- PEYBERNÈS B. (1987)** – Essai de reconstitution palinspastique de la marge africaine en Tunisie, avant et pendant le début de l'accrétion océanique téthysienne. Comparaisons avec une transversale NW-SE (Aquitaine-Sardaigne) de la marge européenne du segment ligure. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 304, Série II, p. 453-458.
- PEYBERNÈS 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*, 310, Série II, p. 603-608.
- PEYBERNÈS B. (1991)** – Les séquences de dépôt du Dogger des Pyrénées Centrales et Orientales Franco-Espagnoles. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313, Série II, p. 209-214.
- PEYBERNÈS B. et PÉLISSIÉ 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*, t. 301, Série II, n°8, p. 533 à 538.
- PRATT B.R. and JAMES N.P. (1986)** – The St-George Group (Lower Ordovician) of western Newfoundland : tidal flat island model for carbonate sedimentation in shallow epeiric seas. - *Sedimentology*, 33, p. 313-343.
- PURSER B.H. (1975)** – Sédimentation et diagénèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. - *Thèse Doct. Sci. Univ. Paris Sud Orsay*, 384 p. (inédit).
- PURSER B.H. (1980)** – Sédimentation des carbonates néritiques récents. - *Publication IFP, Ed. Technip*, tome 1, 366 p.
- PURSER B.H. (1983)** – Sédimentation des carbonates néritiques récents. - *Publication IFP, Ed. Technip*, tome 2, 389 p.
- RANKEY E. C. (1997)** – Relations between relative changes in sea-level and climate shifts : Pennsylvanian – Permian mixed carbonate siliciclastic strata, western United States. – *GSA Bulletin*, v. 109, 9, p. 1089-1100.

- RAULT D. et DARS R. (1970)** – Étude stratigraphique et micropaléontologique du Trias et du Jurassique de la région de Trèves (Gard). - *Bull. Fed. Soc. Hist. Franche-Comté*, t. LXXII, N<sup>de</sup> série, 1.
- RAZIN P., BONIJOLY D., LE STRAT P., COUREL L., POLI E., DROMART G. and 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 Geology*, v. 13, 6, p. 625-652.
- REY J., ASTRUC J.-G., BILOTTE M., BRUNEL F., CAPDEVILLE J.-P., CUBAYNES R., DELFAUD J., DUBREUILH J., DURANTHON F., GOURINARD Y., HANTZPERGUE P., MAGNÉ J., PÉLISSIÉ Th et RINGEADE M. (1995)** – Du Lias nord-aquitain aux molasses miocènes. - Généralités et livret-guide d'excursion, Toulouse, *Strata*, série 2, 26, 194 p., 84 fig., 1 tabl.
- REYNES (1868)** – Essais de paléontologie aveyronnaise.
- ROMAN F. et GENNEVAUX M. (1912)** – Étude sur les terrains jurassiques de la région du Pic Saint-Loup. – 1<sup>er</sup> fascicule Jurassique inférieur et moyen, Librairie Louis Valat, Montpellier, 101 p.
- ROUSSELLE B. (1997)** – Partition stratigraphique des faciès et des volumes de dépôt en domaine de plate-forme carbonatée : exemple de l'Aalénien du sud-est de la France. – *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 143, 225 p., 55 fig., 7 pl.
- ROUSSELLE B. et DROMART G. (1996)** – Partition stratigraphique des environnements et produits carbonatés dans l'Aalénien du sud-est de la France. - *Bull. Soc. géol. France*, t. 167, 3, p. 399 - 408.
- ROUX J. et 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*, Vol 7, t. XXIII, n<sup>o</sup>1, p 45-50.
- SCHLAGER W. (1992)** – Sedimentology and Sequence Stratigraphy of Reefs and Carbonate Platforms. - Continuing Education Course Notes Series, AAPG ed., 71 p.
- SERRES (de) M. (1858)** – Des houilles sèches ou stipites des terrains jurassiques, et particulièrement du plateau du Larzac. -*Bull. Soc. géol. France*, vol 16, p 97-106.
- SOUQUET P., PEYBERNÈS B., SAADI J., BEN YOUSSEF M., GHANMI M., ZARBOUT M., CHIKHAOUI M. et KAMOUN f. (1997)** – Séquences et cycles d'ordre 2 en régime extensif et transtensif : exemple du Crétacé inférieur de l'Atlas tunisien. - *Bull. Soc. géol. France*, t 168, n<sup>o</sup>3, p 373-386.
- STRASSER A. (1986)** – Ooids in Purbeck limestones (lowermost Cretaceous) of the Swiss and French Jura. - *Sedimentology*, Vol 33, p711-727.
- VAIL P. R., MITCHUM R. M. and THOMSON S. (1977)** – Global cycles of relative change of sea-level, *Mem. AAPG*, 26, p. 63-97.
- VAIL P.R., COLIN J.P., JAN DU CHENE J., MEDIAVILLA F. et TRIFILIEFF V. (1987)** – La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris.- *Bull. Soc. géol. France*, t III, N<sup>o</sup>7, p 1301-1322.

- VAN WAGONER J-C., MITCHUM R.M., CAMPION K.M. et RAHMANIAN V.P. (1990) –** Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops. *AAPG Methods in Exploration Series*, N°7.
- WALTER B. et ALMERAS Y. (1977).** – Bryozoaires et brachiopodes des "Calcaires bajociens à bryozoaires" du Gard (France) : Paléontologie et Paléoécologie, *Géobios*, 10, 6, p. 907-955.
- WERNLI R. et METZGER J. (1990) –** *Callorbis minor*, n.g., n.sp., un nouveau Foraminifère des calcaires échinodermiques du Bajocien du Jura (France). - *Eclogae geol. Helv.*, vol. 83/1, p. 163-175.
- WHEELER H.E. (1964) –** Base-level lithosphere surface, and time stratigraphy. - *Geol. Soc. American Bull.*, 75, p. 599-610.
- WRIGHT V.P. (1984) –** Peritidal carbonate facies models : A review. - *Geological Journal*, Vol 19, p 309-325.)

## Table des illustrations

Fig. 1 : Carte géographique de la région étudiée	p. 16
Fig. 2 : Carte géologique de la région étudiée, Grands Causses et Bas-Languedoc	p. 17
Fig. 3 : Géographie du Haut-fond Occitan d'après Delfaud, 1973	p. 19
Fig. 4 : Évolution verticale et latérale du Lias supérieur et du Dogger dans la région comprise entre les Grands Causses et la bordure du bassin pré-vocontien (d'après Dubois et Yapaudjian <i>in</i> Delfaud <i>et al.</i> , 1975)	p. 20
Fig. 5 : Reconstitution spatiale du Haut-fond Occitan pendant le Dogger selon Peybernès et Pélissié, 1985	p. 21
Fig. 6 : Coupes du Haut-fond Occitan pendant le Dogger selon Peybernès et Pélissié, 1985	p. 22
Fig. 7 : Corrélations stratigraphiques (épaisseurs respectées) et découpage séquentiel de 3 <sup>ème</sup> ordre de la série aaléno-bajocienne de la partie nord des Grands Causses (d'après Ciszak <i>et al.</i> , 1996) selon un transect E-W	p. 23
Fig. 8 : Facteurs contrôlant la production carbonatée et l'enregistrement sédimentaire (d'après Schlager, 1992 ; Mörner, 1994 ; Dromart <i>et al.</i> , 1996 ; Homewood, 1996 et Rousselle, 1997)	p. 26
Fig. 9 : Implications de la position de la surface du niveau de base par rapport à la surface terrestre (d'après Wheeler, 1964 modifié)	p. 29
Fig. 10 : Expression stratigraphique des unités génétiques en fonction des variations du niveau marin relatif (modifié d'après Guillocheau, 1991)	p. 29
Fig. 11 : Motif d'empilement et regroupement des unités génétiques en groupement d'unités génétiques ou en séquence de dépôt de 3 <sup>ème</sup> ordre	p. 30
Fig. 12 : Coupe synthétique du Dogger et de la base du Malm reconnus dans la région de Millau	p. 31
Fig. 13 : Coupe synthétique du Dogger reconnu dans la région de Campagnac (d'après Ciszak <i>et al.</i> , 1996)	p. 33
Fig. 14 : Légende commune à toutes les coupes	p. 36
Fig. 15 : Relations entre l'évolution des principaux faciès sur un référentiel théorique et relatif de proximalité/distalité et l'évolution du niveau de base	p. 51
Fig. 16A : Répartition des principaux éléments figurés dans les faciès, de la biophase et des associations de faciès dans les divers environnements de dépôt sur un profil de dépôt théorique	p. 59
Fig. 16B : Répartition des principaux éléments figurés, de la biophase et des structures sédimentaires et des associations de faciès dans les divers environnements de dépôt replacés sur un profil de dépôt théorique	p. 60
Fig. 17 : Localisation des trois secteurs d'étude	p. 66
Fig. 18 : Localisation des coupes levées dans le secteur I, le « Graben des Grands Causses	p. 67
Fig. 19 : Localisation de la coupe des Vignes sur la carte topographique au 1/25000	p. 68
Fig. 20 : Coupe des Vignes (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 70
Fig. 21 : Coupe des Vignes (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 71
Fig. 22 : Coupe des Vignes (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 72
Fig. 23 : Coupe des Vignes (4 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 73
Fig. 24 : Coupe des Vignes (5 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphie séquentielle	p. 74
Fig. 25 : Localisation de la coupe de Millau sur la carte topographique au 1/25000	p. 77
Fig. 26 : Coupe de Millau (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 79

Fig. 27 : Coupe de Millau (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 80
Fig. 28 : Coupe de La Cavalerie, lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 83
Fig. 29 : Coupe de Montméléjan, lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 84
Fig. 30 : Coupe de Saint-Sulpice, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 87
Fig. 31 : Coupe de Chambonnet, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 88
Fig. 32 : Coupe de Changefège, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 90
Fig. 33 : Coupe de la Carrière Hiver, lithologie, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle	p. 91
Fig. 34 : Corrélations séquentielles du Bathonien (« Calcaires à stipites ») le long d'un transect N-S puis NW-SE entre le « Graben » des Grands Causses et sa bordure orientale	p. 94
Fig. 35 : Corrélations lithostratigraphiques des formations du Dogger le long d'un transect W-E situé au nord des Grands Causses (d'après Ciszak et al., 1996 pour l'Aalénobajocien et d'après Elmi, 1967 pour le Dogger de la région des Vans)	p. 95
Fig. 36 : Localisation des coupes levées dans le secteur II, le « Seuil Cévenol »	p. 98
Fig. 37 : Coupe d'Aurières (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 99
Fig. 38 : Coupe d'Aurières (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, et stratigraphie séquentielle	p. 100
Fig. 39 : Coupe d'Aurières (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, et stratigraphie séquentielle	p. 101
Fig. 40 : Carte topographique du secteur du Cirque du Bout du Monde ; localisation des coupes (CBM1 et 2) et sections partielles étudiées (sections 1 à 5)	p. 103
Fig. 41 : Vue panoramique des « Calcaires à stipites » et des « Dolomies II » affleurant sur la falaise du Cirque du Bout du Monde et localisation des sections étudiées	p. 104
Fig. 42 : Coupe du Cirque du Bout du Monde (CBM2), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 105
Fig. 43 : Partie basale des « Calcaires à stipites » au Cirque du Bout du Monde (CBM1)	p. 106
Fig. 44 : Détail de la partie supérieure des « Calcaires à stipites » au Cirque du Bout du Monde	p. 108
Fig. 45 : Série de discontinuités exokarstiques (D5a à D5e) localisées au sommet de Bt 4 et cavités karstiques issues de D5d avec remplissages polyphasés	p. 109
Fig. 46 : Discontinuités exokarstiques localisées au sommet de Bt 4 visibles sur la section 2	p. 110
Fig. 47 : Discontinuités exokarstiques localisées au sommet de Bt 4 visibles sur la section 3	p. 111
Fig. 48 : Coupe du Cirque du Bout du Monde montrant la localisation des cavités endokarstiques en relation avec les paléokarsts de surface (D5)	p. 112
Fig. 49 : Vue panoramique d'une dépression karstique avec effondrement des bancs en direction de l'axe de la cavité	p. 113
Fig. 50 : Dépression karstique localisée au toit des « Calcaires à stipites » remplis par les « Dolomies II » (section 5)	p. 115
Fig. 51 : Carte topographique de la zone comprise entre le Cirque du Bout du Monde et Saint-Pierre-de-la-Fage ; localisation des coupes de Saint-Pierre-de-la-Fage (SP1 à SP4)	p. 117
Fig. 52 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP1), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 118
Fig. 53 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP2), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 119
Fig. 54 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP3), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 120

Fig. 55 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP4), lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 121
Fig. 56 : Coupe du Pas de L'Escalette, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 123
Fig. 57 : Coupe de Labeil, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 124
Fig. 58 : Coupe du Clapier, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 126
Fig. 59 : Coupe de Bédarieux, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 127
Fig. 60 : Formations des « Calcaires à stipites » et des « Dolomies II » dans le sondage du Viala (d'après Le Strat, 1994)	p. 129
Fig. 61 : Cadre géologique des minéralisations dans le gisement des Avinières (modifié d'après Le Guen et Combes, 1988)	p. 131
Fig. 62 : Reconstitution schématique synthétisant les principales caractéristiques géologiques des minéralisations du Bathonien de la région des Malines (modifié d'après Le Guen et Combes, 1988)	p. 131
Fig. 63 : Panorama des blocs glissés d'Arboras (d'après Bodeur <i>et al.</i> , 1992b et Petit <i>et al.</i> , 1973)	p. 134
Fig. 64 : Corrélations lithostratigraphiques des formations du Dogger le long d'un transect W-E puis SW-NE sur le « Seuil Cévenol »	p. 136
Fig. 65 : Corrélations séquentielles du Bathonien le long d'un transect N-S puis E-W à travers le Seuil Cévenol	p. 137
Fig. 66 : Corrélations stratigraphiques des formations post-toarcviennes entre Le Clapier et Saint-Pierre-de-la-Fage (Seuil Cévenol)	p. 139
Fig. 67 : Corrélations séquentielles du Bathonien le long d'un transect N-S entre le « Graben » des Grands Causses et le Seuil Cévenol	p. 140
Fig. 68 : Localisation des sondages et des coupes levées dans le secteur III, le Bas-Languedoc	p. 142
Fig. 69 : Coupe de La Baume, unité I (d'après Bernier <i>in Bernier et al.</i> , 1970)	p. 143
Fig. 70 : Coupe de La Baume, unité II (d'après Bernier <i>in Bernier et al.</i> , 1970)	p. 144
Fig. 71 : Coupe de La Baume, unité III (d'après Bernier <i>in Bernier et al.</i> , 1970)	p. 145
Fig. 72 : Coupe à travers la région montpelliéraise montrant la structure du « pli de Montpellier » et du Pic Saint-Loup (d'après Gèze, 1979)	p. 146
Fig. 73 : Coupe de Murviel-lès-Montpellier, lithologie et environnements de dépôt	p. 147
Fig. 74 : Coupe à travers le Pic Saint-Loup ( <i>in</i> Gèze, 1979 d'après l'interprétation structurale de Gottis, 1957)	p. 148
Fig. 75 : Le Pic Saint-Loup et la combe de Mortiès vus du sud-est ( <i>in</i> Gèze, 1979)	p. 148
Fig. 76 : Coupe du Pic Saint-Loup, lithologie et environnements de dépôt (aucun éléments de datation n'a été trouvé sur cette coupe)	p. 150
Fig. 77 : Sondage de Saint-Hippolyte-du-Fort, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 151
Fig. 78 : Sondage de Saint-Bauzille, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 153
Fig. 79 : Sondage de Quissac 1, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 154
Fig. 80 : Sondage de Quissac 2, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 154
Fig. 81 : Sondage de Lédignan 1, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 156
Fig. 82 : Sondage de Lédignan 101, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 157
Fig. 83 : Carte des isopaques des formations bathoniennes dans le Bassin subalpin	p. 159
Fig. 84 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses et le Bassin Subalpin	p. 164

Fig. 85 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses (Millau) et le Bassin Subalpin en passant par la bordure sous-cévenole	p. 166
Fig. 86 : Carte des faciès lithologiques au Bajocien supérieur	p. 167
Fig. 87 : Carte des faciès lithologiques au Bathonien moyen (Bt 1 et Bt 2 pour les Grands Causses) et épaisseurs des séquences Bt 1 et Bt 2 dans les Grands Causses	p. 170
Fig. 88 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 1 (Bathonien moyen). Épaisseurs non respectées.	p. 171
Fig. 89 : Carte du substratum des formations bathoniennes	p. 172
Fig. 90 : Carte des faciès lithologiques à la fin du Bathonien moyen et au Bathonien supérieur (dépôts anté-Dolomies II) et épaisseurs des séquences Bt 3 et Bt 4 dans les Grands Causses	p. 173
Fig. 91 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 2 (Bathonien moyen et Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 174
Fig. 92 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien moyen (séquence Bt 3)	p. 175
Fig. 93 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au début du Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à <i>B. hopkinsi/icaunensis</i> )	p. 176
Fig. 94 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à <i>B. cf. thierachensis</i> )	p. 176
Fig. 95 : Anastomose latérale des discontinuités karstiques entre le Cirque du Bout du Monde et Saint-Pierre-de-la-Fage	p. 178
Fig. 96 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 3 (Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 178
Fig. 97 : Carte des faciès lithologiques à la fin du Bathonien supérieur	p. 180
Fig. 98 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien supérieur (Dolomies II)	p. 181
Fig. 99 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 4 (Bathonien terminal). Épaisseurs non respectées.	p. 181
Fig. 100 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 1 (Bathonien inférieur et moyen). Épaisseurs non respectées.	p. 183
Fig. 101 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 2 (Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 183
Fig. 102 : Carte des isopaques des formations bathoniennes (ensembles Calcaires à stipites + Dolomies II non différencié pour la région des Grands Causses)	p. 184
Fig. 103 : Répartition des zones ou sous-zones d'ammonites du Bathonien sup. à l'Oxfordien sup. reconnus sur quelques coupes des Grands Causses et du Bas-Languedoc	p. 186
Fig. 104 : Corrélations des grands événements stratigraphiques et géodynamiques au cours du Bathonien entre la région étudiée et les régions voisines (Ardèche, Ariège, Quercy et Poitou)	p. 190
Fig. 105 : Reconstitution schématique d'un segment de la marge ouest-téthysienne au Bathonien ; transect Graben des Grands Causses - Bassin subalpin	p. 192
Fig. 106 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de montée du niveau de base haute fréquence	p. 204
Fig. 107 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de chute du niveau de base haute fréquence	p. 204
Fig. 108 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenvironnements sur une séquence-paysage virtuelle en phase de montée du niveau de base haute fréquence	p. 205
Fig. 109 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenvironnements sur une séquence-paysage virtuelle en phase de chute du niveau de base haute fréquence	p. 206
Tab. 1 : Extrait du tableau de succession des faciès dans les séquences élémentaires de la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes	p. 196
Tab. 2 : Nombre de présence des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes	p. 197

Tab. 3 : Nombre de présence, pour une séquence élémentaire, des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt1 sur la coupe des Vignes	p. 198
Tab. 4 : Pourcentage de la répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 199
Tab. 5 : Pourcentage de la répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 200
Tab. 6 : Préservation relative des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base	p. 213
Graph. 1 : Nombre de présence pour tous les faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes	p. 196
Graph. 2 : Nombre de présence (ramené à un nombre égal de phases de montée et chute) pour tous les faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes	p. 197
Graph. 3 : Répartition des faciès (en ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 198
Graph. 4 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 199
Graph. 5 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 200
Graph. 6 : Nombre de présence de chaque faciès (non regroupé) en fonction des phases de montée et de chute sur l'ensemble de la coupe des Vignes	p. 201
Graph. 7 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de Millau	p. 203
Graph. 8 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe du Maynial	p. 203
Graph. 9 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de La Canourgue	p. 203
Graph. 10 : Répartition des faciès (ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 209
Graph. 11 : Répartition des faciès (ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 209
Graph. 12 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 209
Graph. 13 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 210
Graph. 14 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 210
Graph. 15 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 210

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les descripteurs paléontologiques ; associations d'ostracodes, brachiopodes et foraminifères benthiques.	p. 238
Annexe 2 : Coupe du Maynial (1 <sup>re</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 262
Annexe 3 : Coupe du Maynial (2 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 263
Annexe 4 : Coupe du Maynial (3 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 264
Annexe 5 : Coupe du Maynial (4 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 265
Annexe 6 : Coupe du Maynial (5 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 266
Annexe 7 : Coupe du Maynial (6 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 267
Annexe 8 : Coupe du Maynial (7 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 268
Annexe 9 : Coupe de Puncho d'Agast (1 <sup>re</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 269
Annexe 10 : Coupe de Puncho d'Agast (2 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 270
Annexe 11 : Coupe de Puncho d'Agast (3 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 271
Annexe 12 : Coupe de Puncho d'Agast (4 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 272
Annexe 13 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (1 <sup>re</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 273
Annexe 14 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (2 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 274
Annexe 15 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (3 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 275
Annexe 16 : Coupe de La Canourgue (1 <sup>re</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 276
Annexe 17 : Coupe de La Canourgue (2 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 277
Annexe 18 : Coupe de La Canourgue (3 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 278
Annexe 19 : Coupe de La Canourgue (4 <sup>me</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 279
Annexe 20 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 282
Annexe 21 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 283
Annexe 22 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 284
Annexe 23 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 285
Annexe 24 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)	p. 286
Annexe 25 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)	p. 287
Annexe 26 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Millau)	p. 288
Annexe 27 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 289
Annexe 28 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 290
Annexe 29 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 291
Annexe 30 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 292
Annexe 31 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)	p. 293
Annexe 32 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)	p. 294

Annexe 33 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 34 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 35 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 36 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 37 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 38 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 39 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 40 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 41 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 42 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 43 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 44 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 45 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Annexe 46 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Annexe 47 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Planches photographiques des faciès	
planche 6	p. 301
planche 7	p. 302
planche 8	p. 304
planche 9	p. 306
planche 10	p. 308
	p. 310

## Table des illustrations

Fig. 1 : Carte géographique de la région étudiée	p. 16
Fig. 2 : Carte géologique de la région étudiée, Grands Causses et Bas-Languedoc	p. 17
Fig. 3 : Géographie du Haut-fond Occitan d'après Delfaud, 1973	p. 19
Fig. 4 : Évolution verticale et latérale du Lias supérieur et du Dogger dans la région comprise entre les Grands Causses et la bordure du bassin pré-vococontien (d'après Dubois et Yapaudjian <i>in</i> Delfaud <i>et al.</i> , 1975)	p. 20
Fig. 5 : Reconstitution spatiale du Haut-fond Occitan pendant le Dogger selon Peybernès et Pélissié, 1985	p. 21
Fig. 6 : Coupes du Haut-fond Occitan pendant le Dogger selon Peybernès et Pélissié, 1985	p. 22
Fig. 7 : Corrélations stratigraphiques (épaisseurs respectées) et découpage séquentiel de 3 <sup>ème</sup> ordre de la série aaléno-bajocienne de la partie nord des Grands Causses (d'après Ciszak <i>et al.</i> , 1996) selon un transect E-W	p. 23
Fig. 8 : Facteurs contrôlant la production carbonatée et l'enregistrement sédimentaire (d'après Schlager, 1992 ; Mörner, 1994 ; Dromart <i>et al.</i> , 1996 ; Homewood, 1996 et Rousselle, 1997)	p. 26
Fig. 9 : Implications de la position de la surface du niveau de base par rapport à la surface terrestre (d'après Wheeler, 1964 modifié)	p. 29
Fig. 10 : Expression stratigraphique des unités génétiques en fonction des variations du niveau marin relatif (modifié d'après Guillocheau, 1991)	p. 29
Fig. 11 : Motif d'empilement et regroupement des unités génétiques en groupement d'unités génétiques ou en séquence de dépôt de 3 <sup>ème</sup> ordre	p. 30
Fig. 12 : Coupe synthétique du Dogger et de la base du Malm reconnus dans la région de Millau	p. 31
Fig. 13 : Coupe synthétique du Dogger reconnu dans la région de Campagnac (d'après Ciszak <i>et al.</i> , 1996)	p. 33
Fig. 14 : Légende commune à toutes les coupes	p. 36
Fig. 15 : Relations entre l'évolution des principaux faciès sur un référentiel théorique et relatif de proximalité/distalité et l'évolution du niveau de base	p. 51
Fig. 16A : Répartition des principaux éléments figurés dans les faciès, de la biophase et des associations de faciès dans les divers environnements de dépôt sur un profil de dépôt théorique	p. 59
Fig. 16B : Répartition des principaux éléments figurés, de la biophase et des structures sédimentaires et des associations de faciès dans les divers environnements de dépôt replacés sur un profil de dépôt théorique	p. 60
Fig. 17 : Localisation des trois secteurs d'étude	p. 66
Fig. 18 : Localisation des coupes levées dans le secteur I, le « Graben des Grands Causses	p. 67
Fig. 19 : Localisation de la coupe des Vignes sur la carte topographique au 1/25000	p. 68
Fig. 20 : Coupe des Vignes (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 70
Fig. 21 : Coupe des Vignes (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 71
Fig. 22 : Coupe des Vignes (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 72
Fig. 23 : Coupe des Vignes (4 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 73
Fig. 24 : Coupe des Vignes (5 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphie séquentielle	p. 74
Fig. 25 : Localisation de la coupe de Millau sur la carte topographique au 1/25000	p. 77
Fig. 26 : Coupe de Millau (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 79

Fig. 27 : Coupe de Millau (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 80
Fig. 28 : Coupe de La Cavalerie, lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 83
Fig. 29 : Coupe de Montméjean, lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 84
Fig. 30 : Coupe de Saint-Sulpice, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 87
Fig. 31 : Coupe de Chambonnet, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 88
Fig. 32 : Coupe de Changefège, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 90
Fig. 33 : Coupe de la Carrière Hiver, lithologie, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle	p. 91
Fig. 34 : Corrélations séquentielles du Bathonien (« Calcaires à stipites ») le long d'un transect N-S puis NW-SE entre le « Graben » des Grands Causses et sa bordure orientale	p. 94
Fig. 35 : Corrélations lithostratigraphiques des formations du Dogger le long d'un transect W-E situé au nord des Grands Causses (d'après Ciszak et al., 1996 pour l'Aaléno-Bajocien et d'après Elmi, 1967 pour le Dogger de la région des Vans)	p. 95
Fig. 36 : Localisation des coupes levées dans le secteur II, le « Seuil Cévenol »	p. 98
Fig. 37 : Coupe d'Aurières (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 99
Fig. 38 : Coupe d'Aurières (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, et stratigraphie séquentielle	p. 100
Fig. 39 : Coupe d'Aurières (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, environnements de dépôt, biophase, et stratigraphie séquentielle	p. 101
Fig. 40 : Carte topographique du secteur du Cirque du Bout du Monde ; localisation des coupes (CBM1 et 2) et sections partielles étudiées (sections 1 à 5)	p. 103
Fig. 41 : Vue panoramique des « Calcaires à stipites » et des « Dolomies II » affleurant sur la falaise du Cirque du Bout du Monde et localisation des sections étudiées	p. 104
Fig. 42 : Coupe du Cirque du Bout du Monde (CBM2), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 105
Fig. 43 : Partie basale des « Calcaires à stipites » au Cirque du Bout du Monde (CBM1)	p. 106
Fig. 44 : Détail de la partie supérieure des « Calcaires à stipites » au Cirque du Bout du Monde	p. 108
Fig. 45 : Série de discontinuités exokarstiques (D5a à D5e) localisées au sommet de Bt 4 et cavités karstiques issues de D5d avec remplissages polyphasés	p. 109
Fig. 46 : Discontinuités exokarstiques localisées au sommet de Bt 4 visibles sur la section 2	p. 110
Fig. 47 : Discontinuités exokarstiques localisées au sommet de Bt 4 visibles sur la section 3	p. 111
Fig. 48 : Coupe du Cirque du Bout du Monde montrant la localisation des cavités endokarstiques en relation avec les paléokarsts de surface (D5)	p. 112
Fig. 49 : Vue panoramique d'une dépression karstique avec effondrement des bancs en direction de l'axe de la cavité	p. 113
Fig. 50 : Dépression karstique localisée au toit des « Calcaires à stipites » remplis par les « Dolomies II » (section 5)	p. 115
Fig. 51 : Carte topographique de la zone comprise entre le Cirque du Bout du Monde et Saint-Pierre-de-la-Fage ; localisation des coupes de Saint-Pierre-de-la-Fage (SP1 à SP4)	p. 117
Fig. 52 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP1), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 118
Fig. 53 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP2), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 119
Fig. 54 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP3), lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 120

Fig. 55 : Coupe de Saint-Pierre-de-la-Fage(SP4), lithologie, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 121
Fig. 56 : Coupe du Pas de L'Escalette, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 123
Fig. 57 : Coupe de Labeil, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 124
Fig. 58 : Coupe du Clapier, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 126
Fig. 59 : Coupe de Bédarieux, lithologie, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle	p. 127
Fig. 60 : Formations des « Calcaires à stipites » et des « Dolomies II » dans le sondage du Viala (d'après Le Strat, 1994)	p. 129
Fig. 61 : Cadre géologique des minéralisations dans le gisement des Avinières (modifié d'après Le Guen et Combes, 1988)	p. 131
Fig. 62 : Reconstitution schématique synthétisant les principales caractéristiques gîtologiques des minéralisations du Bathonien de la région des Malines (modifié d'après Le Guen et Combes, 1988)	p. 131
Fig. 63 : Panorama des blocs glissés d'Arboras (d'après Bodeur <i>et al.</i> , 1992b et Petit <i>et al.</i> , 1973)	p. 134
Fig. 64 : Corrélations lithostratigraphiques des formations du Dogger le long d'un transect W-E puis SW-NE sur le « Seuil Cévenol »	p. 136
Fig. 65 : Corrélations séquentielles du Bathonien le long d'un transect N-S puis E-W à travers le Seuil Cévenol	p. 137
Fig. 66 : Corrélations stratigraphiques des formations post-toarciniennes entre Le Clapier et Saint-Pierre-de-la-Fage (Seuil Cévenol)	p. 139
Fig. 67 : Corrélations séquentielles du Bathonien le long d'un transect N-S entre le « Graben » des Grands Causses et le Seuil Cévenol	p. 140
Fig. 68 : Localisation des sondages et des coupes levées dans le secteur III, le Bas-Languedoc	p. 142
Fig. 69 : Coupe de La Baume, unité I (d'après Bernier <i>in</i> Bernier <i>et al.</i> , 1970)	p. 143
Fig. 70 : Coupe de La Baume, unité II (d'après Bernier <i>in</i> Bernier <i>et al.</i> , 1970)	p. 144
Fig. 71 : Coupe de La Baume, unité III (d'après Bernier <i>in</i> Bernier <i>et al.</i> , 1970)	p. 145
Fig. 72 : Coupe à travers la région montpelliéraise montrant la structure du « pli de Montpellier » et du Pic Saint-Loup (d'après Gèze, 1979)	p. 146
Fig. 73 : Coupe de Murviel-lès-Montpellier, lithologie et environnements de dépôt	p. 147
Fig. 74 : Coupe à travers le Pic Saint-Loup ( <i>in</i> Gèze, 1979 d'après l'interprétation structurale de Gottis, 1957)	p. 148
Fig. 75 : Le Pic Saint-Loup et la combe de Mortiès vus du sud-est ( <i>in</i> Gèze, 1979)	p. 148
Fig. 76 : Coupe du Pic Saint-Loup, lithologie et environnements de dépôt (aucun éléments de datation n'a été trouvé sur cette coupe)	p. 150
Fig. 77 : Sondage de Saint-Hippolyte-du-Fort, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 151
Fig. 78 : Sondage de Saint-Bauzille, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 153
Fig. 79 : Sondage de Quissac 1, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 154
Fig. 80 : Sondage de Quissac 2, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 154
Fig. 81 : Sondage de Lédignan 1, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 156
Fig. 82 : Sondage de Lédignan 101, lithologie et attributions stratigraphiques (d'après les données du BRGM)	p. 157
Fig. 83 : Carte des isopaques des formations bathoniennes dans le Bassin subalpin	p. 159
Fig. 84 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses et le Bassin Subalpin	p. 164

Fig. 85 : Corrélations stratigraphiques des formations du Jurassique moyen le long d'un transect entre le Graben des Grands Causses (Millau) et le Bassin Subalpin en passant par la bordure sous-cévenole	p. 166
Fig. 86 : Carte des faciès lithologiques au Bajocien supérieur	p. 167
Fig. 87 : Carte des faciès lithologiques au Bathonien moyen (Bt 1 et Bt 2 pour les Grands Causses) et épaisseurs des séquences Bt 1 et Bt 2 dans les Grands Causses	p. 170
Fig. 88 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 1 (Bathonien moyen). Épaisseurs non respectées.	p. 171
Fig. 89 : Carte du substratum des formations bathoniennes	p. 172
Fig. 90 : Carte des faciès lithologiques à la fin du Bathonien moyen et au Bathonien supérieur (dépôts anté-Dolomies II) et épaisseurs des séquences Bt 3 et Bt 4 dans les Grands Causses	p. 173
Fig. 91 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 2 (Bathonien moyen et Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 174
Fig. 92 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien moyen (séquence Bt 3)	p. 175
Fig. 93 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au début du Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à <i>B. hopkinsi/cauensis</i> )	p. 176
Fig. 94 : Carte détaillée du Seuil Cévenol au Bathonien supérieur (séquence Bt 4, niveau à <i>B. cf. thierachensis</i> )	p. 176
Fig. 95 : Anastomose latérale des discontinuités karstiques entre le Cirque du Bout du Monde et Saint-Pierre-de-la-Fage	p. 178
Fig. 96 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 3 (Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 178
Fig. 97 : Carte des faciès lithologiques à la fin du Bathonien supérieur	p. 180
Fig. 98 : Carte détaillée du Seuil Cévenol à la fin du Bathonien supérieur (Dolomies II)	p. 181
Fig. 99 : Coupe schématique de la marge septentrionale du Seuil Cévenol au cours de l'étape 4 (Bathonien terminal). Épaisseurs non respectées.	p. 181
Fig. 100 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 1 (Bathonien inférieur et moyen). Épaisseurs non respectées.	p. 183
Fig. 101 : Coupe schématique de la marge cévenole du Bassin Subalpin au cours de l'étape 2 (Bathonien supérieur). Épaisseurs non respectées.	p. 183
Fig. 102 : Carte des isopaques des formations bathoniennes (ensembles Calcaires à stipites + Dolomies II non différencié pour la région des Grands Causses)	p. 184
Fig. 103 : Répartition des zones ou sous-zones d'ammonites du Bathonien sup. à l'Oxfordien sup. reconnus sur quelques coupes des Grands Causses et du Bas-Languedoc	p. 186
Fig. 104 : Corrélations des grands événements stratigraphiques et géodynamiques au cours du Bathonien entre la région étudiée et les régions voisines (Ardèche, Ariège, Quercy et Poitou)	p. 190
Fig. 105 : Reconstitution schématique d'un segment de la marge ouest-téthysienne au Bathonien ; transect Graben des Grands Causses - Bassin subalpin	p. 192
Fig. 106 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de montée du niveau de base haute fréquence	p. 204
Fig. 107 : Diagramme de substitution latérale de faciès en phase de chute du niveau de base haute fréquence	p. 204
Fig. 108 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenvironnements sur une séquence-paysage virtuelle en phase de montée du niveau de base haute fréquence	p. 205
Fig. 109 : Bloc diagramme de la reconstitution des paléoenvironnements sur une séquence-paysage virtuelle en phase de chute du niveau de base haute fréquence	p. 206
Tab. 1 : Extrait du tableau de succession des faciès dans les séquences élémentaires de la séquence Bt 1 sur la coupe des Vignes	p. 196
Tab. 2 : Nombre de présence des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt1 sur la coupe des Vignes	p. 197

Tab. 3 : Nombre de présence, pour une séquence élémentaire, des faciès en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif et des phases de variation du niveau de base pour la séquence Bt1 sur la coupe des Vignes	p. 198
Tab. 4 : Pourcentage de la répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 199
Tab. 5 : Pourcentage de la répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif ou régressif de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 200
Tab. 6 : Préservation relative des faciès en fonction des phases de variation du niveau de base	p. 213
Graph. 1 : Nombre de présence pour tous les faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes	p. 196
Graph. 2 : Nombre de présence (ramené à un nombre égal de phases de montée et chute) pour tous les faciès en fonction des phases de montée ou de chute du niveau de base sur la coupe des Vignes	p. 197
Graph. 3 : Répartition des faciès (en ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 198
Graph. 4 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 199
Graph. 5 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 1 aux Vignes	p. 200
Graph. 6 : Nombre de présence de chaque faciès (non regroupé) en fonction des phases de montée et de chute sur l'ensemble de la coupe des Vignes	p. 201
Graph. 7 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de Millau	p. 203
Graph. 8 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe du Maynial	p. 203
Graph. 9 : Répartition des faciès en fonction des phases de montée et de chute sur la coupe de La Canourgue	p. 203
Graph. 10 : Répartition des faciès (ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 209
Graph. 11 : Répartition des faciès (ordonnée) en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) ou régressif (dm R) dans la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 209
Graph. 12 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 209
Graph. 13 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 210
Graph. 14 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 3 aux Vignes	p. 210
Graph. 15 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) de la séquence Bt 4 aux Vignes	p. 210

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Les descripteurs paléontologiques ; associations d'ostacodes, brachiopodes et foraminifères benthiques.	p. 238
Annexe 2 : Coupe du Maynial (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 262
Annexe 3 : Coupe du Maynial (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 263
Annexe 4 : Coupe du Maynial (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 264
Annexe 5 : Coupe du Maynial (4 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 265
Annexe 6 : Coupe du Maynial (5 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 266
Annexe 7 : Coupe du Maynial (6 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 267
Annexe 8 : Coupe du Maynial (7 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 268
Annexe 9 : Coupe de Puncho d'Agast (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 269
Annexe 10 : Coupe de Puncho d'Agast (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 270
Annexe 11 : Coupe de Puncho d'Agast (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 271
Annexe 12 : Coupe de Puncho d'Agast (4 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphique séquentielle	p. 272
Annexe 13 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 273
Annexe 14 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 274
Annexe 15 : Coupe de La Roque-Sainte-Marguerite (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 275
Annexe 16 : Coupe de La Canourgue (1 <sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphique séquentielle	p. 276
Annexe 17 : Coupe de La Canourgue (2 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 277
Annexe 18 : Coupe de La Canourgue (3 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 278
Annexe 19 : Coupe de La Canourgue (4 <sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphique séquentielle	p. 279
Annexe 20 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 282
Annexe 21 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 283
Annexe 22 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 284
Annexe 23 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)	p. 285
Annexe 24 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)	p. 286
Annexe 25 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)	p. 287
Annexe 26 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Millau)	p. 288
Annexe 27 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 289
Annexe 28 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 290
Annexe 29 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 291
Annexe 30 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)	p. 292
Annexe 31 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)	p. 293
Annexe 32 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)	p. 294

Annexe 33 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 34 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 35 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 au Maynial	p. 295
Annexe 36 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 37 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 38 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial	p. 296
Annexe 39 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 40 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 41 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast	p. 297
Annexe 42 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 43 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 44 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue	p. 298
Annexe 45 : Répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Annexe 46 : Répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Annexe 47 : Répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dmT) et régressif (dmR) dans la séquence Bt 1 et Bt 2 à Millau	p. 299
Planches photographiques des faciès	
planché 6	p. 301
planché 7	p. 302
planché 8	p. 304
planché 9	p. 306
planché 10	p. 308
	p. 310

## *Annexes*

## Annexe 1

### Les descripteurs paléontologiques

Dans cette annexe, sont regroupées les données concernant les descripteurs paléontologiques qui ont permis d'obtenir des informations sur les datations ou sur les paléoenvironnements de la série bathonienne des Grands Causses. Il s'agit des ostracodes pour les paléoenvironnements, des brachiopodes et des foraminifères benthiques pour les datations.

#### ASSOCIATIONS D'ESPÈCES D'OSTRACODES ET PALÉOENVIRONNEMENTS

*Les 80 échantillons récoltés sont issus de niveaux marneux ou argileux intercalés dans la formation des « Calcaires à stipites ». Les ostracodes ont été étudiés par M. B. Andreu (Université de Toulouse) et les résultats concernant la détermination de nouvelles espèces d'ostracodes dans le Bathonien sont en cours de publication dont voici quelques éléments.*

L'inventaire de l'ensemble des faciès reconnus sur les coupes du Graben des Grands Causses et du Seuil cévenol a permis de caractériser cinq environnements de dépôt : backshore, foreshore, shoreface supérieur et inférieur et offshore supérieur.

Les associations d'ostracodes et les autres groupes associées (foraminifères benthiques, brachiopodes, échinides (radioles), crinoïdes (entroques), lamellibranches, characées ...) individualisent deux milieux de dépôt différents, un milieu lacustre et un milieu marin infralittoral interne peu profond, avec des contaminations du milieu marin à partir du milieu lacustre et inversement, par plusieurs espèces d'ostracodes.

Quel que soit le milieu, la diversité spécifique est généralement faible, elle varie de 1 à 7 espèces ; le nombre d'individus varie beaucoup suivant le milieu, de 1 à 600 environ. Dans les populations d'ostracodes, les adultes sont quantitativement les plus nombreux ; les stades juvéniles sont en effet absents ou rares.

19 espèces lacustres ont été recensées, contre 39 espèces marines, mais les mélanges d'espèces lacustres et marines sont fréquents.

En milieu lacustre (eau douce, salinité comprise entre 0 et 0,5%, in Hudson, 1990), la diversité spécifique est généralement faible, de 1 à 7 espèces, mais le plus souvent de 1 à 3. Le nombre d'individus varie de 1 à 400.

Les espèces généralement lacustres sont les suivantes : Theriosynoecum aveyronensis (ROHR, 1976), Darwinula cf. leguminella (FORBES, 1855), Darwinula sp. 1, Darwinula sp. 2, Fabanella ? sp. , Fabanella bathonica (OERTLI, 1956), Klieana levigata OERTLI, 1956, Klieana sp. , Mantelliana sp. 1, Mantelliana sp. 2, Metacypris ? sp. , Limnocythere sp.\*, Theriosynoecum sp. , Timiriasevia cf. mackerrowi BATE, 1965, Timiriasevia sp. 1, Timiriasevia sp. 2.

Les espèces appartenant aux genres Theriosynoecum peuvent montrer des comportements

eutrophiques et vivre dans des eaux de salinité variable, de 0 à 7% ; celles du genre Limnocythere acceptent des eaux douces à mésohalines, de 0 à 15% ; celles du genre Darwinula, des eaux douces à mésohalines, de 0 et 15%, avec une préférence pour des eaux oligohalines, de 0 à 5% (Wakefield, 1995). Le genre Fabanella colonise les eaux douces, mais peut aussi supporter aussi de fortes variations de salinité et devenir méso à polyhalin (0 à 30% ; Colin & al., 1990).

Nous distinguons trois associations principales d'ostacodes lacustres ; dans la structure des populations, nous considérons une espèce comme dominante (d) lorsqu'elle occupe plus de 50 % de la population ; caractéristique (c) : de 25 à 50 % ; accompagnatrice (a) : de 5 à 25 % et fortuite (f) : moins de 5 %).

- **Association 1** : Fabanella bathonica (d), seule ou associée à Klieana levis, Limnocythere sp.\* (a et f), aux espèces des genres Timiriasevia (f) et Darwinula (f). La diversité est minimum, elle varie de 1 à 3 dans chaque échantillon, plus rarement de 1 à 5, avec un assez grand nombre d'individus par espèce.

La salinité pourrait être comprise entre 0 et 15%.  
Cette association, qui apparaît dans de nombreux échantillons sur les coupes de Les Vignes et La Roque-Sainte-Marguerite, pour ne citer que les principales, se compose essentiellement d'espèces lisses : Fabanella bathonica, Klieana levis, espèces du genre Darwinula et quelques individus de Limnocythere sp.\*. Ces espèces sont le plus souvent associées à des characées

- **Association 2** : Limnocythere sp.\* (d), seule ou associée à Klieana levis, Fabanella bathonica, espèces des genres Timiriasevia et Darwinula (f) ; la diversité spécifique varie de 1 à 5. Limnocythere sp.\* n'est jamais associée à Theriosynoecum avevronensis. La salinité serait semblable à celle de l'association précédente, comprise entre 0 et 15%.

Cette association apparaît dans des argiles riches en matière organique qui comblent des poches karstiques (éch. LV69, MIA81), et dans des argiles qui contiennent des dépôts carbonés (éch. MI72a, MI74a). Elle aurait donc colonisé les environnements situés au-delà du biotope à characées. Dans un tel milieu, la diversité maximale se situerait, en effet, vers 10 mètres de profondeur, les ostacodes étant associés à des restes de characées (tiges ou oogones) et à des mollusques (Gastéropodes), dans un domaine localisé à la limite du développement de l'herbier à charas ; c'est un domaine à forte productivité de la biomasse ; les conditions sont propices au développement d'une végétation diversifiée : eaux bien oxygénées, contrairement à celles qui baignent l'herbier à characées, et apports importants en substances nutritives issues des végétaux provenant de l'herbier, le taux de sédimentation étant relativement fort (exemple du Lac Titicaca actuel). Les morphes lisses, ponctuées à alvéolées et réticulées, de l'espèce Limnocythere sp.\* abondent dans cet environnement. Une légère sursaturation des eaux en carbonates dissous facilite la surcalcification des carapaces et le développement de formes agrandies, à réticulum. Limnocythere sp.\* pourrait donc être typique de la zone littorale d'un lac oligotrophique, à dureté des eaux élevée, limité par une aire d'alimentation carbonatée.

- **Association 3** : Theriosynoecum avevronensis (a ou f) associée aux espèces des genres Fabanella, Darwinula, Klieana, Timiriasevia, Mantelliana. La diversité spécifique est relativement importante, de 6 à 7 espèces. La salinité serait plus faible que dans les deux associations précédentes, et variable, de 0 à 7%.

Cette association apparaît soit dans des argiles transgressives (éch. PE1) qui comblent les poches karstiques (éch. MIA81) et qui surmontent des dépôts carbonés (éch. RSM52a), soit

dans des argiles de décantation, en fin de comblement (éch. LN00, LN01) ou de part et d'autre d'une surface d'inondation maximale (éch. RSM43a, RSM51a et RSM52a).

Dans ces trois associations, les espèces contaminantes n'ont pas été comptabilisées. Le milieu lacustre est en effet parfois contaminé par des arrivées d'espèces marines appartenant essentiellement aux genres Kinkelinella (espèce dominante, avec de nombreux individus, dans 54% des échantillons marins), Eocytheridea, Schuleridea, Eoschuleridea, et Micropneumatocythere.

En milieu marin (eaux euhalines, salinité comprise entre 30 et 40‰), la diversité spécifique varie de 1 à 5, pour un nombre d'individus de 3 à 250 environ.

Les espèces marines sont nombreuses, mais la plupart d'entre elles sont laissées en nomenclature ouverte, de par leur mauvaise conservation, leur nouveauté et/ou leur trop petit nombre d'individus. Elles appartiennent aux genres Amphicythere (Merocythere), Bairdia, Bythocypris, Caytonidea, Cytherelloidea, Eocytheridea, Eoschuleridea, Fastigatocythere, Galliaecytheridea, Kinkelinella, Kirtonella, Macrodentina ?, Marslatourella, Micropneumatocythere, Paracypris, Parariscus, Praeschuleridea, Procytheridea ? et Schuleridea.

Trois associations, typiques de l'étage infralittoral restreint d'une plate-forme proximale peu profonde, semblent toutefois se dégager.

- **Association 4** : Fastigatocythere sp.1\* (d), seule (33% des échantillons) ou associée avec Micropneumatocythere sp.3\*, Marslatourella bathonica, deux espèces fortuites. Peuvent s'y adjoindre parfois les espèces des genres Schuleridea, Eoschuleridea ou Praeschuleridea. Cette association est de loin la plus fréquente, 45 % des échantillons. La diversité spécifique varie de 1 à 3, plus rarement de 1 à 5. Les ostracodes sont parfois associés à de nombreux brachiopodes (éch. LV73, LVX et RSM17).

Cette association est en outre souvent contaminé par des espèces lacustres appartenant aux genres Fabanella, Limnocythere et Klieana.

- **Association 5** : Schuleridea (Eoschuleridea) trigonalis (d), Schuleridea sp. (c), Fastigatocythere sp. (f), (éch. LV118a).

- **Association 6** : Kirtonella sp.\* (d), Bairdia cf. pumicosa SHEPPARD, 1981, Cytherelloidea aff. fullonica (JONES & SHERBORN, 1888), Fastigatocythere sp.1\* et Micropneumatocythere sp. (espèces f), (éch. LV00).

Ces deux dernières associations ne sont présentes que dans un seul échantillon et sont typiquement marines.

L'ensemble des échantillons marins se localisent dans le bassin subsident : coupes principales de La Canourgue (CA17, CA21), Les Vignes (LV73, LV118a, LVX), Millau (MIS32, MIS8a, MI71b) et La Roque-Sainte-Marguerite (RSM17, RSM19b, RSM31), et sont absents à la fois sur les bordures (coupes de Changefège, Lenne) et sur le haut-fond (coupes d'Aurières, Saint-Pierre-de-la-Fage, Pas de l'Escalette).

## CONCLUSIONS

L'étude des séries carbonatées du Bathonien des Grands Causses nous a permis de reconnaître 58 espèces d'ostracodes parmi lesquelles une douzaine sont déjà connues dans la littérature et 8 sont nouvelles et seront publiées prochainement.

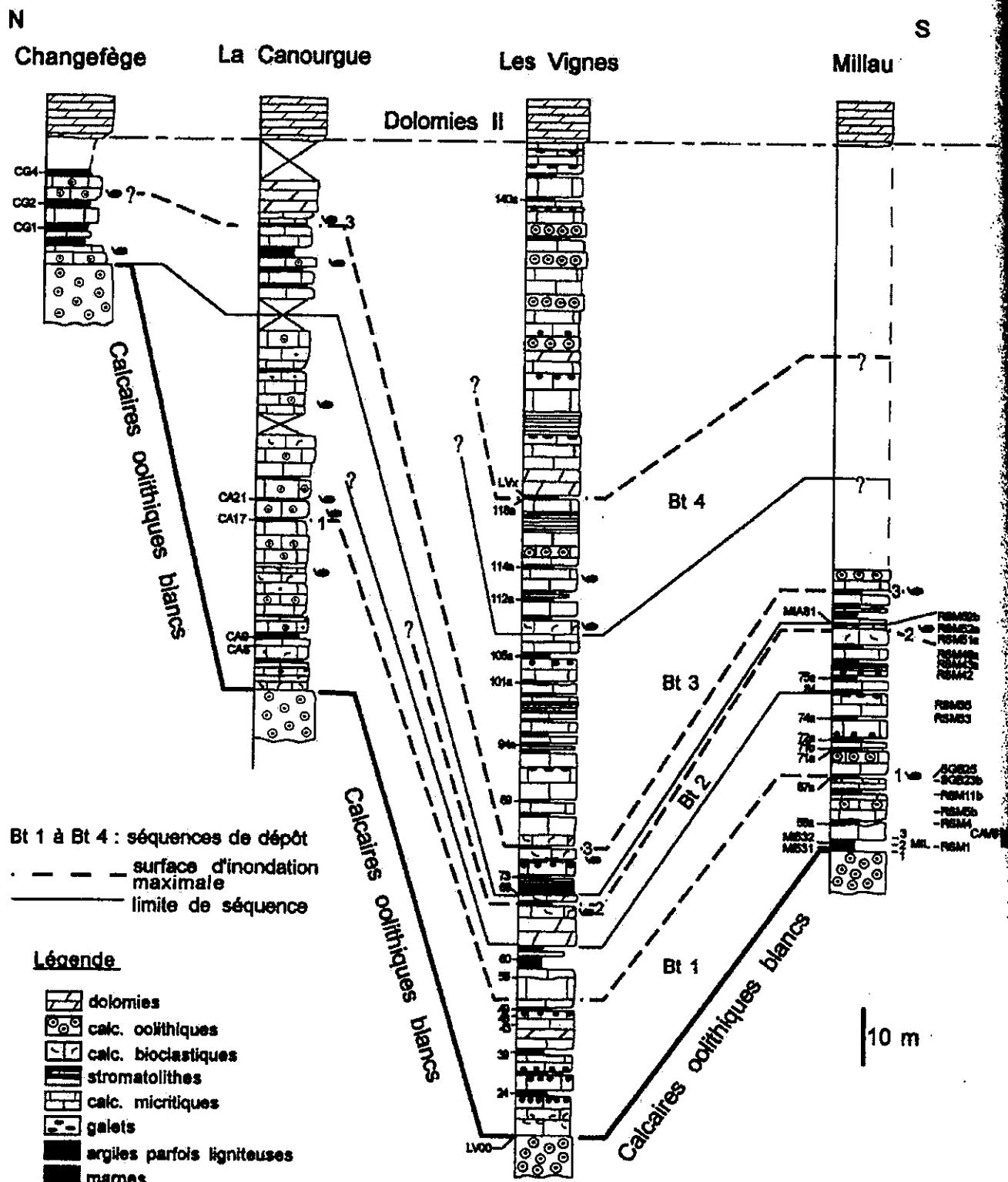
Ces espèces nouvellement décrites appartiennent aux genres lacustre Limnocythere (L. sp.\*), et marins et/ou saumâtres Fastigatocythere (F. sp1.\*), Kirtonella (K. sp.\*), Marslatourella (M. sp.\*), Micropneumatocythere (M. sp3.\*), Praeschuleridea (P. sp1.\*).

Les associations d'ostracodes caractérisent ainsi deux milieux de dépôt différents, le milieu lacustre et le milieu marin.

•En milieu lacustre, les ostracodes vivent en zone littorale, à quelques mètres de profondeur. Ils colonisent soit l'herbier à characées, où la vie est difficile et stressante pour les populations par manque d'oxygène, acidité de l'eau et sous-saturation en carbonates, les carapaces étant lisses, soit la bordure de l'herbier à characées où les conditions trophiques et d'oxygénéation sont optimales pour leur développement, les carapaces étant alors ornementées.

•En environnement marin, la plate-forme est occupé par deux associations différentes, typiquement infralittorales peu profondes. Le domaine côtier, à la fois plus confiné, moins profond et plus riche en carbonates dissous, montre une troisième association, à carapaces calcifiées, contaminée par des arrivées d'espèces lacustres.

La salinité de l'eau, et le taux d'oxygène dissous, lié lui-même à la concentration de matière organique, sont donc les deux facteurs principaux dans la distribution, temporelle et spatiale, des associations d'ostracodes de l'intervalle Bathonien moyen-supérieur.



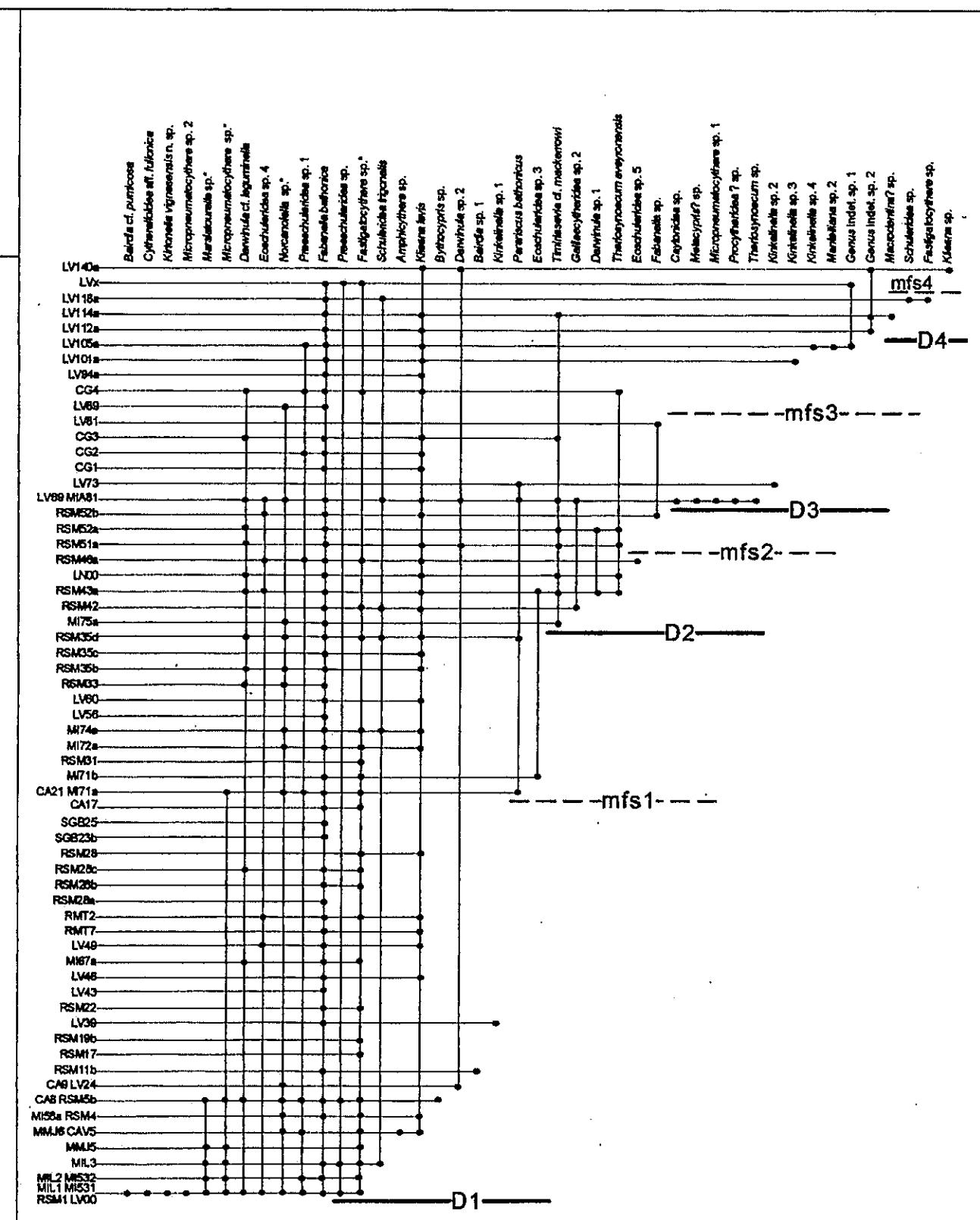
### **Brachionodes**

- 4 *Burmithynchia hopkinsii/caunensis*
  - 3 *Burmithynchia* cf. *turgida*
  - 2 *Burmithynchia multiplicata* Iturgida
  - 1 *Burmithynchia* cf. *multiplicata*

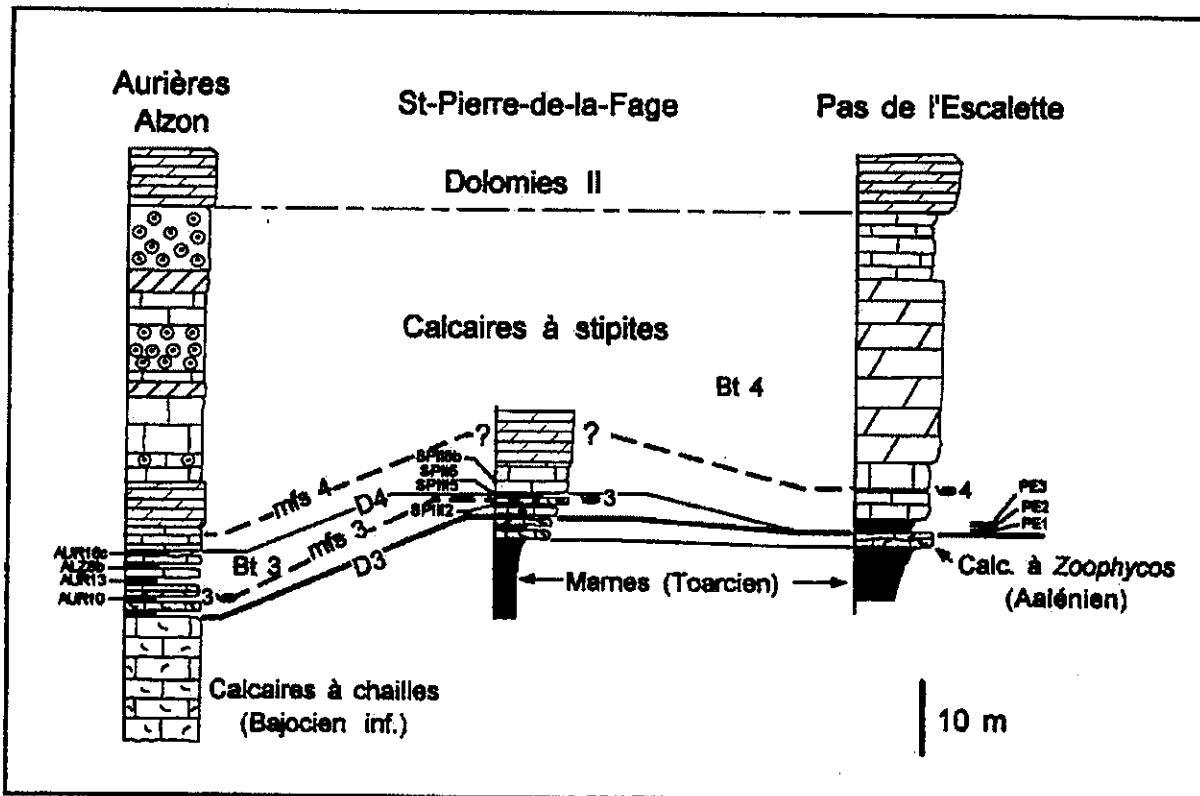
## Localisation des échantillons sur les coupes appartenant au Graben des Grands Causses.

## Ostracodes

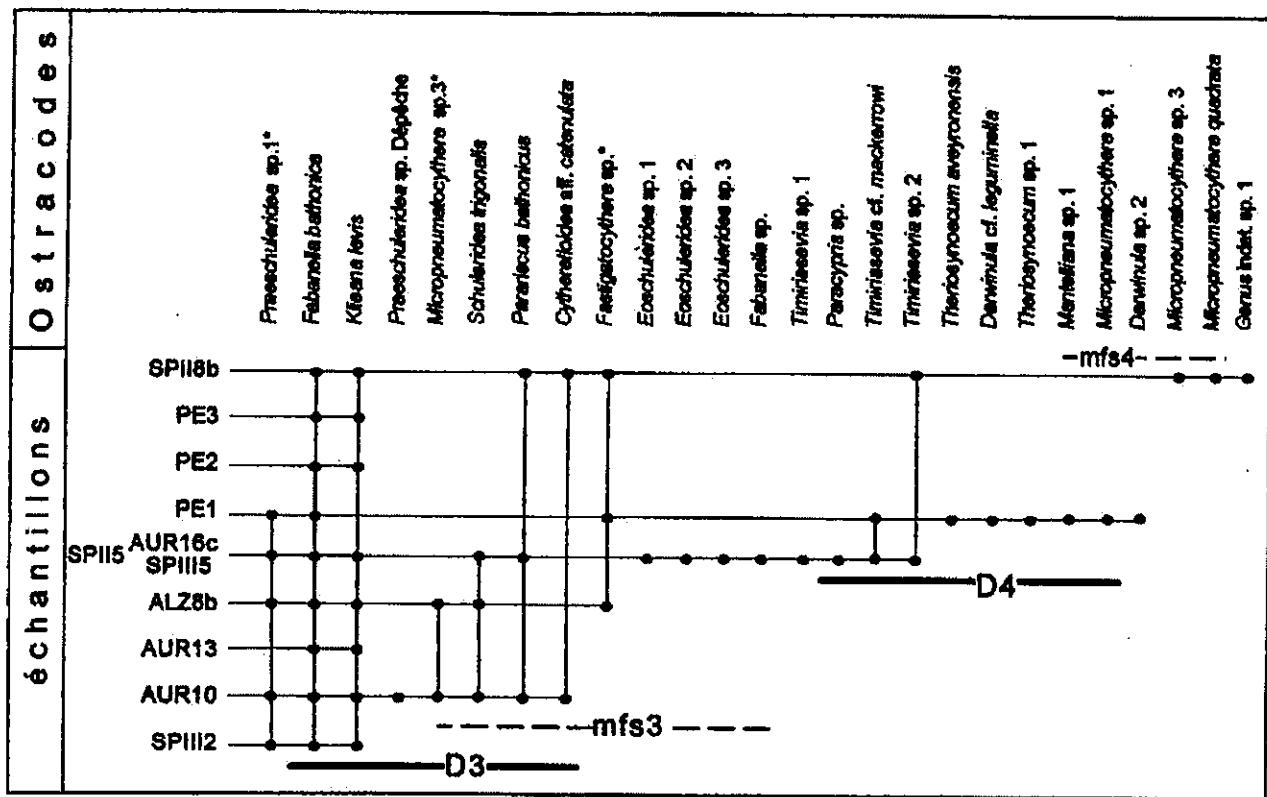
## échantillons



Épartition stratigraphique des espèces d'ostracodes récoltées sur les coupes appartenant au Graben des Grands Causses.



Localisation des échantillons sur les coupes appartenant au Seuil Cévenol.



Répartition stratigraphique des espèces d'ostracodes récoltées sur les coupes appartenant au Seuil Cévenol.

## *Planches photographiques*

## Planche 1

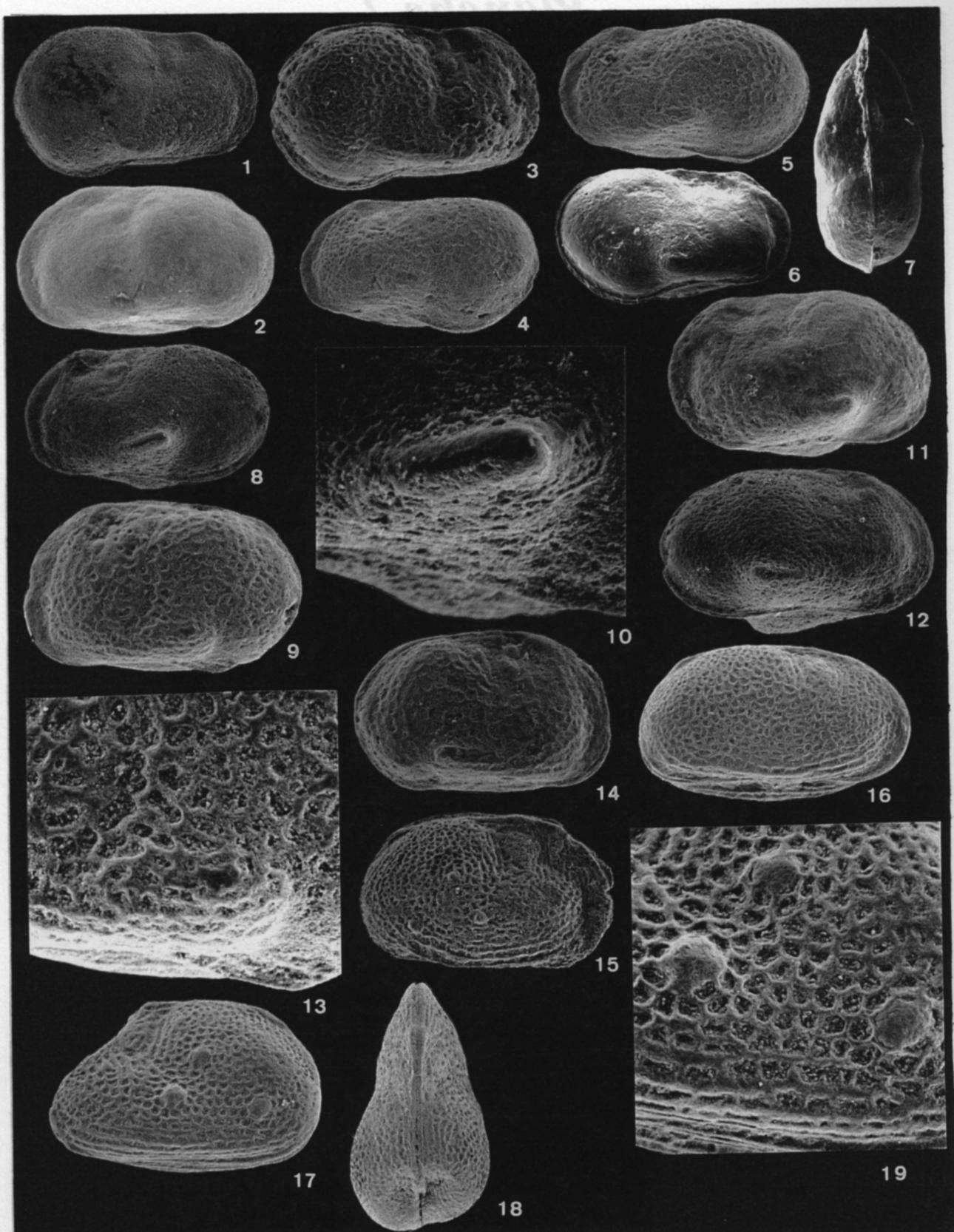
Fig. 1 à 14 Limnocythere sp.\*

- 1 C vue latérale droite, femelle, morphé lisse (x50)
  - 2 C vue latérale gauche, 8<sup>e</sup> stade larvaire, morphé lisse (x70))
  - 3 C vue latérale droite, femelle, morphé réticulée (x60)
  - 4 C vue latérale gauche, femelle, morphé réticulée (x50)
  - 5 C vue latérale gauche, femelle, morphé réticulée (x50)
  - 6 C vue latérale droite, femelle, morphé lisse (x50)
  - 7 C vue ventrale, femelle, morphé lisse (x50)
  - 8 C vue latérale gauche, mâle, morphé lisse (x60))
  - 9 C vue latérale gauche, mâle, morphé réticulée (x60)
  - 10 Détail de la photographie 8, montrant l'expansion alaire (ou côte ventrale), (x250)
  - 11 C vue latérale gauche, mâle, morphé lisse à ponctuée (x60)
  - 12 C vue latérale droite, mâle, morphé ponctuée (x60)
  - 13 Détail de la photographie 9, montrant l'organisation de la réticulation et l'expansion alaire (ou côte ventrale), (x180)
  - 14 C vue latérale droite, mâle, morphé réticulée (x60)
- Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, France (photo. 1 à 5, 8 à 14 : coupe de Millau ; photo. 6, 7 : coupe de Les Vignes).

Fig. 15 à 19 Theriosynoecum aveyronensis (Rohr 1976)

- 15 C vue latérale droite, morphé réticulée et nodée (x60)
  - 16 C vue latérale droite, forme réticulée (x50)
  - 17 C vue latérale gauche, morphé réticulée et nodée (x60)
  - 18 C vue dorsale, forme réticulée (x50)
  - 19 détail de la photographie 17 montrant les trois nodes postéro-ventraux (x150)
- Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, France (photo.15 : coupe de Lenne ; photo. 16 à 19 : coupe de La Roque-Sainte-Marguerite).

C = Carapace, C = Carapace  
VD = Valve Droite, RV = Right Valve  
VG = Valve Gauche, LV = Left Valve



## Planche 2

### Fig. 1 à 7 *Theriosynoecum aveyronensis* (Rohr, 1978) stades juvéniles

- 1 C vue latérale gauche, (x90)
- 2 C vue latérale droite (x90)
- 3 Détail de la fig. 2 montrant la morphologie des muri des fossae, la rencontre des deux sulci, l'emplacement probable du tubercule musculaire subcentral et des pores simples en position conjonctive (x300)
- 4 C vue latérale gauche, morphe empâtée (x90)
- 5 C vue latérale droite, morphe empâtée ponctuée (x90)
- 6 C vue dorsale (x90)
- 7 détail de la réticulation et pore simple (x400)

Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, Sud de la France (photo. 1, 2, 3, 7 : coupe de Changefège ; photo. 4, 5, 6 : coupe de La Roque-Sainte-Marguerite).

### Fig. 8 à 14 *Kirtonella* sp.\*

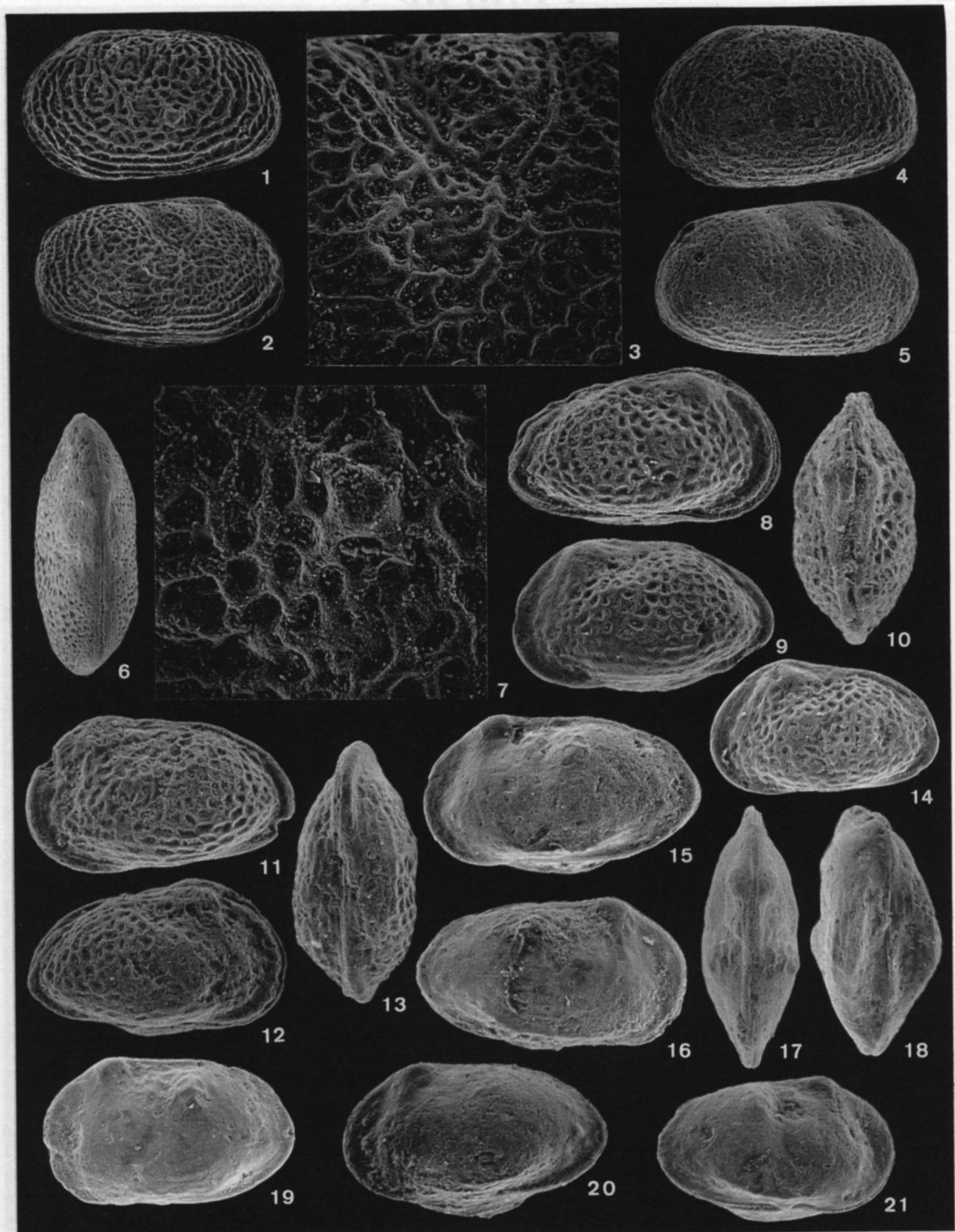
- 8 C vue latérale droite, (x90)
- 9 C vue latérale gauche, (x90)
- 10 C vue dorsale, (x90)
- 11 C vue latérale gauche, (x90)
- 12 C vue latérale droite, (x90)
- 13 C vue ventrale, (x90)
- 14 C vue latérale gauche, 8; stade juvénile probable (x90)

Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, sud de la France (photo. 8 à 14 : coupe de Les Vignes).

### Fig. 15 à 21 *Marslatourella* sp.\*

- 15 C vue latérale gauche (x100)
- 16 C vue latérale droite (x100)
- 17 C vue dorsale (x100)
- 18 C vue ventrale (x100)
- 19 C vue latérale gauche (x100)
- 20 C vue latérale gauche (x100)
- 21 C vue latérale droite (x100)

Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, sud de la France (photo. 15 à 21 : coupe de Millau MI).



## Planche 3

Fig. 1 à 8 *Micropneumatocystere* sp.3\*

- 1 C vue latérale droite, mâle (x100)
- 2 C vue latérale gauche, mâle (x100)
- 3 C vue dorsale, femelle (x120)
- 4 C vue ventrale (x100)
- 5 VG vue latérale, mâle (x100)
- 6 VG vue latérale, femelle (x120)
- 7 C vue latérale droite, femelle (x100)
- 8 C vue latérale gauche, femelle (x100)

Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, sud de la France (photo. 1 à 8 : coupe de Millau MI).

Fig. 9 à 19 *Fastigatocystere* sp.\*

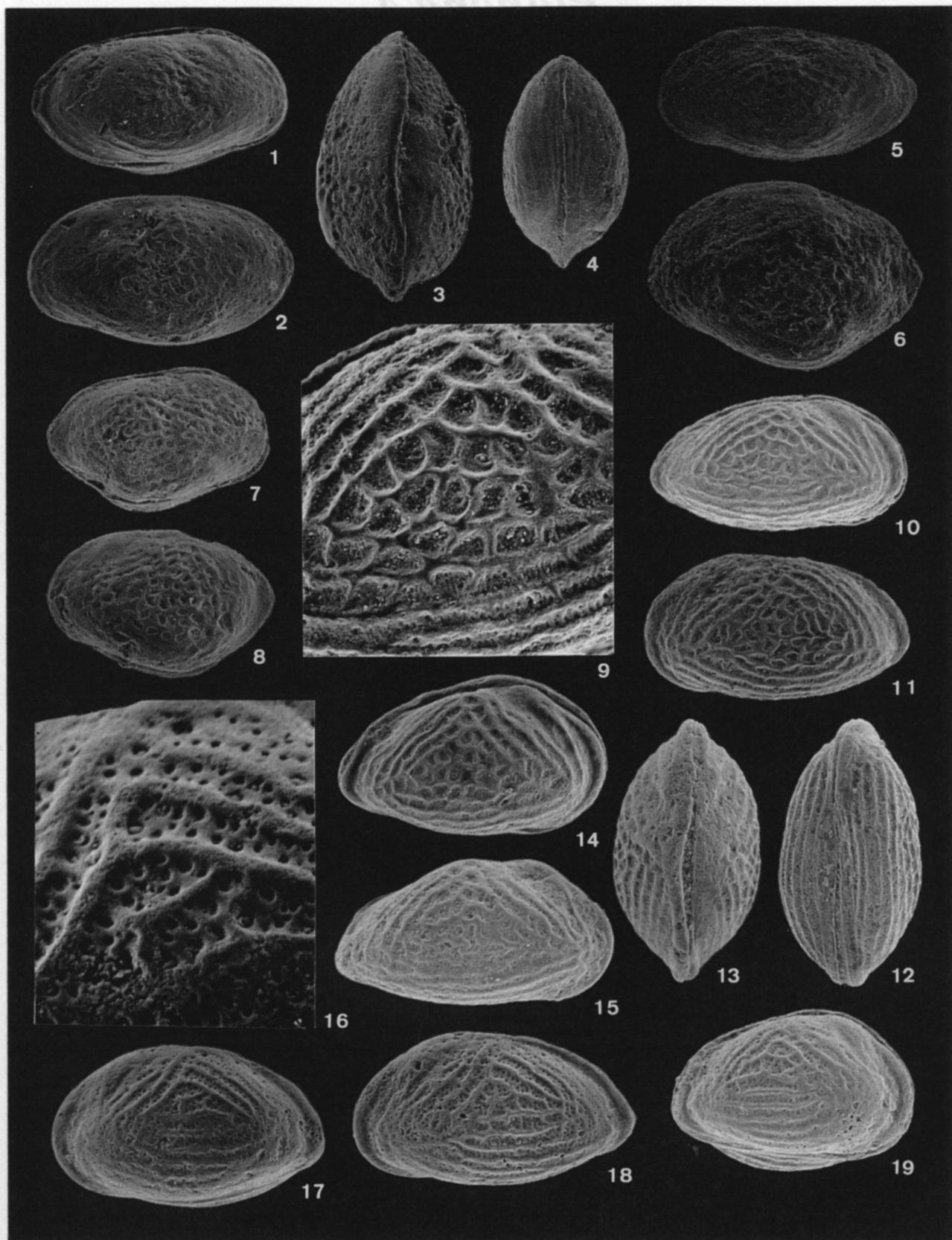
9 Détail de la photographie 10, montrant la réticulation et des pores simples, de petite taille, en position conjonctive sur les muri, et des ponctuations sur les bordures des côtes et sur les soi des fossae (x250)

- 10 C vue latérale gauche, mâle (x50)
- 11 C vue latérale droite, mâle (x50)
- 12 C vue ventrale, mâle (x50)
- 13 C vue dorsale, mâle (x50)
- 14 C vue latérale gauche, femelle (x65)
- 15 VG vue latérale, femelle (x65)

16 Détail de la photographie 17, montrant les ponctuations qui affectent les soi des fossae (x450)

- 17 C vue latérale gauche, femelle, morphé réticulée-ponctuée (x65)
- 18 C vue latérale gauche, mâle, morphé réticulée-ponctuée (x65)
- 19 C vue latérale droite, femelle, morphé réticulée-ponctuée (x65)

Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, France (photo. 9 à 13 : coupe de Montméjean ; photo. 14, 15 : coupe de La Roque-Sainte-Marguerite ; photo. 17 à 19 : coupe de Millau).



## Planche 4

Fig. 1 à 7 Praeschulerides sp. 1\*

- 1 C vue latérale droite, femelle (x30)
- 2 C vue latérale droite, femelle (x30)
- 3 C vue latérale gauche, femelle (x30)
- 4 C vue latérale gauche, mâle (x30)
- 5 C vue latérale gauche, femelle (x30)
- 6 C vue dorsale, femelle (x30)
- 7 C vue ventrale, femelle (x30)

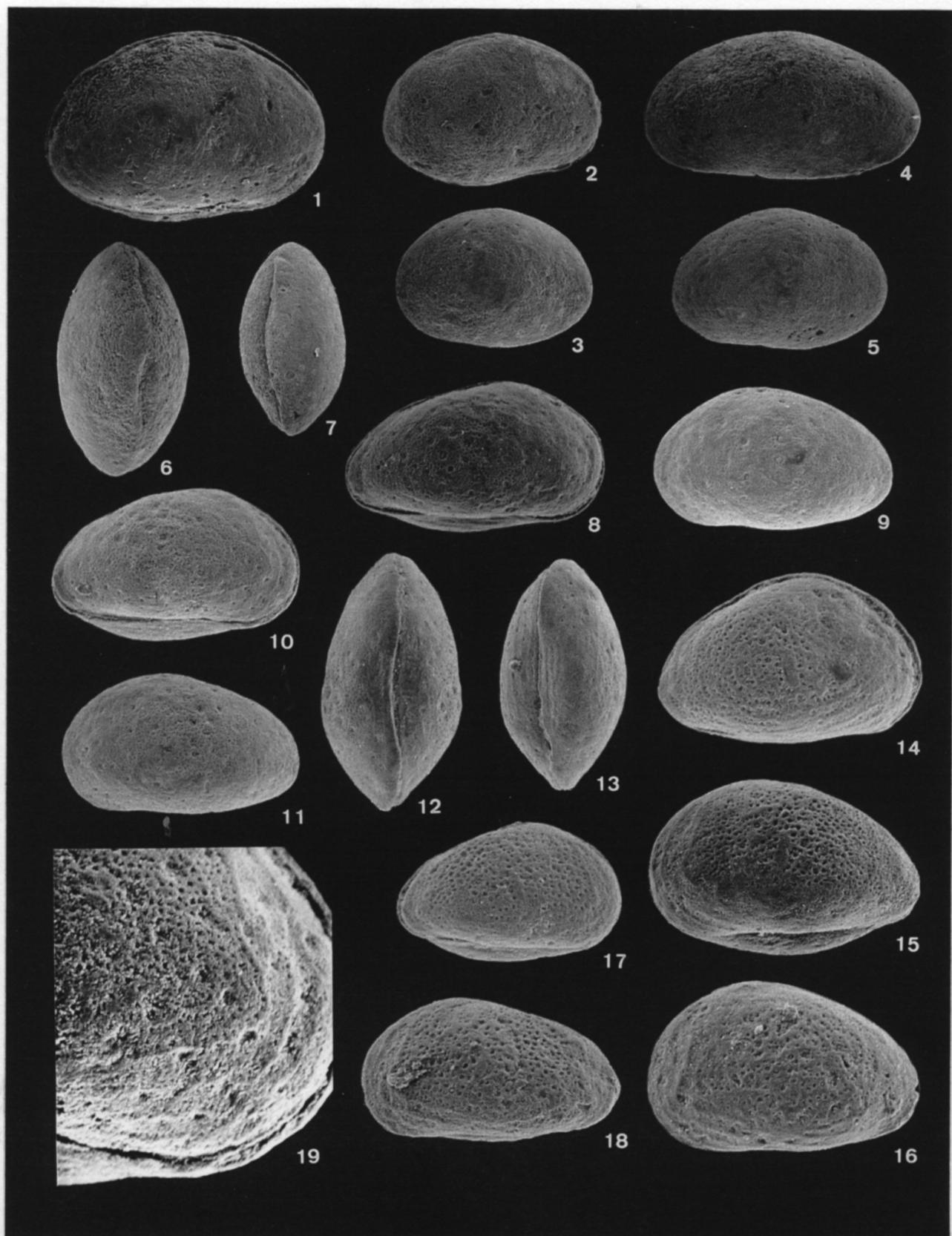
Bathonien moyen et supérieur des Grands-Causses, sud de la France (photo. 1, 3, 6, 7 : coupe d'Alzon ; photo. 2 : coupe de Les Vignes ; photo. 4, 5 : coupe de La Roque-Sainte-Marguerite).

Fig. 8 à 19 Fastigiatocythere sp. \*

- 8 C vue latérale droite, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 9 C vue latérale gauche, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 10 C vue latérale droite, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 11 C vue latérale gauche, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 12 C vue dorsale, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 13 C vue ventrale, 8<sup>e</sup> stade juvénile probable (x80)
- 14 C vue latérale droite, 7<sup>e</sup> stade juvénile probable (x100)
- 15 C vue latérale gauche, 7<sup>e</sup> stade juvénile probable (x100)
- 16 VG vue latérale, 7<sup>e</sup> stade juvénile probable (x100)
- 17 C vue latérale droite, 6<sup>e</sup> stade juvénile probable (x100)
- 18 VG vue latérale, 7<sup>e</sup> stade juvénile probable (x100)
- 19 Détail de la photographie 10, montrant les ponctuations et les tamis de pores criblés (?) sur la partie antérieure de la VD (x200)

Marguerite).

LES BRACHIOPODES



## LES BRACHIOPODES

Les brachiopodes récoltés sur les coupes de la formation des « Calcaires à stipites » se répartissent en 5 niveaux successifs (détermination J.-P. Garcia, Université de Bourgogne, Dijon) tels les niveaux-repères du Jurassique moyen du Bassin de Paris (Garcia *et al.*, 1996).

Ces niveaux de brachiopodes ont permis d'établir une échelle stratigraphique locale pour contraindre les corrélations des surfaces d'inondation maximale dans le Bathonien des Grands Causses.

Ils permettent d'apporter des précisions sur les datations de la série étudiée qui étaient jusqu'à présent basées sur des citations anciennes.

Les 5 niveaux de brachiopodes permettent de dater la formation des « Calcaires à stipites » du Bathonien moyen et supérieur. Toutefois, sur les coupes de Saint-Sulpice et de Chambonnet, les brachiopodes, récoltés à l'extrême base des « Calcaires à stipites », signent le Bathonien inférieur : il s'agit de *Ivanoviella* (?) *ardescica* (Rollier) à Saint-Sulpice et de *Holocothyris angulata* (?) à Chambonnet. C'est uniquement sur ces deux coupes que le Bathonien inférieur a été caractérisé paléontologiquement et ce pour la première fois dans les Grands Causses.

### *Répartition stratigraphique et spatiale des brachiopodes*

#### ⇒ Niveau 1 : *Burmirhynchia* cf. *multiplicata*

Les brachiopodes ont été récoltés dans un intervalle de marnes bioturbées riches en bioclastes sur les coupes de La Canourgue, Millau et Le Maynial.

Ce niveau se trouve dans la séquence Bt 1 et signe le Bathonien moyen (Garcia *et al.*, 1996).

#### ⇒ Niveau 2 : *Burmirhynchia multiplicata/turgida*

Les individus montrent des affinités morphologiques avec *B. multiplicata* et *B. turgida*. Ils ont été récoltés sur les coupes des Vignes, de Millau et de La Roque-Sainte-Marguerite dans la séquence Bt 2 et caractérisent le Bathonien moyen (Garcia *et al.*, 1996).

#### ⇒ Niveau 3 : *Burmirhynchia turgida* ou *B. cf. turgida*

C'est le niveau à extension spatiale la plus large puisqu'il se retrouve sur les coupes de La Canourgue, Les Vignes, Millau, Le Maynial, Le Clapier, Bédarieux, Saint-Pierre-de-la-Fage, le Cirque du Bout du Monde et Aurières. Il constitue un intervalle bioclastique très riche en individus ou peut-être localisé dans un intervalle marneux. Ce niveau peut contenir plusieurs espèces à Aurières : *B. turgida latifrons*, *B. multiplicata* et *B. mediterranea*.

Il se situe dans la séquence Bt 3 et signe le sommet du Bathonien moyen (Garcia *et al.*, 1996).

→ Niveau 4 : *Burmirhynchia hopkinsi/caunensis*

Les brachiopodes qui ont été récoltés ne constituent pas un véritable niveau-repère puisqu'au Clapier, les brachiopodes sont disséminés sur 1 m d'épaisseur dans un calcaire micritique à microfilaments. En revanche, au Pas de L'Escalette, ils se localisent dans un mince intervalle marneux.

Ce niveau a été repéré uniquement sur les coupes du Clapier et du Pas de L'Escalette, dans la séquence Bt 4, et signe le Bathonien supérieur (Garcia *et al.*, 1996).

→ Niveau 5 : *Burmirhynchia cf. thieranchensis*

Repéré uniquement au Cirque du Bout du Monde, ce niveau est sans doute présent sur toute la bordure méridionale du Causse du Larzac. C'est un niveau riche en individus et situé entre les discontinuités karstiques D5c et D5d immédiatement en-dessous des « Dolomies II ». Il apparaît donc au sommet de la séquence Bt 4 et signe le Bathonien supérieur (Garcia *et al.*, 1996).

Historiquement rapportée au seul Bathonien inférieur, la formation des « Calcaires à stipites » est maintenant datée du Bathonien moyen et supérieur. Le Bathonien inférieur a été paléontologiquement repéré sur deux coupes de la bordure orientale des Grands Causses et paraît être absent sur les autres coupes.

### LES FORAMINIFÈRES BENTHIQUES

Deux espèces de foraminifère benthique se sont avérées déterminantes pour établir les datations de la formation des « Calcaires à stipites » en association avec les brachiopodes.

Il s'agit d'*Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN et d'*Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC) (ex *Meyendorffina bathonica* AUROUZE & BIZON).

*Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN, 1970

*Planche 5 fig. 9 à 12*

Sur les coupes les plus complètes et continues (dans le Graben des Grands Causses), la première apparition d'*Alzonella cuvillieri* se situe entre le niveau à *B. multiplicata/turgida* et le niveau à *B. turgida*. Sur les coupes appartenant au Seuil Cévenol, *Alzonella* apparaît dès la base des coupes dans le demi-cycle transgressif de la séquence Bt 3, au-dessus des formations anté-bathonniennes constituant le substratum. Elle est présente jusqu'au sommet de la formation des « Calcaires à stipites » et semble donc marquer la partie supérieure du Bathonien moyen et le Bathonien supérieur.

Coupes : Les Vignes, Changefège, Le Mayrial, La Roque-Sainte-Marguerite, Aurières, Alzon, Le Clapier, Bédarieux, Cirque du Bout du Monde, Pas de L'Escalette et Saint-Pierre-de-la-Fage.

*Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC, 1843)

*Planche 5 fig. 1 à 8*

Reconnu comme signant le Bathonien supérieur, ce foraminifère benthique est ici bien repéré stratigraphiquement grâce aux niveaux de brachiopodes.

En effet, sur toutes les coupes où il a été repéré, il apparaît au-dessus du niveau à *B. turgida* (demi-cycle régressif de Bt 3 et séquence Bt 4) et monte jusqu'à la base des « Dolomies II ». Il signe donc bien le Bathonien supérieur et devrait se situer jusque dans la zone à *Discus* (Bathonien terminal ; Bassoulet *in* Groupe Français d'étude du Jurassique, 1997).

Coupes : Les Vignes, Aurières, Le Clapier, Bédarieux, Saint-Pierre-de-la-Fage, Cirque du Bout du Monde et Pas de L'Escalette.

Fm.	étages	Brachiopodes	Foraminifères benthiques
Calcaires à stipites	Bathonien supérieur	D6	
			—
			—
		D5	—
		— <i>Burmirhynchia cf. thierachensis</i> —	—
		Bt 4	
	Bathonien moyen	— <i>Burmirhynchia hopkinsi/caunensis</i> —	
		D4	
		Bt 3	
		— — <i>Burmirhynchia cf. turgida</i> — —	
	D3		
	Bathonien inférieur	— <i>Burmirhynchia multiplicata/turgida</i> —	
		Bt 2	
	D2		
	Bathonien inférieur	— — <i>Burmirhynchia cf. multiplicata</i> —	
		Bt 1	
	Ivanoviella(?) <i>ardescica</i>		<i>Orbitammina elliptica</i>
	Holocothyris <i>angulata</i> (?)		
	D1		

## Planche 5

### Foraminifères benthiques

Fig. 1 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843) (ex *Meyendorffina bathonica*), coupe du Cirque du Bout du Monde, demi-cycle transgressif de la séquence Bt 4 (x20).

Fig. 2 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Clapier, demi-cycle régressif de la séquence Bt 4 (x20).

Fig. 3 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Clapier, demi-cycle régressif de la séquence Bt 3, banc situé quelques cm au-dessus du niveau à *B. turgida* (x40).

Fig. 4 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x30).

Fig. 5 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x30).

Fig. 6 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x20).

Fig. 7 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Perthus, base des « Dolomies II » (x20).

Fig. 8 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe de Bédarieux, demi-cycle régressif de la séquence Bt 3 (x10).

Fig. 9 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Alzon (coupe voisine de celle d'Aurières), séquence Bt 3 (x 60).

Fig. 10 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Alzon (coupe voisine de celle d'Aurières), séquence Bt 3, niveau à *B. turgida* (x 60).

Fig. 11 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Aurières, demi-cycle régressif de la séquence Bt 4 (x 12).

Fig. 12 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Aurières, demi-cycle transgressif de la séquence Bt 3 (x 20).

# Planche 5

## Foraminifères benthiques

Fig. 1 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843) (ex *Meyendorffina bathonica*), coupe du Cirque du Bout du Monde, demi-cycle transgressif de la séquence Bt 4 (x20).

Fig. 2 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Clapier, demi-cycle régressif de la séquence Bt 4 (x20).

Fig. 3 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Clapier, demi-cycle régressif de la séquence Bt 3, banc situé quelques cm au-dessus du niveau à *B. turgida* (x40).

Fig. 4 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x30).

Fig. 5 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x30).

Fig. 6 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Cirque du Bout du Monde, séquence Bt 4 (x20).

Fig. 7 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe du Perthus, base des « Dolomies II » (x20).

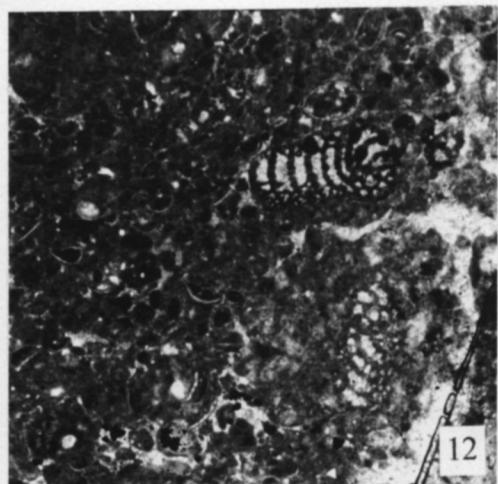
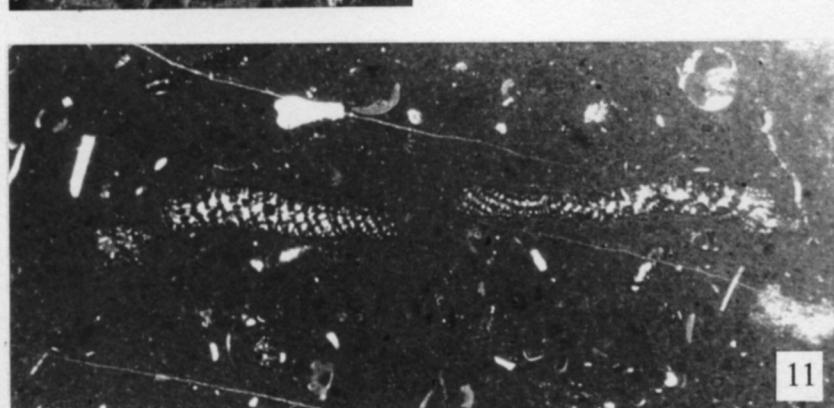
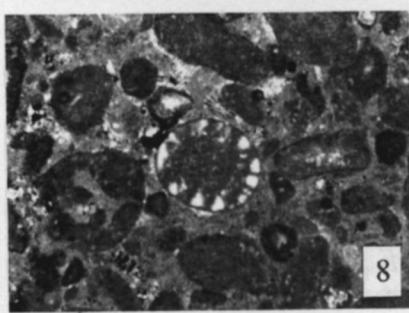
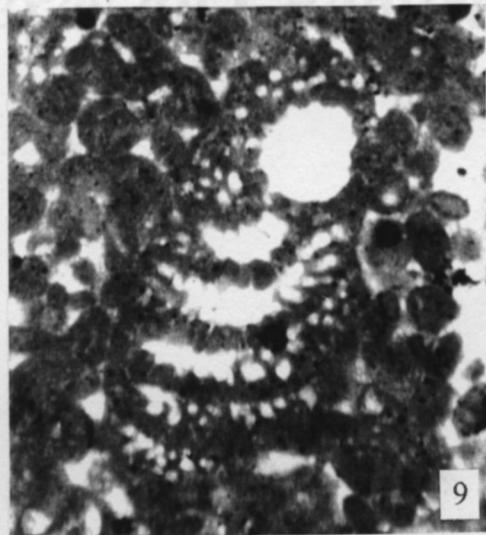
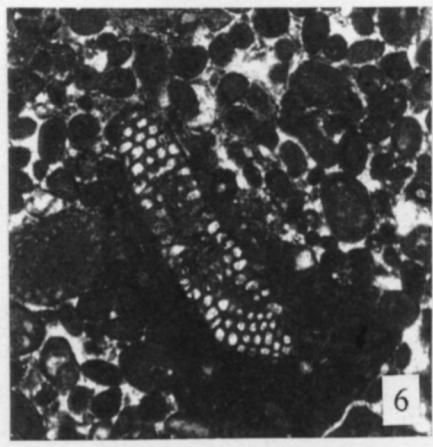
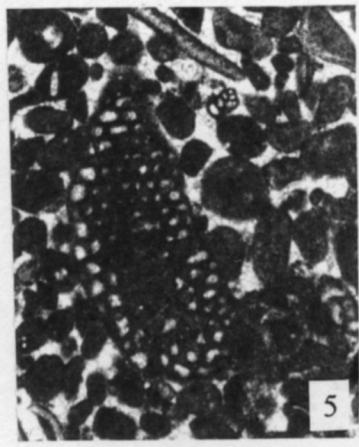
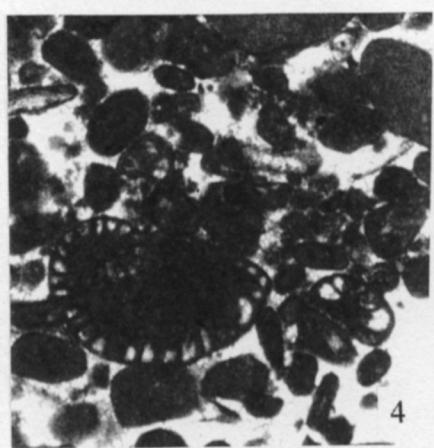
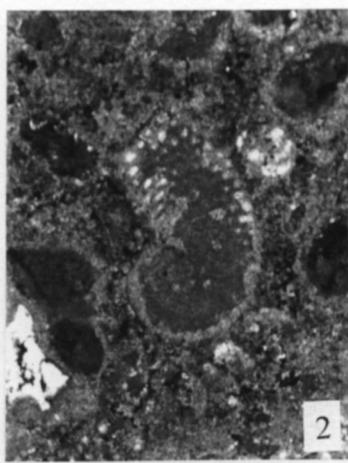
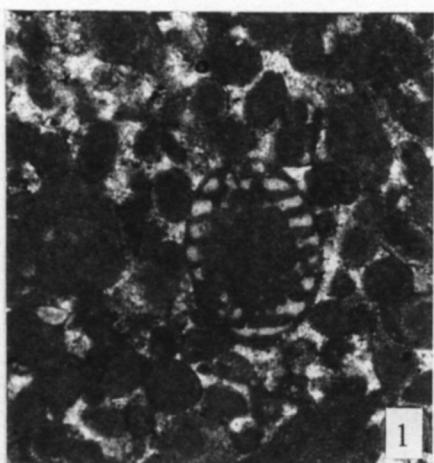
Fig. 8 : *Orbitammina elliptica* (d'ARCHIAC 1843), coupe de Bédarieux, demi-cycle régressif de la séquence Bt 3 (x10).

Fig. 9 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Alzon (coupe voisine de celle d'Aurières), séquence Bt 3 (x 60).

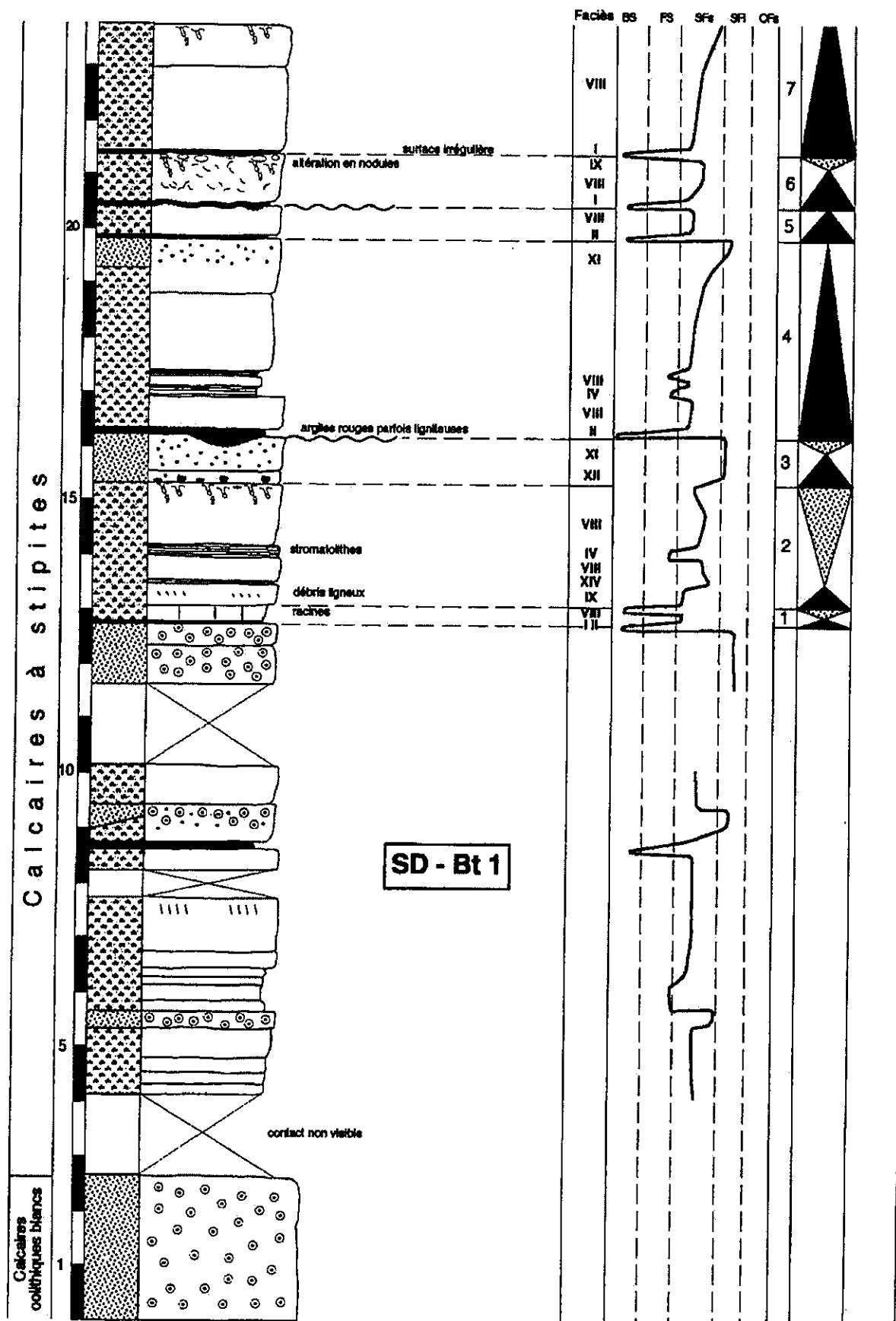
Fig. 10 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Alzon (coupe voisine de celle d'Aurières), séquence Bt 3, niveau à *B. turgida* (x 60).

Fig. 11 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Aurières, demi-cycle régressif de la séquence Bt 4 (x 12).

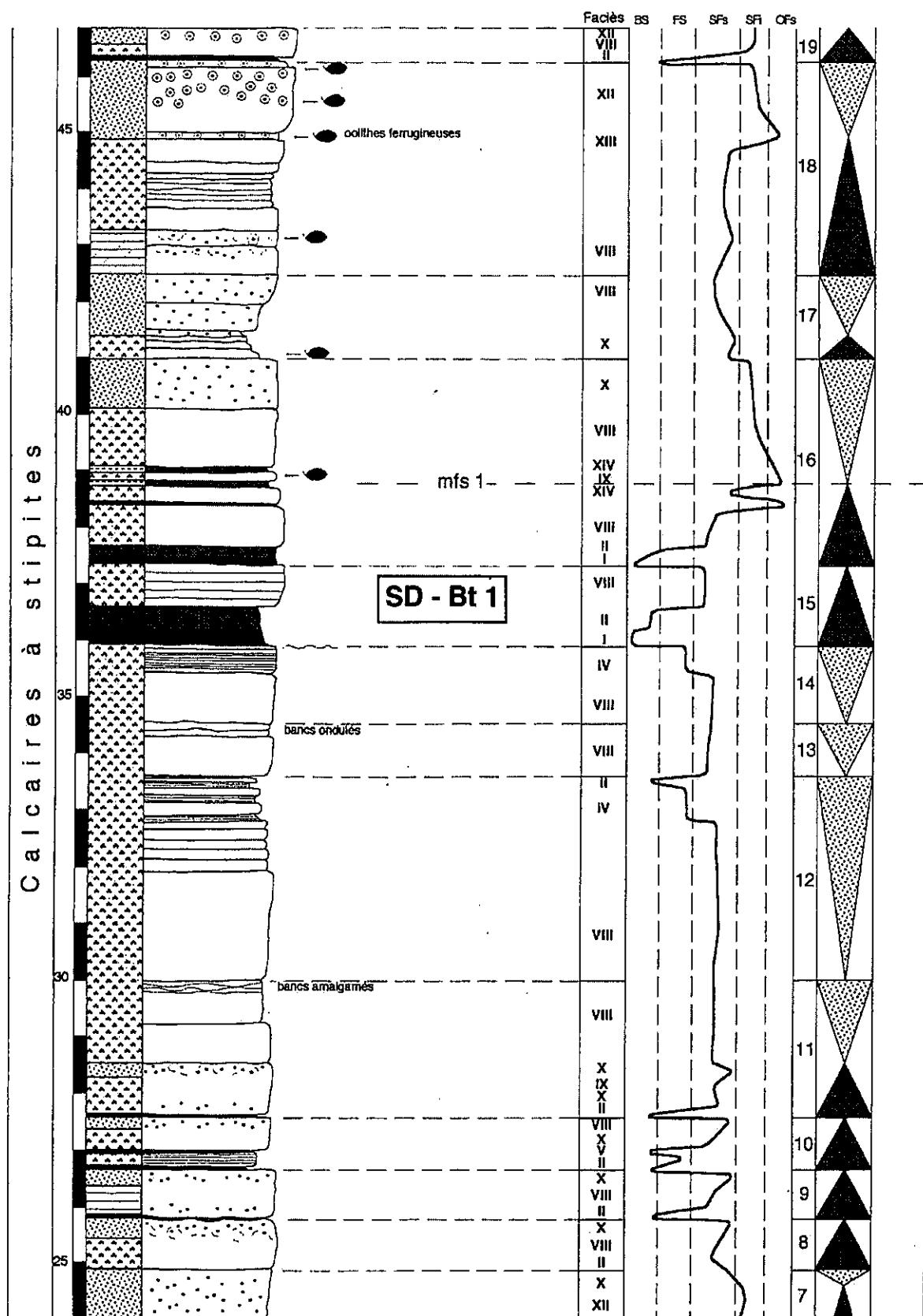
Fig. 12 : *Alzonella cuvillieri* BERNIER & NEUMANN 1970, coupe d'Aurières, demi-cycle transgressif de la séquence Bt 3 (x 20).



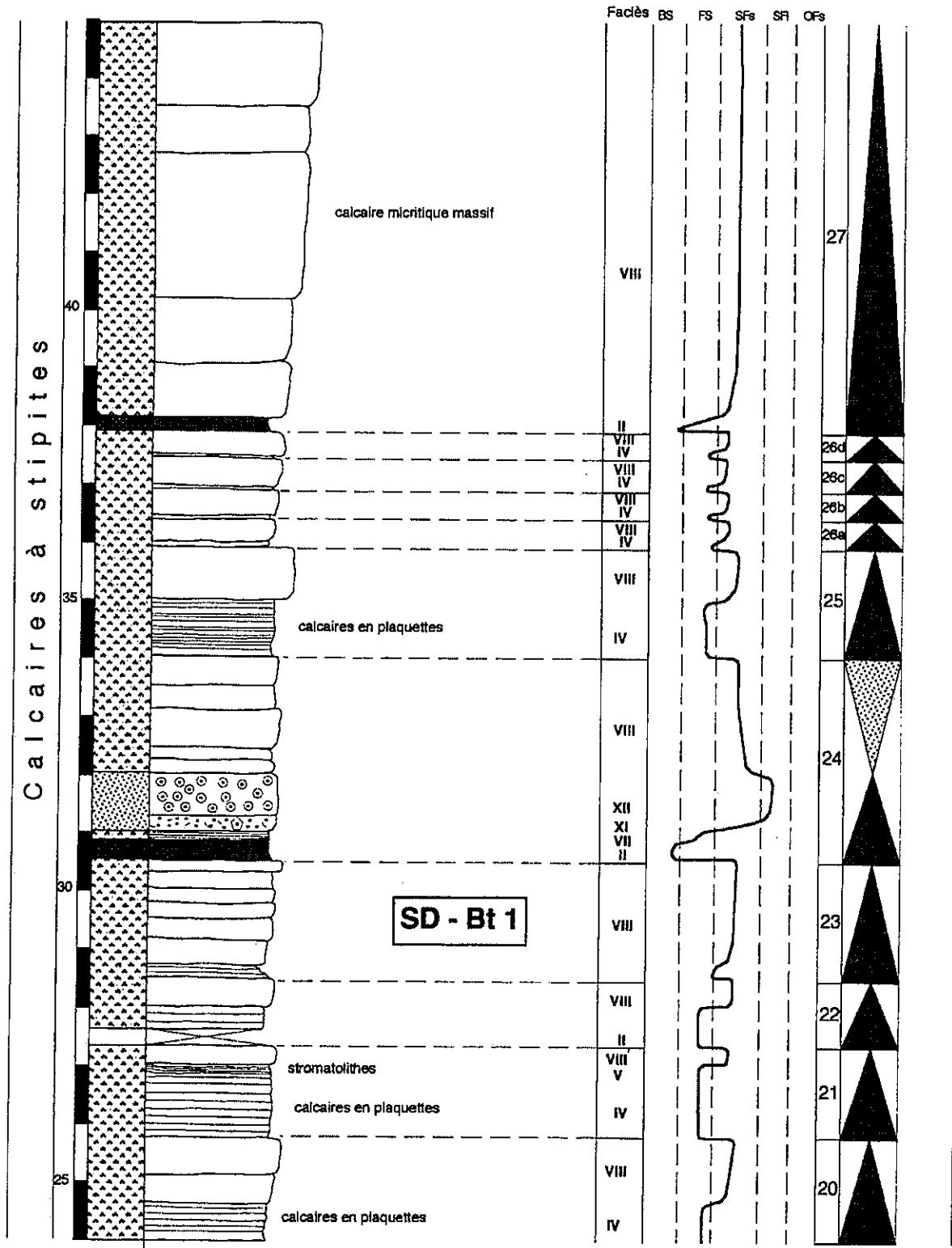
*Annexes au Chapitre III*



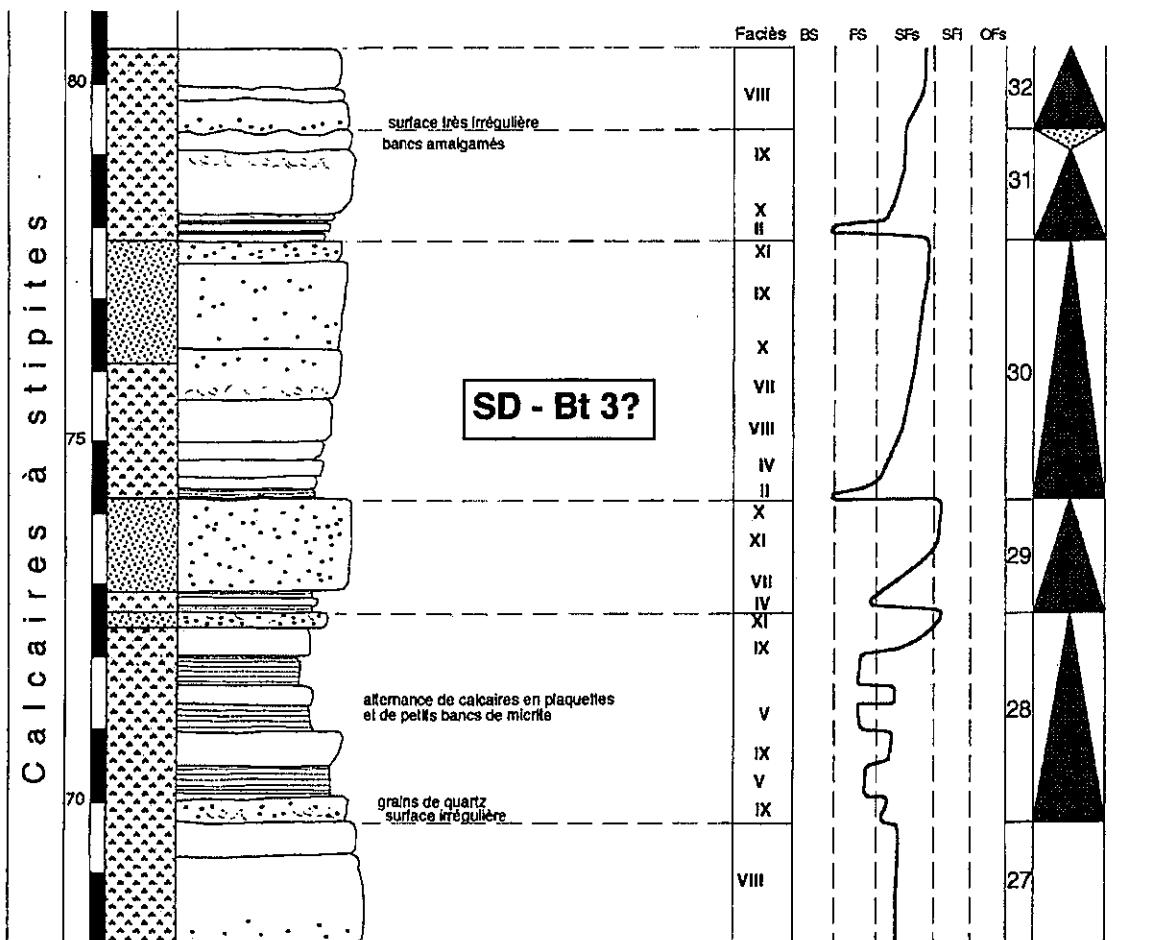
annexe 2 : Coupe du Maynial (1<sup>re</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



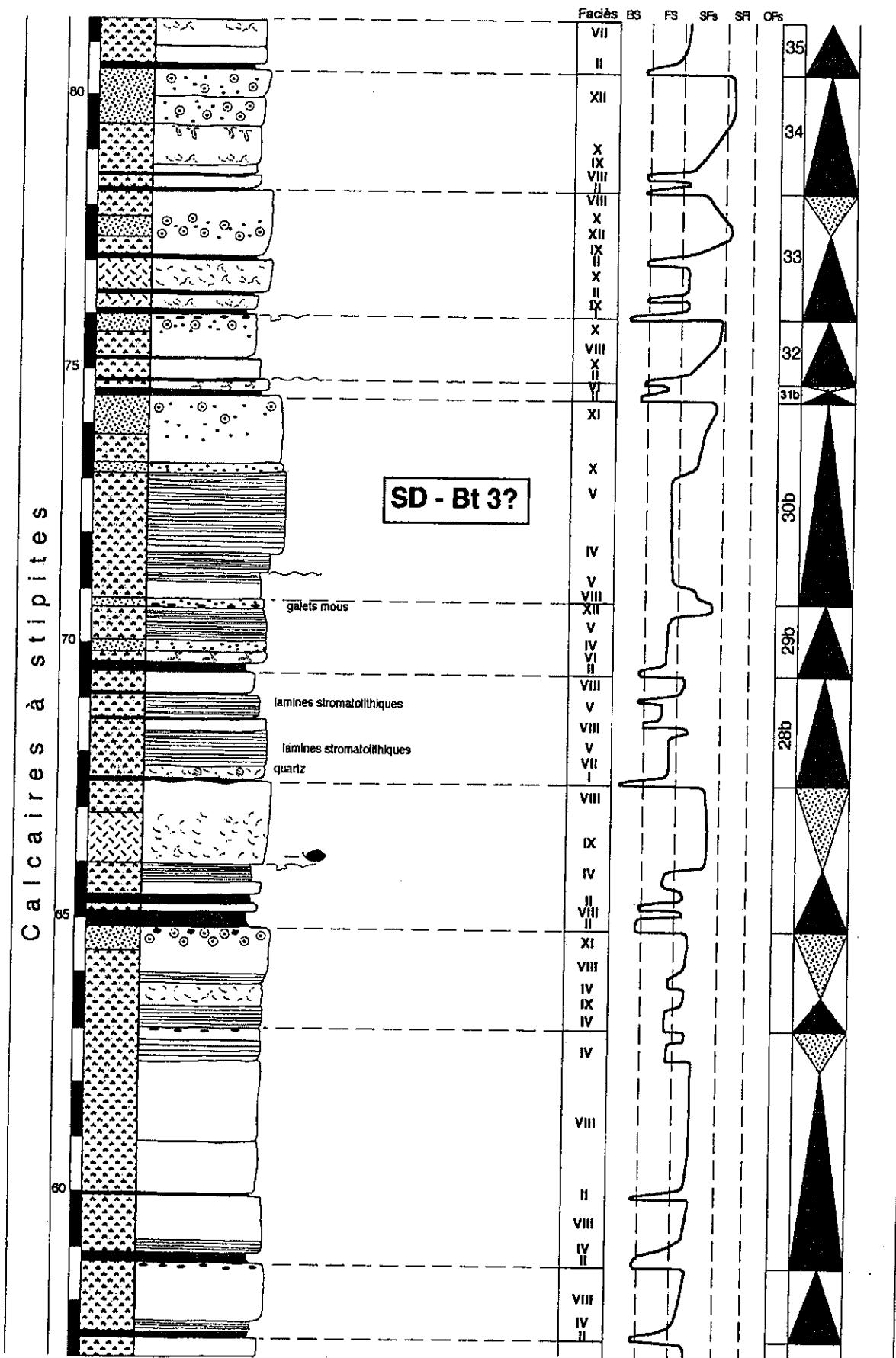
annexe 3 : Coupe du Maynial (2<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



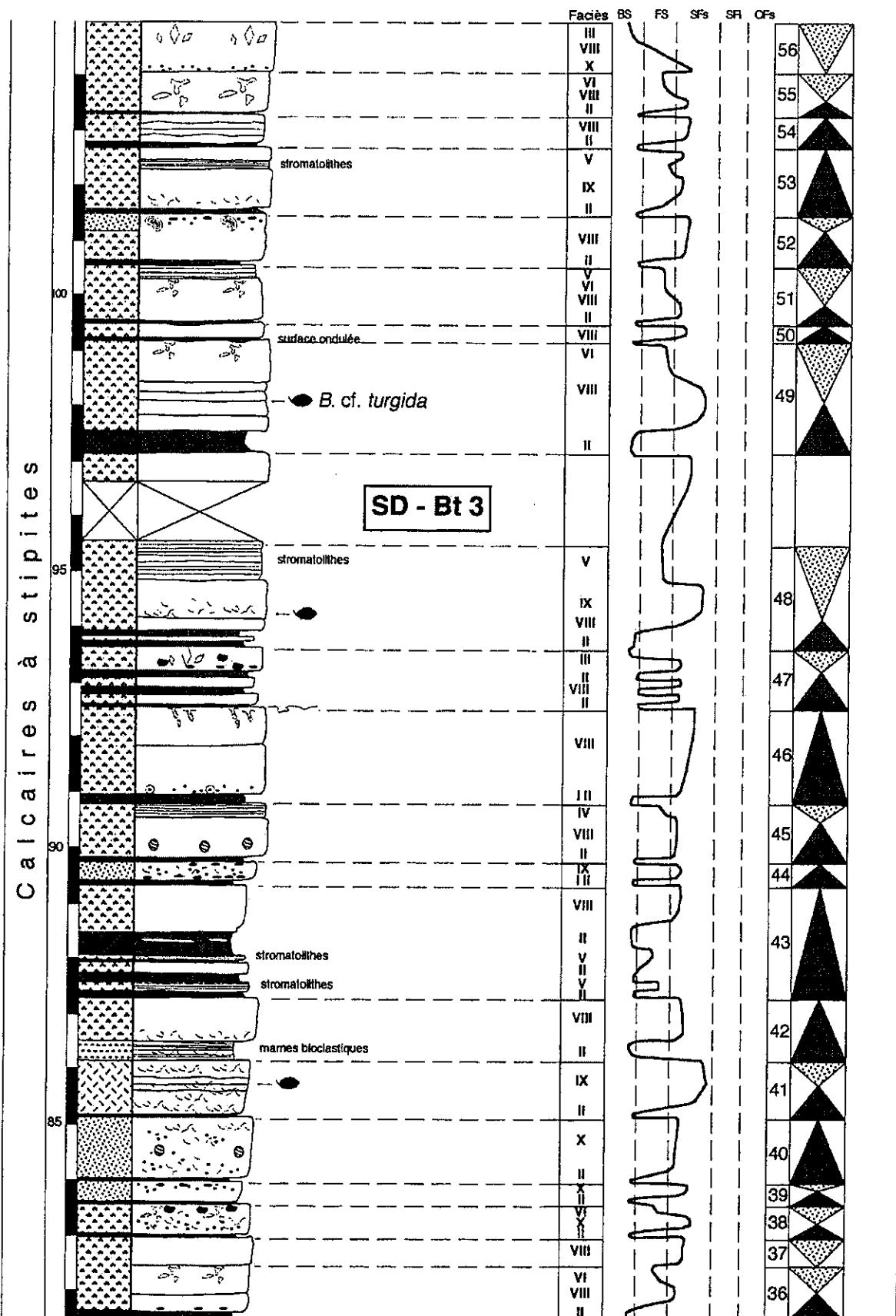
annexe 4 : Coupe du Maynial (3<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



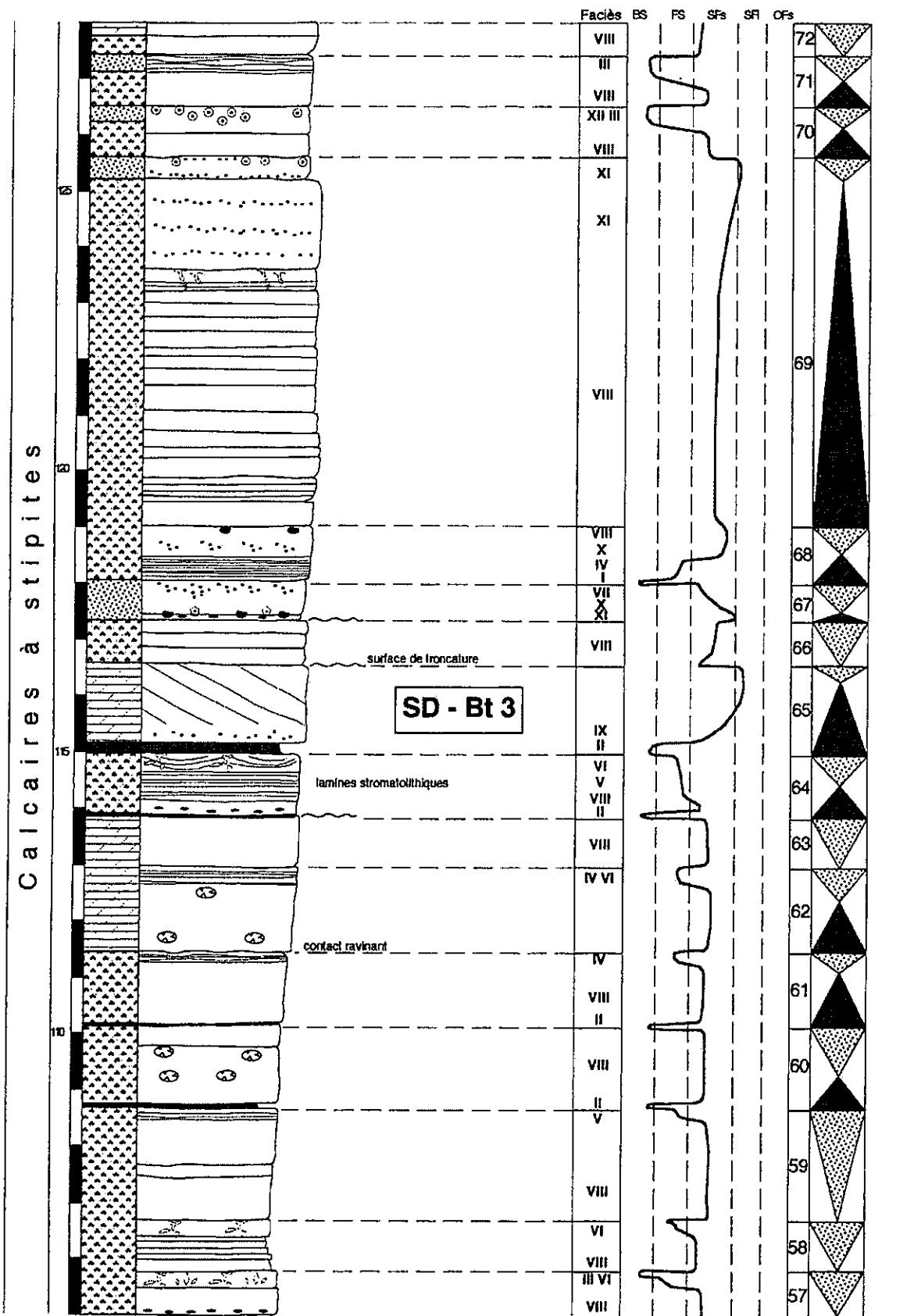
annexe 5 : Coupe du Maynial (4<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



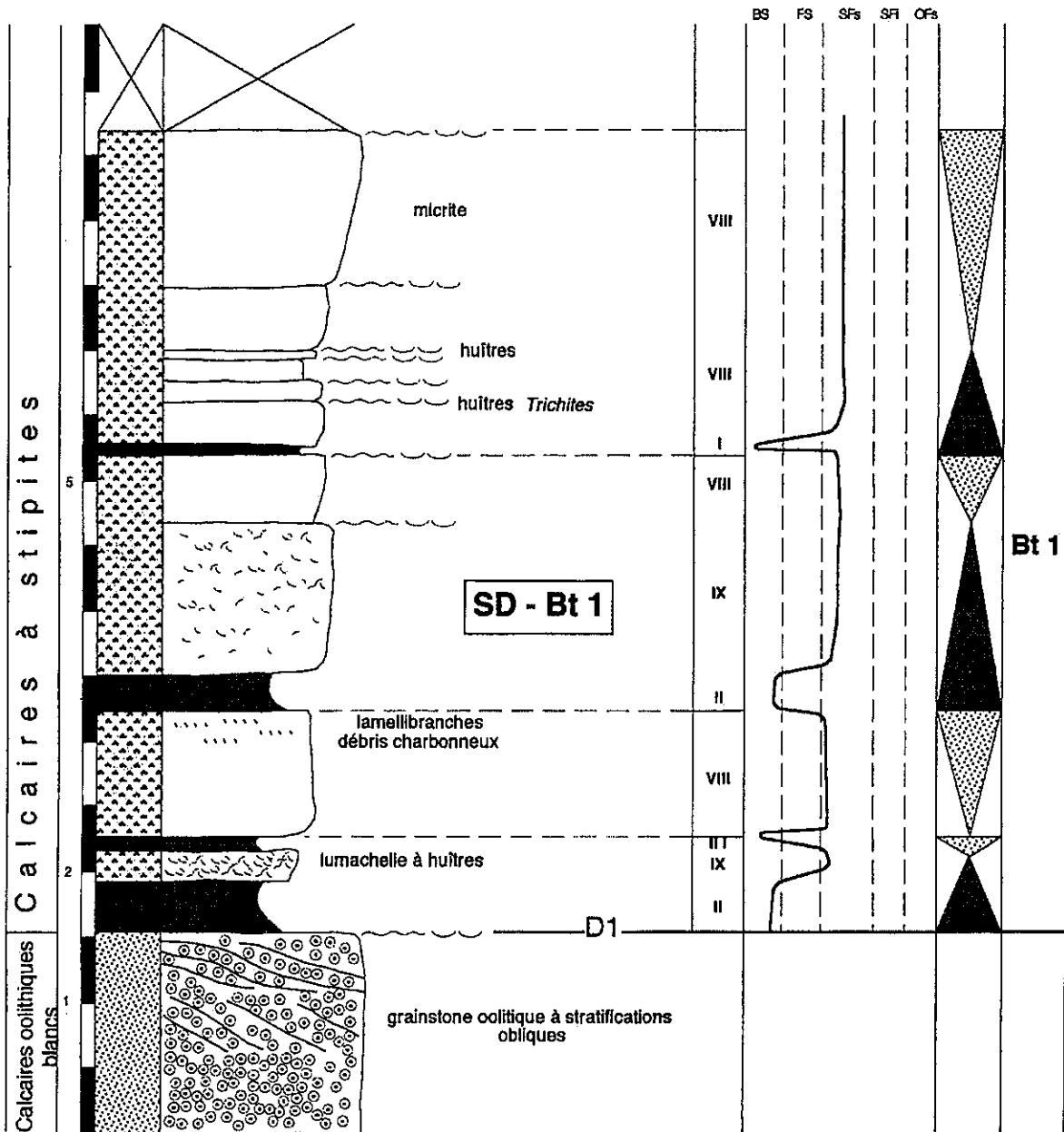
## annexe 6: Coupe du Maynial (5<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



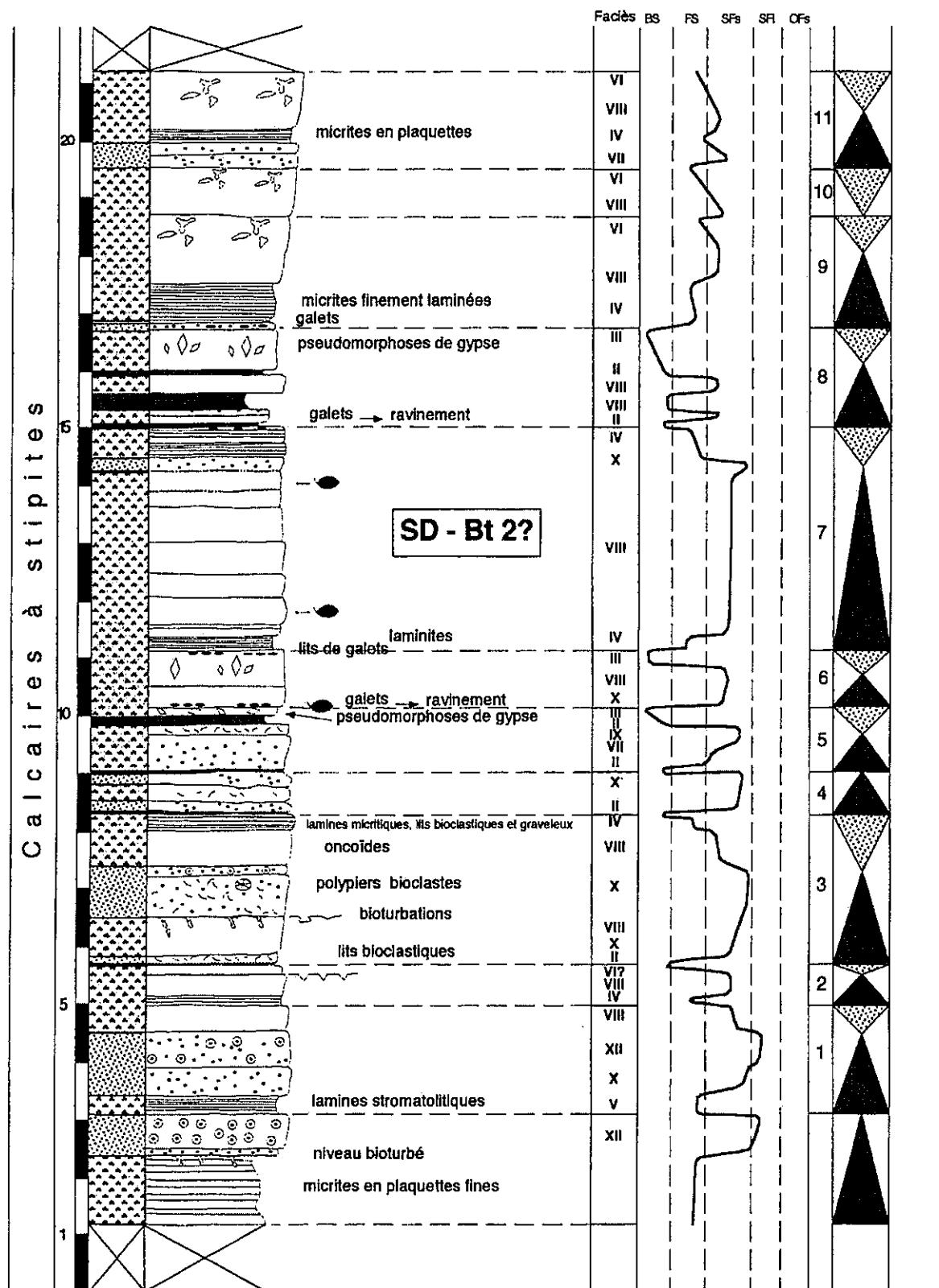
annexe 7 : Coupe du Maynial (6<sup>ème</sup> partie), lithologie, facies, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



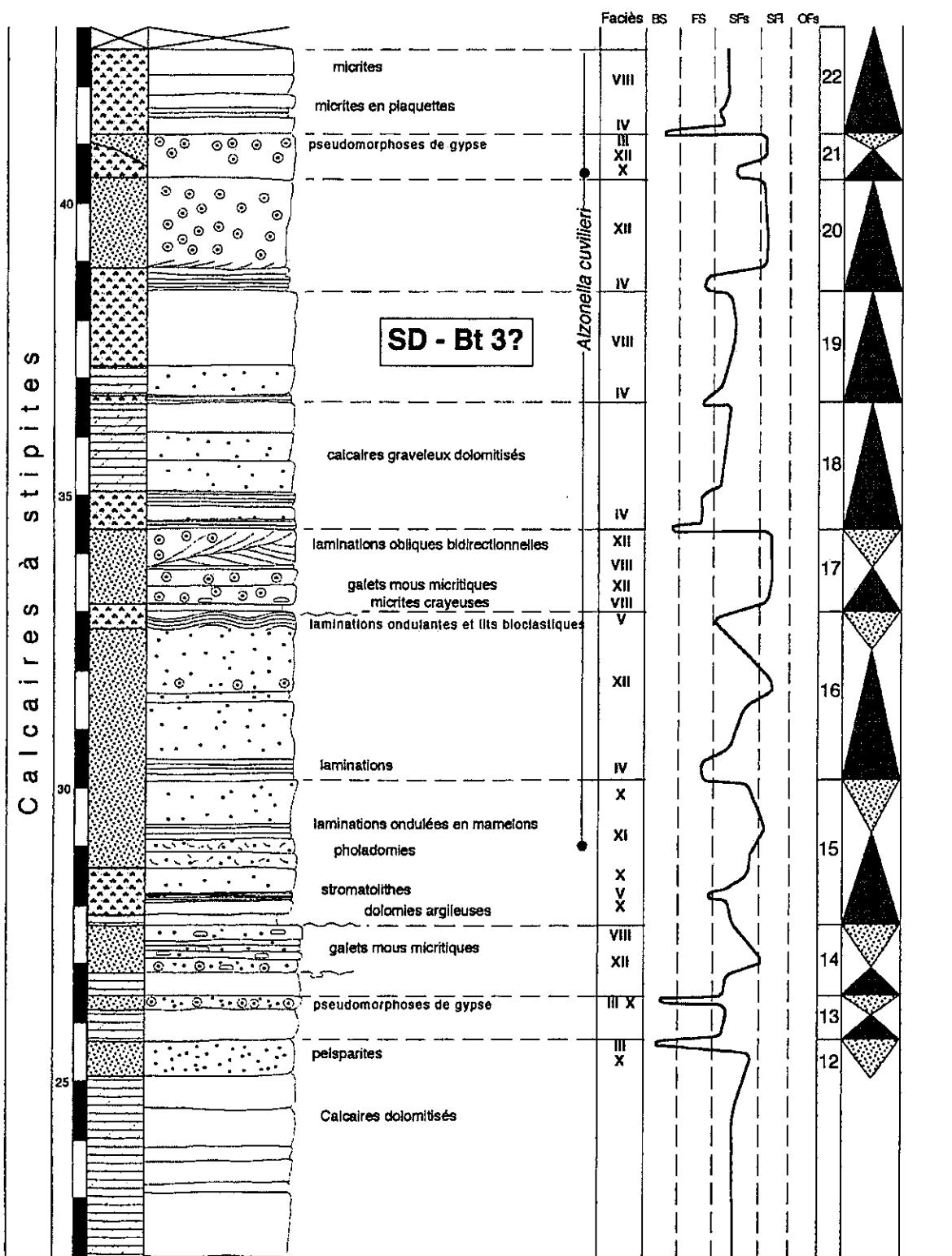
annexe 8 : Coupe du Maynial (7<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



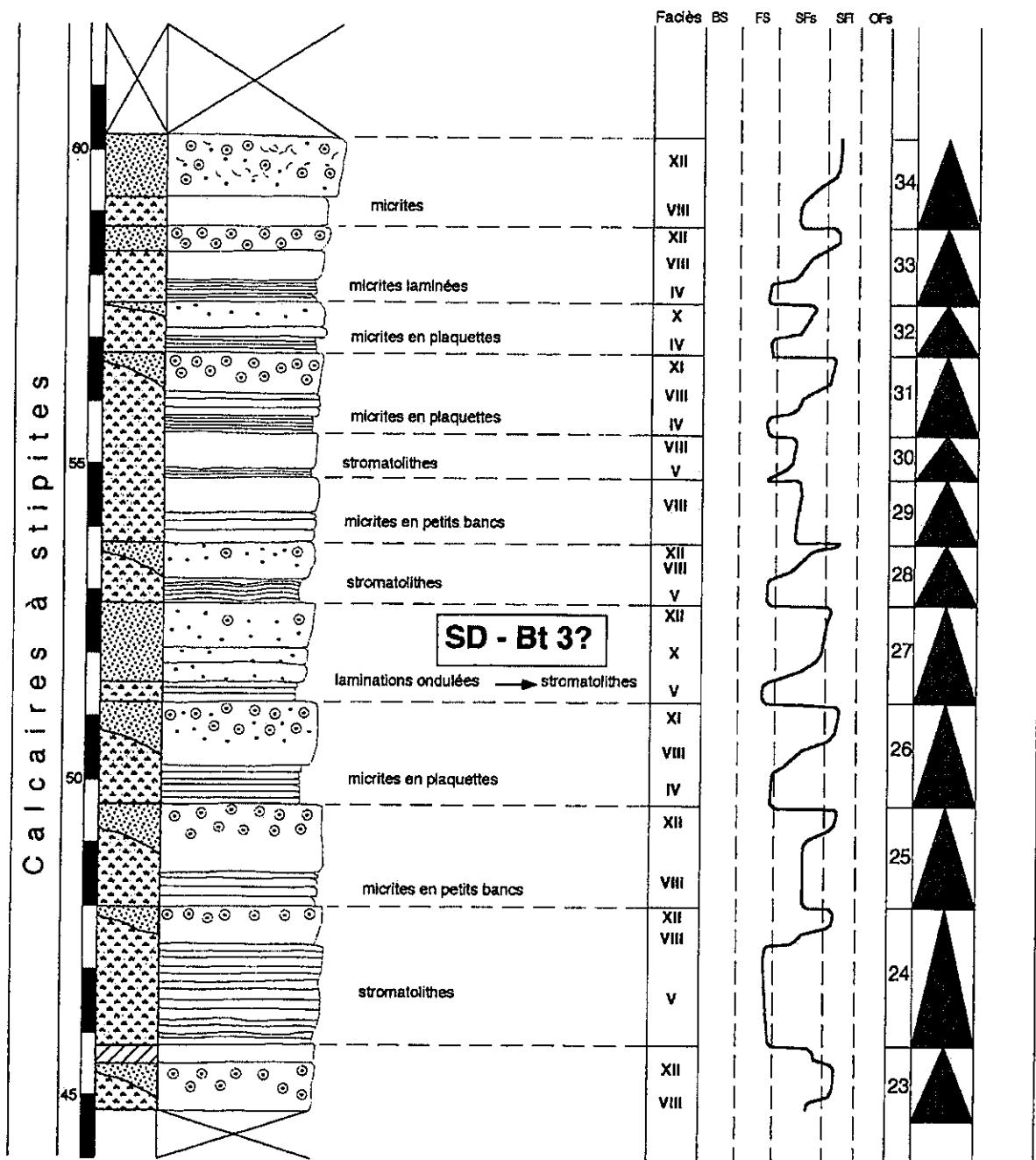
annexe 9 : Coupe du Puncho d'Agast (1<sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



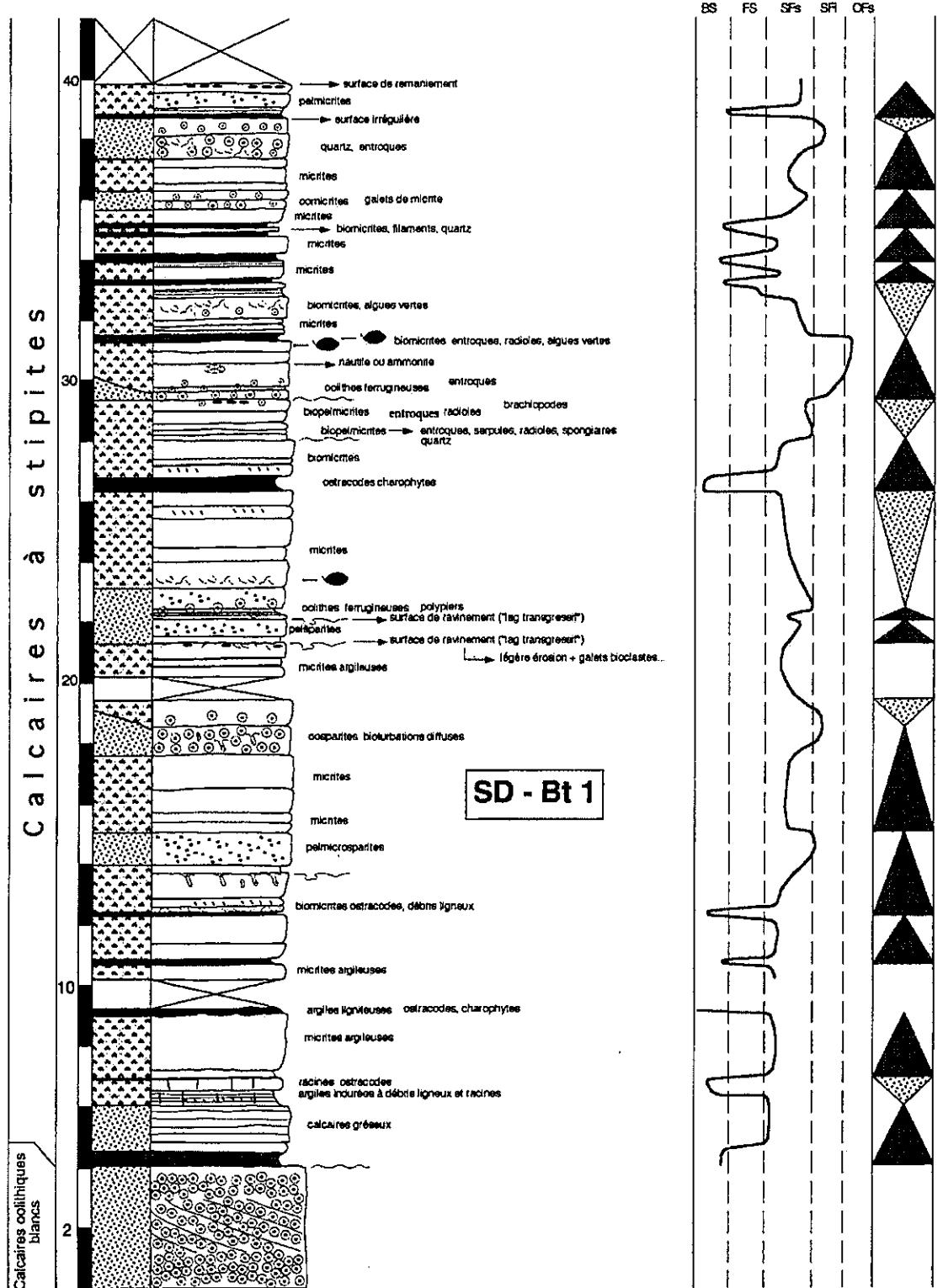
## **annexe 10 : Coupe du Puncho d'Agast (2<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.**



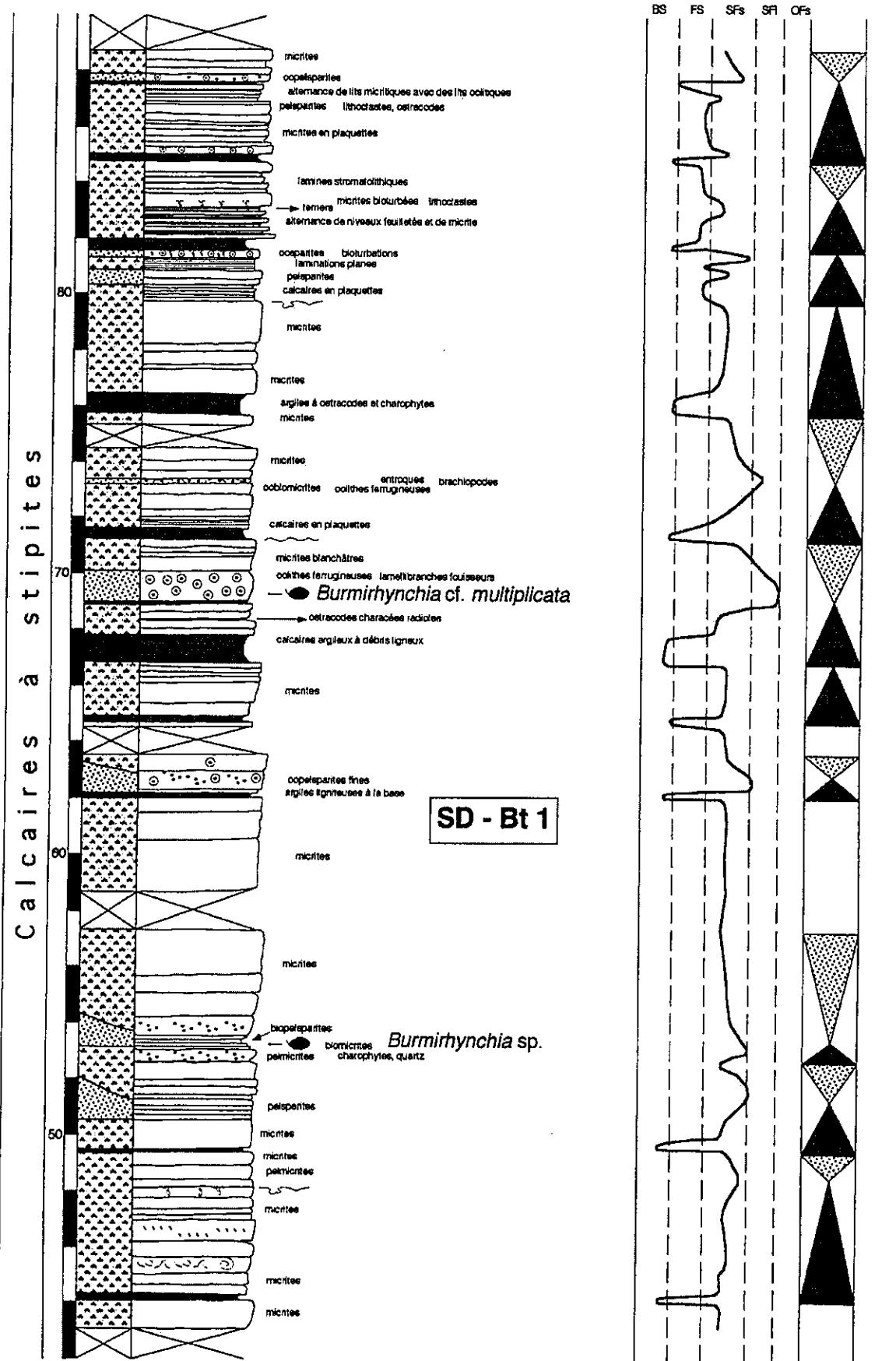
**annexe 11 :** Coupe du Puncho d'Agast (3<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



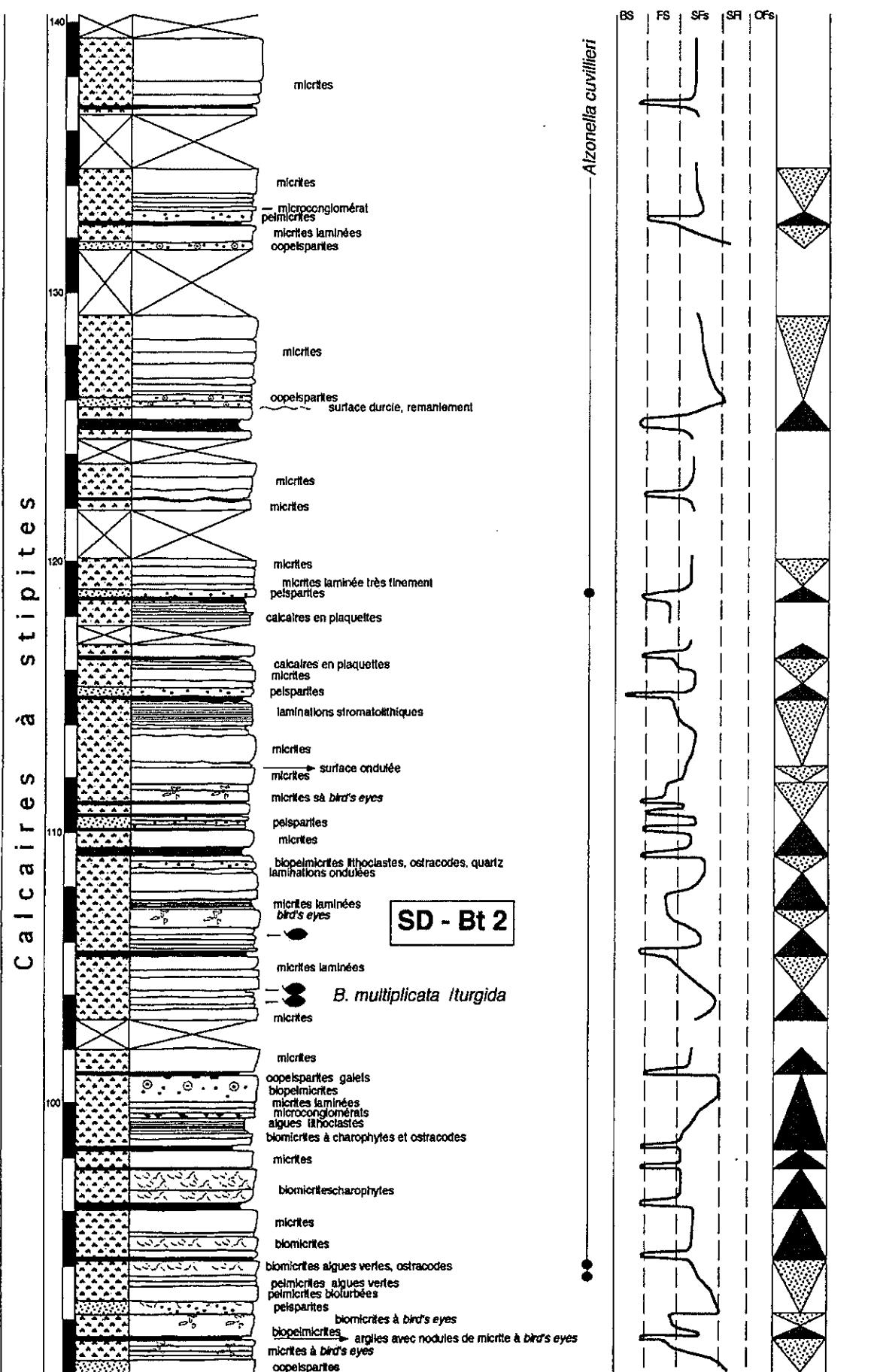
annexe 12 : Coupe du Puncho d'Agast (4<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt et stratigraphie séquentielle.



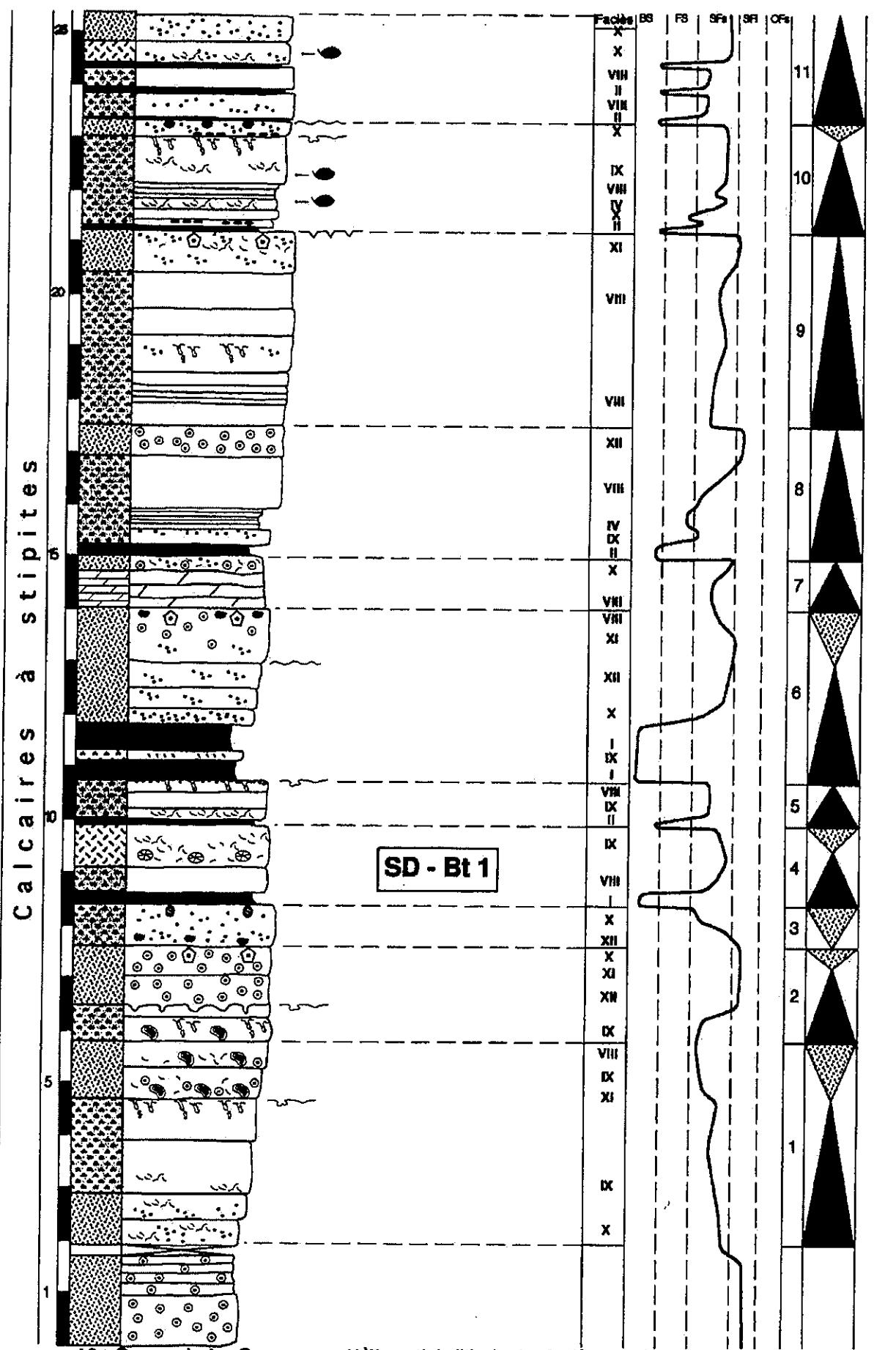
annexe 13 : Coupe de La Roque-St-Marguerite (1<sup>ère</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle.



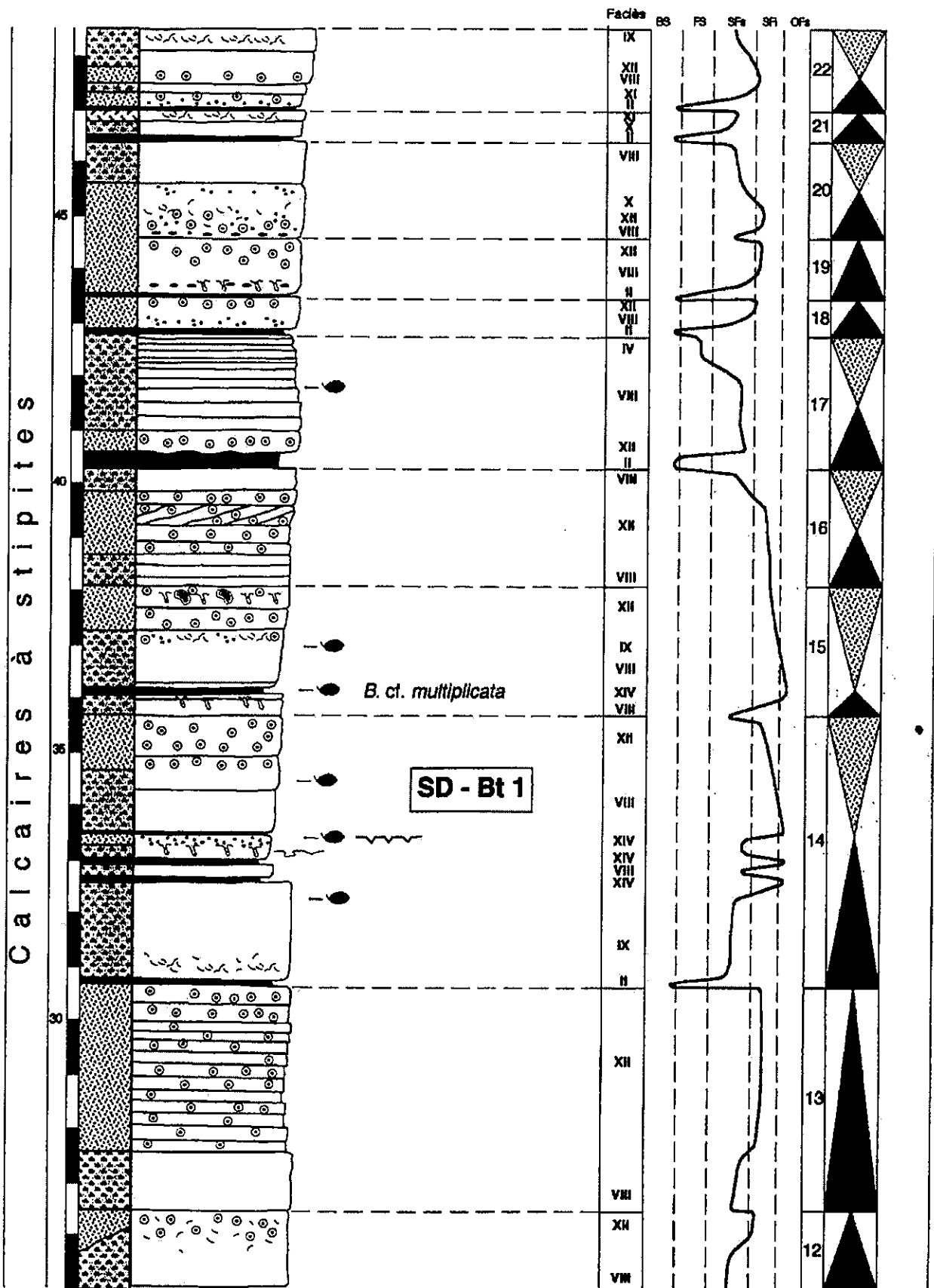
annexe 14 : Coupe de La Roque-St-Marguerite (2<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle.



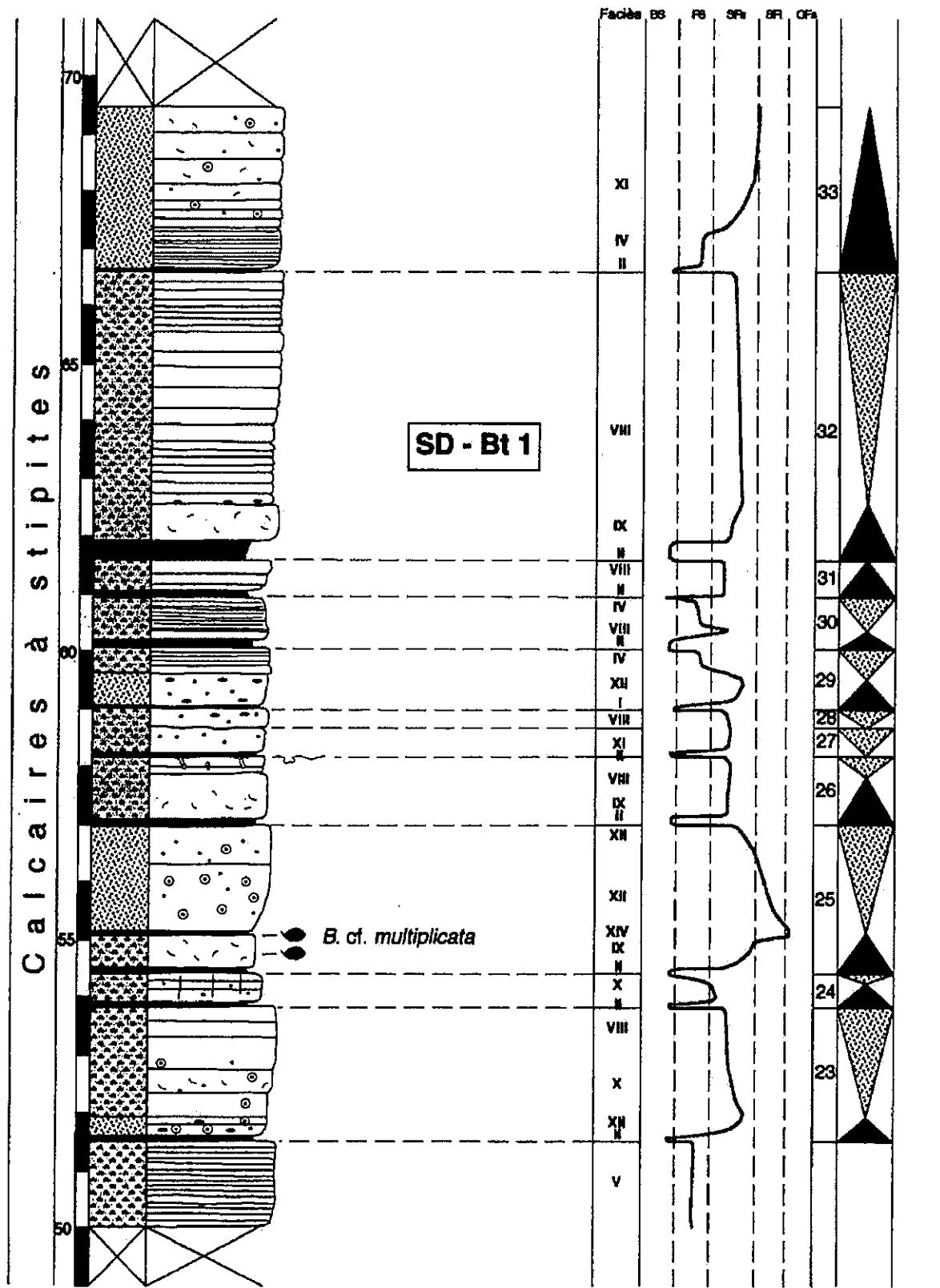
annexe 15 : Coupe de La Roque-St-Marguerite (3<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle.



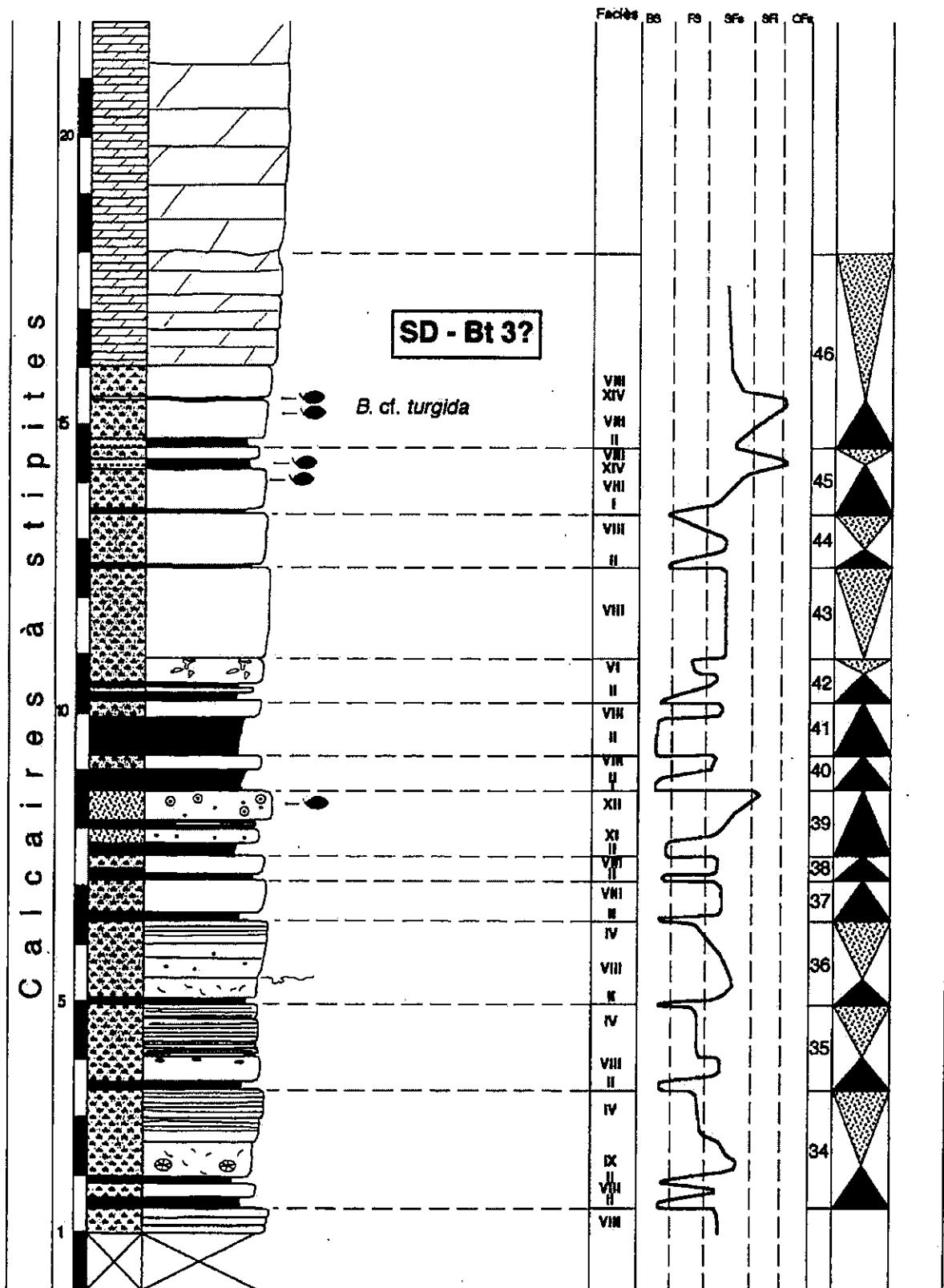
annexe 16 : Coupe de La Canourgue (1<sup>re</sup> partie), lithologie, facies, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



## annexe 17 : Coupe de La Canourgue (2<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase, discontinuités et stratigraphie séquentielle.



## **annexe 18 : Coupe de La Canourgue (3<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle.**



annexe 19 : Coupe de La Canourgue (4<sup>ème</sup> partie), lithologie, faciès, environnements de dépôt, biophase et stratigraphie séquentielle.

*Annexes au chapitre V*



## Annexe 21 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynil)

B122 B132

## demi-cycle R

		Bt 3				Le Maynial			
		demi-cycle R				faciès			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2							
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Annexe 23 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Le Maynial)

La Canourgue		Bt 1										demi-cycle R								
faciès		demi-cycle T					demi-cycle R													
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
I	lignite					1		1												
II	argiles					1		1												
IV	laminites																			
IV	mic. plaquelettes																			
	charophytes																			
VII	dolomies																			
VIII	micrite																			
IX	biomictite																			
X	pelbiomictite																			
X	pelmicrite																			
X	pelbiopelmicrite																			
X	oncodites																			
X	polypiers																			
XI	pelbiosparite																			
XI	pelmicrosparite																			
XI	pelisparite																			
XII	oopelisparite																			
XII	osparite																			
XIV	marnes																			
	bioturbation																			
	Surf. encroûtée																			
	Surf. oxydée																			
	Surf. perforée																			
	surface bioturbée																			
	galets																			
	strati. obliques																			
	brachiopodes																			

Annexe 24 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)

## Annexe 25 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (La Canourgue)

Bt 1		La Canourgue	
demi-cycle R		faciès	
stratigraphie	faciès	stratigraphie	faciès
1	1	lignite argiles laminites mic. plaquettes charophytes	I II IV IV
	3	dolomite micrite pioncrite pelobiotite pelomictite pelocarbonate oncorides peloyellens	VIII IX X X X
	2		
3	2		
	3	peliosparite permicrosparite pelsparite oopelosparite oosparite	XI XI XI XII
	4		
2		marnes	XIV
		bioturbation Surf. encroûtée Surf. oxydée Surf. perfo surface bioturbée galets strati. obliques brachiopodes	
1			

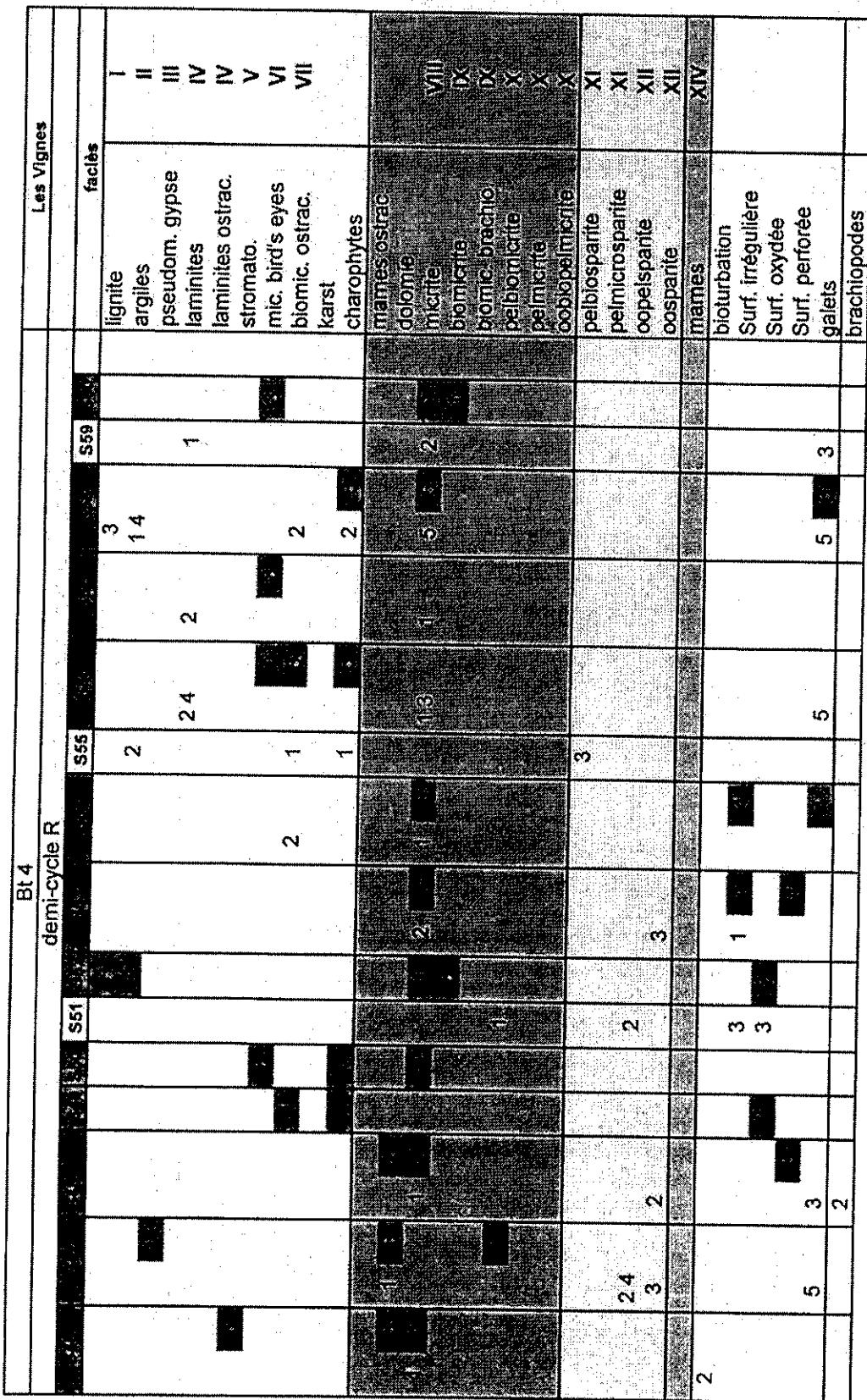
## Annexe 26 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Millau)

## Annexe 27 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)

Les Vignes		Bt 2		dmt		dmR		demi-cycle T		Bt 3		demi-cycle R					
	faciès	S13	S15	S13	S15	S13	S15	S20	S21	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27
I	lignite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
II	argiles																
III	pseudom. gypse																
IV	laminées																
IV	laminites ostrac.																
V	stromato.																
V	mic. bird's eyes																
VI	biomic. ostrac.																
VII	karst																
VIII	charophytes																
IX	marnes ostrac.																
X	dolomite	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
X	micrite																
X	biomicrite																
X	biomic brachio																
X	pelbiomicrite																
X	pelbiomic																
X	obiopeimicrite																
XI	pelbisparite																
XI	pelmicrosparite																
XII	copelsparite	3	3	7	7	4	4										
XII	cosparite																
XIV	marnes	4	4	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	bioturbation																
	Surf. irrégulière																
	Surf. oxydée																
	Surf. perfo																
	galeis																
	brachiopodes	12	12	2	2	7	7	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5

Annexe 28 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)

## Annexe 29 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)

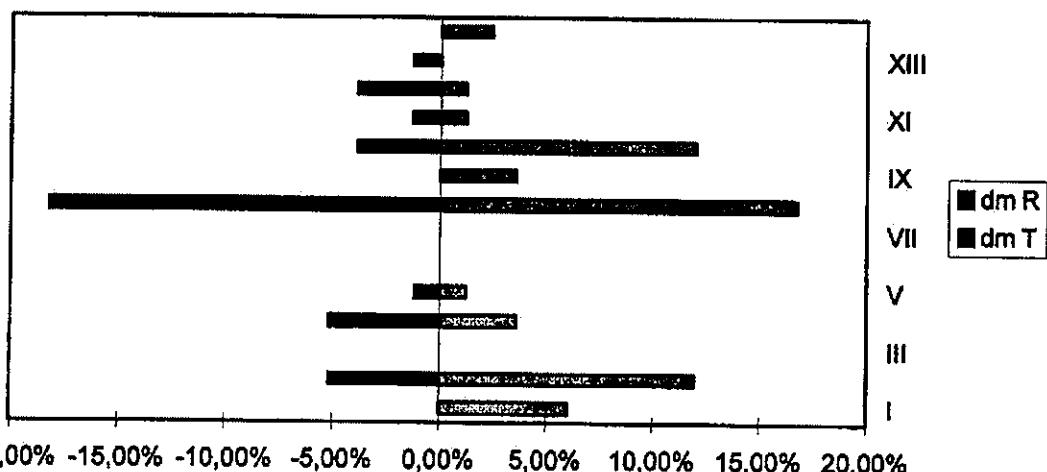


### Annexe 30 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Les Vignes)

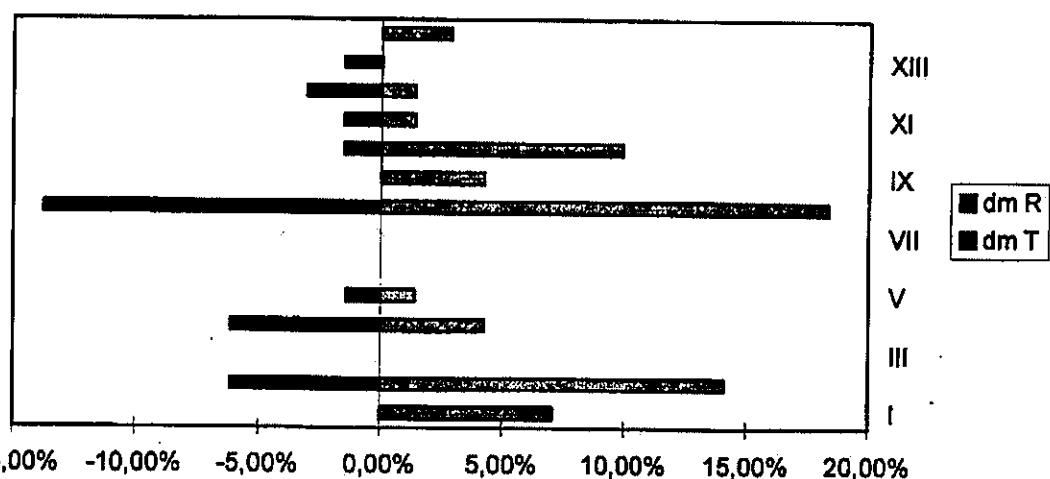
Puncho d'Agast		demi-cycle T				demi-cycle R				Bt 1?	
	faciès										
II	argiles										
III	pseudom. gypse										
IV	laminites										
IV	micrite plaquettes										
IV	stromato.										
V	mic. bird's eyes										
VI	biomicrite ostrac.										
VII	charophytes										
VIII	dolomie										
IX	micrite										
X	biomicrite										
X	pelbiomicrite										
X	peimicrite										
XI	coquilitte										
XI	pelspartite										
XI	pelbiopartite										
XI	coope/partite										
XII	oospartite										
	bioturbation										
	Surf. oxydée										
	Surf. perforée										
	Surf. encroutée										
	strati. entrecroisées										
	galets										
	brachiopodes										

Annexe 31 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)

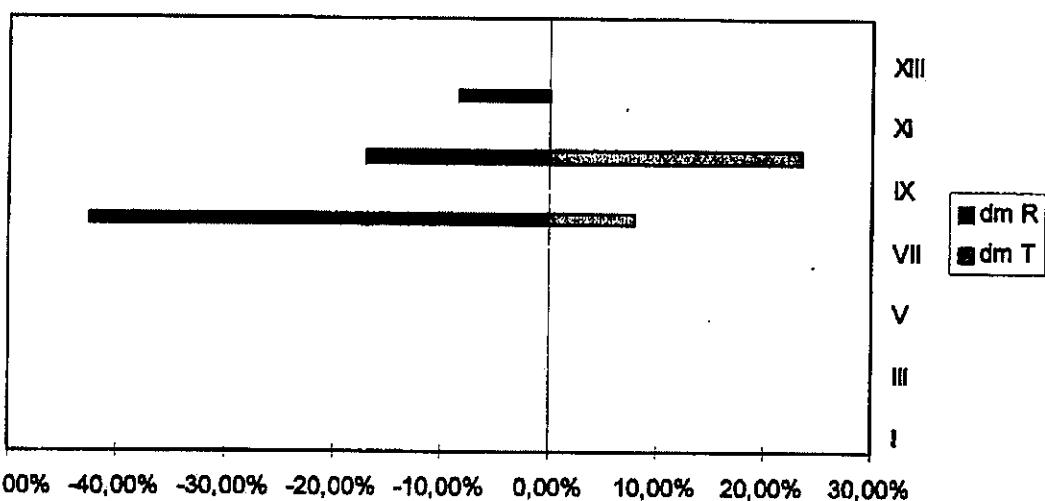
## Annexe 32 : Succession des faciès dans les séquences élémentaires (Puncho d'Agast)



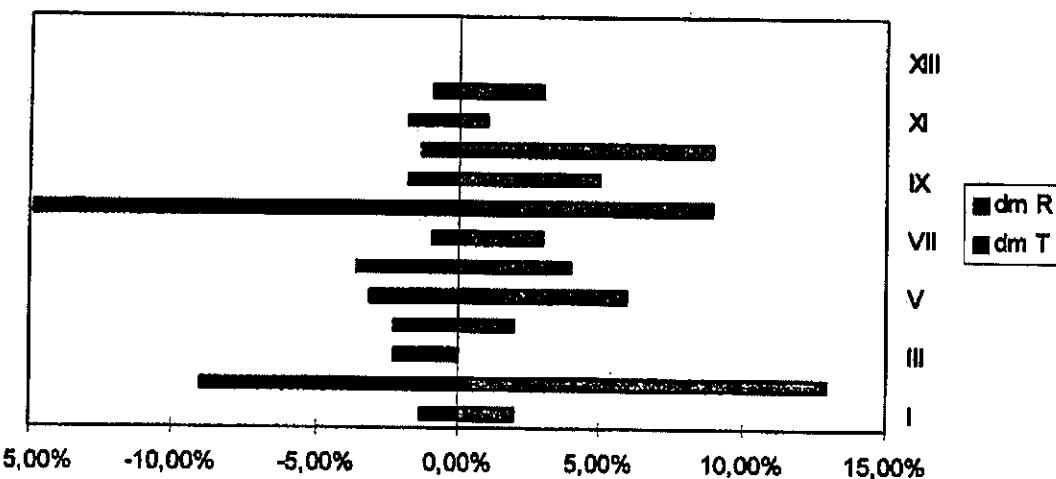
Annexe 33 : répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 au Maynial.



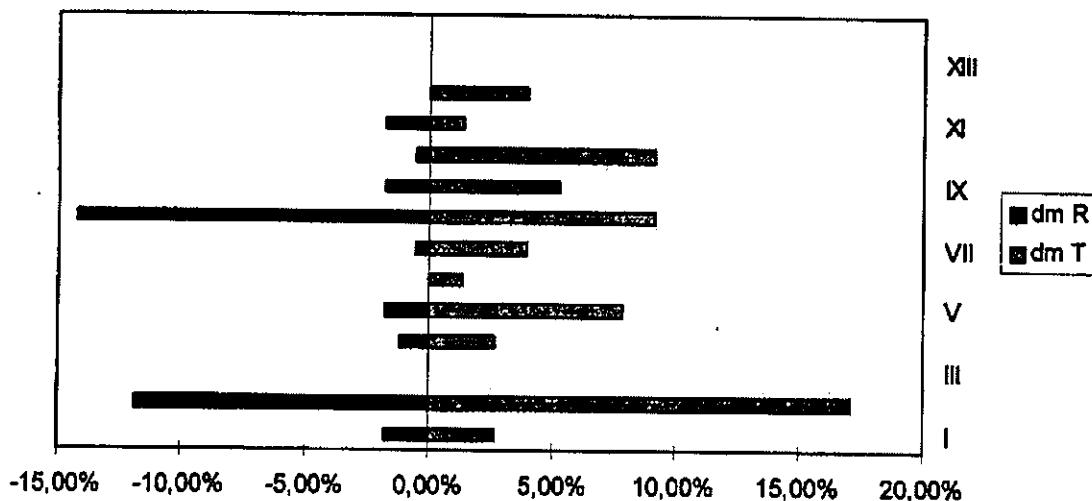
Annexe 34 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 au Maynial.



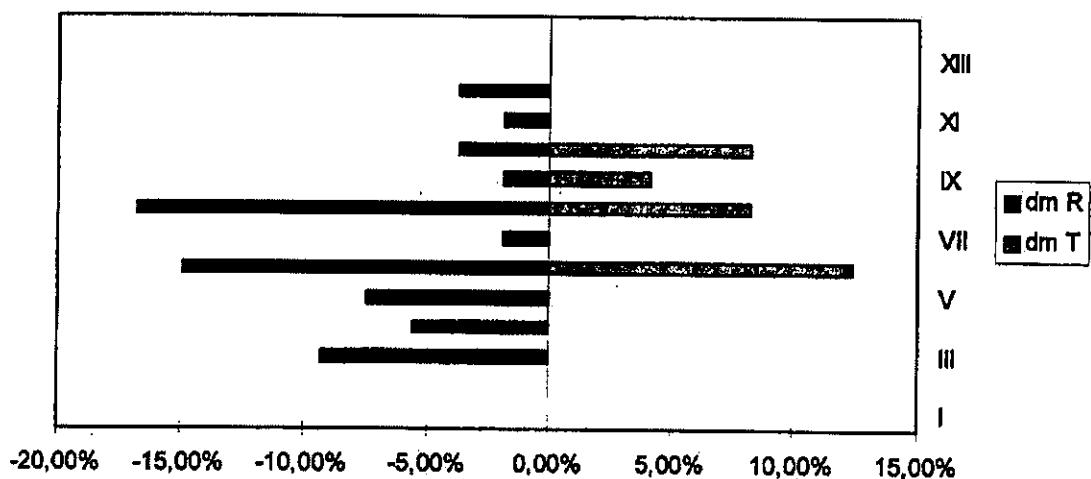
Annexe 35 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 au Maynial.



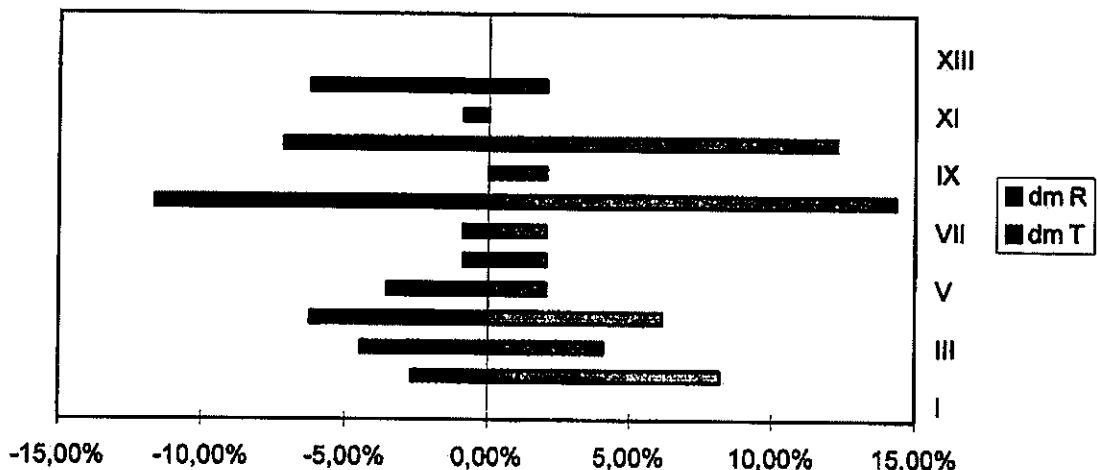
Annexe 36 : répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial.



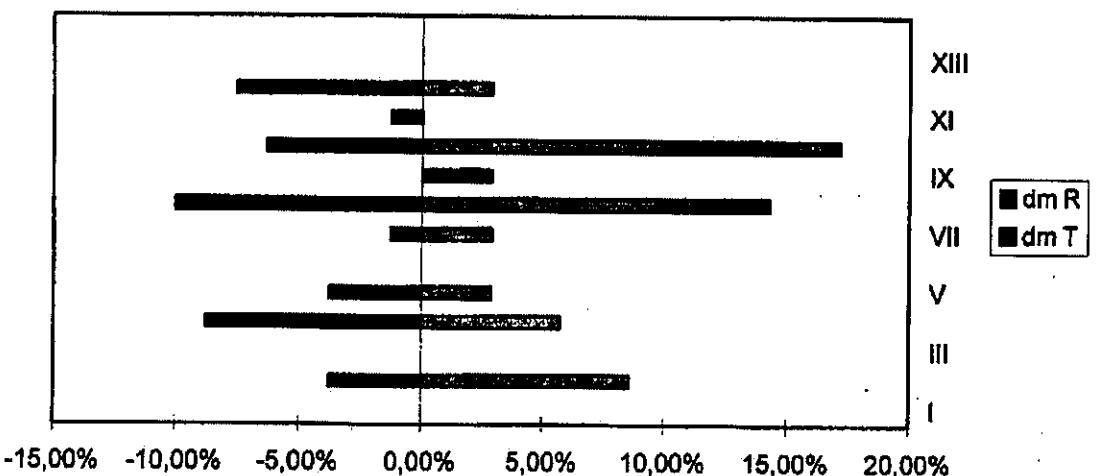
Annexe 37 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial.



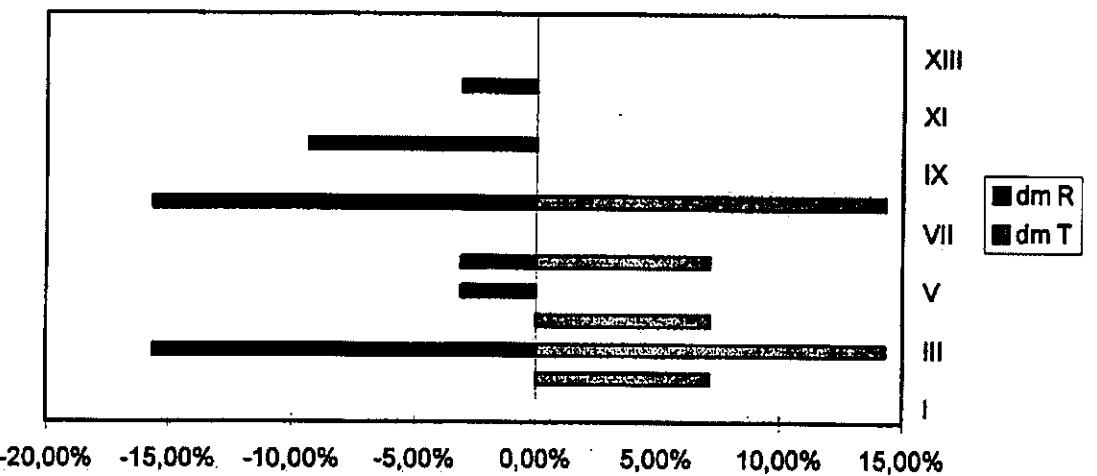
Annexe 38 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 3 ? au Maynial.



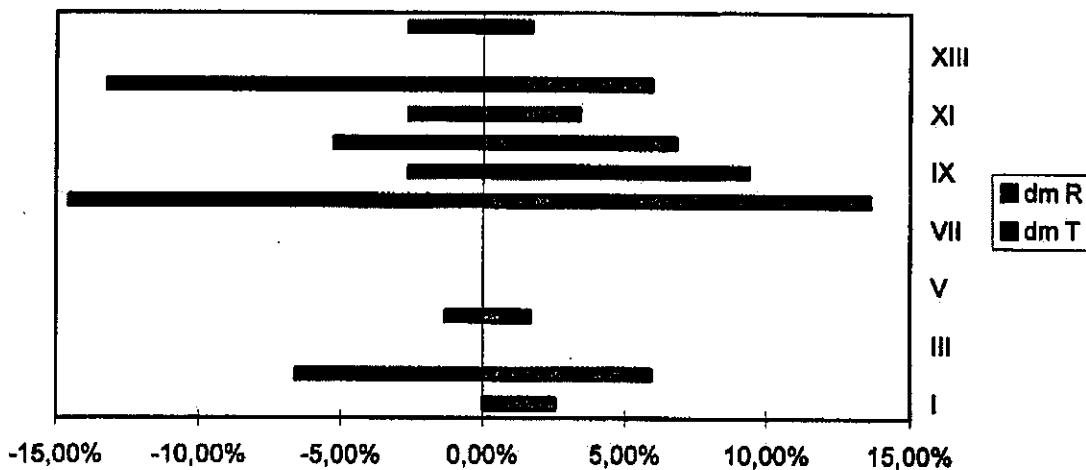
Annexe 39 : répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast.



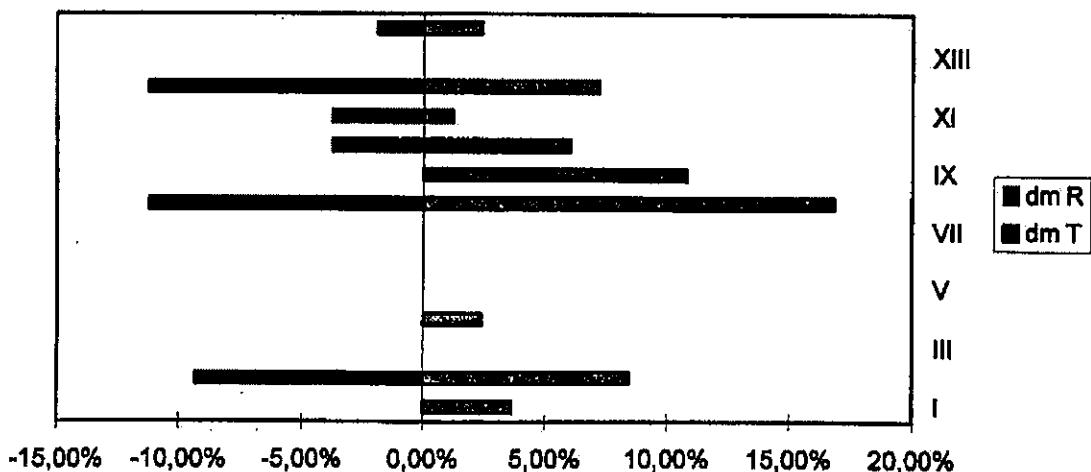
Annexe 40 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast.



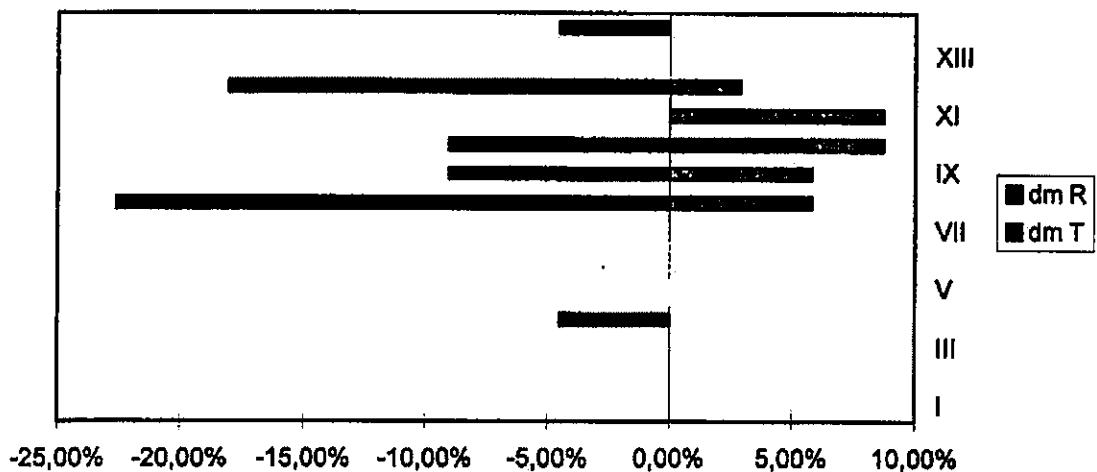
Annexe 41 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à Puncho d'Agast.



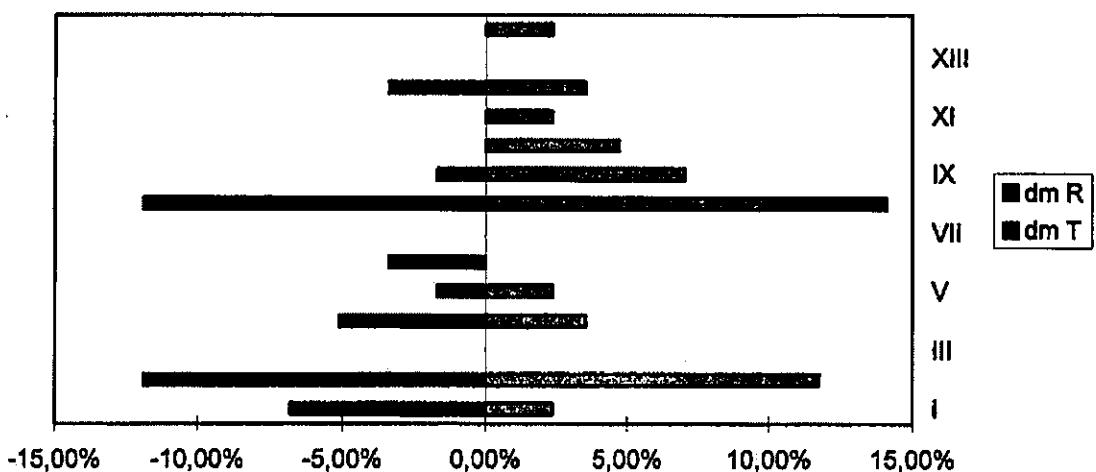
Annexe 42 : répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue.



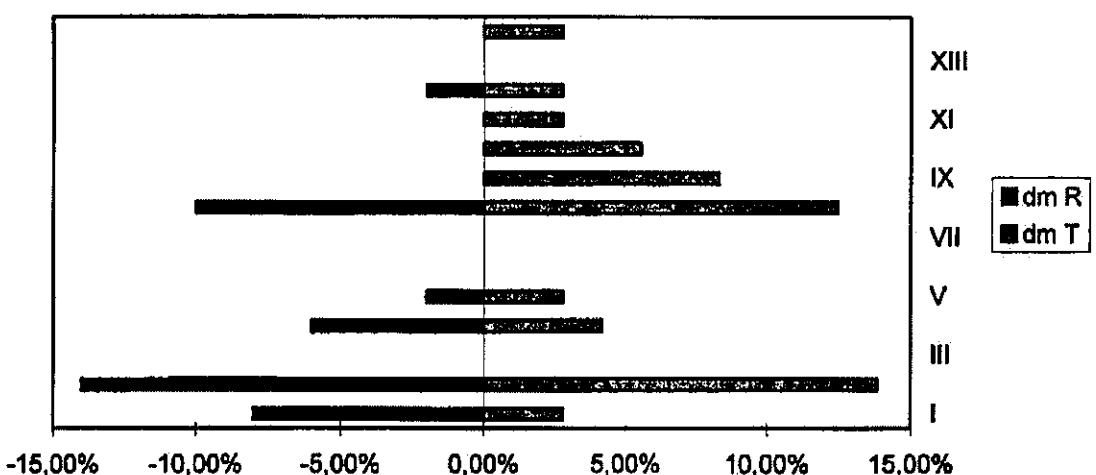
Annexe 43 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue.



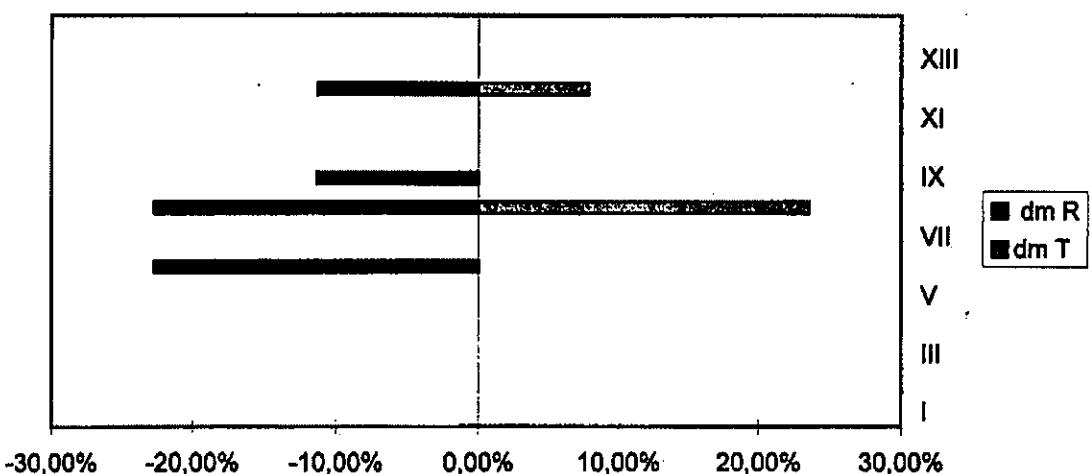
Annexe 44 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans la séquence Bt 1 à La Canourgue.



Annexe 45 : répartition des faciès en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans le groupe de séquences Bt 1 et Bt 2 à Millau.



Annexe 46 : répartition des faciès en phase de montée du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans le groupe de séquences Bt 1 et Bt 2 à Millau.



Annexe 47 : répartition des faciès en phase de chute du niveau de base en fonction des demi-cycles transgressif (dm T) et régressif (dm R) dans le groupe de séquences Bt 1 et Bt 2 à Millau.

*Planches photographiques des faciès*

## *Planche 6*

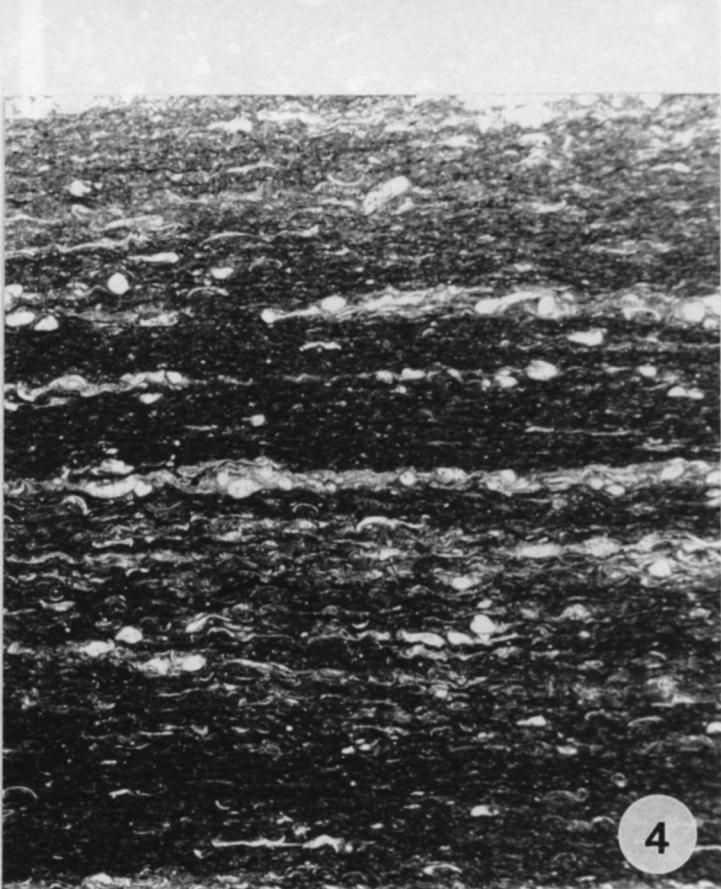
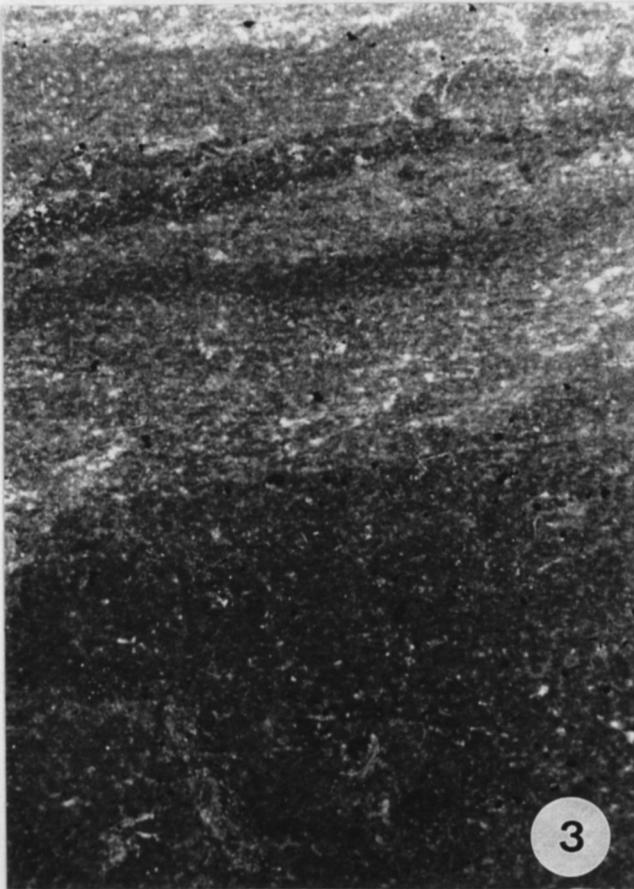
### **Faciès des Calcaires à stipites**

- 1 : **Faciès III**, micrite (*mudstone*) à plages de recristallisation de sparite à contours rectilignes représentant des pseudomorphoses de minéraux évaporitiques (x 12,5), coupe des Vignes.
- 2 : **Faciès III**, micrite à pseudomorphoses de minéraux évaporitiques (x 15), coupe des Vignes.
- 3 : **Faciès IV**, micrite laminée, alternance de lits micritiques et de lits finement graveleux (x 15), coupe de Millau.
- 4 : **Faciès IV**, laminité à ostracodes, alternance de lits lumachelliques à valves d'ostracodes et de lits micritiques (x 15), coupe des Vignes.

## Planche 6

### Faciès des Calcaires à stipites

- 1 : **Faciès III**, micrite (*mudstone*) à plages de recristallisation de sparite à contours rectilignes représentant des pseudomorphoses de minéraux évaporitiques (x 12,5), coupe des Vignes.
- 2 : **Faciès III**, micrite à pseudomorphoses de minéraux évaporitiques (x 15), coupe des Vignes.
- 3 : **Faciès IV**, micrite laminée, alternance de lits micritiques et de lits finement graveleux (x 15), coupe de Millau.
- 4 : **Faciès IV**, laminité à ostracodes, alternance de lits lumachelliques à valves d'ostracodes et de lits micritiques (x 15), coupe des Vignes.



## ***Planche 7***

### **Faciès des Calcaires à stipites**

1 : **Faciès V**, laminites stromatolithiques associées à des *fenestrae* (x 15), coupe des Vignes.

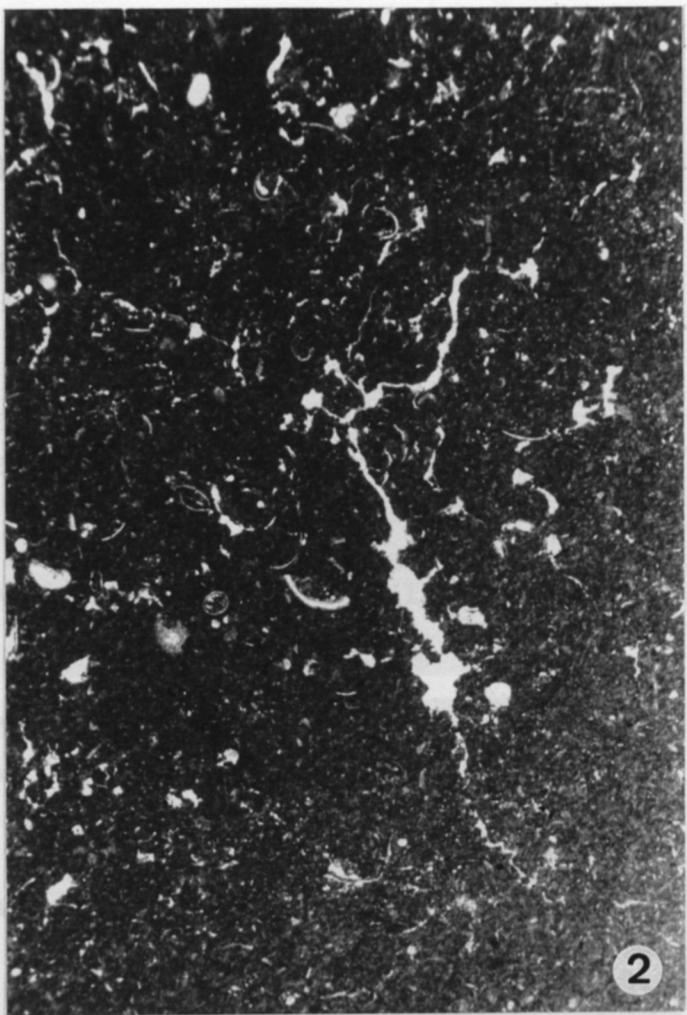
2 : **Faciès VI**, micrite à *bird's eyes* (x 15), coupe des Vignes.

3 : **Faciès VII**, biomicrite à ostracodes et charophytes *wackestone* à *packstone* (x 15), coupe des Vignes.

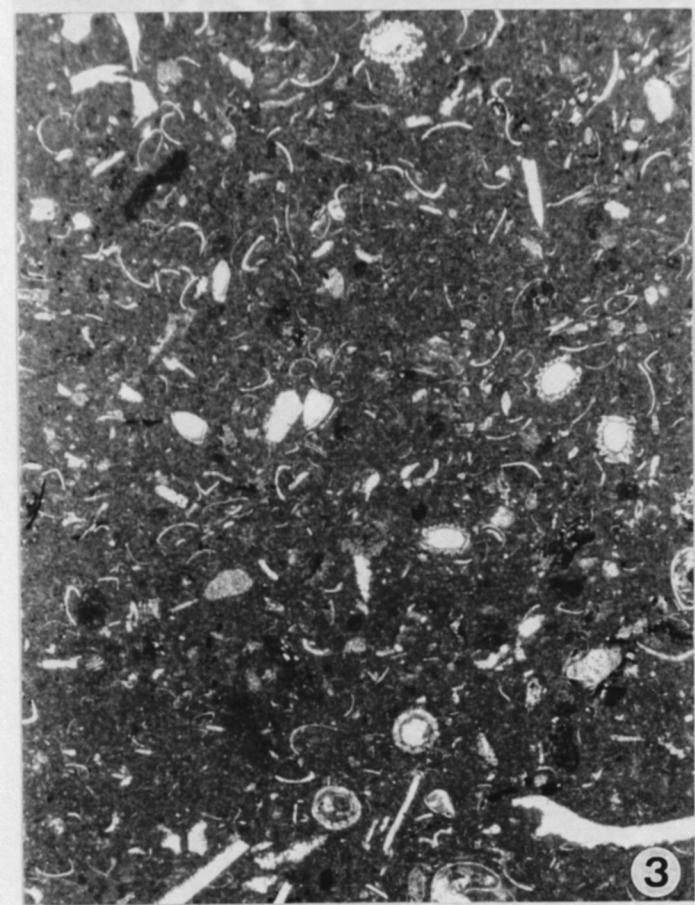
4 : **Faciès VII**, biomicrite à ostracodes et charophytes *packstone* (x 15), coupe des Vignes.



1



2



3

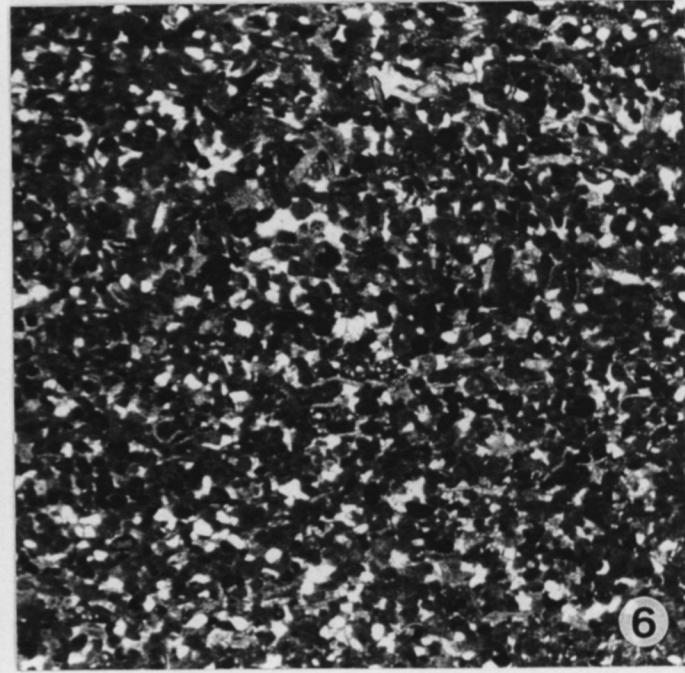
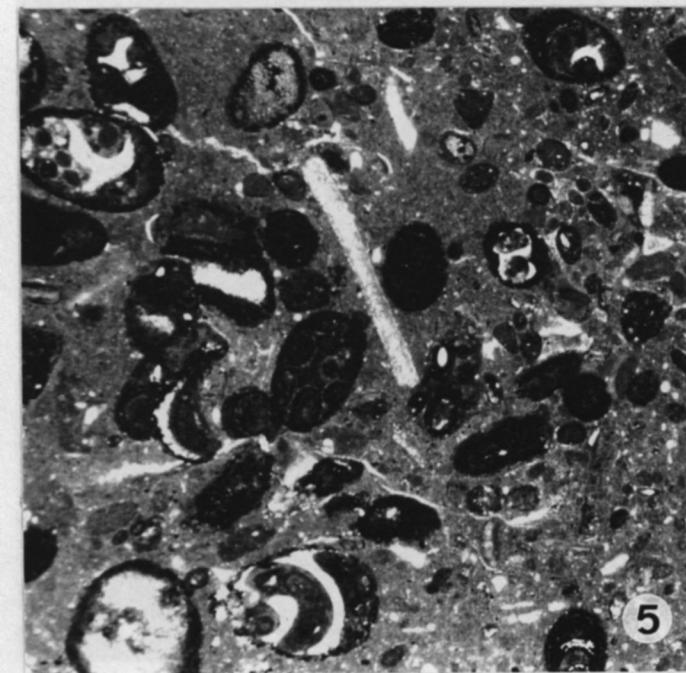
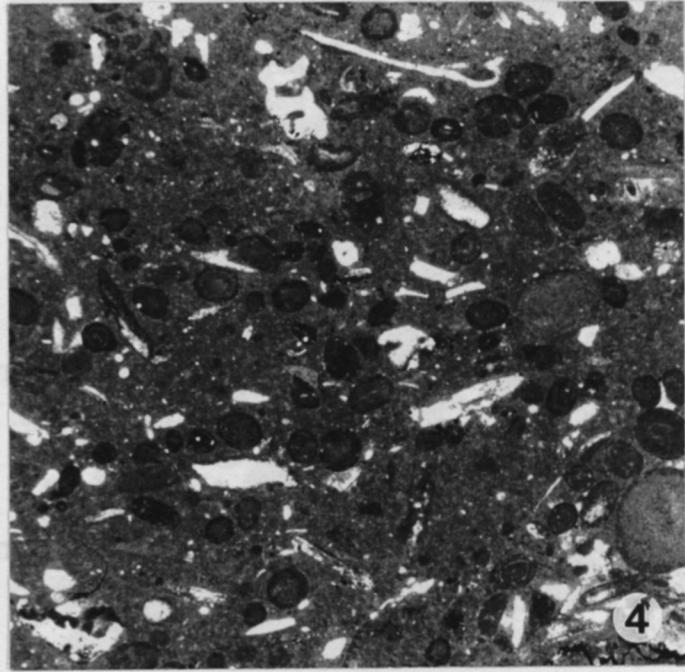
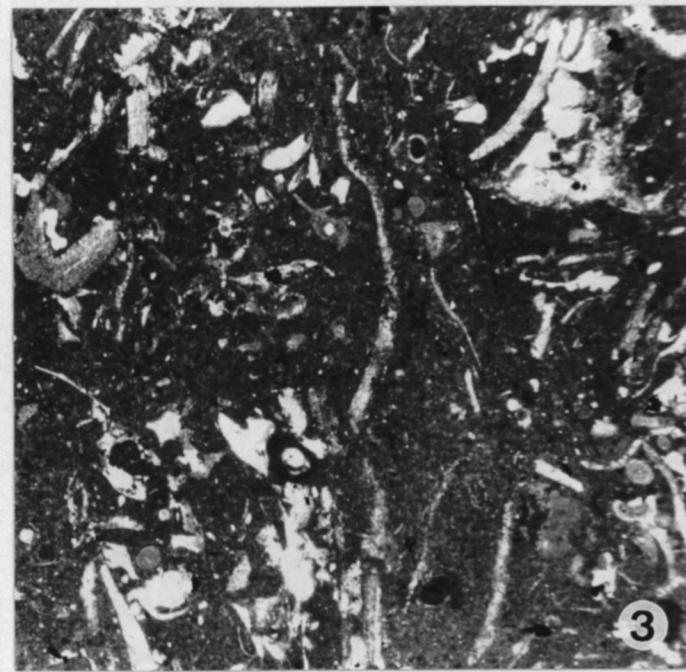
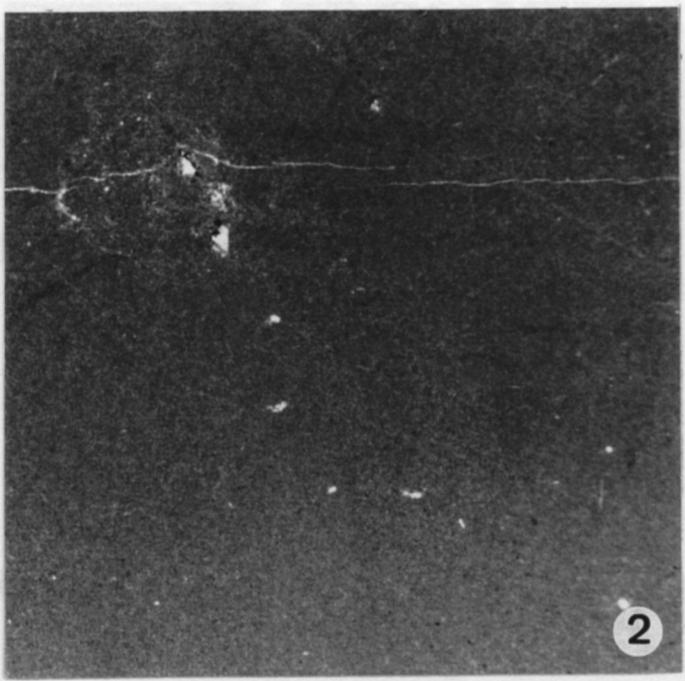
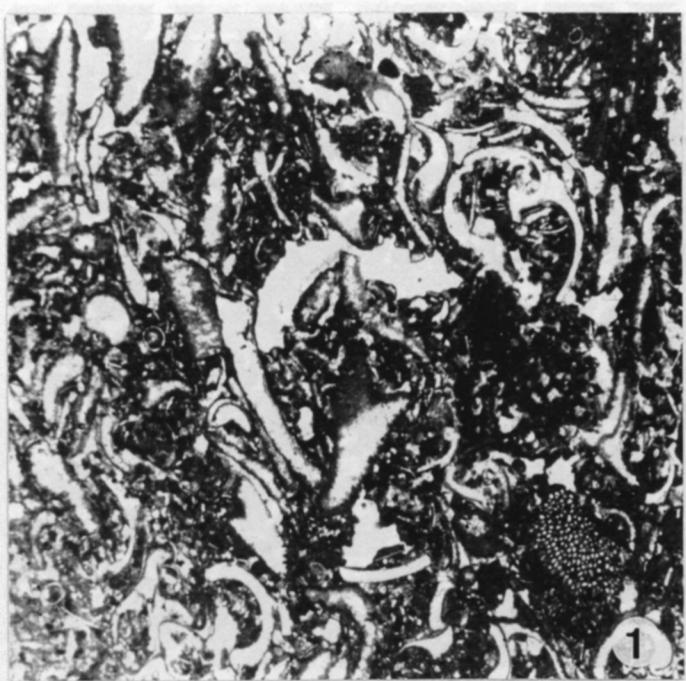


4

## *Planche 8*

### **Faciès des Calcaires à stipites**

- 1 : **Faciès IX**, biomicrite *packstone* à algues, bioclastes de lamellibranches et gastéropodes (x 15), coupe du Maynial.
- 2 : **Faciès VIII**, micrite azoïque *mudstone* (x 15), coupe de Millau.
- 3 : **Faciès IX**, biomicrite *wackestone* à *packstone* à bioclastes de lamellibranches et entroques (x 15), coupe de Millau.
- 4 : **Faciès X**, oobiomicrite *packstone/wackestone* (x 10), coupe des Vignes.
- 5 : **Faciès X**, oopelmicrite à intraclastes roulés, bioclastes de lamellibranches et gastéropodes (x 15), coupe de Millau.
- 6 : **Faciès XI**, pelsparite *grainstone* à grains de quartz (x 15), coupe des Vignes.



## *Planche 9*

### **Faciès des Calcaires à stipites**

1 : **Faciès XIII**, calcarénite oolithique *grainstone* (x 15), coupe de la carrière Hiver (Causse Comtal).

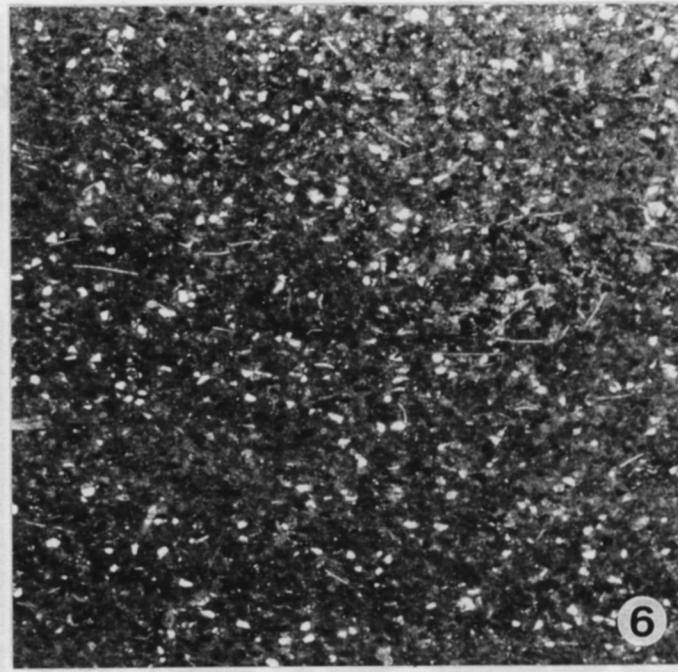
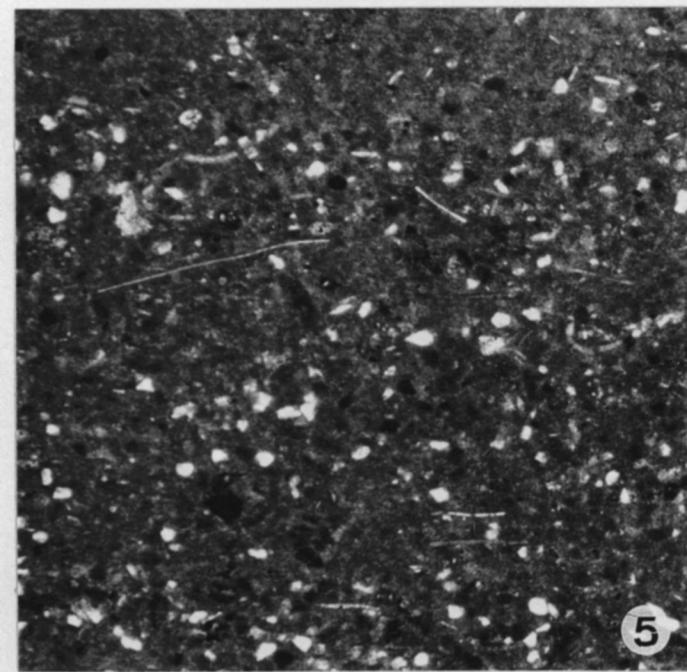
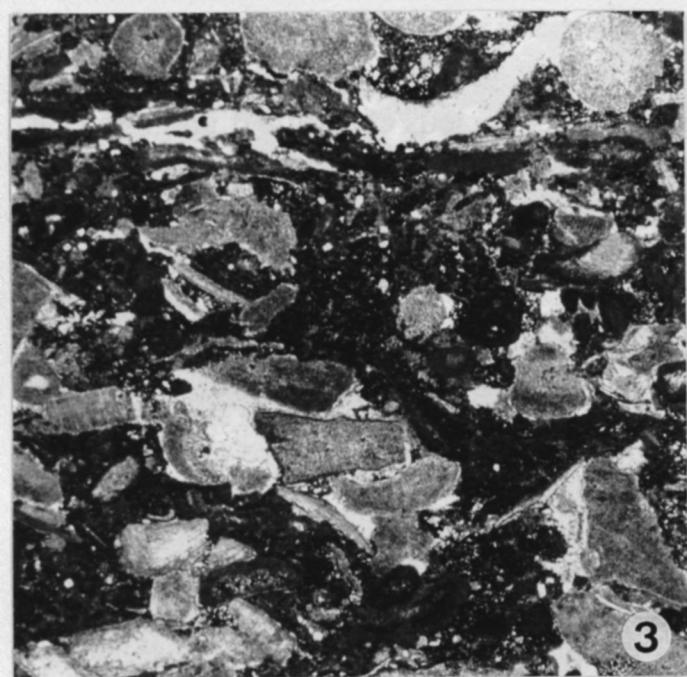
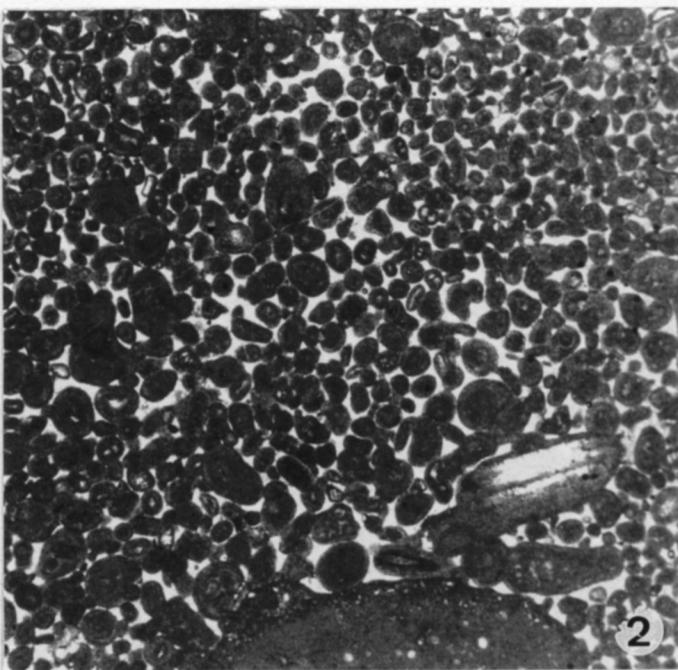
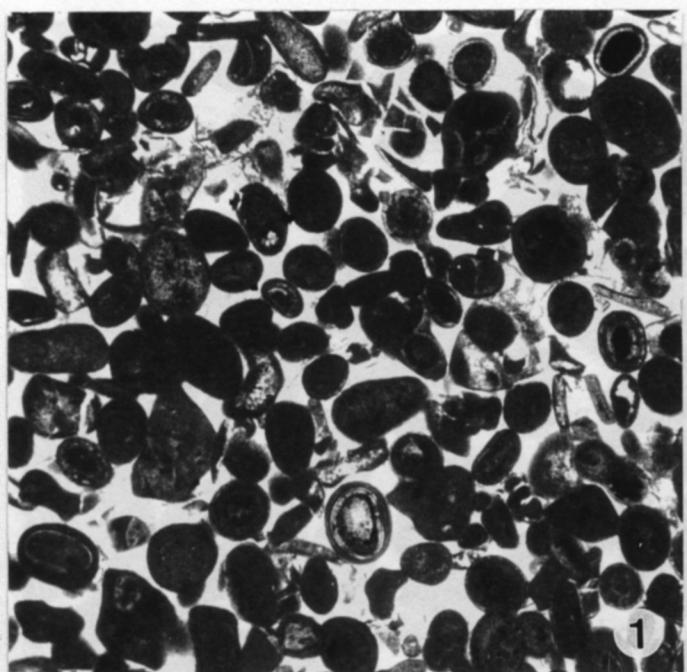
2 : **Faciès XII**, oosparite *grainstone* à lithoclastes roulés et formainifères (x 15), coupe de La Canourgue.

3 : calcarénite bioclastique à entroques (x 15), coupe de Bédarieux.

4 : oobiosparite à entroques, bioclastes de lamellibranches, gastéropodes et algues (x 15), coupe du Clapier.

5 : **Faciès XIII**, biomicrite à microfilaments, pellets et grains de quartz (x 30), coupe de La Roque-Sainte-Marguerite.

6 : **Faciès XIII**, biomicrite à microfilaments, pellets et grains de quartz (x 20), coupe de La Roque-Sainte-Marguerite.



## Planche 10

### Les différents types d'oolithes

- 1 : **oolithes de type A**, oolithes micritiques, nucleus rarement visible, cortex entièrement micritique, forme bien arrondi (x20).
- 2 : **oolithes de type B**, oolithes à cortex laminé, cortex constitué de fines lames concentriques : des lames sombres alternent avec des lames claires de critaux radiés (x20).
- 3 : **oolithes de type C**, oolithes à une seule couche, nucleus constitué d'un grain micritique de petite taille, cortex composé d'une seule couche de cristaux radiés, le nucleus est parfois invisible (x25).
- 4 : **oolithes de type C**, même type d'oolithes que 3 associé à des pseudomorphoses de minéraux évaporitiques (x25).
- 5 : **oolithes de type D**, oolithes à cortex mixte, le nucleus est un grain micritique de grande taille par rapport à la taille de l'oolithe, le cortex présente des lames de critaux radiés associées à une ou plusieurs couches de lames micritiques plus épaisses et de forme plus irrégulière (x15).
- 6 : **oolithes de type D**, oolithes à cortex mixte (x25).

