



HAL
open science

Caractéristiques du rifting liasique dans un secteur d'une marge passive de la Téthys : le haut fond de La Mure et le bassin du Beaumont (Alpes occidentales)

Thierry Bas

► To cite this version:

Thierry Bas. Caractéristiques du rifting liasique dans un secteur d'une marge passive de la Téthys : le haut fond de La Mure et le bassin du Beaumont (Alpes occidentales). Géologie appliquée. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1985. Français. NNT: . tel-00541926

HAL Id: tel-00541926

<https://theses.hal.science/tel-00541926>

Submitted on 1 Dec 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

T H E S E

DE

L'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE

DE GRENOBLE

Mention GEOLOGIE APPLIQUEE

PAR

Thierry BAS

**CARACTERISTIQUES DU RIFTING
LIASIQUE DANS UN SECTEUR D'UNE
MARGE PASSIVE DE LA TETHYS:**

***le haut-fond de La Mure et le bassin du
Beaumont (Alpes Occidentales).***

Thèse soutenue le 20 mai 1985 devant la commission d'examen

M. J. DEBELMAS	Professeur USMG	Président
M. M. LEMOINE	Directeur de recherche, Grenoble	
M. H. ARNAUD	Maître-Assistant USMG	
Mme A. ARNAUD-VANNEAU	Chargée de recherche, Grenoble	Examineurs
M. M. ROUX	Professeur Université de Lyon	
M. C. RAVENNE	Ingénieur Géologue IFP	

Direction: M. LEMOINE

GRENOBLE

Thierry Bas

GEORGES H. MASQUELIER

T H E S E

DE

L'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE
DE GRENOBLE

Mention GEOLOGIE APPLIQUEE

PAR

Thierry BAS

**CARACTERISTIQUES DU RIFTING
LIASIQUE DANS UN SECTEUR D'UNE
MARGE PASSIVE DE LA TETHYS:
le haut-fond de La Mure et le bassin du
Beaumont (Alpes Occidentales).**



Thèse soutenue le 20 mai 1985 devant la commission d'examen

M. J. DEBELMAS	Professeur USMG	Président
M. M. LEMOINE	Directeur de recherche, Grenoble	
M. H. ARNAUD	Maître-Assistant USMG	
Mme A. ARNAUD-VANNEAU	Chargée de recherche, Grenoble	Examineurs
M. M. ROUX	Professeur Université de Lyon	
M. C. RAVENNE	Ingénieur Géologue IFP	

Direction: M. LEMOINE

GRENOBLE

AVANT-PROPOS

Avant de présenter les résultats de plus de trois années d'études, effectuées grâce à un contrat avec la D.G.R.S.T., je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont bien voulu contribuer à les mener à leur terme, et en particulier:

L'Institut Français du Pétrole, tout spécialement MM. BOIS, MONTADERT, et RAVENNE, sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour. C'est en effet grâce à leur aide morale, matérielle et intellectuelle que j'ai pu oeuvrer dans de bonnes conditions.

M. DEBELMAS qui me fait l'honneur de bien vouloir présider ce jury.

M. LEMOINE qui a bien voulu me faire confiance en me soumettant ce sujet et qui a été disponible à tout instant, malgré ses multiples occupations, pour me prodiguer des conseils et pour me faire partager sa grande connaissance des problèmes alpins.

M. ARNAUD et Mme ARNAUD-VANNEAU qui, malgré leur éloignement temporaire de Grenoble, ont fait leur possible pour m'aider, grâce à leur compétence en sédimentologie des carbonates. Je les remercie aussi d'avoir souffert, comme M. LEMOINE d'ailleurs, en lisant à plusieurs reprises et en corrigeant des manuscrits, parfois seulement ébauchés.

M. ROUX de l'Université de Lyon qui m'a transmis son expérience des problèmes liés aux crinoïdes et sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour, tant l'apport fourni par les crinoïdes est grand.

M. l'abbé MOUTERDE, qui a déterminé des ammonites qui auraient rebuté plus d'un paléontologiste.

MM. GIDON et BARFETY avec qui de multiples discussions, voire même des sorties sur le terrain ont été bénéfiques et ont permis de préciser bon nombre de points délicats.

Mme REVOL qui a accepté de me déchiffrer et de dactylographier le texte.

Tous mes camarades de troisième cycle et en particulier T. DUMONT qui a bien voulu accomplir la tâche ingrate de correcteur, tâche accomplie à la perfection (l'habitude!!).

Enfin mes parents et Sylvie qui, certains jours de déprime m'ont remonté le moral ou bien m'ont poussé à travailler les jours où, le soleil et la neige aidant, je n'en avais pas trop envie.

Encore une fois merci à tous.

RESUME

L'étude sédimentologique, stratigraphique et paléostratigraphique de la série liasique constituant la couverture des massifs cristallins externes (La Mure-Beaumont) a permis de préciser les modalités d'évolution d'un secteur de la paléomarge de la Téthys jurassique.

L'étude sédimentologique a entraîné la distinction de plusieurs ensembles de faciés caractérisant trois types de milieux de dépôt: faciés de bassin, bathyaux ou circalittoraux, faciés de talus et faciés de plate-forme. Du matériel issu de la plate-forme peut également se retrouver resédimenté dans des milieux plus profonds (turbidites et coulées boueuses).

La sédimentologie des calcaires à entroques a été détaillée. Les déterminations génériques et les variations de taille des organismes ont conduit à la mise en évidence d'oscillations de la profondeur des milieux de dépôt au cours du Lias.

L'analyse séquentielle montre l'existence de trois horizons de discontinuité majeurs: deux d'entre eux correspondent à de brusques approfondissements (Hettangien-Sinemurien; Toarcien moyen-Toarcien supérieur); la signification du dernier, qui est souligné par le passage de séries à turbidites à des séries à coulées boueuses et se situe au Carixien supérieur-Domérien reste conjecturale.

L'étude stratigraphique des séries liasiques réduites de La Mure et des séries épaisses du Beaumont a permis de préciser certaines datations, notamment celles de la formation des calcaires de Laffrey.

Un découpage en grandes unités lithologiques a été effectué dans les deux types de séries.

La confrontation de l'étude sédimentologique et de l'étude stratigraphique permet de proposer des corrélations sur des bases nouvelles entre les deux types de séries.

L'étude paléostratigraphique a permis de mettre en évidence deux phases tectoniques majeures (la première à la limite Hettangien-Sinemurien, la seconde doméro-toarcienne), toujours suivies par un approfondissement brusque des milieux de dépôt, phénomène d'origine tectonique et/ou eustatique. Des phases de moindre ampleur s'observent également et sont enregistrées dans les sédiments de diverses manières: basculement du substratum, sédiments bioclastiques remaniés gravitairement, présence de galets de matériel cristallophyllien.

Paléogéographie et paléotectonique

L'évolution de la Téthys jurassique, désormais classique dans les Alpes Occidentales, a donc pu être précisée pour ce secteur de la marge:

Au Trias: dépôt de carbonates de plate-forme, à rares invasions marines

A l'Hettangien inférieur: apparition de failles à faible rejet suivie d'un approfondissement modéré des milieux de dépôt.

De l'Hettangien supérieur au Toarcien inférieur: existence de deux périodes de crise tectonique encadrant une période de calme relatif; qui conduisent à une accentuation du rejet de certaines failles et à l'individualisation de blocs basculés plurikilométriques, limitant des zones hautes à entroques et des milieux plus profonds à micrites et coulées turbides.

Au Toarcien moyen: uniformisation des faciés argileux, qui scellent les structures antérieures.

MOTS-CLES: Alpes Occidentales- Massifs cristallins externes-Trias- Lias- Téthys- Rifting- Tectonique synsédimentaire- Stratigraphie- Sédimentologie- Analyse séquentielle- Paléogéographie- Corrélations- Entroques- Détritisme- Blocs basculés.

ABSTRACT

The sedimentologic, stratigraphic, and paleostructural study of the liassic formation, constituting the outer crystalline block (La Mure-Beaumont) allowed to clarify the evolution modality of a paleomargin sector of the Jurassic Tethys.

The sedimentologic study has led the distinction of several groups of facies characterizing three types of deposit environment: the basin, bathyal or circalittoral, the outer slope and the platform. Material of the platform could be re-sedimented in deeper environment (turbidites and mud flow).

Encrinitic limestones sedimentology has been detailed. Genus determinations and organisms size variation led to define oscillations of the deposit environment depth during Lias.

The sequential analysis show the existence of three major discontinuities: two of them corresponds to abrupt deepening (Hettangian-Sinemurian; middle Toarcian-upper Toarcian); the signification of the latter, which is emphasized by the transition between formation with turbidites and formation with mud flow and is located in upper Carixian-Domerian remains conjectural.

The stratigraphic study of the liassic reduced series in La Mure and the thick series in the Beaumont allowed to precise some datations notably in the Laffrey limestones formation.

A division in large lithologic units has been made in the two types of series. Confrontation between sedimentologic and stratigraphic studies allow to suggest correlations on new basis between the two types of series.

The paleostructural study enabled to show two major tectonics stages (the first at the limit Hettangian-Sinemurian, the second Domoer-Toarcian), always followed by abrupt deepening of deposits environment, event from tectonic and/or eustatic origin. Little stages could be also observed and recorded in sediments in different ways: substratum tilting, reworked bioclastic sediments, existence of crystalline material.

Paleogeography and paleotectonic

The Jurassic Tethys evolution, now usual in the Occidental Alps, could be precised in this sector of the margin.

During Trias: deposit of a platform carbonates, with rares marines invasions.

In the lower Hettangian: apparition of faults with weak throw, followed by moderate deepening of deposits environments.

From upper Hettangian to lower Toarcian: existence of two periods of tectonic crisis enclosing a period of relative stillness, which leads to an increase of the throw of some faults and to the individualization of plurikilometric tilted blocks, limitating high zones with crinoïds and deeper environments with micrite and mud flow.

From middle Toarcian: standardisation of argillous facies which seal former structures.

KEY WORDS: Occidental Alps- Outer crystalline block- Trias- Lias- Tethys- Rifting- Synsedimentary tectonic- Stratigraphy- Sedimentology- sequential evolution- Paleogeography- Correlation- Crinoids- Detritics- Tilted-blocks.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION GENERALE

1 - CADRE GENERAL

2 - HISTORIQUE

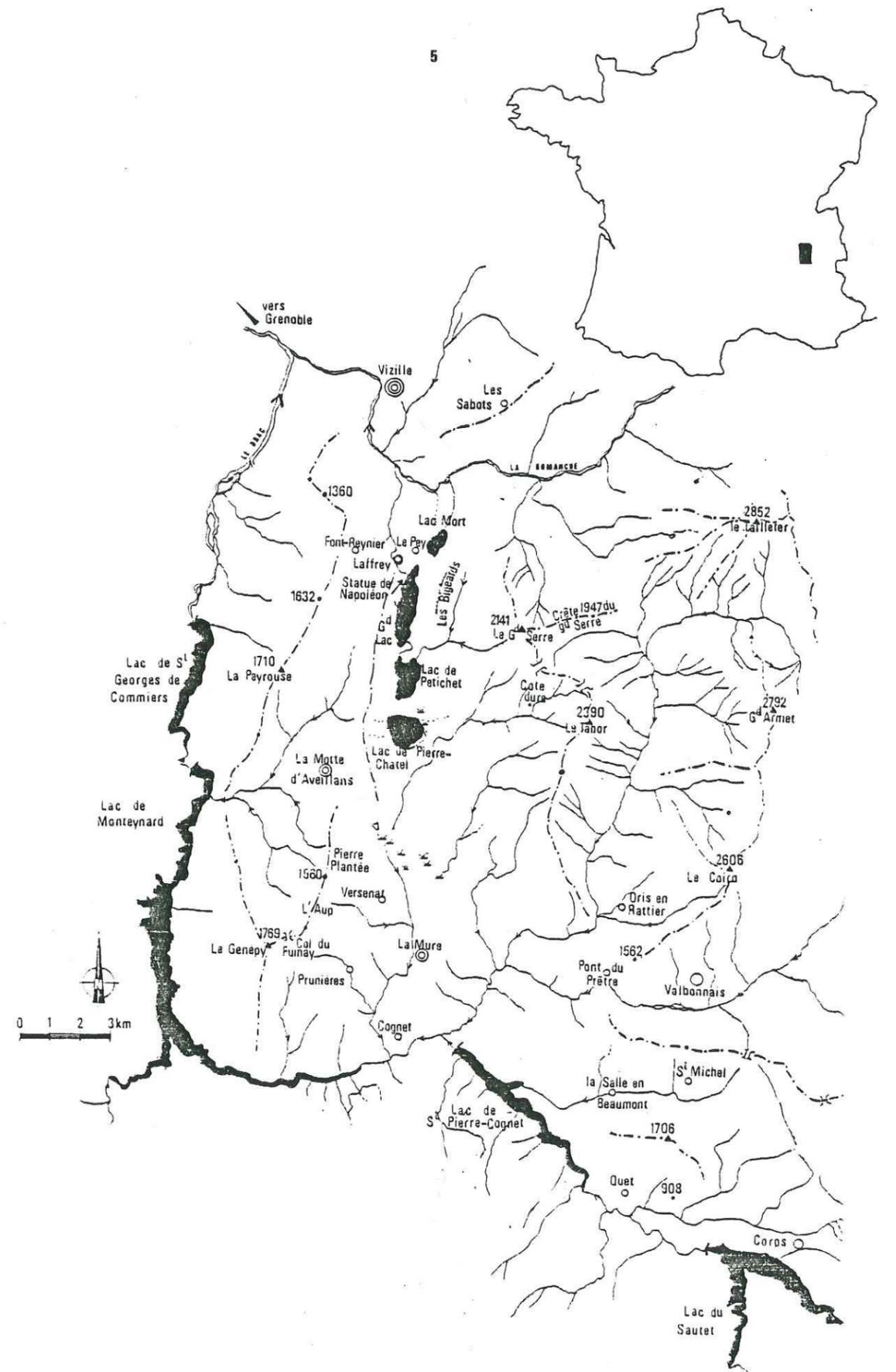


FIGURE 1: Cadre géographique du secteur étudié.

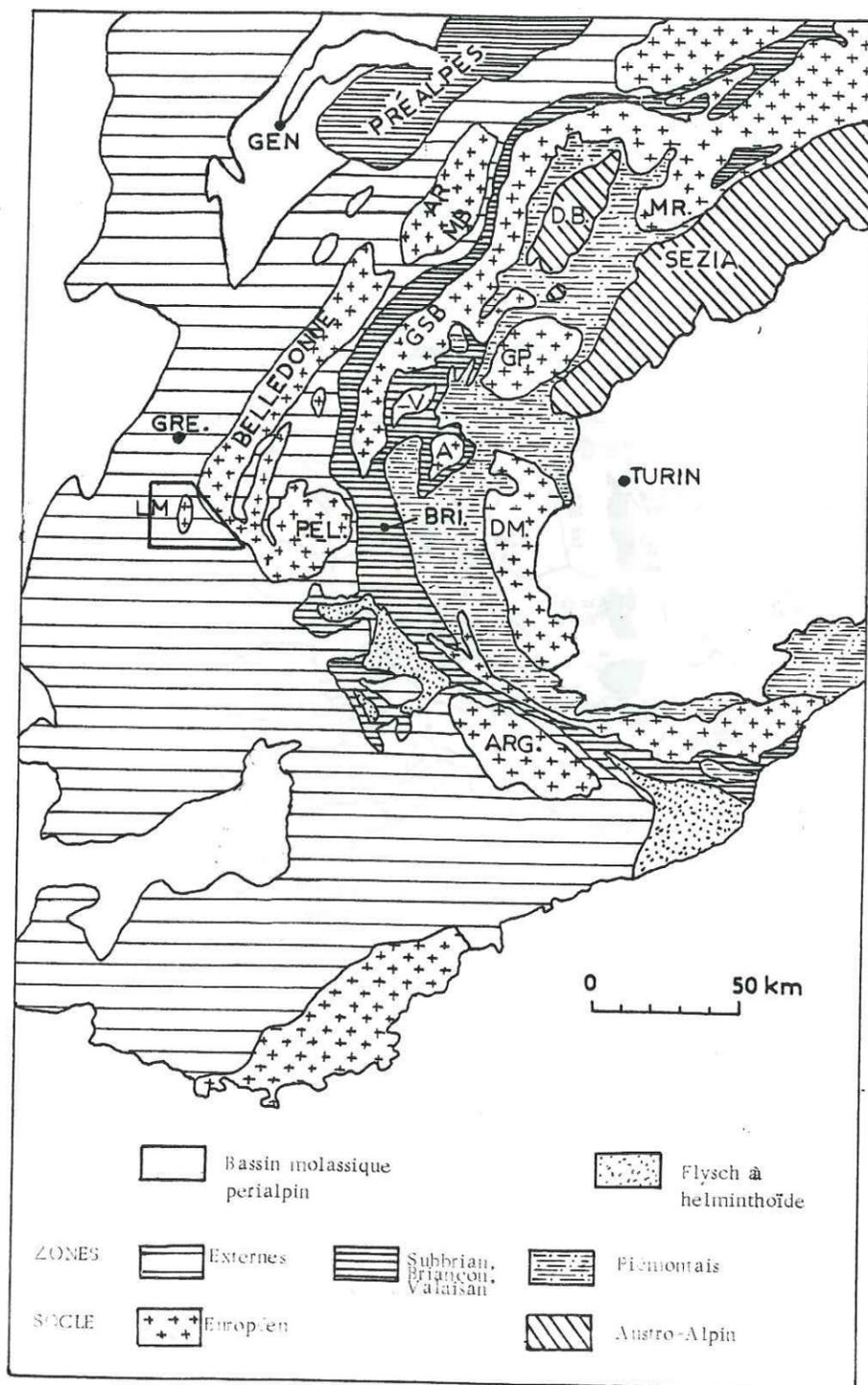


Figure 2: Schéma structural des Alpes Occidentales Françaises.
Le secteur encadré représente le terrain étudié.

CHAPITRE I INTRODUCTION GENERALE

1 - CADRE GÉNÉRAL

1.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

La région étudiée se situe à une vingtaine de kilomètres au Sud-Sud-Est de Grenoble. Elle s'inscrit dans un rectangle allongé dans le sens nord-sud, long de 25 kilomètres et large de 20 (fig. 1 et 2).

Cette région est généralement vallonnée avec des sommets pour la plupart arrondis et dont le point culminant est le Genepy (ou Senepy) qui culmine à 1769 m, à l'Ouest de La Mure. Les conditions d'affleurement sont mauvaises à cause du couvert végétal abondant ou des alpages qui peuvent être étendus.

1.2 - CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Cadre géologique général

Situé dans la zone dauphinoise externe des Alpes Occidentales, le secteur étudié correspond à la couverture sédimentaire liasique des massifs cristallins externes.

Toutes les assises du socle au Dogger affleurent successivement d'Est en Ouest (fig. 3). Entre un Trias généralement dolomitique, d'épaisseur variable (de 1 à 50 mètres), dépourvu d'évaporites, parfois riche en intercalations spilitiques (Côte Dure, Genepy) et un Toarcien supérieur marneux, les formations du Lias inférieur présentent deux faciès principaux : le faciès dauphinois et le "calcaire de Laffrey".

- Le faciès dauphinois est représenté par des alternances de calcaires et de calcaires argileux (fig. 3), montrant parfois des passées centimétriques à métriques de calcaires à entroques. L'épaisseur d'une telle succession peut être considérable et atteindre un millier de mètres pour le seul Lias inférieur.

- Le faciès "calcaires de Laffrey", du nom de sa localité type, correspond à des calcaires à entroques souvent très recristallisés, dont l'épaisseur atteint au grand maximum une cinquantaine de mètres. A leur sommet, quelques bancs sont rubéfiés, présentant des encroûtements ferrugineux.

Cadre structural

Des blocs crustaux basculés au Lias-Dogger, de taille pluridécakilométrique et limités par des failles à regard oriental ont été mis en évidence dans le secteur de la zone dauphinoise (J.C. BARFETY et al., 1979 ; M. LEMOINE et al., 1981).

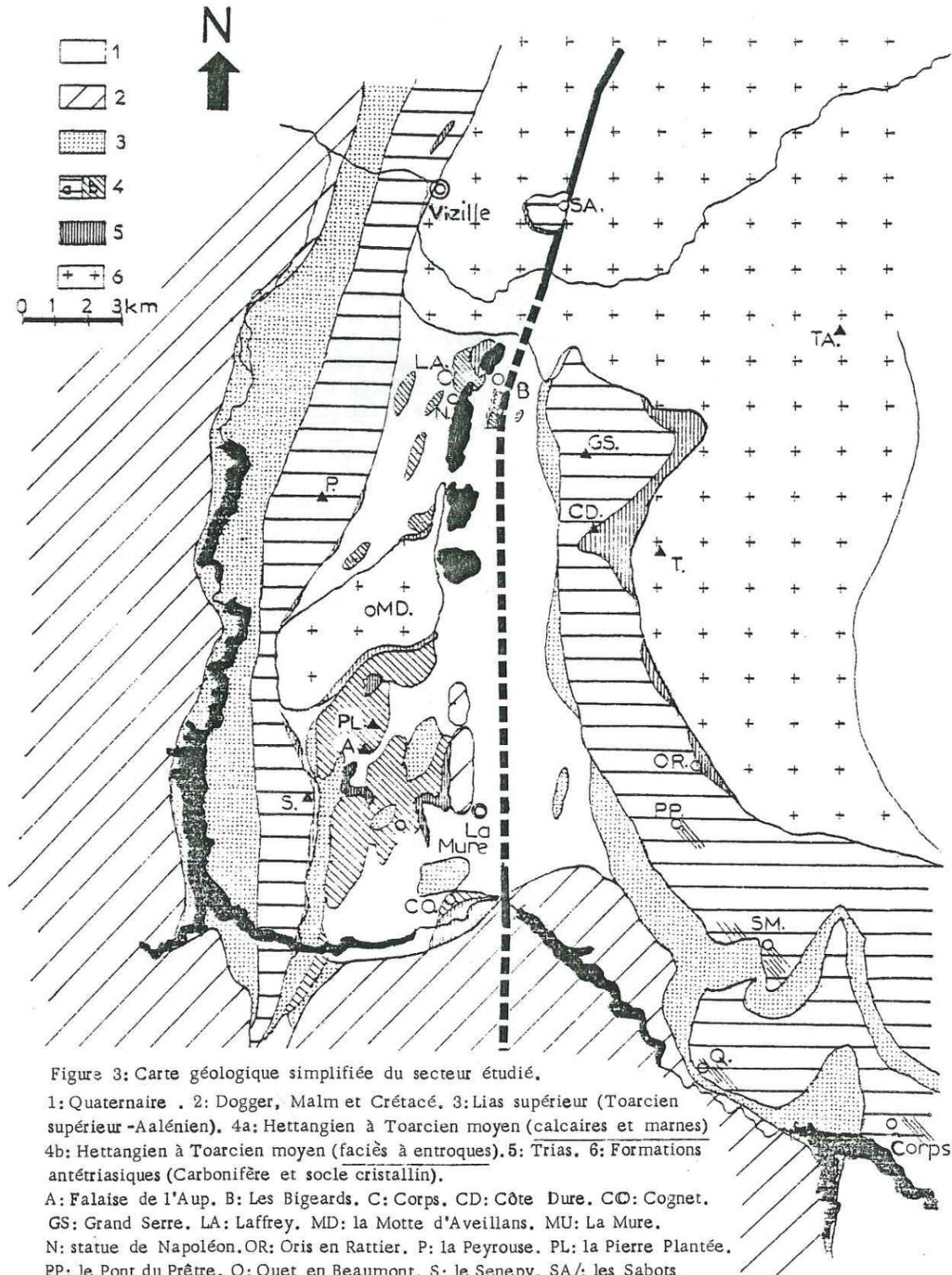


Figure 3: Carte géologique simplifiée du secteur étudié.

1: Quaternaire . 2: Dogger, Malm et Crétacé. 3: Lias supérieur (Toarcien supérieur -Aalénien). 4a: Hettangien à Toarcien moyen (calcaires et marnes) 4b: Hettangien à Toarcien moyen (faciès à entroques). 5: Trias. 6: Formations antétriasiques (Carbonifère et socle cristallin).

A: Falaise de l'Aup. B: Les Bigeards. C: Corps. CD: Côte Dure. CO: Cognet. GS: Grand Serre. LA: Laffrey. MD: la Motte d'Aveillans. MU: La Mure. N: statue de Napoléon. OR: Oris en Rattier. P: la Peyrouse. PL: la Pierre Plantée. PP: le Pont du Prêtre. Q: Quet en Beaumont. S: le Senepy. SA/: les Sabots SM: Saint Michel en Beaumont. T; le Tabor. TA: le Taillefer. V: Versenat VI: Vizille.

--- Prolongement supposé de l'accident de Belledonne.

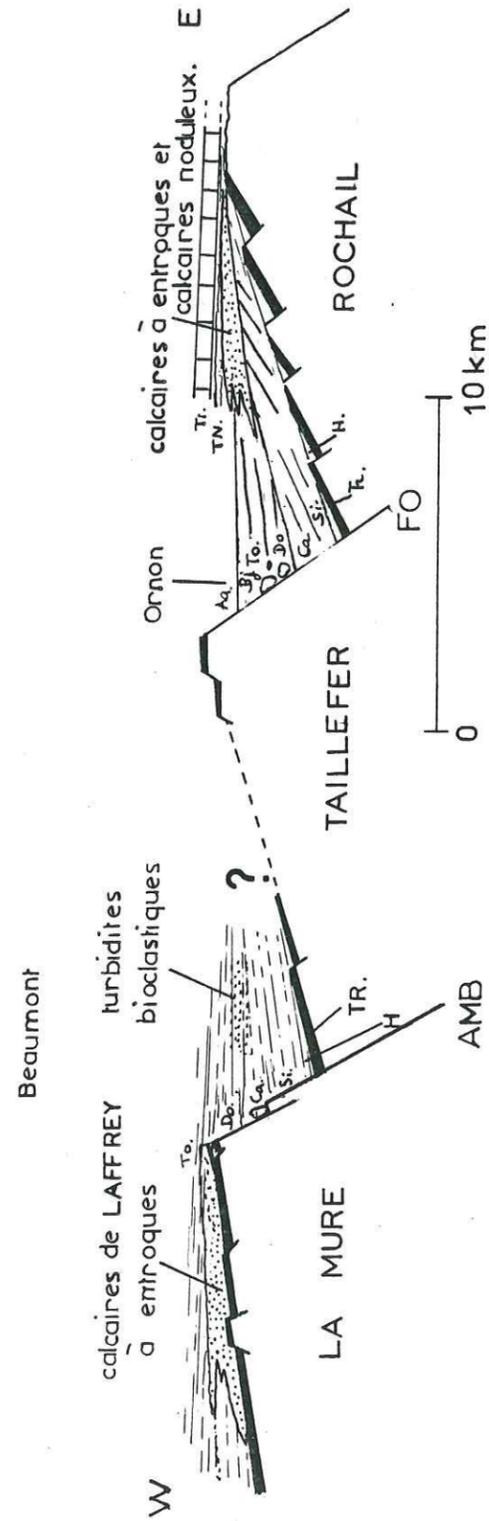


Figure 4: Schéma de l'allure des blocs basculés du Taillefer, du Rochail et de La Mure à la fin du Jurassique. AMB: accident médian de Belledonne FO: faille d'Ornon.

Deux de ces blocs basculés s'observent dans la région étudiée (fig.4).

- A l'Est, le bloc du Taillefer-Belledonne interne, limité à l'Est par la faille du col d'Ornon (J.C. BARFETY et al., 1979). Ce bloc est mal connu dans sa partie orientale, mais le demi-graben occidental (Beaumont) est comblé par les sédiments du faciès dauphinois.

- A l'Ouest, le bloc de La Mure dont la couverture, au-dessus du pointement de socle de La Motte d'Aveillans, comprend principalement le calcaire de Laffrey.

Il est vraisemblable que chacun de ces gros blocs basculés est affecté par un ensemble de failles synsédimentaires mineures, telles que celles qui peuvent être observées sur les flancs du Rochail (bloc oriental des Grandes-Rousses - Rochail), à l'Est de la faille d'Ornon.

1.3 - BUT DE L'ETUDE

Cette étude entre dans le cadre du travail de l'équipe "marges continentales alpines", animée par M. LEMOINE : l'objectif est la reconstitution de l'évolution de la marge continentale passive de la Téthys jurassique.

L'étude entreprise concerne essentiellement les variations d'épaisseur et de faciès des séries liasiques dans le but de confirmer l'existence des blocs basculés dans le secteur de La Mure et du Beaumont, et surtout de mieux connaître leur genèse et leur évolution.

1.4 - MOYENS D'ETUDE

Les moyens employés pour mener à bien cette étude sont la cartographie, la sédimentologie et la stratigraphie.

2 - HISTORIQUE

2.1 - LES SERIES EPAISSES (LIAS DAUPHINOIS)

Les formations du Lias sont connues depuis fort longtemps mais, en raison de leur monotonie, ce n'est que récemment qu'elles ont fait l'objet de descriptions locales plus détaillées dans le Beaumont (Est de La Mure) et le Grand Serre (Nord-Est de La Mure).

- 19^e siècle et début du 20^e siècle : les précurseurs

Le Lias du Beaumont a été cité pour la première fois en 1782 par GUETTARD dans sa description minéralogique du Dauphiné.

On dut ensuite attendre C. LORY (1864) pour entendre parler d'intercalations à entroques dans les alternances marno-calcaires, à proximité du village de Saint-Michel en Beaumont.

En 1884, dans la première édition de la feuille Vizille, C. LORY ébauche une stratigraphie des assises du Jurassique inférieur, les subdivisant en Lias inférieur calcaire et en Lias supérieur schisteux.

C'est en 1901 que P. LORY décrit, pour la première fois, une véritable brèche à galets pluricentimétriques de quartz et de micaschistes, dans les niveaux d'âge Toarcien de la région de La Salle-en-Beaumont.

En 1903, P. LORY établit la première liste des zones d'ammonites du Jurassique entre Grenoble et Gap.

En 1913, lors de l'établissement de la seconde édition de la feuille Vizille, W. KILIAN, P. LORY et M. GIGNOUX précisent la localisation des affleurements à entroques du Beaumont. La même année, P. LORY sépare deux grands ensembles : l'un Pliensbachien, l'autre Toarcien.

- Seconde partie du 20^e siècle : évolution des idées

Dès 1948 et jusqu'en 1958, la base de la série liasique a été étudiée de façon minutieuse dans le secteur de Côte Dure et du Grand Serre par suite de la découverte par G. MANQUAT (1948) d'une faune abondante, bien conservée, quasiment unique dans les zones externes.

En 1961, J. SARROT-REYNAULD précise les coupures stratigraphiques du Lias dauphinois et permet ainsi l'élaboration d'une reconstitution paléogéographique dans laquelle les faciès à entroques du Beaumont constitueraient les équivalents latéraux de faciès disposés sur un horst ("calcaire de Laffrey").

En 1968, dans une étude du Beaumont, J. APRAHAMIAN affine la stratigraphie des formations liasiques grâce à la découverte de nombreuses ammonites. Néanmoins, le Lias demeure toujours scindé en deux unités lithologiques : Lias inférieur calcaire d'une part, et Lias supérieur schisteux d'autre part.

Enfin en 1972, J.C. BARFETY, R. MOUTERDE, J. DEBELMAS tentent une reconstitution paléogéographique basée sur l'agencement des divers faciès à partir d'affleurements compris entre le Mont Blanc et le Pelvoux.

2.2 - LES SERIES REDUITES

Les séries réduites correspondent essentiellement ici à des calcaires à entroques se rencontrant sur un territoire d'allongement N.S., situé entre Laffrey au Nord et la vallée du Drac au Sud (fig. 1 et 3).

- Les précurseurs

Ces calcaires à entroques sont cités pour la première fois en 1831 par E. GUEYMARD qui les signale à Psychagnard au Nord - Nord-Ouest de La Mure.

En 1839, S. GRAS remarque de nombreuses petites entroques circulaires dans un calcaire exploité comme marbre près de Laffrey. En 1855, il date cette formation du Lias grâce à des arguments paléontologiques.

Ce n'est qu'en 1864 que C. LORY différencie nettement le Trias du Lias et attribue à ce dernier les calcaires à entroques qu'il nomme "calcaires de Laffrey". Par ailleurs, il signale dans cette formation la présence de petits galets de dolomie et d'anthracite.

En 1898, P. LORY étudie le contact Trias-Lias et attribue la brèche de base ("gratte" des mineurs) au Trias. C'est en 1899 qu'il situe les calcaires bioclastiques entre le Lias inférieur et le Toarcien inférieur.

En 1901, P. LORY interprète ces faciès comme des faciès de hauts-fonds pouvant avoir été érodés. Cette idée se précise en 1902 lorsqu'il remarque, comme E. HAUG, l'analogie de faciès entre ces calcaires à entroques et ceux des Alpes Glaronnaises (Suisse). Il s'agit, pour ces auteurs, de dépôts de faible profondeur, en milieu agité et à proximité de reliefs arasés par les vagues.

C'est seulement en 1903 que P. LORY décrit, pour la première fois, des dépôts à entroques au Nord de la Romanche (calvaire de la Madeleine, Les Sabots).

Enfin, en 1913, P. LORY signale l'Hettangien à *Schlotheimia angulata*, près de La Motte d'Aveillans, dans un faciès marneux à la base des calcaires à entroques.

- Seconde partie du 20^e siècle : évolution des idées

Près d'un demi-siècle plus tard (1957), ORGEVAL et ZIMMERMANN, lèvent plusieurs coupes de façon précise dans le but de déterminer les qualités de réservoir des calcaires à entroques.

Ces coupes permettent d'attribuer au Sinémurien inférieur la base de la formation et au Toarcien son sommet. C'est dans cette étude que sont signalés pour la première fois les gros silex et les surfaces rubéfiées. Toutes ces données conduisent les auteurs à proposer un schéma de sédimentation syntectonique du "Dôme de La Mure".

En 1957 et 1961, J. SARROT-REYNAULD apporte des précisions sur la stratigraphie du "Dôme de La Mure" et des régions voisines. Reprenant pour l'essentiel les données d'ORGEVAL et ZIMMERMANN, cet auteur signale par ailleurs :

- . l'aspect "deltaïque" des dépôts dans la falaise des Bigeards (Est de Laffrey) ;
- . la tendance à l'individualisation de deux ensembles de faciès bioclastiques séparés par un horizon marneux dans la formation des calcaires de Laffrey. Ceci est particulièrement visible dans la partie orientale du Dôme de La Mure ;
- . la présence à la base du Senepy, et à La Peyrouse plus au Nord, d'un niveau de calcaires à entroques d'âge Sinémurien, intercalé dans des alternances calcaires-calcaires marneux de type dauphinois.

En 1961 également, M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD inventorient toutes les zones d'ammonites représentées dans les faciès à entroques. L'absence de certaines zones conduit ces auteurs à envisager l'existence de lacunes stratigraphiques (absence de dépôt ou érosion).

- L'époque récente

En 1970, J.C. BARFETY, M. GIDON, J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULD introduisent deux idées nouvelles :

- . La tectonique synsédimentaire ;
- . La présence d'olistolites.

Ces idées sont basées sur des observations effectuées sur le "Dôme de La Mure": Les Chuzins (près de La Mure), le secteur Nord du Grand Lac et la falaise des Sabots située au Nord de La Romanche. Cette dernière est alors interprétée comme un empilement de gros olistolites.

2.3 - LA STRUCTURE

- Première interprétation

Jusqu'en 1921, la tendance était d'intégrer les formations liasiques du Beaumont, du Grand Serre et de la région de La Mure dans le grand éventail du Vercors, déversé vers l'Est de la chaîne (P.LORY, 1901).

- Interprétation "nappiste"

Dès 1921 (CORBIER et KILIAN), on admit que la masse liasique du Grand Serre était chevauchante sur les séries réduites des calcaires de Laffrey. Cette dernière constituerait alors la couverture autochtone du "Dôme de La Mure". Dans une telle interprétation, la "mylonite" des Bigeards représenterait des lambeaux de poussée sur la surface de charriage.

- Les idées récentes

ORGEVAL et ZIMMERMANN (1957), puis J. SARROT-REYNAULD (1961) grâce à l'apport des forages et des coupes bancs par bancs, montrèrent que la théorie nappiste n'était pas en accord avec les faits: en réalité ces deux séries se cotoient sans se chevaucher. C'est ainsi que fut admise l'autochtonie de chacune des deux séries. On interpréta alors les assises du "Dôme de La Mure" comme des dépôts d'un haut-fond, riches en entroques qui pourraient se poursuivre latéralement dans des faciès de bassin et constituer alors les intercalations à entroques du Beaumont.

CHAPITRE 2
CADRE STRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE

- 1 - LES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES
- 2 - LES ZONATIONS UTILISEES
- 3 - ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES
- 4 - DISCONTINUITES
- 5 - DESCRIPTION DES COUPES ET COMMENTAIRES DES ATTRIBUTIONS
STRATIGRAPHIQUES
- 6 - CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE 2

CADRE STRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE

--

1 - LES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES

La série stratigraphique type des formations dauphinoises présente, du Rhétien au Toarcien, des faciès extrêmement variables, d'où la distinction de plusieurs unités lithologiques (fig. 5).

1.1 - CRITERES DE RECONNAISSANCE

Diverses unités lithologiques*, basées sur des variations macroscopiques de faciès, ont été mises en évidence. Chaque unité correspond à une certaine épaisseur de bancs présentant le même faciès ou présentant des caractères analogues (horizon à glissements synsédimentaires, ou à galets de quartz et de micaschistes).

1.2 - LIMITES

Les limites entre deux unités ont été situées de quatre manières différentes:

. Au niveau d'une variation de faciès. Par exemple, la partie sommitale des calcaires de Laffrey montre la transition entre calcaires à entroques et calcaires argileux, par l'intermédiaire d'une zone à encroûtements ferrugineux.

. Au niveau d'une modification du contenu faunistique (apparition de gros spicules de spongiaires, de foraminifères ..).

. Au niveau de l'apparition ou de la disparition d'éléments détritiques.

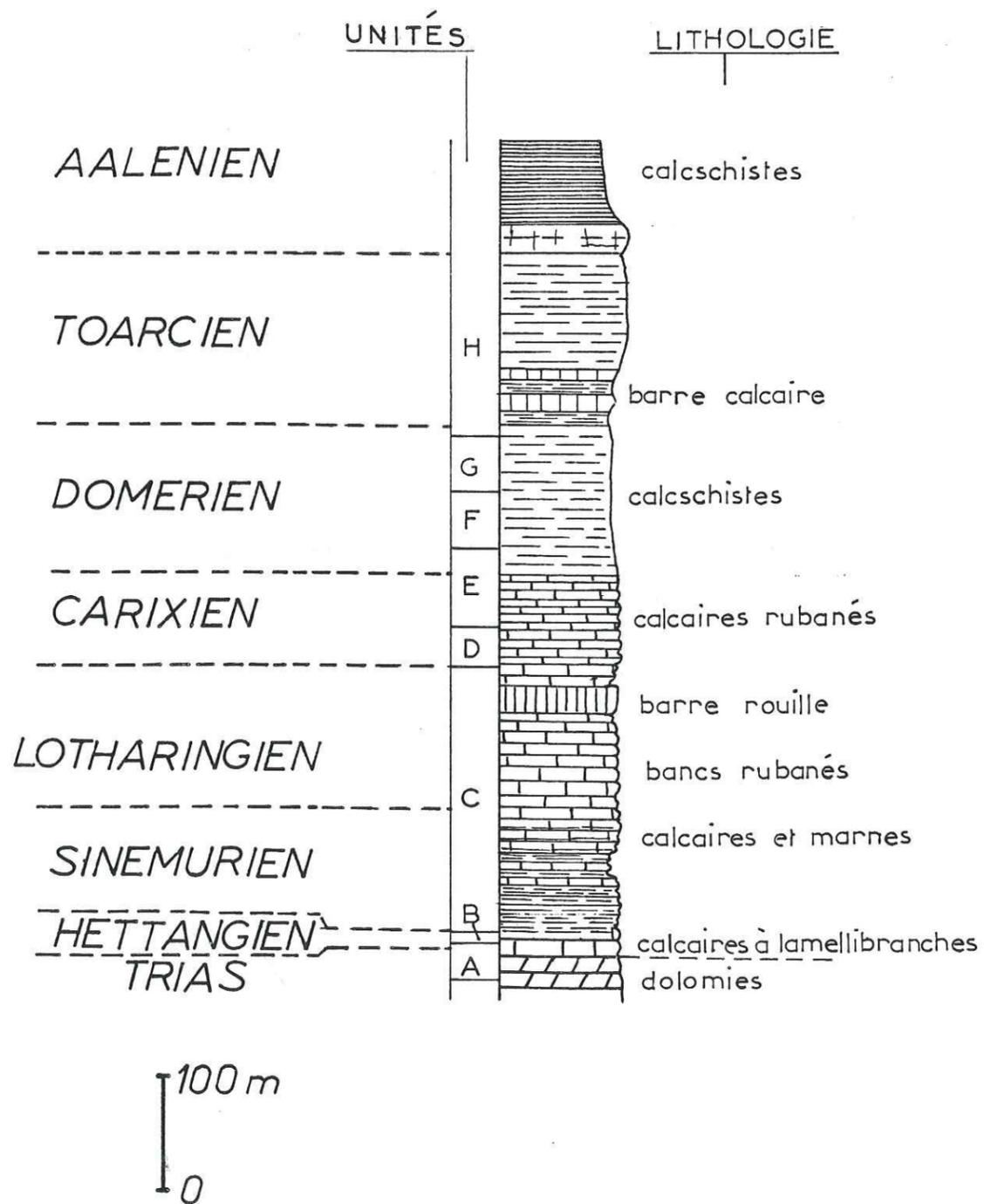
. Au niveau de la disparition de figures liées à des phénomènes de tectonique synsédimentaire (disparition des glissements synsédimentaires ou des turbidites).

1.3 - UNITES LITHOLOGIQUES

Certaines unités lithologiques ne sont pas continues depuis les séries épaisses jusqu'aux séries réduites. Dans ce cas, des terminologies différentes seront utilisées:

*Certaines de ces unités peuvent correspondre à des séquences sédimentologiques (cf. chapitre 4).

Figure 5 : Série stratigraphique type observée dans le Beaumont et dans les environs du Grand-Serre; série dauphinoise dépourvue de crinoïdes.



	AGE	AGE	AGE	AGE
	175/173.5	180/177.5	184/177.5	185/181.5
	Toarcien		Dom. Carix.	Sinemurien
				Hett.
VAN HINTE 1976.	ZONES D'AMMONITES			
	Aalensis Pseudoradiosa Insigne Thouarsense Variabilis Bifrons Serpentinus Tenuicostatum	Spinatum Margaritatus Stockesi	Davœi Ibex Jamesoni	Raricostatum Oxynotum Obtusum Birchi ou Turneri Semicostatum Bucklandi Rotiforme Angulata Liasicus Planorbis
GRUPE FRANCAIS D'ETUDE DU JURASSIQUE 1971	ZONES D'AMMONITES			
	Aalensis Pseudoradiosa Insigne	Spinatum Margaritatus Stockesi Davœi Ibex Jamesoni	Raricostatum	Arrioceras Arietites
SARROT-REYNAULD ET COLLIGNON 1961	ZONES D'AMMONITES			
	Lyroceras jurense Hildoceras bifrons Harpoceras falciferum	Pleuroceras spinatum Amaltheus margaritatus Prodactylioceras davœi Tragodesmoceras ibex Uptonia jamesoni	Deroceras armatum Echioceras raricostatum Oxynoticeras oxynotum Astroceras obtusum Promicroceras plan-costa Microceras birchi Astroceras turneri Arrioceras semicostatum Arietites bucklandi	Angulata Psiloceras planorbis
LORY 1903	ZONES D'AMMONITES			
	Harpoceras striatulum Harpoceras bifrons Harpoceras falciferum Amaltheus margaritatus Phylloceras ibex Raricostatum Arietites bucklandi Schlothemia angulata			

Figure 6: Evolution des zonations d'ammonites du Lias tout au long du XXème siècle

ETAGE	ZONE D'AMMONITE	Perits spicules	Gros spicules	Bivalves	Gros cycloctinus	Petits cycloctinus	Cycloctinus moyens	Petites pentactines	Grosses pentactines	Balanocfinus	Huitres	
TOARCIEN	aalensis	---	---									
	pseudoradiosa	---	---		---					---	---	
	insigne	---	---									
	thouarsense	---	---									
	variabilis	---	---									
	bifrons	---	---									
	serpentinus	---	---									
DOMERIEN	spinatum	---	---									
	margaritatus	---	---									
CARIXIEN	stockesi	---	---	---								
	davœi	---	---	---								
	ibex	---	---	---								
SINEMURIEN S ₂ L.	jamesoni	---	---	---								
	raricostatum	---	---									
	oxynotum	---	---									
	obtusum	---	---									
	turneri ou birchi	---	---									
	semicostatum	---	---									
	bucklandi	---	---									
	rotiforme	---	---									
	HETTANGIEN	angulata	---	---								
		liasicus	---	---								
planorbis		---	---									
RHETIEN												

Figure 7: Zonations basées sur les crinoïdes et les spongiaires pour le Lias épais ou réduit de la région de La Mure et du Beaumont.

175/173, 5	Aalensis Pseudoradiosa Insigne Thouarsense Variabilis Bifrons Serpentinus Tenuicostatum Spinatum	H	Calcaires à entroques à la base passant vers le haut à des faciés argileux sombres à spicules. Cet étage ailleurs que dans le Beaumont se caractérise par des calcschistes
TOARCIEN	Margaritatus Stockesi		
180/177, 5	Davœi Ibex Jamesoni	G	Calcaires argileux à crinoïdes intacts et galets de quartz, micascchistes
DOMERIEN	Raricostatum Oxynotum Obtusum	F	Calcaires argileux à nombreux fragments de crinoïdes dispersés ou calcschistes marno-calcaires.
CARIXIEN	Turneri ou Birchi Semicostatum Bucklandi Rotiforme	E	Alternances de calcaires argileux et de calcaires à intercalations riches en entroques.
185/181 15	Angulata Liassicus Planorbis	D	Calcaires et calcaires marneux à intercalations à entroques et à glissements synsédimentaires
LOTHARINGIEN			Alternances à dominante calcaire prenant une teinte rouille typique.
S		C	
SINEMURIEN			
190/186			Calcaires argileux à passées plus calcaires.
HETTANGIEN		B2	Calcaire gris à oolites, parfois bréchique.
195/190		B1	Calcaire beige argileux à spicules
RHETIEN		A2	Calcaire argileux ocre à débris et à passées oolitiques.
		A1	Calcaire parfois dolomitique à nombreux lamellibranches.
			Spilites et/ou dolomies.
Etage et âge	Zones d'ammonites	Séquences	Ensembles lithologiques

Figure 8: Découpage en unités lithologiques des séries épaisses du Beaumont et caractéristiques de chacune d'entre elles.

étage	zones	faciès très réduit (Laffrey)	faciès moyennement réduit (Versenat)	faciès peu réduit (L'Aup)
Toarcien	Adensis	? : calcaire à très grosses entroques et à très gros galets de dolomie	calcschistes argileux	sombres à ammonites
	Pseudoradiosa			
	Insigne Thouarsense Variabilis Bifrons Serpentinus			
Domérien	Tenuicostatum	? :	calcaire à entroques de grande taille	IV
	Spitatum	?	calcaire micritique à foraminifères	IV
Carixien	Margaritatus	2 :	calcaire à entroques et lamellicornes - quartz.	III
	Stockesi		micrite à foraminifères	II
	Davaei Ibex Jamesoni	? :	calcaire à entroques et niche	I
Lotharingien	Raricostatum	1 :	calcaire à entroques bien conservées et à galets de dolomie	I
	Oxynotum Obtusum Turneri/Birchi			
Sinémurien ss	Semicostatum			
	Bucklandi			
Hettangien	Rotiforme			
	Angulata Liasicus Planorbis			
Rhetien				

Idem aux faciès moyennement réduits

Figure 9: Découpage en unités lithologiques des séries très réduites (Laffrey), moyennement réduites (Versenat), et peu réduites (L'Aup) de la formation des calcaires de Laffrey

. Dans les séries épaisses: unités A, B, C..

. Dans les séries des environs de Laffrey: unités 1, 2, 3.

. Dans les séries moyennement ou peu réduites (partie Ouest du bloc La Mure-Laffrey: unités I, II, III.

2 - LES ZONATIONS UTILISÉES

Pour attribuer un âge à ces unités, le moyen le plus fiable est l'utilisation d'ammonites*. Malheureusement, celles-ci manquent dans les séries réduites de sorte qu'il est alors obligatoire d'utiliser d'autres organismes.

2.1 - ZONATION D'AMMONITES

Parmi les nombreuses zonations d'ammonites du Lias (figure 6) j'ai choisi celle de VAN HINTE (1976) qui semble la plus complète surtout en ce qui concerne le Toarcien. Par contre, la terminologie utilisée pour les étages sera celle du Groupe Français d'Etude du Jurassique (1971) qui distingue de bas en haut: Hettangien, Sinémurien sensu-stricto, Lotharingien, Carixien, Domérien et Toarcien. Le Sinémurien sensu-lato correspond au Sinémurien s.s. plus le Lotharingien.

2.2 - AUTRE ZONATION

Afin de pallier l'absence d'ammonites, j'ai établi une autre zonation basée sur d'autres types d'organismes ou fragments d'organismes tels que spongiaires et crinoïdes (fig.7). A l'aide de cette zonation établie sur une série bien datée (Saint-Michel-en-Beaumont), il est possible de se situer chronostratigraphiquement, même en l'absence d'ammonites.

3 - ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES

Toutes les attributions stratigraphiques sont figurées dans les tableaux des figures 8 et 9. Ces tableaux serviront de référence tout au long de la description; les attributions chronostratigraphiques seront alors discutées.

4 - DISCONTINUITÉS

Des corrélations entre séries épaisses et séries réduites ont été établies (fig.10). Elles seront justifiées tout au long de la description.

* Dont la détermination a été effectuée par R. MOUTERDE Faculté Catholique de Lyon

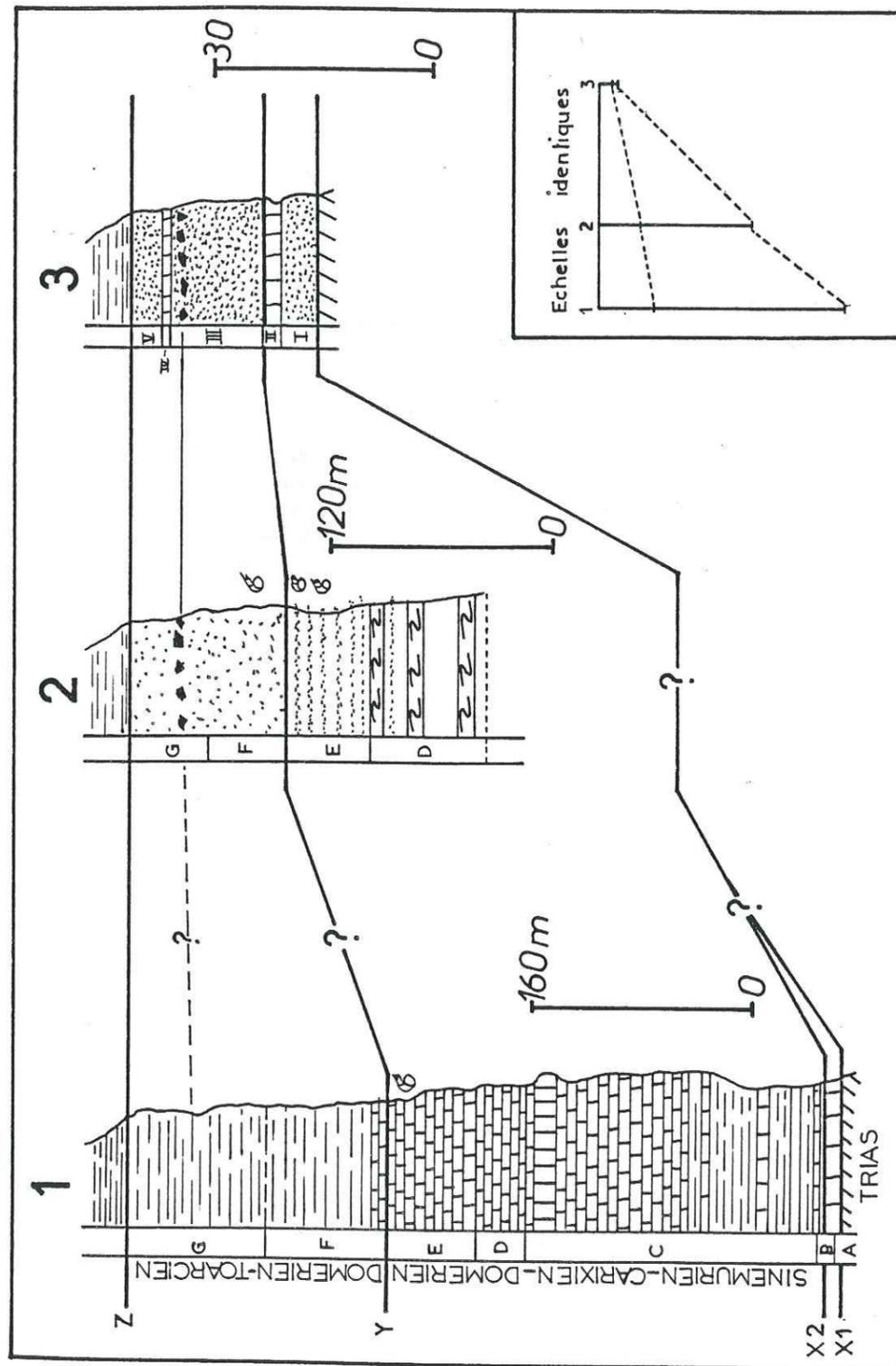


Figure 10: Corrélation entre séries épaisses sans turbidites (1), séries épaisses à turbidites (2), et séries réduites des calcaires de Laffrey (3). X1, X2, Y et Z correspondent aux horizons de discontinuités sédimentologiques majeurs. Ces corrélations sont basées sur la présence de ces discontinuités et sur les données stratigraphiques.

Ces corrélations sont basées sur la présence de discontinuités sédimentologiques majeures présentes à la fois dans les coupes réduites et dans les coupes épaisses.

Les discontinuités X1 et X2, situées à la base du Lias, marquent la transition entre faciès dolomitiques et faciès calcaires non dolomitiques et soulignent les approfondissements des milieux de dépôts au voisinage de la limite Trias-Lias.

La discontinuité Y marque:

. Dans les séries épaisses, le passage entre faciès à turbidites et faciès à coulées boueuses.

. Dans les séries réduites, le passage entre faciès à entroques et faciès à foraminifères.

Enfin, la discontinuité Z marque dans les deux types de séries le passage à des faciès très argileux, caractéristiques de milieux très profonds.

5 - DESCRIPTION DES COUPES ET COMMENTAIRES DES ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES

5.1 - COUPES DES SERIES EPAISSES

5.1.1 - Sommet du Trias et base du Lias: Rhétien, Hettangien, Sinémurien

5.1.1.1 - Coupe de Côte Dure (x=876,03;y=304,40;z=1790)

Cette coupe est située sur l'arête sud-ouest du Grand-Serre, à la base de la face sud du Pérollier.

Du point de vue paléostratigraphique, on peut la localiser dans la partie nord du demi-graben du Beaumont occidental et à l'Est du demi-horst de La Mure (fig.3).

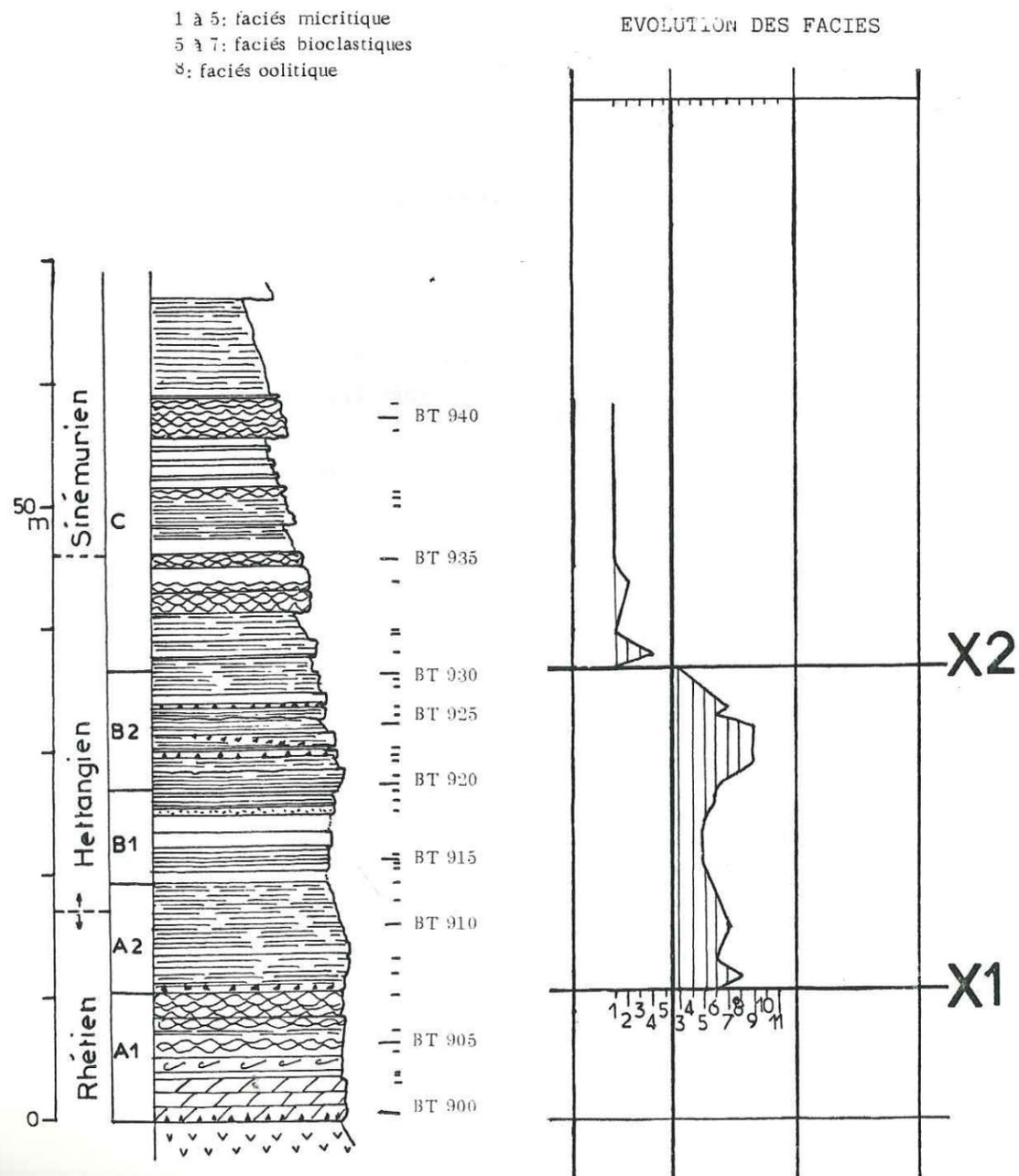
Le torrent de la Jonche coule sur les serpentines et les gabbros du massif du Tabor. Au-dessus, apparaissent les premières assises du Trias, surmontées par celles du Lias moyen à supérieur, qui constituent la crête du Pérollier.

La base de la succession triasique ne sera pas détaillée ici. On peut cependant la subdiviser de bas en haut de la façon suivante:

- . 50 mètres environ de dolomie de patine jaune;
- . 2 mètres de dolomie, parfois bréchique de teinte rouge ou verte;
- . 5 à 10 mètres de basaltes alcalins (spilites), gris à la base, verts à vacuoles au sommet.

Cette description est analogue à quelques détails près, à celle faite par AUMAITRE et BUFFET (1973).

Figure 11 : Coupe de Côte Dure (base des séries épaisses): lithologie et découpage en grandes unités lithologiques.



Le sommet du Trias et le Lias inférieur (unités A1 à C)

Unité A1 (fig.11)

Cette unité qui constitue la base de la coupe levée en banc par banc, présente de bas en haut la superposition suivante:

- . 3,50 mètres de dolomies beiges;
- . 7,50 mètres de calcaires beige-ocre, riches en débris de lamellibranches et de gastéropodes. Compacts à la base et parfois dolomitiques, ces bancs montrent progressivement, vers le haut de la succession, un débit en boules et un faciès de moins en moins dolomitique. Le sommet de cette unité A1 est marqué par une surface de discontinuité sédimentaire (X1) qui traduit un approfondissement.

Attribution stratigraphique: cette succession n'a livré aucun fossile caractéristique lors de cette étude. Toutefois, par analogie de faciès avec la coupe levée en 1948 par MORET et MANQUAT dans le même secteur, on peut la situer approximativement dans le Rhétien. En effet, ces auteurs ont rencontré dans la base de ce qui pourrait correspondre à notre unité A2, des fossiles datant le Rhétien. On peut aussi encadrer cette unité A1 par les spilites triasiques et les premiers bancs de l'unité A2 d'âge rhétien. Cette unité est en tout cas triasique.

Unité A2 (fig.11)

Cette unité est essentiellement constituée par:

- . 9 mètres de calcaires ocres, en petits bancs décimétriques. Ces calcaires renferment toujours un grand nombre de coquilles, en particulier de bivalves. Un niveau oolitique existe 1 mètre au-dessus de la base de cette unité.

Attribution stratigraphique: aucun fossile caractéristique n'a été découvert. Cependant, en 1948, MORET et MANQUAT dataient des niveaux analogues du Rhétien en raison de la découverte de moules de petits bivalves *Anatina amici* et *Anatina passeri*, habituellement associés à *Avicula conbrta* dans le Rhétien de Lombardie.

La limite inférieure paraît donc se situer dans le Rhétien et la limite supérieure, plus imprécise encore, pourrait être soit au sommet du Rhétien, soit à la base de l'Hettangien.

Unité B1 (fig.11)

La totalité de cette unité correspond à:

- . 8 mètres de calcaire beige ou ocre, en bancs décimétriques, qui renferment deux passées de calcaires granuleux, de teinte beige très sombre. Le sommet de cette unité coïncide avec l'apparition de quelques gros spicules de spongiaires. De minces encroûtements ferrugineux apparaissent à la surface supérieure des bancs.

Attribution stratigraphique: l'âge de cette unité est peut-être plus facile à déterminer que celui des précédentes car j'y ai trouvé une empreinte végétale non déterminée provenant peut-être du niveau qui avait fourni *Otozamites brevifolius* (MORET et MANQUAT, 1948).

Si tel est le cas, la base de cette unité pourrait se situer dans l'Hettangien inférieur.

Par ailleurs, et dans les niveaux de faciès analogue, MORET et MANQUAT avaient signalé de nombreux autres fossiles, principalement des gastéropodes et des lamellibranches, tous caractéristiques de l'Hettangien.

Unité B2 (fig.11)

Il s'agit d'une seule unité lithologique constituée par:

.10 mètres de calcaires gris en bancs décimétriques, à l'intérieur desquels s'observent de nombreuses passées bréchiques interstratifiées ou obliques par rapport à la stratification. La nature des ces brèches, tectonique ou sédimentaire, n'est pas déterminée.

Cette unité présente également de très nombreux niveaux de calcaires oolitiques.

En outre, les encroûtements ferrugineux observés à la surface des bancs de l'unité B1 vont se généraliser et affecter presque systématiquement tous les niveaux. Le sommet de cette unité correspond à un second horizon de discontinuité (X2) qui traduit un approfondissement brutal et nettement plus marqué.

Attribution stratigraphique: par analogie de faciès avec ceux décrits par MORET et MANQUAT (1948), ces bancs appartiendraient à l'Hettangien. En effet, un horizon analogue avait fourni des pectinidés et en particulier Pecten valoniensis caractéristique de l'Hettangien.

Unité C (fig.11)

C'est principalement de la partie basale de l'unité C dont il sera question ici. Cette unité est en effet, constituée par des alternances de bancs calcaires à petits spicules et d'épais niveaux marneux, l'ensemble étant de teinte gris sombre, ce qui constitue un changement sensible par rapport aux faciès à dominante ocre rencontrés jusqu'alors.

L'épaisseur totale de ces alternances dépasse 200 mètres, car elles se rencontrent jusqu'au sommet des crêtes de Pérollier et du Grand Serre.

Attributions stratigraphiques: les âges de la base et du sommet de l'unité C ne peuvent être fixés que grâce aux données paléontologiques tirées de MORET et MANQUAT, car je n'ai moi-même découvert aucune ammonite déterminable.

Ces deux auteurs signalent avoir trouvé dans cet ensemble:

- . Schlotheimia angulata (Hettangien)
- . Coroniceras rotiforme, Pachyteuthys acutus (Sinémurien)
- . Echioceras nodotiatum (Lotharingien)

Bien qu'elle n'ait pas été redéterminée récemment, cette faune permet sans ambiguïté de dater de l'Hettangien la base des alternances. Il est intéressant de remarquer que la transition entre l'Hettangien et le Sinémurien ne coïncide pas avec la limite entre unité B2 et unité C, mais qu'elle se situe au-dessus, à l'intérieur de l'unité C, à dominante marneuse.

Le sommet de cette unité appartiendrait au Lotharingien terminal, attribution arbitraire qu'il sera possible de préciser ultérieurement grâce aux coupes de Saint-Michel-en-Beaumont et du Pont-du-Prêtre.

Quoiqu'il en soit et quelque soit son âge, sur la crête menant au sommet du Grand Serre, l'unité C se présentera à la base toujours sous le même faciès marneux, avec parfois quelques intercalations à Pentacrines et gros bivalves (MORET et MANQUAT, 1948).

5.1.1.2 - Coupe du Grand-Serre (X=877,25;Y=307,00;Z=1700)

Cette coupe présente un certain nombre d'analogies avec celle de la Côte Dure précédemment décrite (fig.12).

Elle est située sur la "crête du Grand-Serre", à l'Ouest du point côté 1946,6, et à l'Est du petit col où aboutissent les remontées mécaniques de l'Alpe-du-Grand-Serre (base de la série à l'Est, sommet à l'Ouest).

Du point de vue paléostratigraphique, cette coupe est située plus à l'Est que la précédente, c'est-à-dire un peu plus près du haut du demi-horst du Taillefer (fig.3).

Le Trias

Le Trias, non détaillé ici, comporte de bas en haut:

- . 1 mètre de spilites claires (échantillon GS2), riches en pyrite et qui renferment feldspath (albite), quartz et biotite.
- . 30 mètres environ de dolomies jaunes.
- . 8 mètres de spilites vacuolaires vertes analogues à celles de Côte-Dure

Le Lias inférieur

Unité A1 (fig.12)

Cette unité A1 ne semble pas représentée au-dessus des spilites triasiques. En effet, la succession des faciès au-dessus des spilites est différente de celle observée sur la coupe de Côte-Dure: les faciès à lamellibranches que l'on connaît au-dessus des spilites de Côte-Dure ne se retrouvent pas, et le premier niveau à oolites (caractérisant la base de A2 à Côte Dure) se rencontre ici immédiatement au-dessus des spilites.

Unité A2 (fig.12)

Cette unité est constituée essentiellement par:

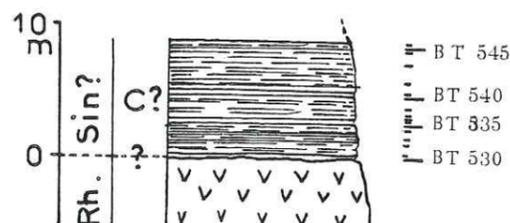


Figure 13 : Coupe d'Oris en Rattier (Est de la Mure, base des séries réduites) : lithologie et unités lithologiques.

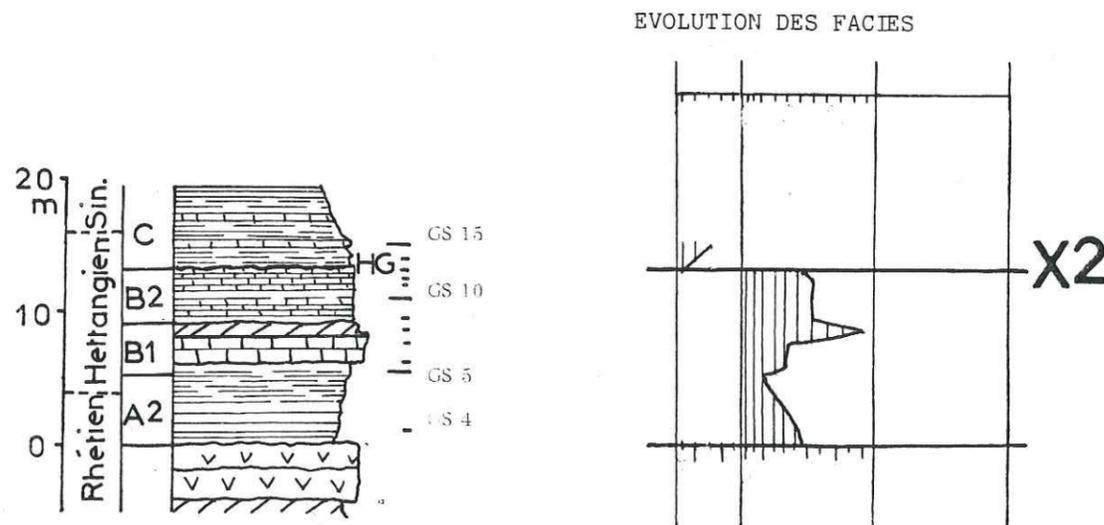


Figure 12 : Coupe du Grand Serre (base des séries épaisses) : lithologie et découpage en unités lithologiques.

. 6 mètres de calcaire ocre à faciès oolitique ; ces calcaires en petits bancs décimétriques renferment à leur base un niveau constitué d'oolites de taille importante (0,5 mm). La taille des oolites diminue vers le sommet de cette unité.

Entre la base de cette unité et les spilites sous-jacentes existe un horizon de discontinuité sédimentologique qui correspond probablement à celui noté X1 sur la coupe de Côte-Dure, précédemment décrite.

Attribution stratigraphique - par analogie avec la coupe de Côte Dure, il est probable que la transition entre Rhétien et Hettangien se situe à l'intérieur de cette unité, dans laquelle aucun fossile caractéristique n'a été trouvé.

Unité B1 (fig.12)

Elle comporte successivement:

. 2 mètres de calcaires bioclastiques. Il s'agit d'un très gros banc de calcaire bioclastique, de patine verdâtre et de cassure grise. Il est constitué de débris de gastéropodes, accumulés pour former une véritable lumachelle.

. 0,80 mètres de calcaire dolomitique (61% de dolomie). La teinte jaune de ce banc tranche avec celle plutôt grise des autres sédiments environnants.

Attribution stratigraphique: il est difficile de dater cette unité dépourvue de fossiles stratigraphiques. cependant, sa position entre deux niveaux oolitiques (l'un dans l'unité A2, l'autre dans l'unité B2) permet d'avoir de fortes présomptions pour un âge hettangien, par analogie avec la coupe de Côte-Dure. Du point de vue du faciès, seule la présence de ce banc dolomitique diffère par rapport à l'unité B1, telle qu'elle a été définie à Côte-Dure.

Unité B2 (fig. 12)

Elle est constituée par:

. 4 mètres de calcaires microsparitiques, parfois oolitiques (grosses oolites). Ces calcaires, de teinte grise, peuvent renfermer localement de gros silix.

A la partie sommitale de cette unité, au contact avec des calcaires plus argileux, on rencontre un encroûtement ferrugineux épais de quelques millimètres, qui correspond à un horizon de discontinuité équivalent à l'horizon X2 de la coupe de Côte Dure.

Attribution stratigraphique: par analogie de faciès, on peut attribuer cette unité à l'Hettangien déjà élevé comme pour la coupe de Côte Dure.

Unité C (fig.12)

Comme pour la coupe de Côte Dure, cette unité est constituée par une épaisse formation monotone formée de calcaires argileux, parfois riches en lamellibranches. Par analogie avec la coupe de Côte Dure, et par référence avec la variation de faciès brutale marquant la base de l'unité, on peut situer approximativement la transition entre Hettangien et Sinémurien dans la partie basale de cette unité (découverte à Côte Dure de *Schlotheimia angulata* à la base des faciès marneux).

5.1.1.3 - Coupe d'Oris-en-Rattier (X=878,61;Y=297,49;Z=1080)

Cette coupe est localisée sur les contreforts de la Tête de La Grisonnière, au Nord-Ouest du village d'Oris-en-Rattier (fig.3).

Du point de vue structural, on peut situer cette coupe entre le demi-graben du Beaumont et le demi-horst du Taillefer. De toutes manières, des trois coupes étudiées, cette coupe est la plus orientale, si l'on utilise une projection des coupes sur un axe perpendiculaire au prolongement supposé de l'accident médian de Belledonne.

Surmontant les coulées spilitiques attribuées au Trias (fig.13) les assises rencontrées sont constituées d'alternances de calcaires et de calcaires argileux de teinte sombre. L'épaisseur des bancs calcaires n'excède jamais 15 à 20 cm, et celle des joints marneux 15 cm, surtout dans les premiers mètres.

Les bancs, bien stratifiés à la base, deviennent micchoïdes sur le haut.

Attribution stratigraphique: ces alternances n'ont fourni aucun fossile caractéristique, mais par ressemblance avec ce qui est connu dans la région, cette succession peut être attribuée au Sinémurien.

Il arrive que l'on retrouve, intercalé entre les spilites et les alternances sinémuriennes, quelques lambeaux d'un faciès riche en galets de spilites, dont les dimensions sont de l'ordre de 5 cm. En lame mince, (d'après une description effectuée au B.R.G.M., qui m'a été communiquée par J.C. BARFETY) il s'agit d'une micrite, souvent silicifiée, contenant des débris d'échinodermes et de lamellibranches souvent micritisés, ainsi que des oolites, isolées ou jointives. Ces dernières sont à rapprocher de celles observées à Côte-Dure et au Grand Serre (unités A2 et B2). Les oolites de Côte Dure étaient considérées comme rhétiennes ou hettangiennes. Il est alors possible de penser que les oolites d'Oris-en-Rattier représentent un dépôt d'âge hettangien, conservé sous forme de placages à la surface des spilites triasiques.

On peut admettre qu'au-dessus des spilites triasiques, les sédiments des unités A1, A2, B1 et B2 se sont déposés en totalité ou en partie, mais auraient été érodés (seuls quelques placages sont conservés comme témoins), mais il est également possible que ces unités ne se soient pas déposées à l'exception des rares placages observables.

5.1.1.4 - Conclusion

Deux résultats principaux découlent de l'étude stratigraphique des coupes de la base des séries dauphinoises (fig.14).

1/ Présence de variations d'épaisseur importantes. Il existe une diminution d'épaisseur progressive d'Ouest en Est entre la coupe de Côte Dure et celle d'Oris-en-Rattier. Une telle diminution de puissance globale est due à deux éléments:

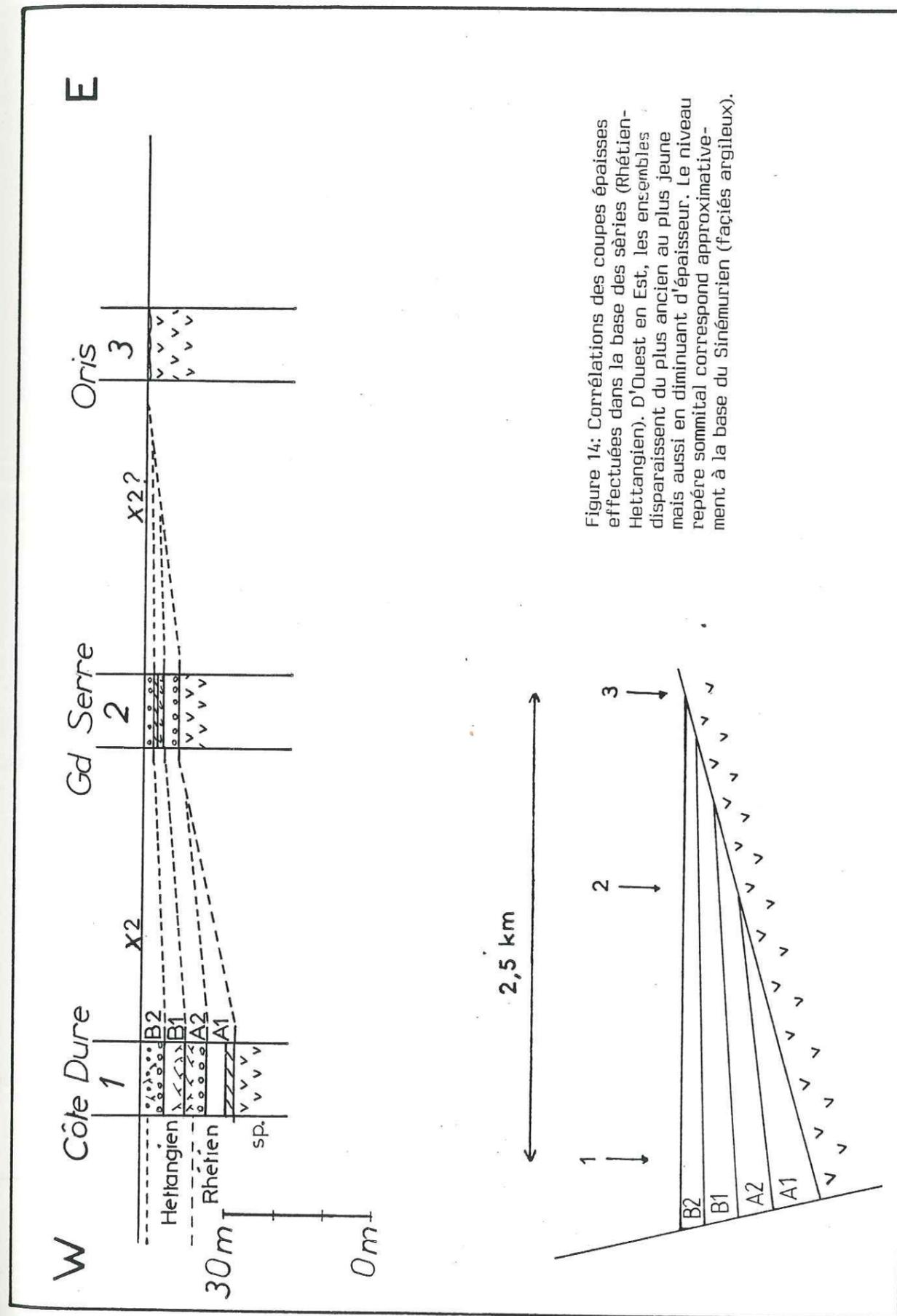


Figure 14: Correlations des coupes épaisses effectuées dans la base des séries (Rhétien-Hettangien). D'Ouest en Est, les ensembles disparaissent du plus ancien au plus jeune mais aussi en diminuant d'épaisseur. Le niveau repère sommital correspond approximativement à la base du Sinémurien (faciès argileux).

. diminution d'épaisseur de chaque unité lithologique d'Ouest en Est;

. disparition progressive des ensembles basaux entre Côte-Dure et Oris-en-Rattier.

2/ Mise en évidence de variations de faciès brutales (fig.14).

Deux types de variation de faciès peuvent s'observer:

. une variation de faciès verticale permettant à une sédimentation calcaréo-argileuse de s'instaurer progressivement du Trias au Sinémurien. Celle-ci se met en place sous la forme de petits à-coups de subsidence successifs dont les deux principaux correspondent aux discontinuités sédimentologiques X1 et X2;

. une variation de faciès horizontale illustrée par l'apparition de dolomies à l'intérieur des séries les moins épaisses.

5.1.2 - Lias moyen à supérieur (Carixien-Domérien-Toarcien)

Trois coupes ont été levées dans les formations du Lias moyen et supérieur, entre La Mure et Corps. Ce sont les coupes de St-Michel-en-Beaumont, Quet-en-Beaumont et du Pont-du-Prêtre.

5.1.2.1 - Coupe de St-Michel-en-Beaumont (X=879,40;Y=291,43;Z=1000)

Cette coupe a été levée en contrebas du lieu-dit "Côte Rousse". Elle présente toutes les assises du Lotharingien terminal au Toarcien (datation par ammonites) sous un faciès principalement constitué de calcaires et d'alternances calcaires - calcaires argileux.

La base de la coupe surmonte, par l'intermédiaire d'un ensemble tectonisé, le gros banc roux habituellement daté du Lotharingien supérieur (M. GIDON, communication orale; J. APRAHAMIAN, 1967).

Du point de vue position paléostratigraphique, cette coupe se situe dans le demi-graben du Beaumont, un peu dans la même position que celle occupée par la coupe du Grand-Serre (cf. § 5.1.1.2.).

Le Lias inférieur et moyen a été divisé en un certain nombre d'unités (fig.15) dont les limites ont été fixées pour des raisons qui seront exposées au cours de la description.

Ensemble D

Cette unité est constituée d'alternances, habituelles dans les formations d'âge Carixien. Il s'agit de bancs calcaires (de 0,20 à 0,50 mètre d'épaisseur) séparés par des niveaux marneux dont l'épaisseur n'excède pas la moitié de celle des bancs calcaires. Cette unité renferme trois importants horizons de glissements synsédimentaires et se termine au sommet du banc de calcaire à entroques qui surmonte le troisième glissement.

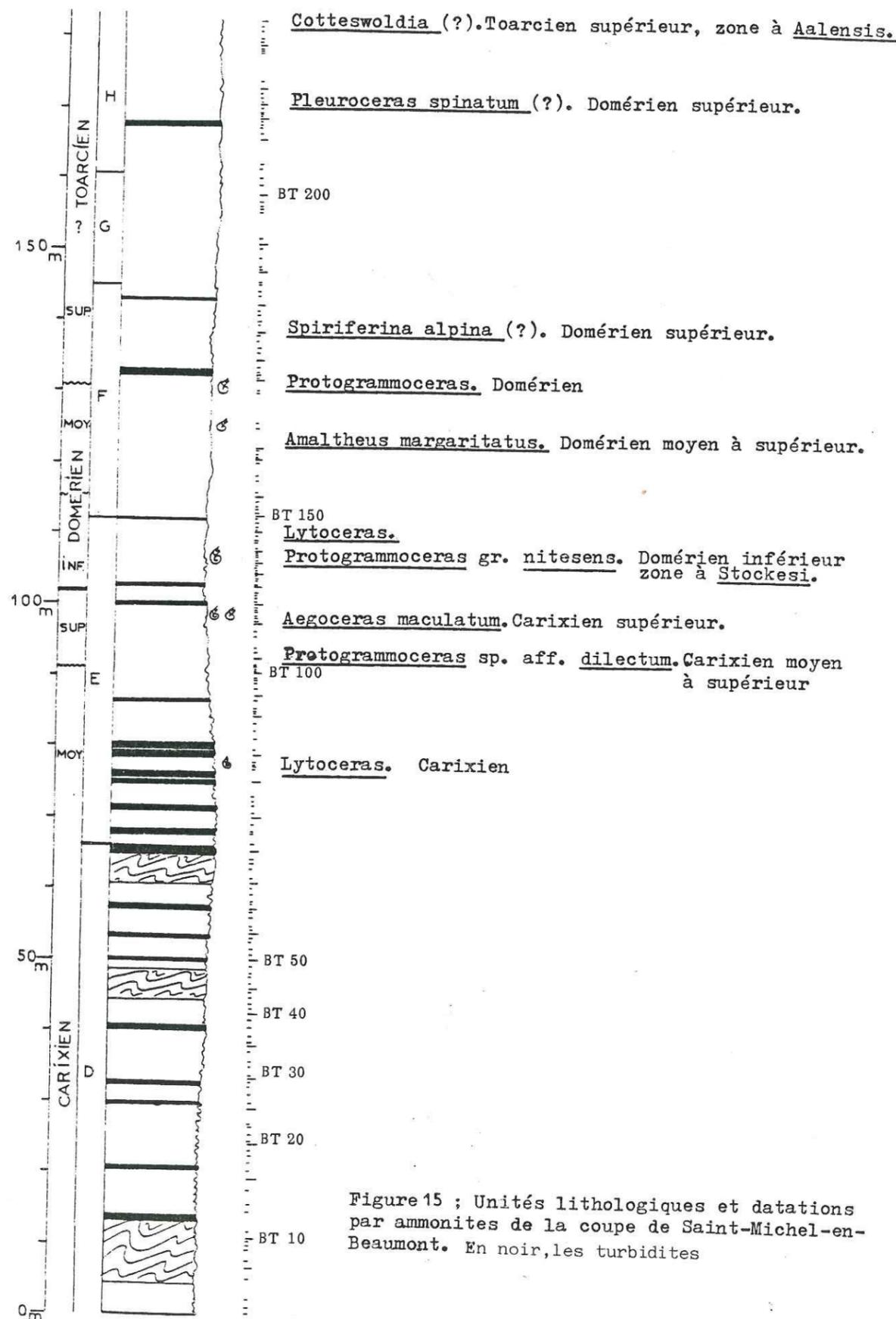


Figure 15 ; Unités lithologiques et datations par ammonites de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont. En noir, les turbidites

De bas en haut, cette unité est constituée par:

- . 5 mètres de calcaires micritiques fins, bleutés, à patine gris rouille (bancs de 0,20 à 0,40 m) alternant avec des niveaux plus argileux, de teinte plus jaunâtre et d'épaisseur inférieure (0,05 à 0,15 m). Le passage d'un banc calcaire aux bancs marneux voisins est en général progressif, à la base comme au sommet du banc calcaire.
- . 8 mètres de bancs contournés constituant le premier niveau de glissement synsédimentaire. (S1).
- . 31,50 mètres d'alternances de calcaires et de calcaires argileux, présentant des passées bioclastiques.

Surmontant sans transition le premier glissement synsédimentaire S1, on rencontre un banc constitué de calcaires bioclastiques, principalement à entroques. La base de ces intercalations bioclastiques est toujours nette et tranchée, tandis que la transition sommitale aux calcaires argileux est plus progressive. Ces intercalations présentent tous les caractères de turbidites dont l'épaisseur varie d'un centimètre à une trentaine de centimètres.

- . 4,50 mètres de bancs contournés. Ces bancs constituent le second glissement synsédimentaire (S2).
- . 12 mètres d'alternances de calcaires et de calcaires marneux, analogues à ceux décrits ci-dessus, mais qui s'en distinguent cependant par la présence de nombreux spicules de spongiaires de grande taille.

Les crinoïdes, présents jusqu'alors dans les turbidites aux limites bien nettes, vont être retrouvés dispersés à l'intérieur d'une matrice argileuse (coulées boueuses). Ce faciès de coulées boueuses est difficile à localiser sur le terrain, car son épaisseur excède rarement 10 cm, et il est nettement moins développé que les turbidites.

Ces 12 m d'alternances montrent des microchenaux de matériel bioclastique ou de galets de ce matériel emballés à l'intérieur des faciès calcaires.

- . 4,50 m de bancs contournés constituent le troisième glissement synsédimentaire (S3) surmonté d'un gros banc de calcaire à entroques qui marque le sommet de cette unité D.

Attribution stratigraphique: on peut situer la base de cet ensemble dans le Lotharingien supérieur (au-dessous du gros banc rouille). Par convention, la base de cette unité sera toujours fixée au-dessus de cet horizon rouille, principalement pour des raisons morphologiques.

Le sommet de cet ensemble n'a pas fourni d'ammonites. Néanmoins, quelques mètres au-dessus, à la base de l'ensemble E, un Lytoceras du Carixien (dét. R. MOUTERDE) a été trouvé. Cette découverte permet de situer la limite entre ensemble D et ensemble E à l'intérieur du Carixien, mais avec une certaine imprécision.

Remarques sur les horizons à glissements synsédimentaires: ces niveaux renferment de nombreuses structures permettant de confirmer leur nature de glissements synsédimentaires: "Slump-balls", bancs contournés, base très irrégulière. Chacun des trois glissements contient des bancs de calcaires à entroques de type turbidites repris à l'intérieur du glissement.

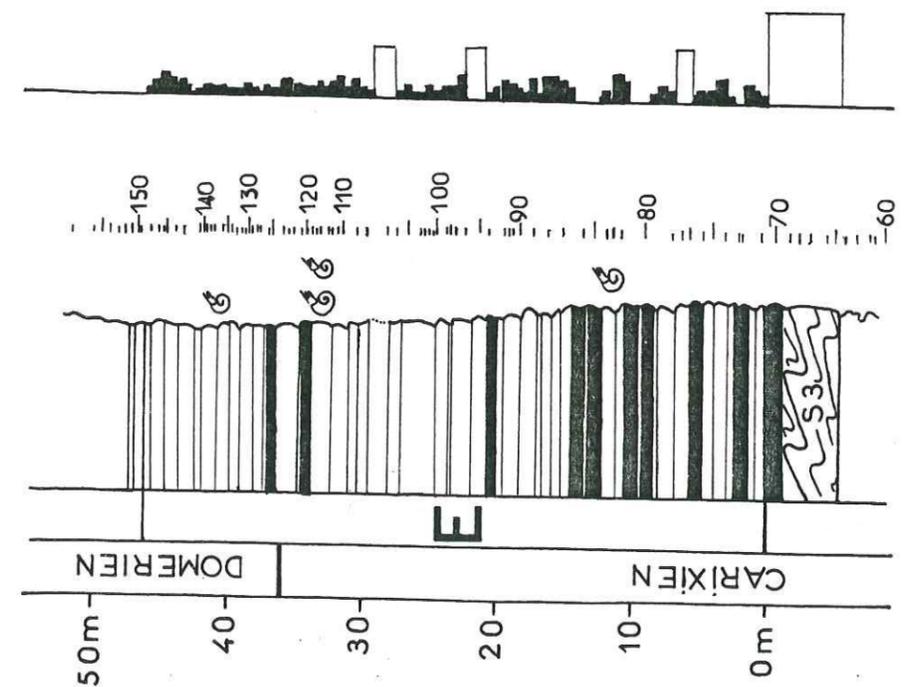
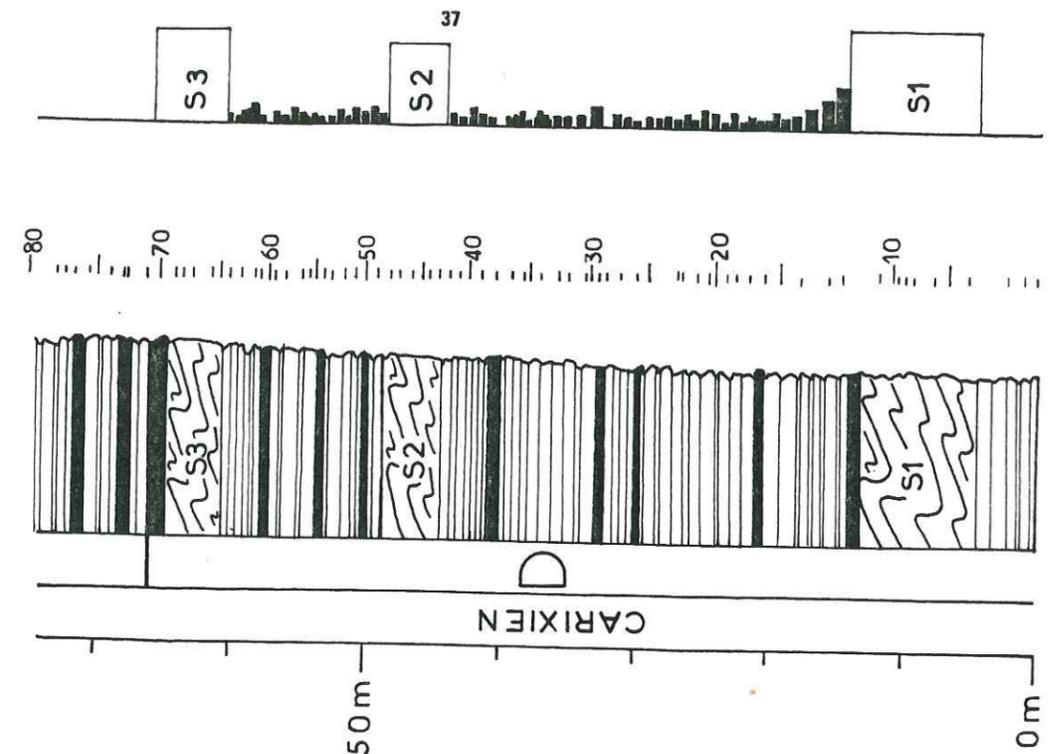


Figure 16: Evolution de la puissance des bancs à la base de la coupe de la Saint Michel en Beaumont. La longueur portée en abscisse est le double de celle portée en ordonnée et correspond alors à 2 fois l'épaisseur du banc.

Par ailleurs, les niveaux contournés S1 et S3 sont chacun couronnés par un gros banc de calcaire à entroques. Ce type de banc, interprété comme turbidite associée, a déjà été décrit par S. FERRY (1976) au-dessus des coulées boueuses barrémiennes du domaine vocontien.

Unité E

Elle débute au-dessus du gros banc de calcaire à entroques qui surmonte le dernier glissement synsédimentaire et s'achève au-dessus des dernières intercalations turbiditiques, sous des faciès un peu plus argileux.

Cette unité relativement monotone sur toute son épaisseur (46 mètres) est constituée par des alternances marno-calcaires.

Le nombre et la taille des intercalations de turbidites diminue. Cependant, les faciès à entroques ne disparaissent pas et sont remplacés vers le haut par des faciès de coulées boueuses (entroques dispersées dans un calcaire argileux).

Vers le haut de cette unité, la quantité des foraminifères (nodosariidés) et de gros spicules de spongiaires augmente.

Attribution stratigraphique: l'âge de cette unité est assez bien établi en raison de l'abondante ammonitofaune qu'elle a livré au voisinage de sa partie médiane et de sa partie supérieure (fig 15).

- . partie médiane: *Aegoceras maculatum* et *Pseudodactyloceras davoei* du Carixien supérieur;
- . partie supérieure: *Protogrammoceras* gr. *nitesens*, Domérien inférieur zone à *stockesi*

En conclusion, sa base se situe probablement dans le Carixien et son sommet dans le Domérien inférieur.

Unité F

La base de cette unité peut être située au niveau de l'uniformisation des faciès du type coulées boueuses, et son sommet marque la transition à des faciès riches en éléments de socle. Sa base correspond d'ailleurs à une discontinuité sédimentologique importante (Y).

Simultanément, les éléments de bryozoaires apparaissent.

Attribution stratigraphique: la base de cette unité doit se situer à proximité de la zone à *Stockesi* (Domérien inférieur).

Le sommet de l'unité F manque de fossiles caractéristiques. Cependant, la présence de *Spiriferina* cf. *alpina* permet de le situer dans le Domérien supérieur.

Ainsi, cette unité F peut-elle être située entièrement dans le Domérien.

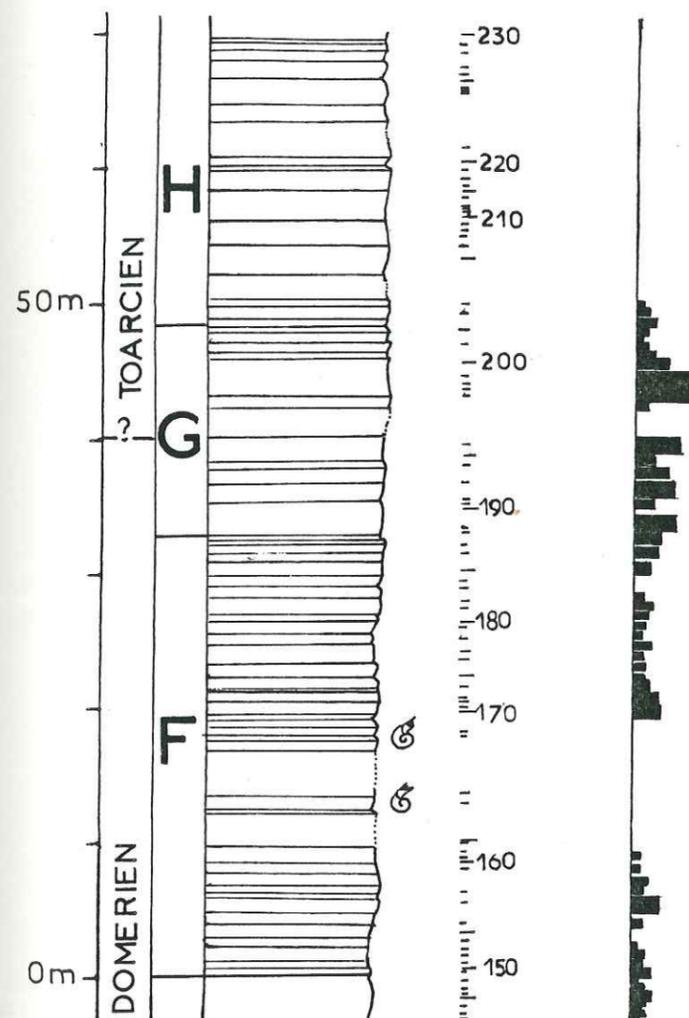


Figure 16 bis: Evolution de la puissance des bancs à la partie sommitale de la coupe de Saint Michel en Beaumont. La longueur portée en abscisse est le double de celle portée en ordonnée, et correspond alors à 2 fois l'épaisseur du banc.

Unité G

Cette unité est constituée par des bancs dont le faciès est analogue à celui des bancs de l'unité F. Elle a néanmoins été individualisée en raison de la présence de très nombreux et très gros galets anguleux de quartz et de micaschistes (jusqu'à 5 cm de diamètre) qui peuvent représenter jusqu'à 10% des éléments figurés. L'apparition et la disparition de ces éléments du socle antétriasique sont toutes deux extrêmement rapides et permettent de fixer les limites de cette unité avec précision.

Attribution stratigraphique: une ammonite (*Pleuroceras spinatum*), caractéristique du sommet du Domérien, a été découverte près de la base de l'unité H, sus-jacente. Si cette ammonite n'est pas remaniée et compte tenu de l'âge domérien supérieur du sommet de l'unité F, cette unité G serait entièrement comprise dans le Domérien supérieur.

Unité H

La base de cette unité correspond à un faciès argileux riche en entroques, proche de celui de l'ensemble F. Au sommet, ce faciès va évoluer vers un faciès argileux, riche en spicules de spongiaires.

Attribution stratigraphique: il est difficile d'attribuer un âge précis à cette unité, en raison de l'absence d'une faune caractéristique. Certes, une ammonite (*Cotteswoldia*) a été découverte au sommet de l'ensemble permettant son attribution au Toarcién. Cependant, cette ammonite découverte dans des horizons de coulées boueuses est peut-être remaniée, et on ne doit la prendre en compte qu'avec prudence.

Il est cependant vraisemblable qu'elle corresponde à une formation anté-aalénienne, l'Aalénien étant beaucoup plus schisteux.

Evolution de l'épaisseur des bancs dans la coupe St-Michel-en-Beaumont

Une étude de l'évolution de la taille des bancs a permis de mettre en évidence trois types de séquences à l'intérieur des unités D, E, F, G et H.

.Séquences d'évolution strato-décroissante (unité séquentielle positive de MUTTI et RICCI-LUCCHI, 1974)

L'unité D et certaines parties de l'unité E sont constituées par des séquences dans lesquelles l'épaisseur des bancs décroît de la base vers le sommet de la séquence.

.Séquence d'évolution strato-croissante (unité séquentielle négative de MUTTI et RICCI-LUCCHI, 1974)

Elle correspond à un accroissement de la taille des bancs vers le haut. Les unités D et E montrent de telles séquences.

.Séquence d'évolution en cloche (unité séquentielle cyclique de MUTTI et RICCI-LUCCHI, 1974)

De telles séquences sont stratocroissantes jusqu'à un banc ou un faisceau de bancs de taille plus importante, puis stratodécroissantes.

Elles sont fréquentes dans les micrites des unités D et surtout E de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont. L'unité G, toute entière, correspond à une évolution en cloche: au-dessus d'un premier ensemble stratocroissant, on trouve un gros banc épais de 2,30 m. Au-dessus, la succession est strato-décroissante (fig.16 et 16bis).

On pourrait interpréter cette séquence d'évolution en cloche de la même façon que l'ont fait C. RAVENNE et P. BEGHIN pour des remplissages de chenaux dans les grès d'Annot (1983). Pour eux, et suite à des expériences en laboratoire, il pourrait s'agir du résultat de secousses sismiques de plus en plus importantes (portion à évolution stratocroissante) d'une phase tectonique majeure (gros banc médian), et des répliques de cette phase tectonique majeure (portion à évolution stratodécroissante).

Rien ne nous permet de dire s'il s'agit de cela pour l'unité G. Cette hypothèse ne doit cependant pas être rejetée, d'autant plus que cette unité est entièrement constituée de sédiments détritiques.

5.1.2.2 - Coupe de Quet-en-Beaumont (X=881,23; Y=287,53; Z=908)

Cette coupe se situe le long de la RN 85, à la hauteur de l'embranchement avec la D 212a, menant au village de Ste-Luce. Du point de vue paléostratigraphique, cette coupe se situe dans le demi-graben du Beaumont occidental, mais plus au Sud-Est.

Grâce aux quelques ammonites découvertes, il est possible de situer cette coupe presque entièrement dans le Carixien, et de la corrélérer avec une partie des unités mises en évidence sur la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

Unité D (fig.17)

Elle débute par des alternances situées en-dessous d'horizons contournés et s'achève au-dessus du gros banc à entroques qui coiffe le second glissement synsédimentaire.

De bas en haut, cette unité présente la succession suivante:

- . 3 m d'alternances de calcaires gris et de calcaires marneux, tous deux riches en spicules de spongiaires. La taille des bancs est de l'ordre de 0,30 m.
- . 2,50 m de bancs contournés (glissement synsédimentaire S2).
- . 8 m d'alternances de calcaires gris et de calcaires marneux (0,20 m d'épaisseur) présentant d'abondantes intercalations bioclastiques.
- . 2,50 m de bancs contournés constituant un second horizon de glissement synsédimentaire (S3). Ce dernier glissement est coiffé par un gros banc de calcaire à entroques de type turbidite.

Cette superposition de niveaux contournés et d'alternances est analogue aux successions de l'unité D de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

Compte tenu:

1/ de la présence au sommet du second glissement S2 d'un horizon d'un gros banc de faciès bioclastique (turbidite) et de son absence au sommet du premier glissement S1;

2/ du fait qu'un glissement synsédimentaire représente un phénomène instantané à l'échelle géologique, il est possible de considérer que l'unité D de la coupe de Quet-en-Beaumont constitue l'équivalent latéral de l'unité D de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

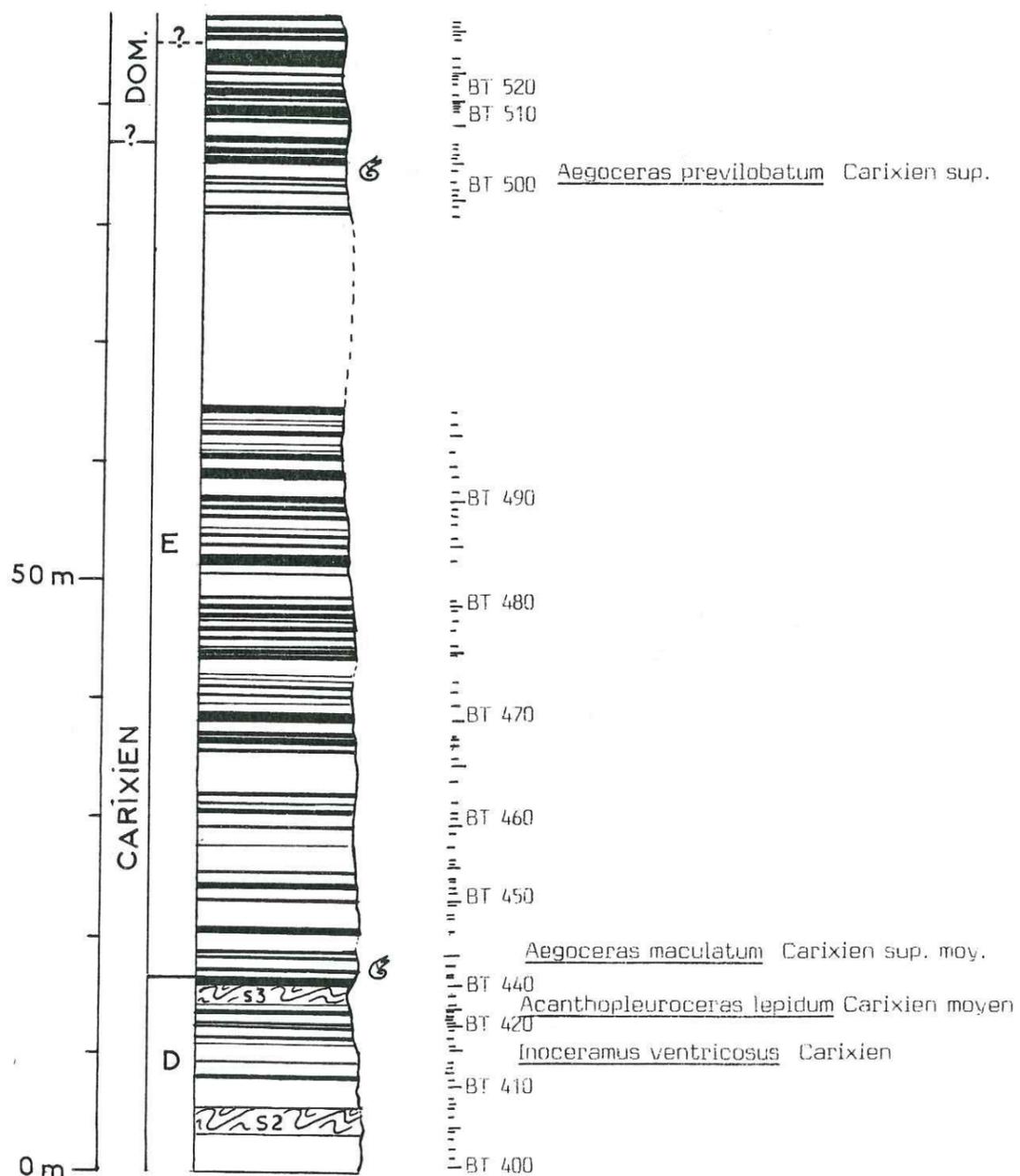


Figure 17: Unités lithologiques et datation par ammonites de la coupe de Quet en Beaumont.

Attribution stratigraphique: la totalité de cette unité peut être attribuée au Carixien, par corrélation avec la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

Unité E (fig. 17)

Cette unité montre de bas en haut:

- . 48 m d'alternances de calcaires et de calcaires argileux, gris, riches en intercalations bioclastiques (turbidites);
- . 16 mètres sans visibilité masqués par la végétation;
- . 17 mètres d'alternances, analogues aux précédentes, à intercalations crinoïdiques semblables (turbidites). Ces alternances renferment également des faciès micritiques à entroques.

Toute cette succession renferme, en outre, des figures sédimentaires (flute-casts, enroulement de turbidites).

Attribution stratigraphique: ces alternances peuvent être datées du Carixien par *Aegoceras maculatum* et *Aegoceras previlobatum* qui ont été trouvés l'un à la base, l'autre au sommet.

Compte tenu de son âge et de son aspect général, cet ensemble E représente très certainement l'équivalent latéral exact de l'ensemble E de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

Toutefois, la coupe de Quet-en-Beaumont diffère de celle de Saint-Michel-en-Beaumont par trois caractères.

- . Le faciès micritique à entroques (coulées boueuses) y est beaucoup moins développé.
- . L'épaisseur globale et le nombre de turbidites y sont plus importants.
- . La puissance des bancs ne semble pas présenter de séquences d'évolution.

5.1.2.3 - Coupe du Pont-du-Prêtre (X=878,20; Y=294,75; Z=750)

Cette coupe se situe à l'Est de La Mure, dans les pentes sud du Petit Roussillon. Elle débute au-dessous du gros banc rouille à intercalations du Lotharingien et se prolonge jusqu'à des formations probablement proches de la limite Domérien-Toarcién.

Le découpage en unités lithologiques n'est pas aussi net que dans les coupes précédentes en raison d'une plus grande monotonie. Attribuer un âge n'a pas été aisé en raison de la découverte d'une seule ammonite (*Oistoceras* gr. *figulinum* datant le Carixien supérieur) et de quelques inocerames (*Inoceramus ventricosus*).

Cette coupe se présente sous la forme de bancs de calcaires micritiques renfermant sept intercalations bioclastiques, toutes d'épaisseur inférieure à dix centimètres, situées à peu de distance au-dessus de gros banc rouille.

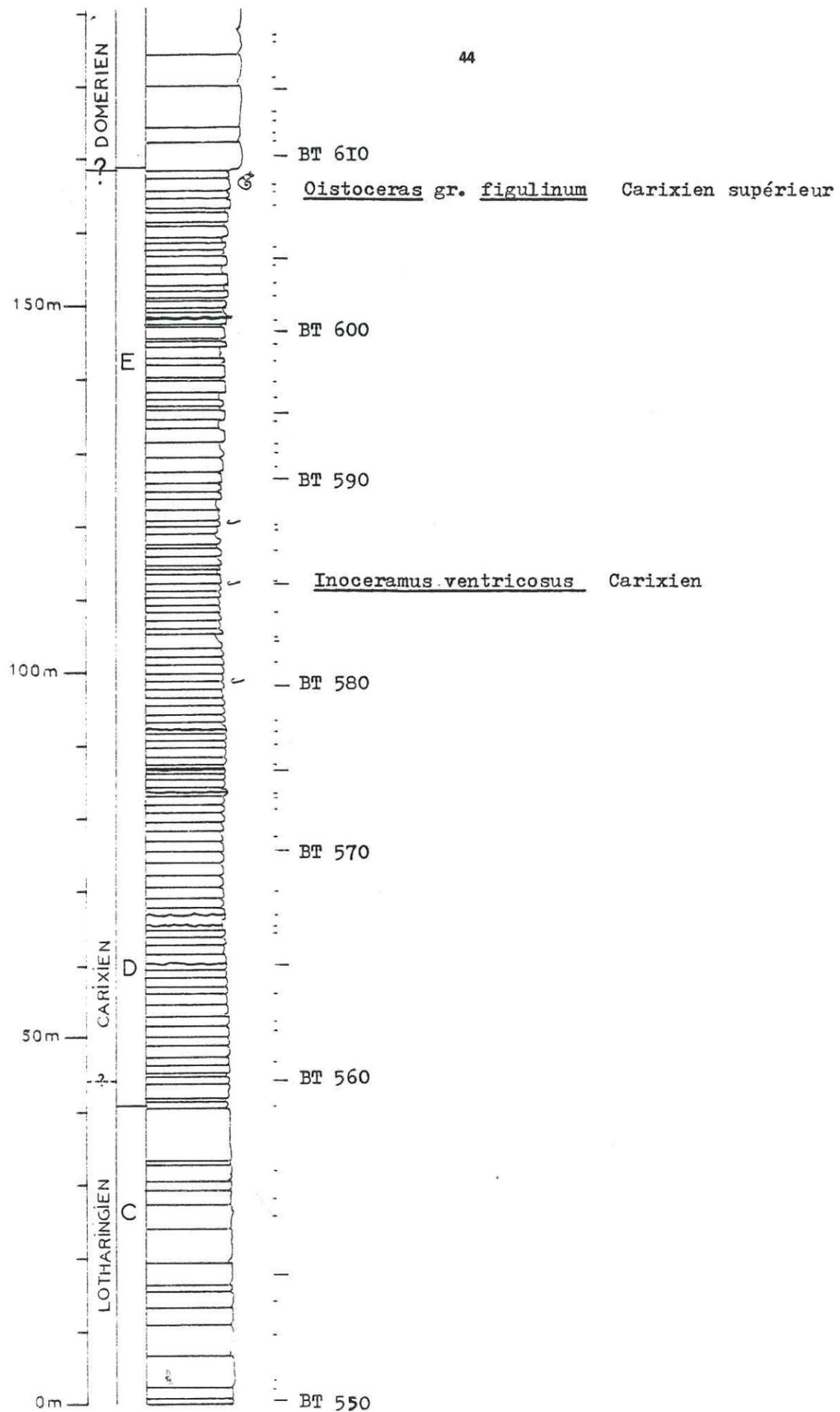
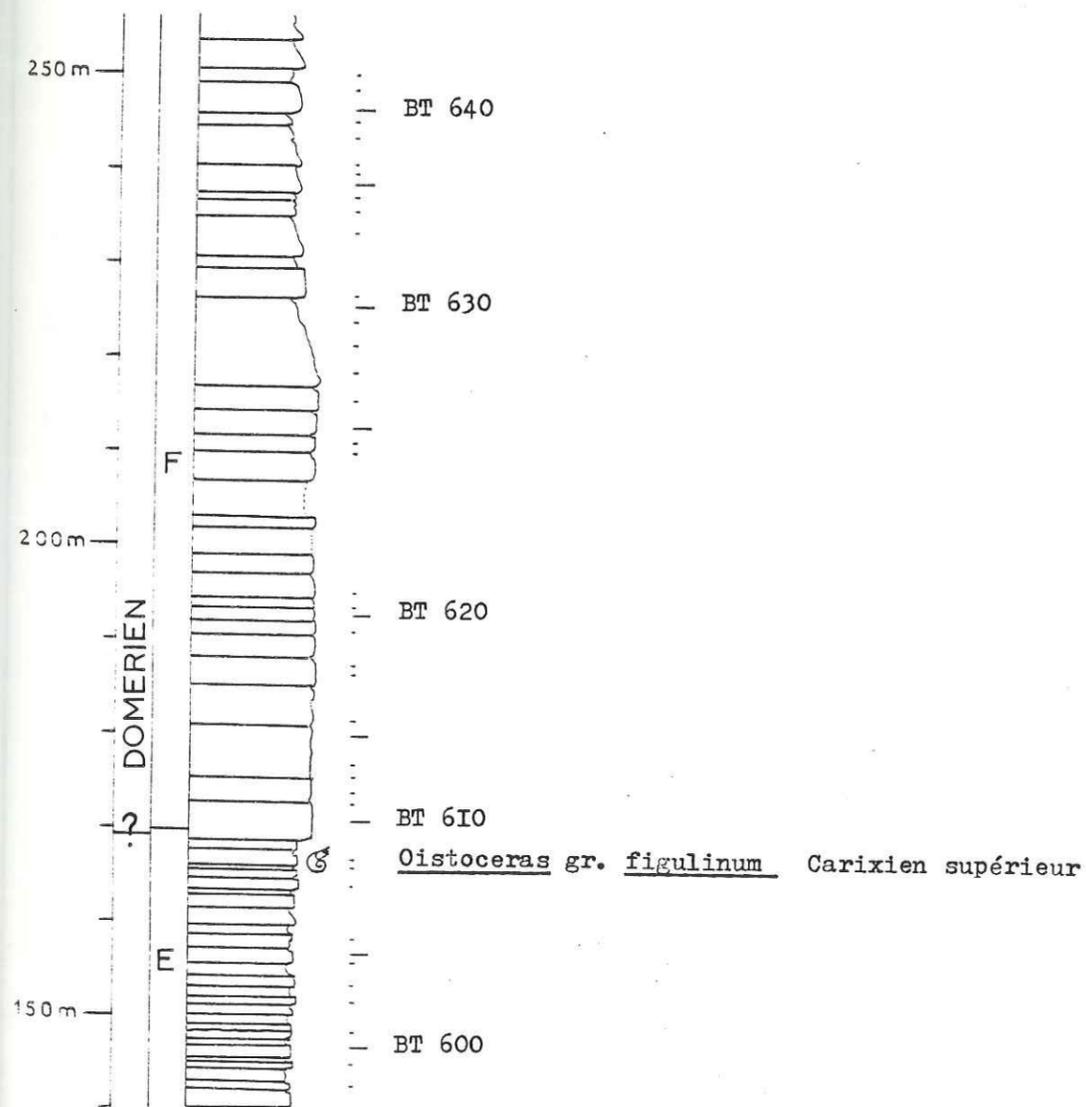


Figure 18 : Coupe du Pont-du-Prêtre: unités lithologiques et datation par ammonites.

Figure 19: Sommet de la coupe du Pont du Prêtre: unités lithologiques et datation par ammonites.



Unité C (fig. 18)

Cette coupe est la seule qui nous permette d'observer la partie supérieure de l'unité C. Ce sont des bancs décimétriques de calcaire alternant avec des calcaires argileux; la teinte est uniformément rouille.

Localement, il peut exister deux bancs de teinte rouille, tous deux localisés dans le Lotharingien supérieur (M. GIDON, communication orale) et qui marquent la partie sommitale de l'unité C.

Unités D et E (fig. 18)

Ces deux unités n'ont pas été séparées. En effet, les glissements synsédimentaires qui caractérisaient la première ont disparu dans cette coupe, de même que la plupart des intercalations à entroques (il n'en subsiste que 7).

Le faciès rencontré est celui qui, dans les coupes précédentes, constituait les alternances. Il s'agit de bancs calcaires micritiques à petits spicules, d'épaisseur pluridécimétrique, alternant avec des calcaires marneux à spicules en niveaux décimétriques.

L'épaisseur totale des unités D et E atteint environ 130 mètres.

Unité F (fig.19)

Les bancs de cette unité, dès la base, sont métriques, et même parfois plurimétrique. Ils sont constitués de niveaux clairs, parfois michoïdes et de niveaux plus sombres. Microscopiquement, les deux faciès sont identiques: il s'agit de micrites à petits spicules, mais présentant parfois de très nombreux débris millimétriques de lamellibranches et échinodermes, analogues aux coulées boueuses les plus fines de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

La base de cette unité correspond à l'horizon de discontinuité sédimentologique majeure (Y) qui détermine le passage des faciès à turbidites aux faciès à coulées boueuses, déjà observé sur la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

5.1.2.4 - Principaux résultats

L'étude des séries épaisses permet de noter quatre constatations principales.

Variations d'épaisseur (fig.20)

Nous avons pu constater que la tranche de sédiments correspondant aux ensembles D et E variait de façon sensible d'une coupe à l'autre. Compte tenu que ces ensembles sont limités par des événements sédimentologiques, on peut considérer qu'ils délimitent des horizons d'âge donné.

L'épaisseur cumulée des turbidites et des micrites à entroques (sédiments allochtones, chapitre 3) entre le sommet du glissement synsédimentaire S3 et le sommet de l'ensemble E est beaucoup plus importante à Quet-en-Beaumont (20 m) qu'à Saint-Michel-en-Beaumont (8m) et qu'au Pont-du-Prêtre (0,60 m).

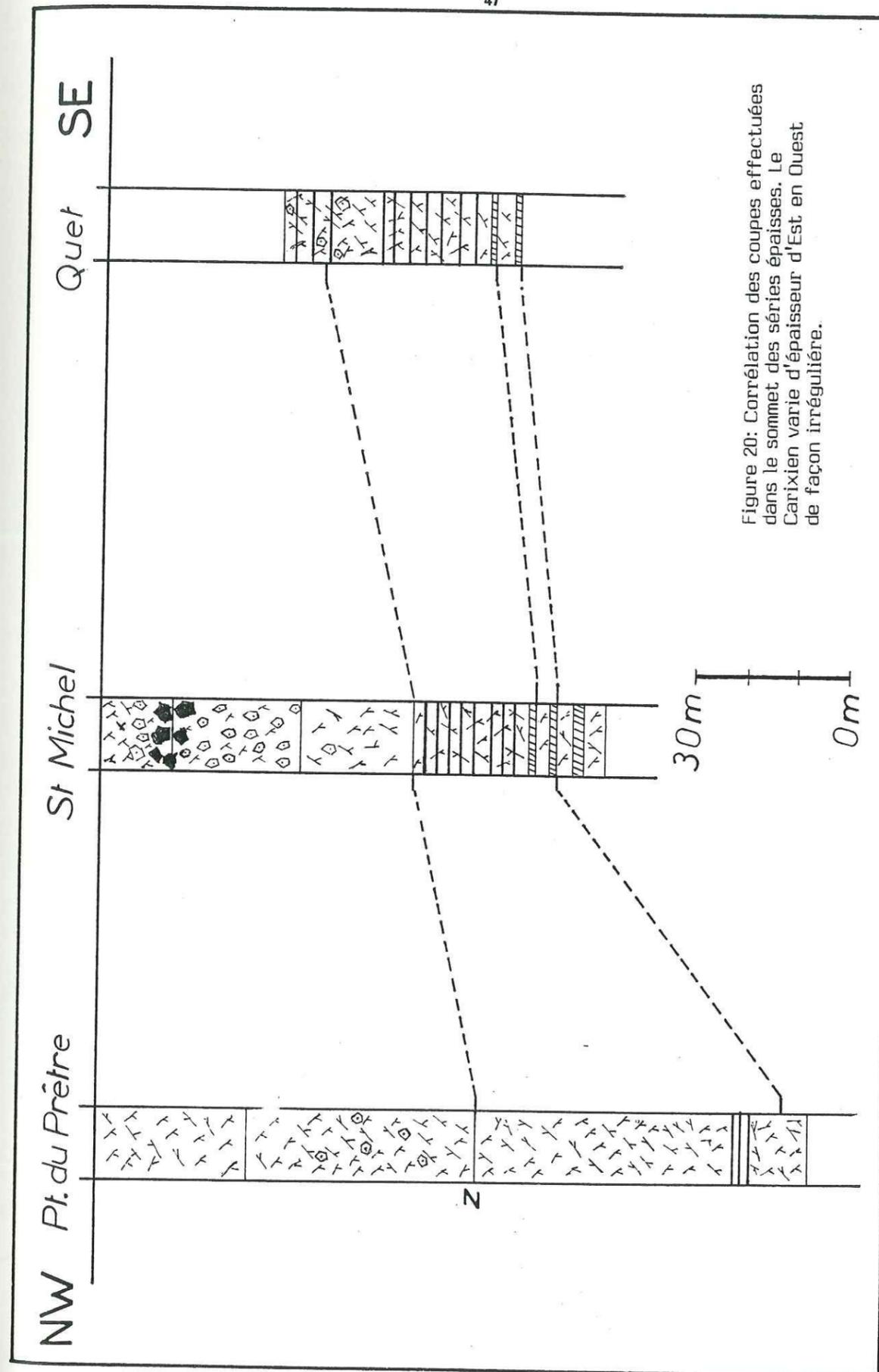


Figure 20: Corrélation des coupes effectuées dans le sommet des séries épaisses. Le Carixien varie d'épaisseur d'Est en Ouest de façon irrégulière.

L'épaisseur des autres assises (sédiments autochtones) est la plus importante dans la coupe du Pont-du-Prêtre et la plus faible dans celle de Saint-Michel-en-Beaumont. En effet, pour la partie de la coupe comprise entre le sommet du glissement synsédimentaire S2 et le sommet de l'ensemble E, l'épaisseur est de 100 m au Pont-du-Prêtre, 46 m à Quet (dont 18 m de lacune d'observation) et de 29 m à Saint-Michel-en-Beaumont.

Présence de galets de quartz et de micaschistes

Les deux coupes de Saint-Michel et de Quet montrent deux niveaux riches en galets de quartz et micaschistes. Ces niveaux ne sont pas situés au même niveau stratigraphique: l'un est Carixien et représenté sur la coupe de Quet, l'autre est Doméro-Toarcien et est représenté sur la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont.

On peut penser que l'arrivée de ces éléments est liée à un même phénomène (vraisemblablement tectonique) et que ce type de phénomène s'est renouvelé à plusieurs reprises au cours du temps. Un phénomène de saccades tectoniques est ainsi mis en évidence.

Disparition des faciès à entroques

Au Toarcien moyen ou supérieur, tous les faciès à entroques ont disparu au profit de faciès calcschisteux à ammonites.

Présence de discontinuités sédimentologiques

Enfin la présence entre l'ensemble E et l'ensemble F d'un horizon de discontinuité sédimentologique servira d'élément de corrélation entre séries épaisses et séries réduites.

5.2 - COUPES DES SERIES REDUITES

Dans la région étudiée, les séries liasiques réduites sont constituées d'assises à entroques (formation des calcaires de Laffrey). Ces séries présentent une épaisseur croissante du Nord-Est au Sud-Ouest. Cette variation d'épaisseur est sensible puisque l'épaisseur la plus faible a été relevée à proximité de Laffrey (coupe du Pey: 7,90 m) et la plus grande à proximité du Col de Mayres (supérieure à 50 m). M. ORGEVAL et M. ZIMMERMANN (1957) ont même signalé au Sud du terrain étudié (Villard-de-Touage) une coupe dans les calcaires de Laffrey, épaisse de plus de 120 m.

Nous décrirons successivement chacune des coupes, de la plus réduite à la plus épaisse, c'est-à-dire en adoptant un cheminement du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

L'extrême monotonie des calcaires de Laffrey permet de définir des unités lithologiques en se basant sur de légères variations de faciès.

5.2.1 - Age des calcaires de Laffrey

D'une manière générale, les calcaires de Laffrey peuvent être datés globalement, d'une part par encadrement, et d'autre part grâce aux faunes rares et dispersées recueillies à l'intérieur de la formation.

5.2.1.1 - Formations encadrantes

a/ Formations sous-jacentes: ces calcaires reposent généralement sur les formations triasiques habituelles de la zone dauphinoise (dolomies, cargneules, spilites).

Cependant, à Laffrey et dans des conditions bien particulières (cf. Chapitre 5), ils reposent sur une formation à blocs et schistes noirs carbonifères remaniés.

A La Motte d'Aveillans (Nord-Ouest de La Mure), P. LORY (1913) décrit les calcaires à entroques au-dessus d'un faciès de calcaires noduleux et de schistes à Inocerames qui ont fourni Schlotheimia angulata (Hettangien supérieur).

b/ Formations sus-jacentes: au-dessus des calcaires de Laffrey débute une épaisse série de marnes et de calcaires marneux très riches en céphalopodes. A la base de ces marnes, les ammonites recueillies appartiennent à des zones différentes selon le secteur; souvent même plusieurs zones semblent condensées en un niveau pluridécimétrique, ce qui traduit un arrêt, ou pour le moins, un ralentissement notable de la sédimentation.

Versinat: Toarcien: zones à Bifrons, Variabilis, Aalensis;

Prunières: Toarcien supérieur: zone à Aalensis; Aalénien: zone à Opalinensis

Falaise de l'Aup: Toarcien moyen: partie inférieure de la zone à Bifrons.

Cette formation marneuse débute donc probablement au Toarcien moyen.

5.2.1.2 - Faune à l'intérieur des calcaires de Laffrey

Tous les étages du Lias, de l'Hettangien au Toarcien ont été caractérisés à l'intérieur des calcaires de Laffrey, par au moins une de leurs zones d'ammonites.

Outre celles découvertes pendant ce travail, les ammonites ont été décrites par J. SARROT-REYNAULD et M. COLLIGNON (1961), M. ORGEVAL et M. ZIMMERMANN (1957) et R. MOUTERDE (1954).

Ont été mises en évidence les zones d'ammonites suivantes:

Hettangien: Zone à Liasicus: J'ai trouvé à la base de la coupe de la Pierre Plantée (Ouest de La Mure), une ammonite déterminée par R. MOUTERDE comme étant Caloceras posttorus caractérisant la zone à Liasicus de l'Hettangien moyen.

Sinemurien: Zone à Bucklandi, zone à Semicostatum (J. SARROT REYNAULD, R. MOUTERDE, M. COLLIGNON, 1954).

Lotharingien: Zone à Raricostatum (J. SARROT REYNAULD), vers Laffrey.

Carixien: Zone à Davoei (J. SARROT REYNAULD), Prunières.

Domérien: Zone à Spinatum à partir de Belemnites (R. MOUTERDE).

Toarcien: Zone à Bifrons (J. SARROT REYNAULD), vers Prunières.

5.2.1.3 - Conclusion

La formation des calcaires de Laffrey débute ainsi à l'Hettangien ou au Sinémurienselon les endroits, et s'achève dans le Toarcien par des encroûtements ferrugineux.

5.2.2 - Séries très réduites (épaisseur inférieure à 20 m)

Cette succession est peut-être très incomplète, car le sommet n'est pas visible; une telle possibilité sera discutée ultérieurement.

5.2.2.1 - Coupe du Pey (Est de Laffrey) (X=871,38;Y=308,58;Z=950)

Cette coupe est située au Nord du Grand Lac de Laffrey et à 250 m. à l'Est du village du Pey. Elle débute au-dessus d'une zone sans visibilité qui surmonte les dolomies triasiques (fig.21).

Les calcaires à entroques se présentent sous forme de bancs décimétriques à pluridécimétriques. Dans la partie haute de la coupe, la puissance des bancs a tendance à diminuer.

L'épaisseur totale de la coupe est de 7,90 m. De bas en haut, on rencontre successivement trois unités:

Unité 1

. 1 mètre 30 de calcaires à entroques (BL 1 à BL 6). Ces calcaires renferment de très nombreux galets millimétriques à centimétriques de dolomie jaune et même de calcaires oolitiques. Outre les crinoïdes (pentacrines et cyclocrinus), on rencontre des foraminifères tels que lenticulines, nodosariidés, trocholines, ou bien des ostracodes et des brachiopodes.

. 3 à 4 centimètres de micrite azoïque, d'épaisseur irrégulière, disparaissant latéralement. Cette micrite présente une stratification fruste (cf. Chapitre 5).

Unité 2

. 1 m 50 (BL 7 et BL 8) de calcaires à petites entroques et à foraminifères, sous forme de gros bancs (supérieurs à 0,50 m). Il existe toujours de nombreux galets de dolomie, mais localisés à la partie supérieure des bancs. Les foraminifères sont nettement dominants par rapport aux entroques.

. 5 cm de micrite azoïque (BL), analogue à celle décrite ci-dessus.

. 5 m de calcaires à entroques et foraminifères (BL 10 à BL 20). A la base, il s'agit de quelques entroques parmi de nombreux foraminifères (Lagénidés, nodosariidés, lenticulines) tandis que vers le haut, la tendance s'inverse. Les entroques deviennent plus nombreuses et de taille supérieure. Simultanément, on rencontre à nouveau de nombreux galets dolomitiques, parfois de grande taille (1 cm de diamètre et plus). La présence des galets délimite la base de l'unité 3.

Ces 5,95 m renferment à plusieurs reprises des intercalations discontinues de micrite azoïque.

Attribution stratigraphique: l'âge de cette succession est impossible à déterminer. On peut cependant situer la base dans le Sinémurien inférieur à moyen. En effet, toutes les ammonites (une dizaine) découvertes aux alentours (dans un rayon de un kilomètre) sont de cet âge.

Figure 21 : Coupe du Pey (Est de Laffrey): lithologie et unités lithologiques.

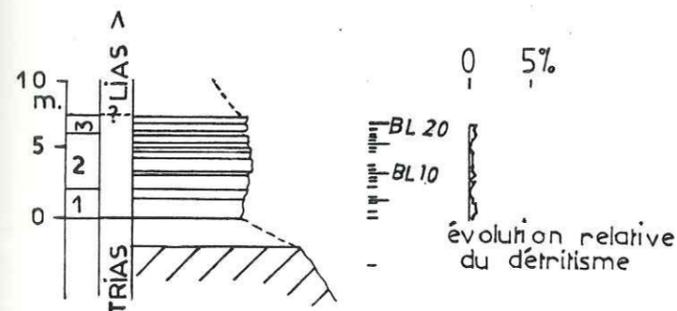
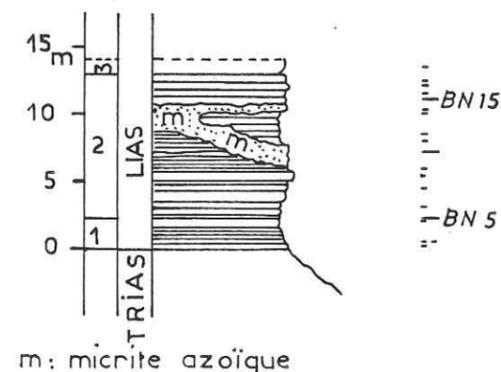


Figure 22 : Coupe de la statue de Napoléon (Sud de Laffrey): lithologie et unités lithologiques.



Le sommet et la masse principale sont actuellement impossibles à dater.

5.2.2.2 - Coupe du soubassement de la statue de Napoléon

(X=871,06 - Y=307,69 - Z=925)

Cette coupe débute en bordure du lac, au pied de la statue de Napoléon. Au-dessus des schistes noirs carbonifères affleurant au fond du lac s'observent :

- une lacune d'observation (environ 10 m) qui correspond peut-être aux dolomies triasiques; leur présence n'est cependant pas prouvée;
- puis les calcaires de Laffrey qui se décomposent de bas en haut de la façon suivante (fig.22):

Unité 1

. 3,60 m de calcaires à entroques (BN 1 à BN 6), en bancs pluridécimétriques (0,30 mètres environ). Ce calcaire renferme généralement de très nombreux galets anguleux millimétriques de dolomie, surtout dans sa moitié inférieure. La limite entre deux bancs est souvent ondulée (loads casts ?).

Unité 2

. 0,80 m de calcaire pauvre en entroques et contenant un gros galet de quartz et anthracite, peut-être associé à de l'orthose.

. 0,70 m en un seul banc (BN 7), constitué de calcaire à entroques pétri de bélemnites. Ce banc nous servira ultérieurement de niveau repère local (Chapitre 5).

. Surmontant ces bancs, un ensemble épais d'environ 5 m (BN 10) est constitué de niveaux de calcaire à entroques recoupés par un épais filon de micrite azoïque, oblique par rapport à la stratification des calcaires, mais dont la partie supérieure est à peu près parallèle à la stratification des calcaires de Laffrey. Cette micrite est analogue à celle observée dans la coupe précédente. Il en est de même pour les calcaires de Laffrey.

Unité 3

Au-dessus de ce gros filon devenu stratofide, des bancs épais de 0,50 à 0,80 m constituent un ensemble puissant d'environ 4 m. Ces calcaires, souvent très riches en entroques bien conservées, renferment parfois des galets de dolomie de grande taille (surtout sur la plate-forme située à une dizaine de mètres au Nord de la statue).

Attribution stratigraphique: il n'existe, pour cette coupe, aucune datation à partir d'ammonites. Tout au plus, par analogie de faciès, et en raison de la proximité de la coupe du Pey, est-il possible d'attribuer un âge sinémurien moyen à sa partie basale.

5.2.2.3 - Conclusions sur ces séries très réduites

De l'étude stratigraphique de ces séries, plusieurs points sont à retenir:

- La même succession de faciès s'observe partout, c'est-à-dire de bas en haut:

- .1/ calcaires à entroques bien conservés et riches en galets, parfois anguleux de dolomie;
- .2/ calcaires pauvres en entroques et parfois très riches en foraminifères, mais sans aucun galet de dolomie;
- .3/ calcaires à très grosses entroques (pentacrines, cyclocrinus, dont la partie sommitale est riche en très gros galets de dolomie.

- Aucun âge précis ne peut-être attribué à chacun de ces ensembles, sauf peut-être à la base que l'on peut dater localement du Sinémurien moyen.

- Chacune des coupes contient, en plus ou moins grande quantité, de la micrite gris clair azoïque, filonienne ou stratiforme.

5.2.2.4 - Discussion sur la réduction d'épaisseur de la série liasique

Du fait de la non observation des formations sus-jacentes on peut se demander si toute la série est ici présente.

Un élément permet de répondre: il s'agit de la présence de deux horizons à galets de dolomies séparés par un niveau à foraminifères. Dans les coupes où le sommet de la série liasique est connu, la même superposition existe, et le second niveau à éléments dolomitiques est situé à la partie sommitale des calcaires de Laffrey.

Un second argument est fourni par la topographie. Au sommet des coupes, existe toujours un replat ou bien des prairies qui suggèrent l'existence de formations tendres, peut-être marneuses, correspondant vraisemblablement aux marnes toarciennes. On peut ainsi vraiment penser avoir affaire à des séries extrêmement réduites et non à des séries incomplètes.

5.2.3 - Séries moyennement réduites (épaisseur entre 20 et 30 m)

5.2.3.1 - Première coupe de Versenat (X=870,73 - Y=297,10 - Z=1100)

On peut situer cette coupe à mi-distance entre le demi-horst de La Mure et le demi-graben du Senepy.

Cette coupe a été levée dans une carrière située dans un brachy-anticlinal (fig. 23) de part et d'autre duquel affleurent des terrains plus récents (Toarcien supérieur daté par ammonites). De fait, le Trias n'affleure jamais, et l'on peut se demander si sous les premiers bancs de la coupe, il existe encore quelques mètres présentant un faciès à entroques.

Le découpage des coupes en unités s'est effectué de la façon suivante (fig. 24):

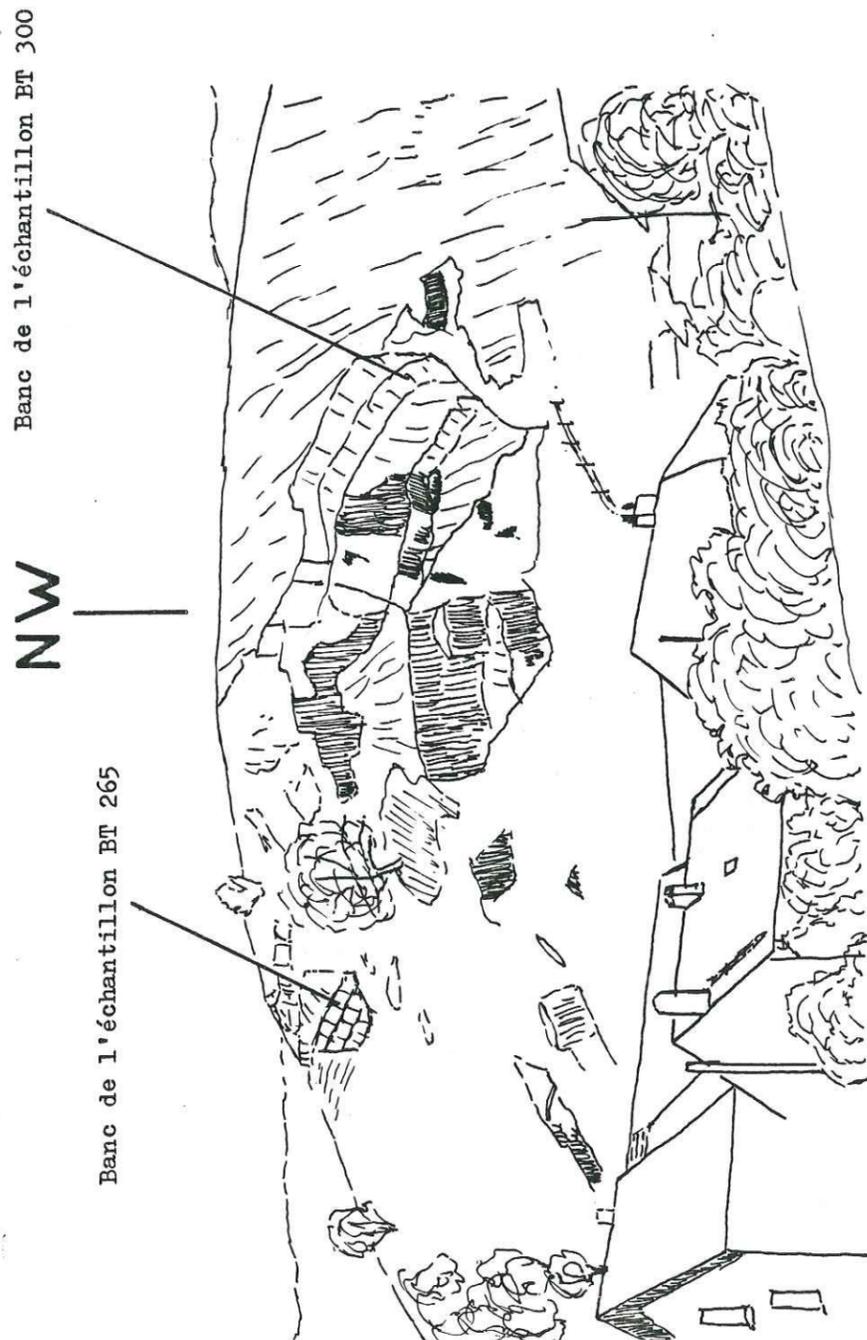


Figure 23 : Vue d'ensemble de la carrière de Versenat (Ouest de La Mure).

Unité I (de l'échantillon BT 250 à l'échantillon BT 264)

. 6,50 mètres de calcaire à entroques gris riche en galets de dolomie, anguleux, de taille millimétrique. Les trois premiers mètres à la base de ce calcaire renferment d'abondantes silicifications (silex noirs stratoïdes ou perpendiculaires à la stratification)

Unité II - De bas en haut on rencontre la succession de:

. 0,80 mètres de calcaire fin, gris, pauvre en crinoïdes et riche en foraminifères variés (nodosariidés, lenticulines, trocholines, ataxophragmidés) et en lamellibranches.

. 0,20 mètres (échantillon BT 265) de calcaire gris, bien souvent rubéfié et riche en galets polygéniques (quartz, calcaires, dolomies), parfois perforés. Les surfaces supérieure et inférieure de cet horizon ne sont pas planes (flute-casts ou load-casts).

La faune de cet horizon est relativement diversifiée par rapport à ce que l'on rencontre ailleurs dans tout le restant de la coupe (nodosariidés, ataxophragmidés).

. 1 m 10 de calcaire gris, assez fin, en un seul banc riche en entroques et en foraminifères. Ce gros banc (échantillon BT 267) ne renferme aucun silex. Par contre, il présente localement de petits galets de dolomie. Cet horizon est daté par *Involutina liasica*, habituellement caractéristique du Pliensbachien*. C'est à l'intérieur de cette unité que se situe la surface de discontinuité Y.

Unité III (de l'échantillon BT 267 à BT 298)

Le faciès est uniforme, et il comporte un seul ensemble:

. 14 mètres de calcaire à entroques, riches en crinoïdes et pauvre en foraminifères. La taille des bioclastes évolue d'une encrinite grossière à une encrinite fine.

Cette unité présente plusieurs particularités: la présence de niveaux riches en lamellibranches, l'existence d'horizons à quartz et micaschistes, et la présence de silex (quel'on retrouvera dans d'autres faciès).

Les lamellibranches: A plusieurs reprises, de grosses huîtres (*Gryphea* sp.) se rencontrent à l'intérieur des calcaires à entroques (bancs des échantillons BT 271, BT 288, BT 289, BT 294, BT 295). Ces grosses huîtres sont toujours disposées à la surface des bancs et en position de vie. Elles sont généralement concentrées à la surface de certains bancs et disparaissent dans d'autres. Selon R. MOUTERDE qui les a examinées, ces huîtres seraient d'âge carixien d'après leur taille et leur forme (BT 271).

Le quartz et les micaschistes: Plusieurs bancs (ceux des échantillons BT 286, 287, 288, 289, 290) renferment de nombreux galets anguleux de quartz et de micaschistes. Au-dessus, ces galets disparaissent partiellement. on en retrouve parfois quelques-uns de façon sporadique dans d'autres bancs (BT 298, BT 273, BT 282).

* Détermination de D. VACHARD

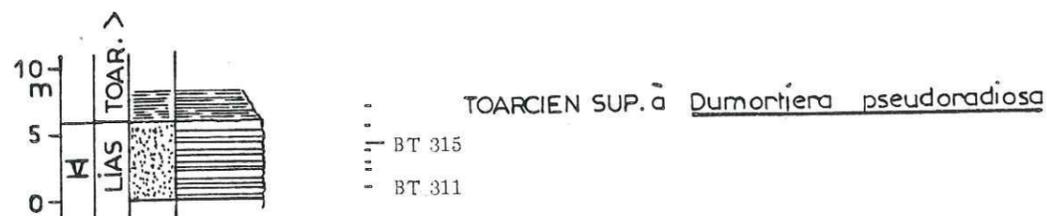


Figure 25 : Seconde coupe de Versenat montrant le contact des calcaires de Laffrey avec les marnes toarciennes: lithologie et unités lithologiques.

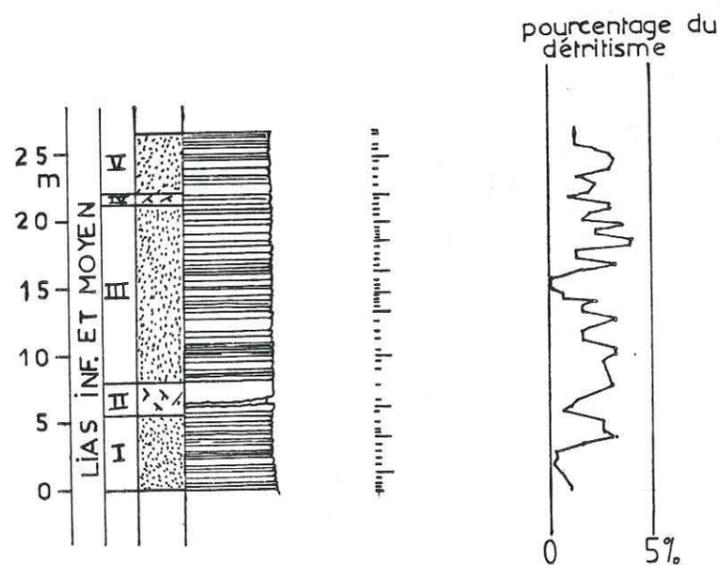


Figure 24 : Première coupe de Versenat (NNW de La Mure) : masse principale des calcaires de Laffrey: lithologie et unités lithologiques.

Les silex: Les silex ne sont pas propres à cet ensemble, mais ils y sont particulièrement développés. Ils sont de deux types:

. dans certains bancs, ils sont stratoïdes et dans d'autres ils sont perpendiculaires à la stratification. Cette dernière disposition semble être plus répandue que la disposition parallèle à la stratification.

Unité IV (bancs des échantillons BT 229 et BT 300)

Cette unité comporte:

. 0,50 m de calcaire micritique fin, quasiment dépourvu de crinoïdes et riche en foraminifères. Ce calcaire gris ne se distingue pas en patine des calcaires à entroques qui l'entourent.

Unité V (bancs au-dessus du BT 300)

. 4 mètres de calcaires à entroques en bancs pluridécimétriques. Ces bancs parfois micoïdes sont constitués d'un faciès à très grosses entroques (pentacrines et cyclocrinus souvent affectées d'une recristallisation syntaxiale).

Cet ensemble, caractérisé par une augmentation de la taille des crinoïdes de bas en haut, est également marqué par l'apparition des bélemnites.

La partie sommitale de cette coupe ne renferme que très peu de silex. Par contre, les galets de dolomie présents à la base, réapparaissent tout à fait au sommet de la coupe en association avec des galets de micrite à spicules de spongiaires.

5.2.3.2 - Deuxième coupe de Versenat (sommet des calcaires de Laffrey) (fig.25)

. Sur 6 mètres d'épaisseur, cette coupe montre une succession de bancs pluridécimétriques de calcaire à entroques. Les entroques sont principalement de gros crinoïdes, semblables à ceux rencontrés au sommet de la première coupe de Versenat. Toujours de la même façon, les bélemnites apparaissent dans la partie la plus élevée de la coupe.

Au fur et à mesure que l'on s'approche du contact avec les calcaires marneux datés en ce point du Toarcien supérieur (zone à *Aalensis*), sur une épaisseur de 1 mètre environ, la patine des bancs prend une coloration rouille et le calcaire devient carié. Il s'agit probablement d'une succession d'encroûtement ferrugineux affectant la surface supérieure des bancs.

Au-dessus de cette succession bioclastique, se développe une épaisse succession marneuse et marnocalcaire, riche en céphalopodes et qui contient des articles de *Balanocrinus*, genre de crinoïde connu actuellement à grande profondeur (1000 m dans le Pacifique. M. ROUX, communication orale).

5.2.3.3 - Coupe de Prunières (X=869,93-Y=294,80-Z=1100)

Cette coupe est située dans la combe de Prunières, en rive gauche du ruisseau du même nom; elle est située plus près de l'axe du demi-graben du Senepy que la coupe précédente.

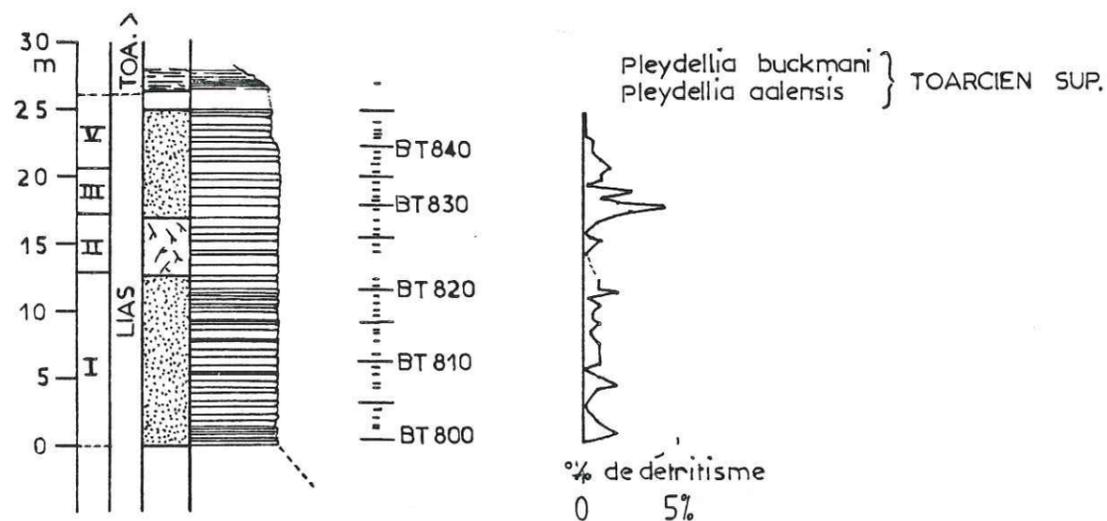


Figure 26 : Coupe de Prunières (Ouest de La Mure) : lithologie et unités lithologiques.

Les faciès rencontrés, analogues à ceux de la coupe de Versenat, se succèdent dans le même ordre permettant peut-être de délimiter approximativement les mêmes unités.

Les premiers bancs visibles sont constitués d'un faciès à entroques. Les formations triasiques affleurent de l'autre côté du torrent, c'est-à-dire au moins cinq mètres sous la base du premier banc observé.

Unité I (de la base au banc de l'échantillon BT 822) (fig.26)

Epaisse de 13 mètres, elle se subdivise de la façon suivante:

. 5 mètres de calcaires à entroques, constitués de bioclastes très fins où les crinoïdes ne sont pas dominants. Ces calcaires renferment de nombreux galets de dolomie triasique. De très rares bélemnites peuvent être rencontrées.

. 8 mètres de calcaires à entroques grossiers, riches en crinoïdes de taille moyenne supérieure à celle des crinoïdes des 5 mètres précédents. Ils constituent la majeure partie de la faune, et seuls quelques lamellibranches viennent s'y associer. Les galets de dolomie sont toujours présents, mais en moins grande quantité que dans les cinq mètres de la base.

Ces 13 mètres de série, en bancs pluridécimétriques, présentent d'abondants silex noirs, stratoïdes ou perpendiculaires à la stratification tout à fait comparables à ceux décrits dans la coupe de Versenat (cf. §. 5.2.3.1.).

Unité II (du banc contenant BT 823 à celui contenant BT 828) (fig.28)

Elle est en totalité constituée par:

. 3 mètres de calcaire relativement riche en crinoïdes de grosse taille, mais également en foraminifères et en particulier en ataxophragmiés.

Cet ensemble micritique contient un banc de calcaire crinoïdique grossier aux limites bien nettes (bancs des échantillons BT 826 et BT 827).

Ces trois mètres de série sont particulièrement riches en gros silex, analogues à ceux de l'ensemble I.

Unité III (du banc contenant BT 829 au banc contenant BT 836)

Il s'agit de:

. 6,50 m de calcaire à entroques, relativement grossier et souvent riche en galets anguleux de quartz et micaschistes, de taille pluricentimétrique.

L'examen de détail de cette succession montre qu'il s'agit de calcaires à entroques à l'intérieur desquels se rencontrent des couches d'épaisseur pluricentimétrique, aux limites floues, constituées d'un faciès à spicules de spongiaires (mudstone à spicules et foraminifères).

Cet horizon ne présente pas de silex.

Unité IV (fig.26)

Cette unité n'a pas été retrouvée sur la coupe de Prunières, soit en raison de son absence (lacune ?), soit qu'elle n'ait pas été reconnue sur le terrain, en dépit d'un échantillonnage pourtant serré.

Unité V (du banc contenant BT 837 au sommet, fig.26)

Elle est constituée essentiellement par:

- . 5 m de calcaire à très grosses entroques (principalement des articles de crinoïdes emballés dans un calcaire relativement argileux de teinte ocre). Ces faciès présentent en outre de nombreux galets de micrite responsables de l'aspect rognonneux et du débit en miches.

Cette unité est très riche en encroûtements ferrugineux, à la surface des bancs, mais aussi en pyrite qui vient se disposer entre les crinoïdes.

Cette unité est caractérisée par l'apparition des bélemnites et par la disparition des galets de socle. Alors que la fraction détritique disparaît, de grosses bélemnites apparaissent en association avec les crinoïdes.

En ce point, la base du faciès argileux qui surmonte l'ensemble est datée du Toarcien supérieur (*Pleydellia aalensis*).

5.2.3.4 - Conclusion sur les coupes moyennement réduites

De l'étude de ces coupes moyennement réduites, il est possible de retenir six éléments:

- . dans les deux cas étudiés, le contact des calcaires à entroques avec le Trias ne se voit pas;

- . les unités lithostratigraphiques mises en évidence sur une coupe se retrouvent en partie sur une autre coupe, ce qui permettra d'effectuer des corrélations;

- . un horizon riche en galets de quartz et micaschistes existe dans les deux coupes, peut-être au même niveau stratigraphique (Domérien supérieur ?);

- . les bélemnites, rares à la base des coupes, apparaissent dans le tiers supérieur, au-dessus de l'horizon riche en galets de quartz et micaschistes;

- . les bancs à faciès bioclastiques situés juste en dessous du contact avec les marnes toarciennes présentent, dans les deux coupes levées, de nombreuses rubéfections et des encroûtements ferrugineux;

- . la coupe de Prunières est constituée, par opposition avec celle de Versenat, d'une succession de mélanges de calcaires à spicules et foraminifères, sans organisation définie.

5.2.4 - Séries moyennement épaisses (épaisseur supérieure à 35m)

Deux coupes levées en détail, celles de la Pierre Plantée et de la falaise de l'Aup, montrent des séries d'épaisseur supérieure à 50 mètres.

Ces deux coupes permettent de retrouver certaines des unités lithologiques qui caractérisent les coupes des séries moyennement réduites.

5.2.4.1 - Coupe de la Pierre Plantée

- . base: X=869,13-Y=297,63-Z=1450
- . sommet: X=869,03-Y=297,75-Z=1559,5

Cette coupe se situe au Nord-Ouest de La Mure et au Nord de la crête menant de la Motte d'Aveillans au sommet du Senépy. Elle occupe ainsi une position paléostratigraphique très proche de l'axe du demi-graben du Senépy.

A la base, les dolomies jaunes triasiques sont en contact direct avec les calcaires à entroques liasiques. Ce contact, rarement observé ailleurs, se présente sous forme d'une surface irrégulière et ondulée, recouverte d'un léger encroûtement ferrugineux.

Les calcaires à entroques du Lias, immédiatement superposés au Trias, présentent de bas en haut la succession suivante (fig.27):

Unité I (du banc de l'échantillon PP1 à celui de l'échantillon PP 14)

Elle comporte 11 mètres de calcaire, principalement à entroques, mais présentant parfois des faciès un peu différents. De bas en haut, elle se subdivise de la façon suivante:

- . 4,50 mètres de calcaires en bancs décimétriques, à bioclastes arrondis, semblent présenter parfois un début d'oolitisation. Les bioclastes sont principalement des gastéropodes, lamellibranches et foraminifères. Ce faciès, non rencontré dans les autres coupes, montre des analogies avec certains faciès de la base des séries épaisses (Hettangien de Côte Dure ou du Grand Serre).

- . 6,50 mètres de calcaire bioclastique à entroques, en bancs décimétriques à pluridécimétriques, de teinte beige et renfermant localement de petits silex sombres. Ces bancs montrent généralement des surfaces supérieures et inférieures non planes (load casts ?).

Cette succession de 11 mètres présente d'autres caractères:

- . les galets millimétriques (parfois centimétriques) de dolomie, de calcaires micritiques ou même de calcaires oolitiques sont nombreux.

- . les galets de quartz et de micaschistes sont très rares;

- . la faune, principalement des crinoïdes, mais aussi quelques lamellibranches et de rares foraminifères, est relativement peu diversifiée.

Cette succession, hormis les 2,50 mètres à faciès pseudo-oolitiques de la base, est analogue à celle observée à l'intérieur de l'unité I

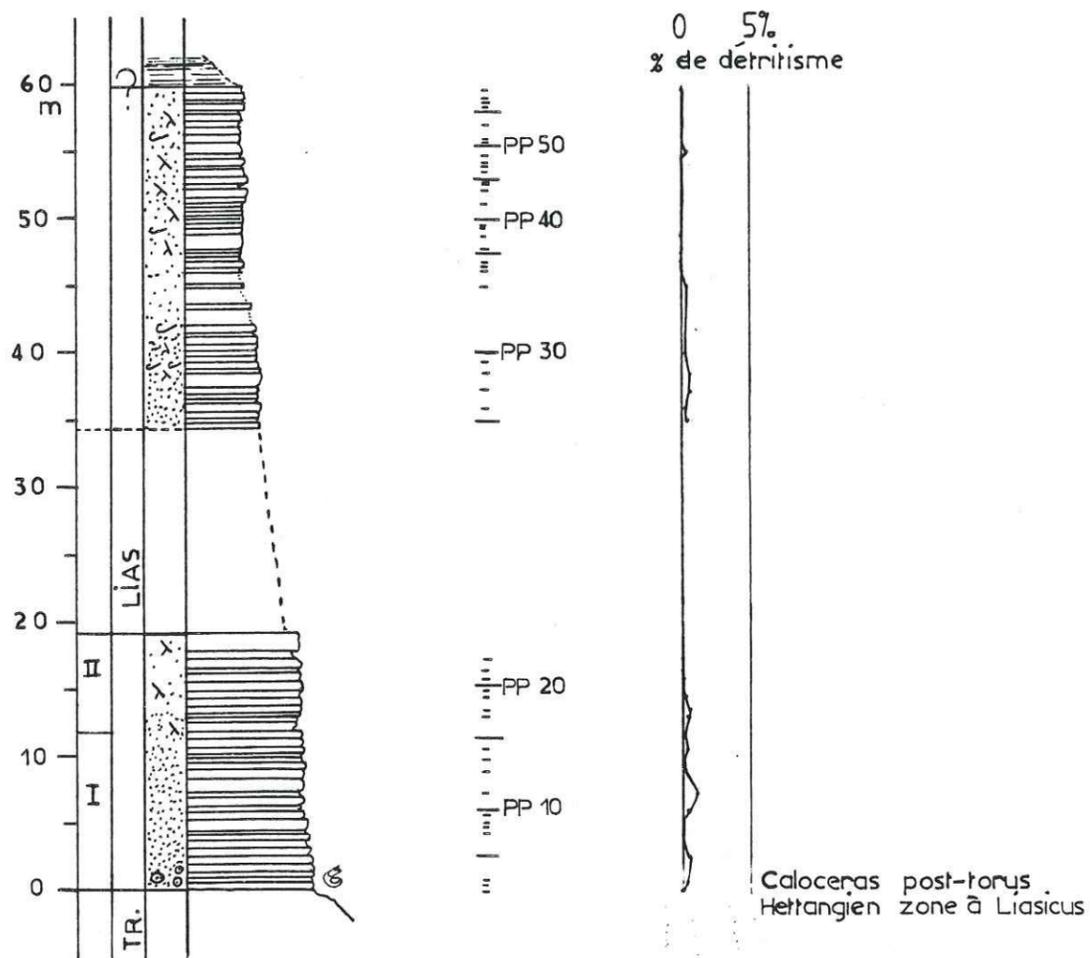


Figure 27: Coupe de la Pierre Plantée (NW de La Mure, séries réduites): lithologie et unités lithologiques.

des coupes moyennement réduites (Versenat et Prunières). On peut penser qu'il s'agit du même ensemble, avec une épaisseur comparable (13 m à Prunières, plus de 6 m 50 à Versenat).

Attribution stratigraphique: dater cette unité est problématique. En effet, aucune faune n'a été récoltée, hormis l'ammonite trouvée à la base, caractéristique de l'Hettangien moyen, zone à *Liasicus* (*Caloceras posttorus*).

Unité II (du banc de l'échantillon PP15 à la lacune d'observation)

Elle est constituée par 9 mètres de calcaire fin, pauvre en crinoïdes. Cet horizon micritique se présente sous forme de bancs pluridécimétriques (0,60 m en moyenne). La taille des éléments est plus faible (0,1 mm) et de nombreux spicules de spongiaires apparaissent.

Dans la lame PP 21, par exemple, il y a de très nombreux spicules de spongiaires et des foraminifères (lenticulines, ataxophragmidés, nodosariidés..).

Les silex, principalement de type stratoïde, sont très nombreux dans cet ensemble.

Au-dessus de cette unité non datée, existe une importante lacune d'observation (20 m) qui, dans la topographie, correspond à une vire couverte par un gros éboulis. Ce replat correspond probablement à un horizon de plus faible dureté que celle des calcaires. A la base de cette succession, une *Involutina liasica* pourrait caractériser le Pliensbachien.

Partie supérieure de la coupe

Au-dessus de ce hiatus, je n'ai retrouvé aucun de ces faciès caractérisant les grandes unités III, IV ou V. Aussi me contenterais-je de décrire successivement chacun de ces faciès sans tenter de les replacer dans une quelconque succession lithologique:

On rencontre de bas en haut:

. 3 mètres (PP 25, PP 26, PP 27) d'un faciès aux éléments bioclastiques (entroques) usés et bien calibrés. Ce faciès se présente sous forme de petits bancs (0,20 à 0,50 mètres) qui ne comportent qu'exceptionnellement de petits silex noirs à leur surface.

La surface des bancs, non plane, parfois rubéfiée, présente de loin en loin de petits galets anguleux de quartz et de dolomie.

. 10 mètres (PP 28 à PP 33) de calcaires à entroques entrecoupés de niveaux micritiques riches en foraminifères, coquilles de lamellibranches ou spicules de spongiaires. Lorsque l'on s'élève dans la série, le pourcentage de crinoïdes a tendance à baisser. Il existe localement quelques silex noirs.

. 13 mètres (PP 34 à PP 59) de calcaire micritique en bancs d'épaisseur pluridécimétrique (0,20 à 0,60 m) renfermant de nombreux très gros silex rognonneux noirs qui se distinguent nettement dans les bancs calcaires de teinte grise.

Cet ensemble est très pauvre en crinoïdes. Il renferme par contre d'assez nombreux spicules de spongiaires et des coquilles de lamelli-branches, tous deux se disposant en général parallèlement à la stratification. Le détritique, peu abondant, se présente sous la forme de petits galets de quartz et micaschiste.

Au-dessus de ce dernier ensemble se trouvent de grands alpages, en pente douce, qui correspondent peut-être à l'épaisse formation argileuse du Toarcien supérieur et de l'Aalénien.

Attribution stratigraphique: attribuer un âge à chacun de ces ensembles est difficile en raison de l'absence de fossiles caractéristiques. Cependant, nous avons vu que la base était d'âge hettangien.

Un mètre sous le dernier banc, une ammonite bien abimée a été découverte. R. MOUTERDE, qui l'a examinée, pense qu'elle se situe dans le Domérien ou dans le Toarcien.

Une remarque peut être faite concernant l'épaisseur totale de cette coupe. Divers faciès se succèdent sur une épaisseur de 45 mètres, à laquelle, il faut ajouter les assises correspondant à la lacune.

Évaluée à 20 m sur le terrain, l'épaisseur des assises manquantes pourrait dépasser 50 mètres, car la dénivellation entre la base et le sommet de la coupe est de l'ordre d'une centaine de mètres.

5.2.4.2 - Coupe de la falaise de l'Aup (X=868,38-Y=296,55-Z=1540)

Cette coupe est située à l'Ouest de La Mure, 1,5 km au Sud-Ouest de la précédente à l'aplomb d'une ligne électrique de 220 Kv.

Contrairement à la coupe précédente, le contact entre les calcaires à entroques liasiques et les dolomies triasiques n'est pas visible. On peut supposer que ce contact se situe nettement au-dessous des premiers bancs de calcaires à entroques visibles, car la topographie suggère la présence de roches dures jusqu'à la cote 1450.

Les pendages étant peu importants (5° vers l'Est pour une direction NS), on peut penser que, sauf existence d'une faille, les calcaires à entroques descendent au moins jusqu'à la cote 1500: il peut donc y avoir au minimum 40 mètres de Lias à entroques invisible au-dessus des dolomies triasiques et au-dessous des premiers bancs affleurants.

La base de la coupe ne présente pas la succession de faciès connue, par contre, la partie sommitale présente les unités III, IV et V.

De bas en haut, nous recontrerons la succession suivante (fig.28):

. 2 mètres (FA 1 à FA 3) de calcaire à entroques, en bancs pluridécimétriques, parfois métriques, de teinte gris beige. La microfaune est exclusivement composée de fragments de crinoïdes et d'échinodermes, usés, associés parfois à de petits foraminifères.

. 5 mètres (FA 4 à FA 8) de calcaire micritique à spicules, foraminifères, et petites coquilles de lamelli-branches. Parfois, de nombreux crinoïdes semblent noyés dans un ensemble à dominante micritique (échantillon FA 6). Ce type de faciès se présente sous forme de bancs d'épaisseur pluridécimétrique (0,20 à 1,40 mètre), de teinte uniformément grise.

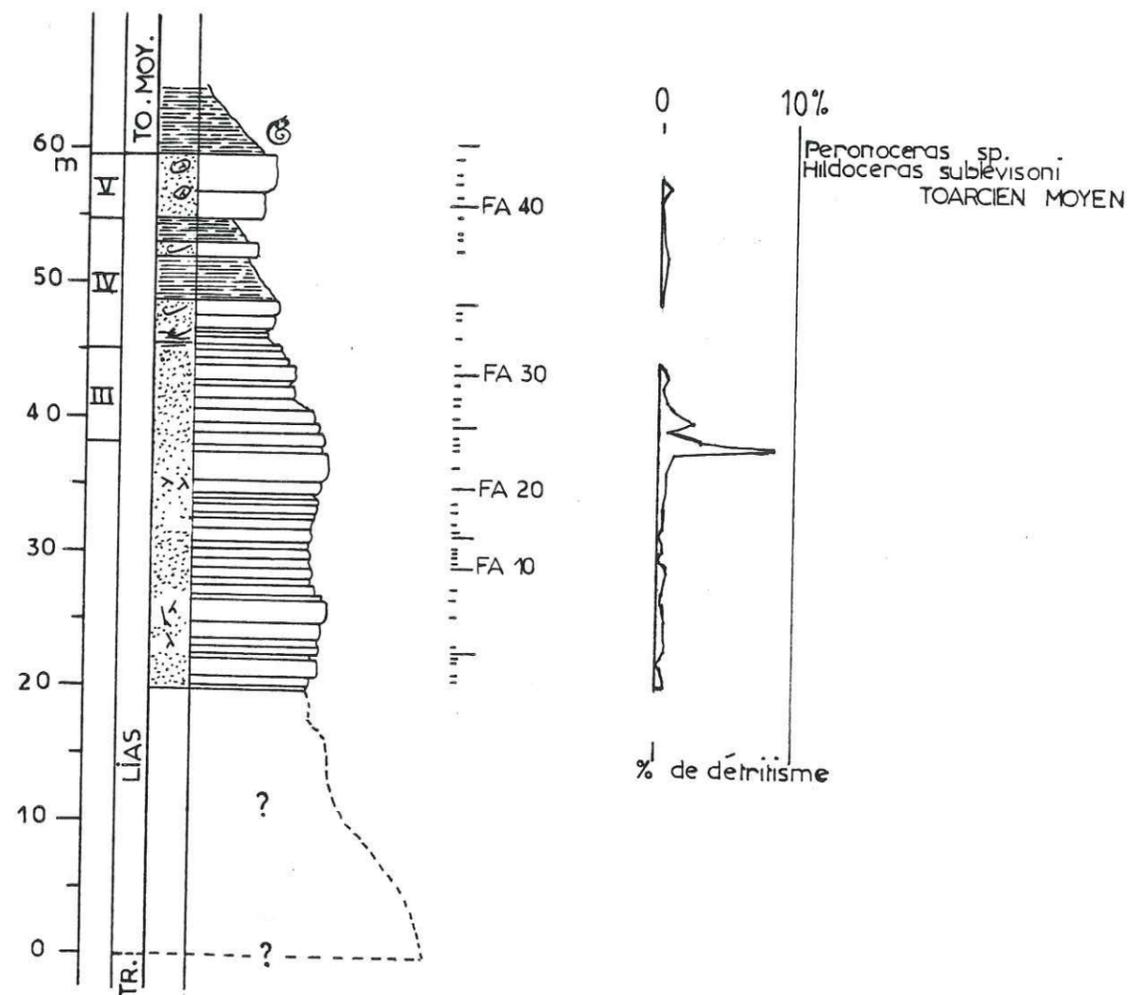


Figure 28 : Coupe de la falaise de l'Aup (Ouest de La Mure, séries réduites) : lithologie et unités lithologiques.

. 2,50 mètres (FA 9 à FA 11) de calcaire à entroques, en bancs d'épaisseur moyenne (0,30 à 0,80 m), de teinte grise. Les articles de crinoïdes, constituant la majorité des bioclastes, sont généralement usés, mais il existe également des articles bien conservés. Enfin, certains de ces horizons sont nettement granoclassés.

. 8,50 mètres (de FA 12 à FA 22) de calcaires en bancs de taille variable (de 0,20 à 1,90 m). Ces calcaires montrent deux types de faciès: l'un micritique, principalement constitué de spicules de spongiaires, de petits foraminifères et de débris de coquilles de lamellibranches; l'autre à crinoïdes et parfois à foraminifères (principalement des nodosariidés). Le premier est nettement le plus abondant.

L'agencement et les relations entre ces deux faciès sont quelconques. On les retrouvera aussi bien de façon alternante que sous la forme de galets de l'un repris à l'intérieur de l'autre.

Il est probable que l'on ait affaire ici à des faciès de remaniement, alternant avec des faciès correspondant à une sédimentation autochtone.

Au-dessus, les faciès rencontrés sont des faciès connus que l'on va pouvoir attribuer aux unités telles qu'elles ont été décrites pour les coupes précédentes.

Unité III (du banc de l'échantillon FA 23 à celui de l'échantillon FA 31)

. 7,50 m de calcaires à entroques grossiers et relativement argileux. Ce sont généralement des bancs de taille importante (0,70 à 1 mètre), de teinte gris ocre. A la base, cette succession présente de très gros galets anguleux de quartz (parfois centimétriques) et de très nombreuses et très grosses bélemnites. Le quartz est parfois fissuré et rempli par du matériel micritique.

La microfaune est caractérisée par des crinoïdes, mais aussi par des foraminifères (nodosariidés variés). La base de cet horizon coïncide avec l'apparition de bryozoaires.

Unité IV (du banc contenant FA 32 à celui contenant FA 38)

. Cette unité, sur 9,50 mètres d'épaisseur est principalement constituée par des calcaires argileux dans lesquels sont parfois interstratifiés quelques bancs de faciès bioclastique riche en crinoïdes et lamellibranches.

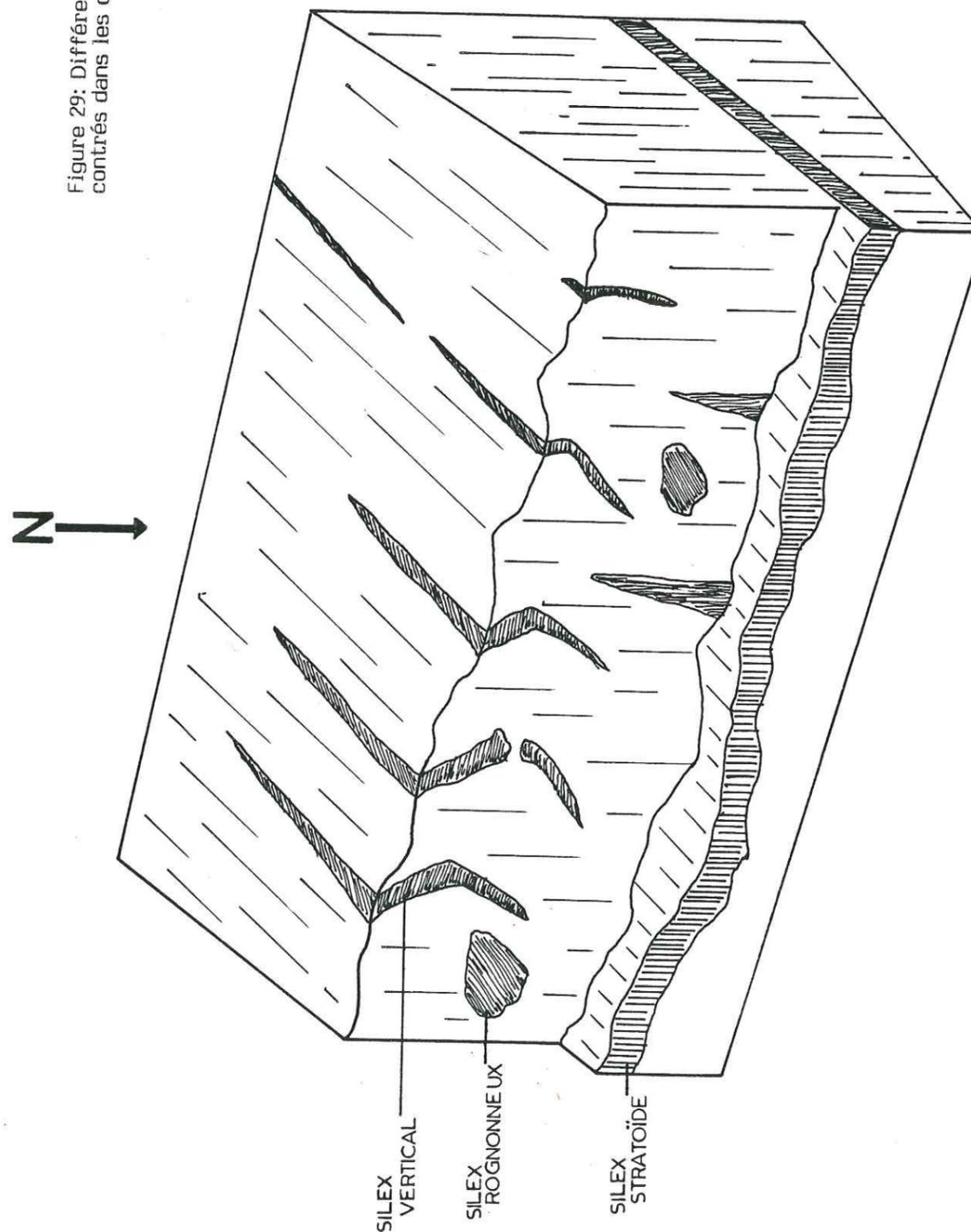
Le faciès de cette unité est un peu différent de celui de l'unité IV des autres coupes levées. Il occupe cependant la position habituelle de l'unité IV, car il est encadré par deux horizons qui présentent toutes les caractéristiques des unités lithologiques III et V.

Unité V (du banc de l'échantillon FA 39 au banc de l'échantillon FA 44)

. Cette unité, épaisse de 4,50 mètres, est formée de deux grosses barres massives, elles mêmes constituées de petits bancs à joints marneux ondulés, de teinte beige ou ocre. Le faciès observé est constitué par une accumulation de gros crinoïdes, généralement bien conservés dans une matrice argileuse.

Localement, il existe de gros galets, bien souvent constitués de matériel micritique à spicules de spongiaires.

Figure 29: Différents types de silex rencontrés dans les calcaires de Lafrey.



Ce faciès est en tous points identique à celui constituant les bancs de la seconde coupe du Versenat. L'encroûtement ferrugineux du sommet de la coupe ne semble pas exister ici.

Il est difficile d'attribuer un âge à ces unités. Seuls les premiers bancs à la base du faciès marnocalcaire sus-jacent peuvent être datés du Toarcien moyen, partie inférieure de la zone à *Bifrons* (présence de *Peronoceras* sp., *Hildoceras sublevisoni* et *Hildoceras* gr. *lusitanicum*).

Remarques sur les silicifications contenues dans les calcaires de Laffrey

Tout au long de la description des coupes des séries réduites, diverses formes de silex ont été décrites (fig. 29).

Les silex stratoïdes: ce sont de véritables bandes de silex, parfois discontinues, décimétriques, qui se disposent parallèlement à la stratification (fig.

Les silex rognonneux: ce type de silex, de loin le plus répandu, se présente sous forme de rognons silicifiés, formant une saillie à la surface des bancs. Leur diamètre est centimétrique à pluridécimétrique.

Les silex verticaux: il s'agit de bandes de silex disposées verticalement. Certains silex ne demeurent pas verticaux sur toute l'épaisseur du banc. En effet, ils s'infléchissent à la base donnant l'impression de vouloir passer à l'horizontale. Ces bandes silicifiées verticales ont une épaisseur qui n'excède que rarement 0,20 mètres.

L'orientation des silicifications verticales, mesurable à la surface des bancs, oscille autour de N 20° ou N 40° dans un contexte de bancs orientés N 30 et penté de 30° vers le Sud-Est.

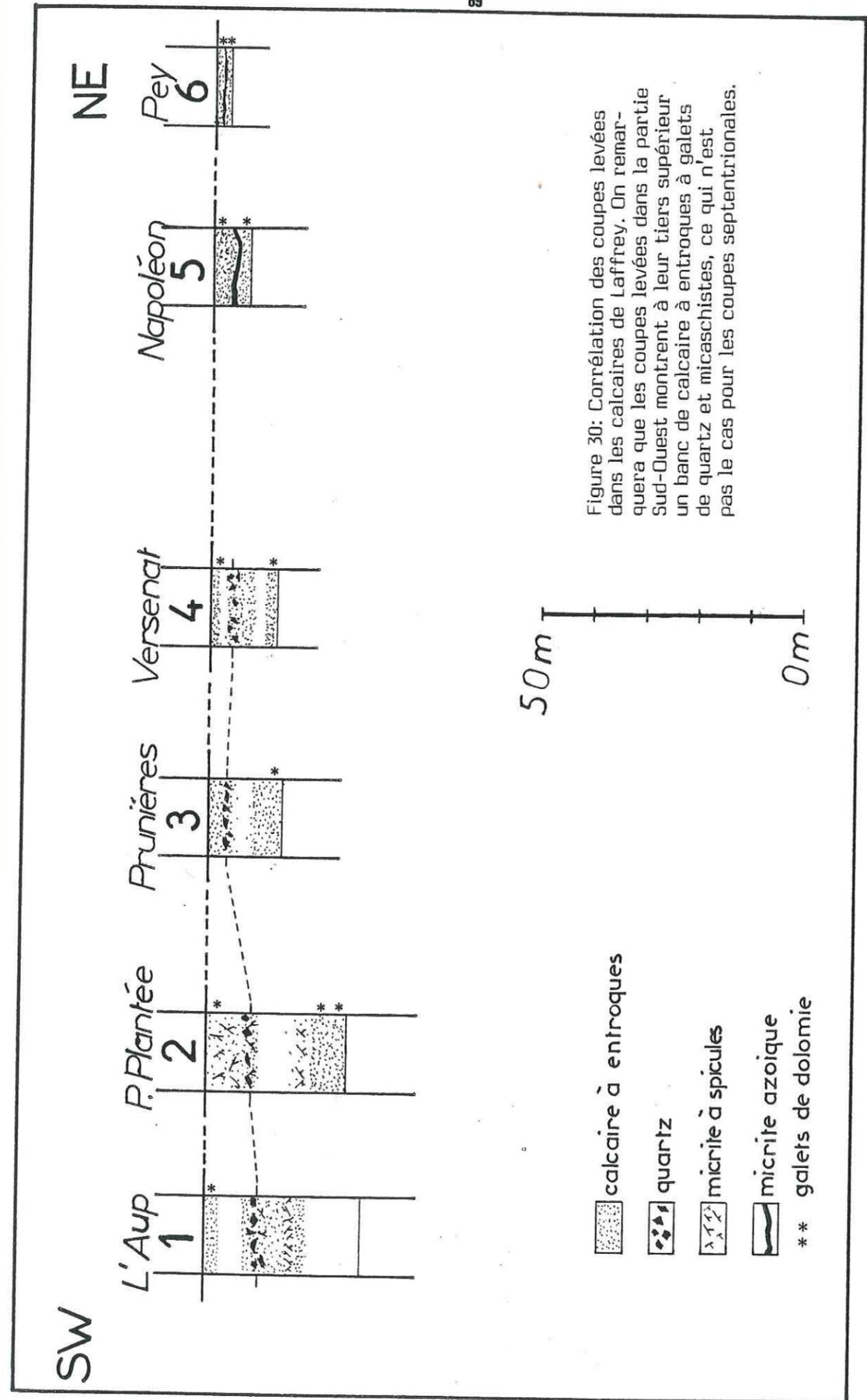
On peut peut-être envisager qu'il puisse y avoir relation entre présence des pentes et de silex, comme il y a relation entre pentes et filons dans la région de Laffrey (Chapitre 5).

J'ai remarqué que les silex, dans les calcaires de Laffrey, ne se disposaient pas de façon quelconque. On les rencontre, en effet, à la base et au sommet des coupes. Au sommet, ils sont généralement associés aux bélemnites alors qu'à la base, ils sont seuls. Cette disposition constitue un bon argument de terrain pour déterminer à quel niveau stratigraphique on se situe.

5.2.4.3 - Conclusion sur les coupes assez peu réduites (épaisseur supérieure à 35 mètres).

L'étude stratigraphique de cette série permet d'établir quatre constations:

. Mise en évidence de l'Hettangien à la base de la coupe de la Pierre Plantée;



. présence de certaines des grandes unités lithologiques décrites dans les coupes de Versenat et de Prunières;

. existence dans le tiers supérieur d'un ensemble marneux riche en lamellibranches;

. absence de silex sur la falaise de l'Aup, alors qu'ils étaient abondants dans la coupe de la Pierre Plantée.

5.2.5 - Conclusion sur les séries réduites

L'ensemble des observations effectuées dans les séries réduites conduit à proposer des corrélations (fig. 30). Celles-ci sont basées sur:

- la présence de galets de dolomie à la base et au sommet des coupes;
- l'existence d'un niveau à galets de quartz et micaschistes, probablement à un niveau stratigraphique analogue;
- la corrélation d'unités lithostratigraphiques analogues d'une coupe à l'autre.

6 - CONCLUSION GÉNÉRALE: COMPARAISON ENTRE SÉRIES ÉPAISSES ET SÉRIES RÉDUITES

L'étude des séries réduites et des séries dauphinoises épaisses permet de faire ressortir des analogies, mais aussi des différences.

Les éléments communs sont au nombre de trois:

. existence dans les séries anté-sinémuriennes de faciès tout d'abord dolomitiques, puis calcaires, riches en débris de coquilles variées ou même de calcaires oolitiques;

. présence, probablement au même niveau stratigraphique (Domérien supérieur), d'assises riches en galets de quartz et micaschistes;

. apparition de faciès argileux qui se généralisent et deviennent dominants au Toarcien moyen ou supérieur.

Les principales différences sont les suivantes:

. grandes variations d'épaisseur;

. existence, dans le Carixien inférieur de certaines coupes épaisses, de niveaux riches en éléments détritiques dont l'équivalent ne se retrouve pas dans les séries réduites;

. approfondissement de la limite Hettangien-Sinémurien moins marqué dans les séries épaisses que dans les séries réduites.

L'étude précise de toutes les coupes a permis:

. d'établir une stratigraphie des séries réduites basée sur la présence ou l'absence de petits galets de dolomie;

. de mettre en place des limites chronostratigraphiques précises, à l'aide de la découverte d'ammonites;

. d'établir une zonation en unités lithologiques, limitées par des horizons de discontinuité qui seront décrits ultérieurement.

CHAPITRE 3 SEDIMENTOLOGIE

1 - METHODES D'ETUDE

2 - LES DIFFERENTS FACIES

3 - CONCLUSION

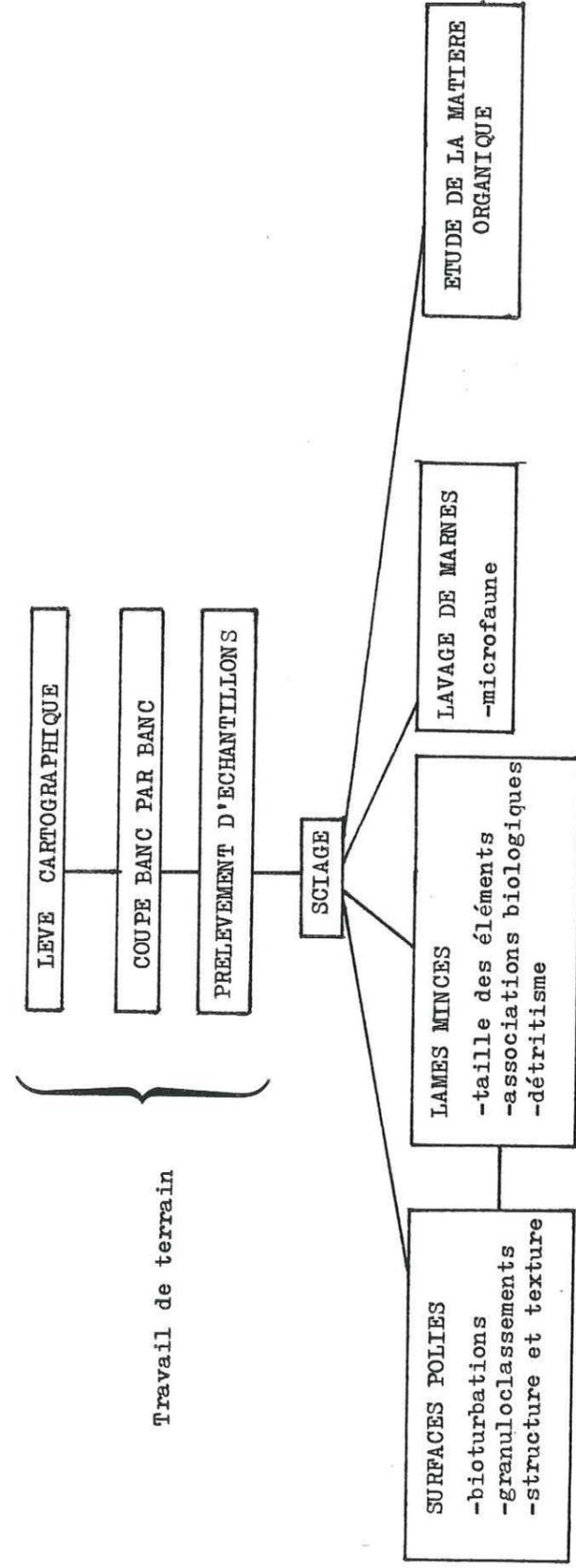


FIGURE 31 : Organigramme des différentes étapes de l'étude sédimentologique.

CHAPITRE 3 SEDIMENTOLOGIE

--

1 - MÉTHODES D'ÉTUDE

L'analyse sédimentologique effectuée peut se subdiviser en trois parties: étude de terrain, étude du laboratoire, interprétation (fig.31).

1.1 - LE TRAVAIL DE TERRAIN

Après un levé cartographique rapide destiné à dresser l'inventaire des affleurements dissimulés dans la végétation, un certain nombre de coupes ont été levées banc par banc.

Cet examen minutieux a été accompagné par le prélèvement de près de 1000 échantillons. L'échantillonnage était effectué systématiquement dans les séries monotones et lors de chaque changement de faciès dans les séries diversifiées.

Dans la mesure du possible, les interlits marneux ont été échantillonnés.

Bien sûr, tous les fossiles d'intérêt stratigraphique (ammonites ou autres) ont été recueillis pour détermination ultérieure (R. MOUTERDE, Lyon).

1.2 - LE TRAVAIL DE LABORATOIRE

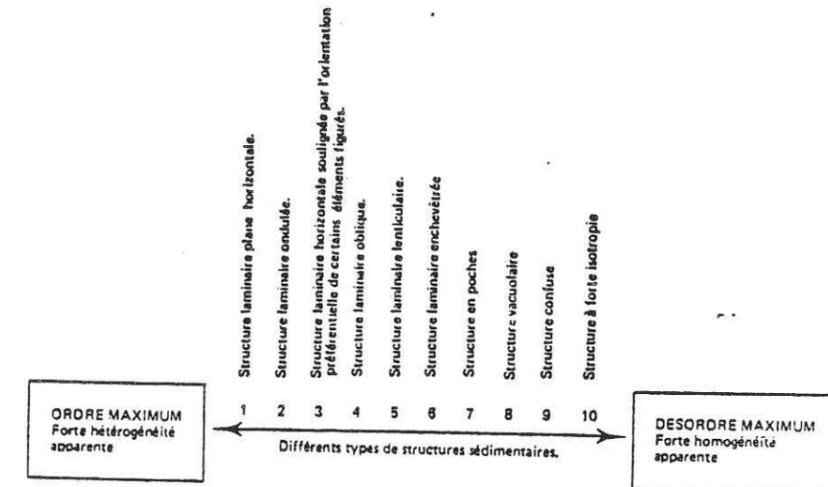
Pour la plupart des échantillons prélevés, une étude en lame mince et/ou un examen des surfaces polies ont été effectués; par ailleurs, certains échantillons marneux ont été lavés et, pour la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont, l'étude de la matière organique contenue dans les sédiments a été effectuée.

1.2.1 Les surfaces polies

Il s'agit d'un examen rapide d'échantillons sciés puis sommairement polis. Cette opération permet de déterminer structure et texture des sédiments (fig.32), d'après la classification de L. HUMBERT (1976, t.1, p. 8-9 et t.2). Cependant, principalement dans le cas de faciès bioclastiques, la recristallisation masque parfois en grande partie les structures originelles, ce qui peut être une source d'erreur.

L'examen des surfaces polies a aussi permis de mettre en évidence un certain nombre de types de bioturbations (fig.33) ayant chacune leur signification propre.

Enfin, l'examen d'éventuels granuloclasses est souvent plus aisé sur des surfaces polies.



D'après Humbert (1976).

STRUCTURE DU DEPOT RECONNAISSABLE			
	Grains (> 20 μ)	Avec boue (< 20 μ)	Sans boue (< 20 μ)
Jointifs	> 10%	"PACKSTONE"	"GRAINSTONE"
Non jointifs		"WACKESTONE"	
	< 10%	"MUDSTONE"	

Figure 32: en haut, ordonnancement des différents types de structures sédimentaires en fonction de l'hétérogénéité et de l'homogénéité apparente de la roche.

En bas, tableau schématique de la classification des calcaires de Dunham (1962).



Figure 34 : Différents types de spicules rencontrés en lame mince.

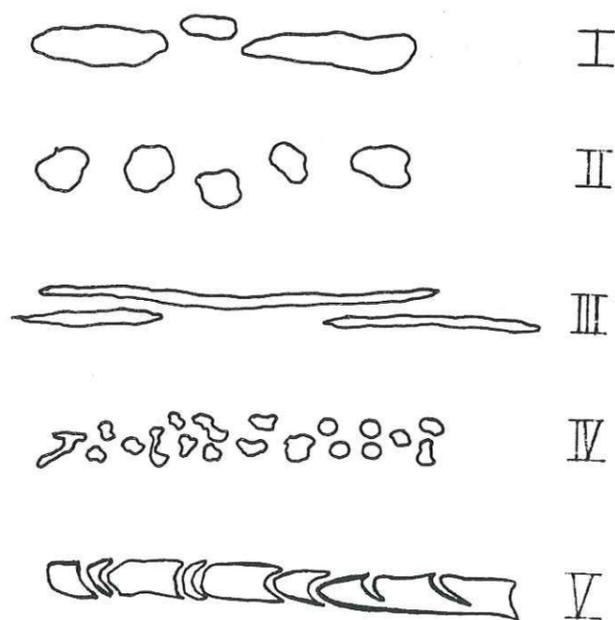


Figure 33 : Différents types de bioturbations rencontrées. Il est possible que les types I et II d'une part, III et IV d'autre part correspondent à des bioturbations de même type mais coupées dans des plans différents.

1.2.2 - Les lames minces

Les lames minces (740) ont toutes été confectionnées à l'Institut Français du Pétrole (Rueil-Malmaison). Leur étude a permis de déterminer:

- . la taille moyenne approximative des éléments;
- . la nature des associations biologiques rencontrées;
- . le pourcentage de bioclastes;
- . la nature du détritisme et son pourcentage;
- . la nature du ciment (lorsque la recristallisation n'est pas trop importante), décrite selon les terminologies de FOLK (1959) et de DUNHAM (1962);
- . les différents types de spicules dont la liste a été dressée suite à l'examen de toutes les lames minces (fig.34).

1.2.3 - Les lavages de marnes

Les interlits marneux échantillonnés ont été traités afin de séparer les fractions argileuses et calcaires. Ces dernières n'ont fourni aucun microfossile.

Cette manipulation n'a cependant pas été inutile, car elle a révélé la présence d'éléments carbonneux; leur étude a été entreprise dans le laboratoire du Professeur B. HALPERN (Université d'Orléans).

1.2.4 - Etude de la matière organique

Cette étude, entreprise à l'instigation de C. BOIS (I.F.P.) a été effectuée sur la coupe de St-Michel-en-Beaumont. Les échantillons, prélevés de façon systématique dans tous les types de faciès, ont été analysés selon la méthode rapide de pyrolyse Rock-Eval (ESPITALIE J. et al. 1977).

Les résultats obtenus sont négatifs dans la mesure où les échantillons analysés n'ont montré que des traces de carbone organique et sont totalement dépourvus de kérogène.

La raison est peut être liée au fait qu'il s'agit d'échantillons prélevés à la surface, où la matière organique a pu être altérée.

1.2.5 - Autres études entreprises

D'autres analyses ont été faites sur divers échantillons provenant de diverses coupes:

- deux analyses palynologiques ont été réalisées, l'une par G. PENIGUEL (SNEA.P) et l'autre par J.DOUBINGER et M.C. ADLOFF (Université de Strasbourg). Les échantillons analysés sont malheureusement totalement dépourvus de pollen;

- une analyse de nannofaune a été tentée par C. SEYVE (SNEA.P); elle s'est également avérée totalement négative.

Figure 35 : Tableau mettant en évidence la répartition des organismes et des figures sédimentaires dans les faciès individualisés puis classés en fonction de leur milieu de dépôt du plus profond (bassin) au moins profond (domaine interne).

ENSEMBLES	Bassin	Talus	Bordure	Domaine interne
	+externe ← → +interne			
FACIES	K+L	A B	C	D E F H
	G+J			
TERRAIN				
. alternances				
. bancs inf. à 0,50m				
. bancs sup. à 0,50m				
. pyrite				
. bioturbations				
. silix				
ASPECT DES ELEMENTS				
. taille				
. abondance				
. diversité				
NATURE DES ELEMENTS				
. quartz				
. silicifications				
. oolites				
. bioclastes				
- spicules de petite taille				
- spicules de grande taille				
- brachiopodes				
- gastéropodes				
- échinodermes				
- crinoïdes				
- bryozoaires				
- foram. test agglutiné				
- foram. test non agglutiné				

1.3 - INTERPRETATION

Pour chacune des coupes étudiées, l'ensemble de ces données sédimentologiques a permis de reconstituer l'évolution bathymétrique et le type de sédimentation rencontrés (fig.35). Dans un second temps, la comparaison de coupes concernant une même tranche d'âge, a permis de reconstituer la paléogéographie et d'intégrer celle-ci dans le modèle théorique et classique décrit par ailleurs (Chapitre 4).

2 - LES DIFFERENTS FACIES

2.1 - DESCRIPTION

Trois grands types de faciès apparaissent dans les treize coupes étudiées:

- . les faciès micritiques (carbonatés et argileux);
- . les faciès oolitiques;
- . les faciès à entroques.

Chacun de ces faciès sera subdivisé en groupes, eux-mêmes subdivisés en sous-groupes.

2.1.1 - Les faciès micritiques

Ce sont les faciès les plus abondants. On les rencontre aussi bien dans les faciès dauphinois (séries épaisses) que dans les faciès des calcaires de Laffrey (sous forme de micrites interstratifiées).

Les faciès micritiques peuvent être séparées en deux:

- . la micrite à spicules de spongiaires;
- . la micrite à foraminifères.

a) Les micrites à spicules de spongiaires

a1) Micrite à petits spicules. Faciès A

Sur le terrain: Ce faciès s'observe généralement dans des bancs de calcaires épais de 0,10 à 0,50 mètre, parfois métriques, qui constituent des alternances avec des passées argilo-calcaires d'épaisseur inférieure. La teinte en patine est fonction de la position stratigraphique: près du Lotharingien, elle est rouille en raison de la présence de pyrite; dans les autres niveaux, elle est plutôt grise ou noire. La cassure, généralement conchoïdale, est uniformément grise.

Les coupes présentant un tel faciès sont celles de Pont-du-Prêtre, St-Michel-en-Beaumont et Quet-en-Beaumont.

En surface polie: La structure est de type laminaire horizontale, soulignée par l'orientation locale de spicules de spongiaires, ou de bioturbations. Ces bioturbations sont plutôt de types I et IV, parfois V (fig.33).

En lame mince: Lame type BT 19. Coupe de St-Michel-en-Beaumont. Carixien.

Ce faciès correspond à un mudstone ou à un wackestone, renfermant de petits débris dont la taille excède rarement 0,1 mm et dont le pourcentage est compris entre 5 et 15 %.

Les éléments figurés, des plus abondants aux moins abondants, correspondent principalement à :

- . des petits spicules de spongiaires, qui représentent 90 à 95% de la masse des débris;
- . des foraminifères, principalement des nodosariidés, de tailles et de formes variées;
- . des coquilles de lamellibranches, brisées pour la plupart, parfois disposées parallèlement à la stratification;
- . enfin, mais plus rarement, des lenticulines, des radioles de spa tangidés, quelques ostracodes et des débris de crinoïdes ou d'astérides; ces derniers étant communs dans toutes les micrites déposées à grande profondeur.

Les éléments détritiques ne représentent jamais plus de 1% des allochèmes. Ils sont constitués par de microscopiques grains de quartz et de petites muscovites.

Les spicules de spongiaires ne s'organisent pas de façon quelconque. On observe, en effet, trois types d'agencements (fig.36): en amas concentriques, en amas quelconques ou en lits. Il arrive parfois que le canalicule central des spicules soit épigénisé par de la pyrite.

a2) Micrite à gros spicules. Faciès B

Hormis un plus grand nombre de bioturbations, l'aspect sur le terrain est semblable à celui du faciès à petits spicules (faciès A): bancs calcaires alternant avec des niveaux plus argileux. Les belemnites y sont également nettement plus abondantes.

En surface polie: la structure est de type laminaire plane horizontale, avec de nombreuses bioturbations de type I et IV (fig. 32 et 33).

En lame mince: lame type BT 148. Coupe de St-Michel-en-Beaumont. Domérien inférieur.

Le faciès est généralement de type wackestone avec un pourcentage de débris compris entre 10 et 25 %, pour une taille d'environ 0,2 mm.

Les éléments figurés, classés du plus abondant au moins abondant, correspondent à:

- . des spicules de spongiaires, parfois épigénisés par de la pyrite, formant la masse principale des bioclastes (leur taille avoisine généralement les deux millimètres, mais il arrive qu'elle soit supérieure).
- . divers métazoaires: débris de crinoïdes, lamellibranches et radioles de spongiaires;
- . des foraminifères, principalement des nodosariidés, mais aussi des lenticulines.

Les éléments détritiques sont peu abondants, 1 à 2 %. Ils sont représentés par quelques grains microscopiques anguleux de quartz et de muscovite. La nature détritique de ces derniers n'a d'ailleurs pas été prouvée.

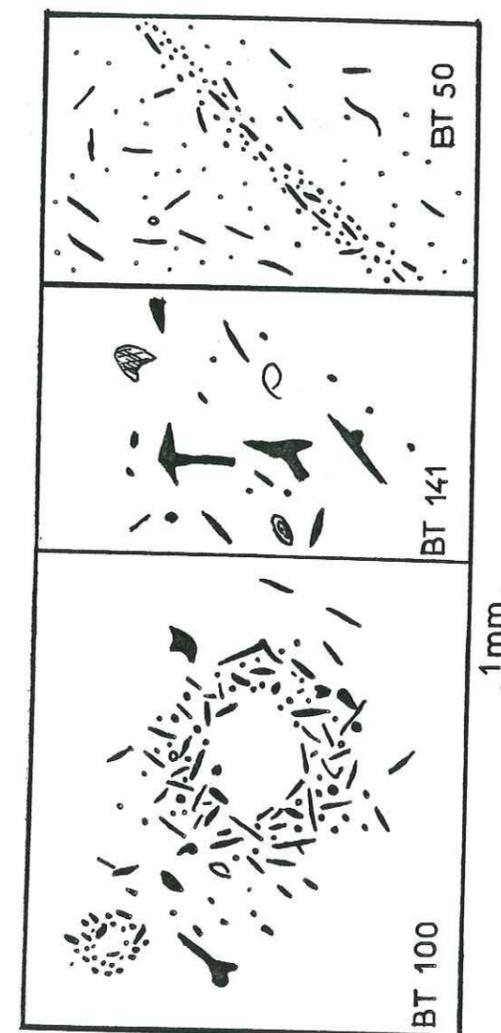


Figure 36 : Différents types d'agencements pour les spicules de spongiaires, à l'échelle de la lame mince.
 BT 100: Agencement en amas concentriques.
 BT 141: Spicules épars dans la matrice.
 BT 50: Agencement en lits parallèles ou non à la stratification.

a3) Micrite à spicules, lamellibranches et entroques. Faciès C

Ce type de faciès, interstratifié dans le calcaire de Laffrey, se rencontre essentiellement dans la partie occidentale du dôme de La Mure, où la formation des calcaires à entroques est la plus épaisse. Deux coupes présentent de tels faciès: la Pierre Plantée (PP) et la falaise de l'Aup (FA) à proximité du Serre de l'Horizon.

Ce type de faciès a toujours été considéré comme faisant partie, à part entière, du faciès des calcaires à entroques (feuille La Chapelle-en-Vercors, 1/50 000). En fait, l'analyse banc par banc a montré que les crinoïdes, loin d'être majoritaires, ne sont en réalité pas plus abondants dans ce cas, que les spicules de spongiaires ou les coquilles de lamellibranches.

Sur le terrain: ce type de faciès se rencontre dans des bancs massifs, puissants de 0,50 à 0,60 mètres. La patine, généralement gris clair, montre d'assez nombreux encroûtements rosés, correspondant vraisemblablement à des niveaux de rubéfaction.

De très nombreux silex, rognonneux pour la plupart, mais aussi stratoïdes parfois, sont communs à l'intérieur de tels faciès.

En surface polie: lorsqu'elle n'est pas masquée, la structure est de type laminaire ondulée horizontalement, parfois bioturbée (fig. 32 et 33).

En lame mince: lame type PP 47. Coupe de la Pierre Plantée. Domérien

Ce faciès correspond à un mudstone et plus souvent à un wackestone. La taille des éléments reste modeste (0,1-0,2 mm) et leur pourcentage varie de 5 à 20 %.

Le ciment, micritique, montre souvent un début de silicification.

Les bioclastes correspondent principalement à:

- . des fragments de lamellibranches, de brachiopodes, mais aussi d'ostracodes;
- . des spicules de spongiaires;
- . des nodosariidés, généralement très petits;
- . enfin, des plaques d'échinodermes et des crinoïdes, bien souvent silicifiés.

La fraction détritique n'excède pas 1%. Elle est essentiellement constituée de petits grains de quartz et de muscovite.

Variante de ce faciès: il existe une variante à ce faciès. Ce sont des bancs décimétriques, riches en coquilles de lamellibranches et pauvres en spicules et en crinoïdes. Tous les autres caractères sont communs avec le faciès C.

Cette variante du faciès C peut se rencontrer dans les faciès d'âge hettangien de la base de la coupe de Côte Dure (base des séries épaisses).

b) La micrite à foraminifères

Ce faciès ne renferme pas exclusivement des foraminifères. Néanmoins, leur abondance a permis de distinguer un groupe de micrites nommé micrites à foraminifères. Deux sous-groupes sont individualisés: l'un à éléments de grande taille, l'autre à éléments de petite taille.

b1) Biomicrite à nodosariidés, ataxophragmidés et gros éléments (Faciès D). Lame type: BT 266 b. Coupe Versenat - Pliensbachien

Ce type de faciès n'existe que dans la formation des calcaires de Laffrey, sous forme d'intercalations, distinguées seulement en lame mince.

Sur le terrain: l'épaisseur des bancs constituant ce faciès est décimétrique à pluridécimétrique. Leur teinte est généralement grise, en patine comme en cassure. Leur base est irrégulière (load casts ou flute-casts) et parfois rubéfiée. Ce faciès, contrairement aux faciès bioclastiques qui l'encadrent, ne renferme aucun silex.

En surface polie: la structure est de type laminaire ondulée, irrégulièrement et horizontalement (fig. 32).

En lame mince: le sédiment correspondant est un wackestone renfermant 20 à 25% d'éléments figurés. Le ciment micritique est souvent néosparitité. Les éléments figurés, montrant généralement un début de silicification, ont une taille qui avoisine les 0,3 mm.

Les bioclastes correspondent généralement à:

- . de nombreux ataxophragmiidés (Gaudryina, Valvulina ou Trochammina). Ces foraminifères, de milieux vaseux, sont abondants (environ 50 par lame);
- . d'autres foraminifères, tels que des lenticulines, des trocholines et Nubecularia sp. ou Planinvolvoluta côtoient d'abondants nodosariidés;
- . enfin, d'assez nombreux métazoaires, tels que des brachiopodes, des lamellibranches et quelques entroques.

Il est à noter que ce faciès a fourni Involvolutina liasica (détermination D. VACHARD) qui est le seul foraminifère donnant une indication chronologique: son âge est habituellement Pliensbachien.

Les éléments détritiques, peu abondants (moins de 2%), sont toujours constitués de petits quartz et muscovites, mais aussi de petits lithoclastes de dolomie.

b2) Biomicrite à nodosariidés, ataxophragmiidés et petits éléments (Faciès E)

Sur le terrain: ce faciès, présent dans la formation des calcaires de Laffrey, est d'aspect analogue à celui des calcaires bioclastiques. L'épaisseur des bancs est de 0,20 à 0,30 m. Compacts la plupart du temps, ces bancs peuvent présenter localement un débit en miches.

De nombreuses coquilles de lamellibranches, principalement des huîtres (*Gryphea* sp.), en position de vie, se rencontrent préférentiellement près de ces niveaux.

En surface polie: La structure est laminaire ondulée irrégulièrement et horizontalement (fig.32).

En lame mince: lame type BT 299. Coupe de Versenat. Domérien-Toarcien. Le sédiment correspondant est un wackestone, renfermant entre 25 et 30% de débris, parfois plus. La taille des éléments est de l'ordre de 0,1 mm, avec certains bioclastes pouvant atteindre 0,5 mm.

Les bioclastes correspondent à:

- . d'abondants spicules de très petite taille (20 % des éléments);
- . de nombreuses coquilles de petits lamellibranches et d'ostracodes;
- . quelques foraminifères de petite taille, généralement à test agglutiné, et des nodosariidés (quelques lenticulines peuvent être rencontrées);
- . enfin, quelques petits crinoïdes complètent l'association faunistique.

La fraction détritique est presque inexistante.

c) Les faciès marneux (Faciès K)

A plusieurs reprises, et intercalés dans d'autres types de faciès, des marnes ou des calcaires très argileux forment de véritables ensembles lithologiques, parfois plurimétriques. Ces horizons se retrouvent aussi bien dans les séries épaisses (St-Michel-en-Beaumont, Côte-Dure) que dans des séries réduites (Falaise de l'Aup).

Ce type de faciès qui n'est qu'une variante plus riche en argile des micrites précédemment décrites, renferme généralement des gastéropodes et parfois des crinoïdes.

Au-dessus de l'encroûtement ferrugineux sommital des calcaires de Laffrey (coupe de Versenat), les premiers décimètres des marnes toarciennes ont livré des fragments de pédoncules de pentacrines appartenant au genre *Balanocrinus*.

2.1.2 - Les faciès oolitiques (Faciès F)

Ces faciès sont peu développés dans le secteur étudié. Ils ont été rencontrés à la base des séries dauphinoises (Rhétien et Hettangien) sur les coupes de Côte Dure et du Grand Serre (NE de La Mure).

Sur le terrain: ce sont généralement des bancs d'épaisseur moyenne (0,30 à 0,50 m), de teinte beige et à débit en miches. Les joints, ondulés et de faible épaisseur, montrent généralement des teintes rubéfiées parfois très vives.

En surface polie: la structure est à très forte isotropie (fig. 32).

En lame mince: lames types BT 908 - BT 921. Coupe Côte Dure. Rhétien Hettangien.

Il s'agit d'un grainstone composé exclusivement d'oolites qui représentent environ 50 % du volume de la lame. Le cortex, bien régulier, de teinte brune, entoure un nucléus plus clair dont la nature n'est qu'exceptionnellement décelable.

La taille des oolites est de l'ordre de 0,3 à 0,5 mm, et le classement est généralement bon.

Les bioclastes constituant les nucléi des oolites sont principalement des plaques d'échinodermes, des coquilles de lamellibranches ou des radioles de spatangidés.

Ce type de faciès montre localement des cimentations sous-marines précoces.

Le détritisme est totalement absent de ce faciès.

Variante de ce faciès: il existe une légère variante à ce faciès, renfermant des bioclastes légèrement oolitisés, de taille inférieure aux oolites du faciès précédent (seulement 0,1 ou 0,2 mm). A la différence, du faciès précédent, tous les éléments ne sont pas oolitisés. Ceci est envisageable à proximité du milieu oolitisant, mais suffisamment loin pour que le phénomène d'oolitisation ne soit pas trop prononcé. La nature des bioclastes et le pourcentage des oolites sont identiques à ceux du faciès F.

2.1.3 - Les faciès à entroques

Divers types de faciès à entroques ont été mis en évidence. La distinction est basée sur l'allure des bancs renfermant les entroques, ou bien sur l'état de conservation de échinodermes. Trois grands ensembles sont ainsi distingués:

- . les faciès à entroques interstratifiés dans les séries épaisses (faciès G);
- . les faciès des calcaires de Laffrey (faciès H);
- . les faciès à entroques dispersées dans la micrite (faciès J, séries épaisses).

a) Les faciès à entroques interstratifiés dans les faciès micritiques (faciès G)

Ce type de faciès n'est rencontré que dans les séries épaisses: Quet-en-Beaumont, Saint-Michel-en-Beaumont, Le Pont-du-Prêtre. Tous les caractères de ces faciès permettent d'interpréter ces intercalations comme représentant des turbidites.

Sur le terrain: ces faciès à entroques sont toujours interstratifiés dans les faciès micritiques à petits et gros spicules (faciès A et B), dès le Carixien basal (peut-être même déjà au Lotharingien) et jusqu'au Domérien inférieur.

Il est particulièrement aisé de repérer de tels niveaux sur le terrain, car leur teinte claire et le liseré de silex qui les souligne se distingue du premier coup d'oeil.

Leur épaisseur est d'environ 0,30 m, mais il existe de simples liserés centimétriques ou, au contraire, des bancs métriques. D'autre part, l'épaisseur d'une même intercalation à entroques varie latéralement.

Ces bancs de faciès crinoïdique occupent une position quelconque par rapport aux faciès micritiques A et B. Le contact basal avec la micrite est nettement tranché, tandis que la limite sommitale est plus floue, surtout lorsqu'un granuloclasement est visible (fig. 37). Il semble même que les fragments échinodermiques se dispersent dans une micrite devenue relativement plus abondante.

En surface polie: l'intense recristallisation masque la structure. Cependant, il est parfois possible de déterminer une structure laminaire plane horizontale à forte hétérométrie des constituants (granuloclasement) ou sans hétérométrie des constituants (non granuloclassé).

En lame mince: lame type: BT 37 a et b. Coupe St-Michel-en-Beaumont. Carixien.

Le sédiment correspondant à ce faciès est un packstone (moins de 50 % de débris), où le ciment est une microsparite, voire une sparite bien souvent néoformée. L'ensemble est très recristallisé.

La taille moyenne est de l'ordre de 0,5 mm, mais il existe de plus gros débris (d'astérides en particulier) pouvant atteindre 2 ou 3 mm.

Les éléments figurés, qui présentent souvent des figures de dissolution intergranulaire, correspondent à:

- . de très nombreux métazoaires: débris d'échinodermes dont une grande proportion de crinoïdes et d'astérides, fragments de lamelli-branches, de brachiopodes, d'ostracodes, de scaphopodes et de nombreux spicules de spongiaires;
- . des foraminifères, peu nombreux, représentés principalement par des nodosariidés et quelques rares ataxophragmiidés;
- . quelques bryozoaires souvent usés.

Du point de vue détritique, on signalera la présence, essentiellement à la base des intercalations, de petits quartz anguleux et de micaschiste. De même, des galets de micrite de toutes tailles, riches en spicules peuvent être rencontrés.

b) Le faciès à entroques de type calcaire de Laffrey (Faciès H)

Sur le terrain: un tel faciès se présente sous forme de bancs décimétriques à métriques de calcaire gris, sans joints distincts. La taille des bioclastes varie en fonction de la position géographique: elle est nettement moins grande dans la partie occidentale que dans la partie orientale du dôme de La Mure.

La superposition de plusieurs bancs présentant ce faciès donne aux coupes verticales un aspect monotone. Ceci est dû à la faible différence de dureté ou de degré d'altération entre deux bancs de même faciès.

Sur le terrain, les calcaires de ce type sont toujours colonisés par des peuplements de chênes, qu'ils affleurent ou qu'ils soient masqués par de la terre végétale.

Les calcaires à entroques de type Laffrey renferment, principalement à l'Ouest de La Mure, une grande quantité de silex stratoïdes ou rognonneux.

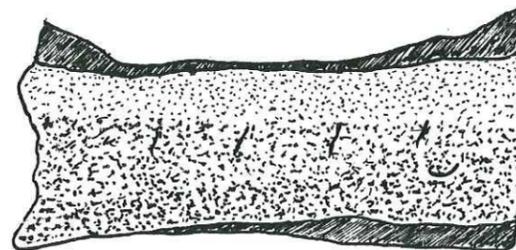


Figure 37: Granuloclasement mis en évidence dans la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont (échantillon BT 56, fig.15).

En surface polie: la structure est très difficilement décelable en raison de l'importante silicification. Il semble néanmoins qu'il s'agisse d'une structure laminaire plane sans hétérométrie des constituants (fig. 32).

En lame mince: lame type BT 251. Coupe Versenat. Hettangien ? ou Sinémurien Il s'agit d'une biomicrosparite (peut-être de néoformation) constituant un packstone contenant 30 à 40 % d'éléments figurés. Les débris dont la taille oscille entre 0,3 et 1 mm, présentent pour la plupart des phénomènes de dissolution intergranulaire accentués par des phénomènes de stylolitisation.

Outre les échinodermes, dont un fort pourcentage de crinoïdes, les bioclastes correspondent à :

- . des métazoaires parmi lesquels des fragments de scaphopodes, de lamellibranches, de gastéropodes, de brachiopodes, d'ostracodes, de radioles d'oursins et quelques rares céphalopodes;

- . des foraminifères, essentiellement des nodosariidés, mais aussi des trocholines, des lenticulines et quelques ataxophragmiidés.

La fraction détritique des faciès à entroques n'est généralement pas très importante (inférieure à 1 %). Cependant, à la partie sommitale des coupes, la quantité de lithoclastes de quartz et de micaschiste augmente considérablement pour atteindre parfois 5 à 10 % des éléments figurés. La taille de ces lithoclastes peut atteindre deux à trois centimètres.

De nombreux rhomboèdres de dolomie se rencontrent dans ces faciès à entroques. Ils ont probablement pour origine les hautes teneurs en magnésium des oscicules d'échinodermes: le magnésium expulsé de leur trame lors de la diagenèse a servi à l'élaboration des rhomboèdres. Ce phénomène a vraisemblablement été accentué par la compaction, probablement importante, soulignée par l'abondance des stylolites.

On remarquera enfin qu'un mélange d'éléments usés et de débris bien conservés s'observe à l'échelle de la lame mince.

c) Les faciès à entroques dispersées dans une micrite-Faciès J
Ce faciès, qui aurait pu aussi bien être classé dans les faciès micritiques, se rencontre exclusivement dans la coupe de St-Michel-en-Beaumont, et plus rarement dans les coupes de Quet-en-Beaumont et du Pont-du-Prêtre.

Sur le terrain: ce type de faciès caractérise généralement des bancs d'épaisseur moyenne (0,40 m), mais se trouve également dans de très gros bancs (2 m). Parfois, il constitue de simples liserés à l'intérieur de joints calcaréo-argileux. Un timide granoclasement peut s'observer.

En surface polie: La structure semble de type laminaire plane sans hétérométrie apparente des constituants. La bioturbation est très importante, de type I et II principalement (fig.32).

En lame mince: lame type BT 197. Coupe St-Michel-en-Beaumont. Domérien supérieur. Ce faciès correspond à un sédiment de type wackestone ou packstone, dans lequel les éléments figurés, de grande taille (0,8 à 1,5 mm) occupent 15 à 70 % du volume total du sédiment. La répartition des entroques est extrêmement arbitraire: on passe, de bas en haut, d'un niveau pétri de crinoïdes (70 %) à une passée comparativement

très pauvre (15 %) en l'espace de quelques millimètres d'épaisseur.

Les bioclastes sont essentiellement des fragments d'échinodermes dont de nombreux crinoïdes et astérides, généralement très bien conservés. Outre les échinodermes, on note la présence:

- . des débris de bryozoaires généralement usés et fragmentés;
- . de spicules de spongiaires de grande taille et de radioles de spatangidés;
- . de fragments de coquilles de divers organismes: bivalves, ostracodes;
- . d'assez nombreux foraminifères, des nodosariidés principalement.

Ces faciès peuvent être très riches en éléments détritiques, ou au contraire très pauvres. Ainsi, le pourcentage de quartz et de micaschiste varie-t-il de 1 à 5 % (fig. 38). Mis à part les fragments de quartz et de micaschistes, de nombreux galets de micrite à gros spicules (faciès B) semblent remaniés à l'intérieur de ce faciès, proche des faciès observés dans les coulées boueuses (par exemple, du domaine vocontien décrites par S. FERRY 1976 et par H. ARNAUD, 1981).

2.2 - PARTIE INTERPRETATIVE

Les divers faciès décrits ci-dessus correspondent tous à un milieu de dépôt bien précis. L'évolution structurale étant constante au Trias et au Lias dans les régions étudiées, il est impossible de replacer chacun de ces faciès dans un modèle théorique de marge (Chapitre 3). On peut néanmoins tenter de les classer du plus profond au moins profond, dans l'ordre suivant:

- . les micrites à petits puis à gros spicules (faciès A et B) et les faciès marneux (faciès K);
- . les micrites à spicules, lamellibranches et entroques (faciès C) passant vers les domaines internes à la variante du faciès C, plus riche en lamellibranches et autres coquilles;
- . les micrites à foraminifères;
- . les calcaires à entroques de type calcaires de Laffrey (faciès H);
- . les calcaires oolitiques (faciès F).

En ce qui concerne les faciès à entroques interstratifiés ou à entroques dispersées (Faciès G et J), il s'agit de faciès allochtones qui proviennent de milieux moins profonds que ceux dans lesquels ils se déposent.

2.2.1 - Les faciès micritiques (A+B+C+D+E+K)

a) Micrite à spicules (Faciès A+B)

On admet généralement que le sédiment originel correspondant aux micrites est une vase qui présente tous les caractères d'une sédimentation de bassin, telles que des alternances de calcaires et de calcaires argileux. Il n'existe par ailleurs que peu d'organismes en dehors des spicules de spongiaires largement majoritaires.

Les spicules de spongiaires des faciès de bassin

Nous avons vu ci-dessus qu'il existait deux types de spicules: les uns de petite taille, les autres de grande taille. L'examen attentif des coupes montre que la disposition des spicules n'est pas quelconque. Les coupes de Saint-Michel-en-Beaumont, de Quet-en-Beaumont et du Pont-du-Prêtre présentent des faciès à petits spicules à leur base et des faciès à gros spicules à leur sommet (fig. 7).

On peut tenter de fournir trois explications différentes pour un tel phénomène:

. ou bien cette observation serait sans signification et seulement due au hasard;

. ou bien, il est possible de penser à une évolution de la taille des espèces. Durant le Jurassique, la taille des spongiaires a pu croître d'où une prédominance de gros spicules au sommet des coupes. Cette explication reste une pure supposition que l'on ne peut ni confirmer, ni infirmer ici, faute de données sur les spongiaires jurassiques;

. ou bien on peut supposer que l'accroissement de la taille des spongiaires est lié à une variation de la profondeur. Les gros spicules proviendraient d'espèces vivant à plus faible profondeur que celles ayant donné des petits spicules. Cette explication pourrait être la plus satisfaisante ici, compte tenu des autres données paléontologiques (présence d'une faune plus diversifiée en association avec les gros spicules de spongiaires).

Agencement des spicules de spongiaires

Trois grands types d'agencement des spicules de spongiaires ont été rencontrés en lame mince (fig. 36):

. L'agencement en lits

Les spicules sont tous disposés de façon à ce que leur plus grande longueur soit alignée, parallèlement à la stratification des calcaires;

. L'agencement en amas concentriques

Les spicules, disposés en couronnes, ménagent au centre un vide de forme circulaire, généralement rempli de micrite.

. L'agencement quelconque

Cette disposition, la plus répandue montre une absence complète d'organisation de spicules.

Interprétations

Pour l'agencement en lits, on peut invoquer une influence biologique: un animal ayant ingéré des spongiaires a pu les déglutir et les disposer parallèlement à la stratification (c'est l'effet de la bioturbation); on peut également envisager un léger remaniement par des courants.

En ce qui concerne l'agencement en amas concentriques, il est vraisemblable qu'une telle disposition corresponde au non-démantèlement d'un spongiaire après sa mort. Ce type de disposition peut correspondre à deux phénomènes différents.

. La présence d'un milieu confiné, dépourvu d'organismes nécrophages ou fouisseurs;

. L'intervention de courants de turbidité qui peuvent soit enfouir les spongiaires sur place, soit les transporter et les redéposer plus loin au sein d'une turbidité.

Dans l'état actuel des choses, il est impossible de trancher, seules sont évoquées ici les diverses possibilités.

b) Les micrites à spicules, lamellibranches et entroques (faciès C)

Cette association d'éléments aussi variés que des spicules, des lamellibranches et des entroques, suggère un faciès intermédiaire entre des faciès de bassin et des faciès de talus. On pourrait d'ailleurs attribuer à ces faciès le nom de faciès de transition.

Ils sont d'ailleurs présents dans les coupes de la Pierre Plantée (PP), de la Falaise de l'Aup (FA), géographiquement proches du secteur du Senépy, constitué de Lias dauphinois, à spicules et céphalopodes.

Il est possible de trouver un tel faciès intermédiaire entre des faciès oolitiques et des dolomies ou entre des faciès oolitiques et des faciès de bassin typiques.

c) Les micrites à foraminifères (faciès D et E)

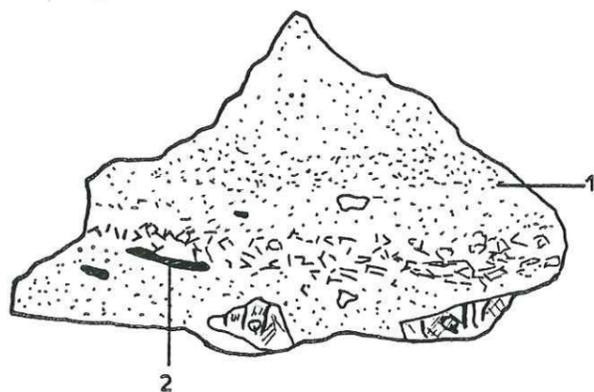
Ces faciès, trouvés en association avec les calcaires à entroques de type Laffrey, représentent probablement une image différente d'un même milieu de dépôt. Afin d'interpréter l'association de deux faciès aussi différents, il est obligatoire de considérer trois possibilités: ou bien l'un des deux faciès est remanié (soit le faciès micritique, soit le faciès bioclastique), ou bien les deux sont remaniés, ou bien il existe un phénomène d'exclusion entre foraminifères et crinoïdes, qui auraient des exigences différentes pour leur développement.

En effet, les crinoïdes captent les matières nutritives en suspension. Ils ont besoin de courants réguliers. Par contre, les foraminifères, vivant sur le fond, ont besoin d'une certaine luminosité et surtout de certains types de substrat (vaseux ou sableux). Ceci implique qu'en présence de courants, la nature du substrat peut changer et entraîner la disparition de foraminifères au profit de crinoïdes.

Certains arguments de terrain sont compatibles avec un remaniement du faciès à entroques. En effet, le passage de bas en haut des faciès à entroques aux micrites se fait de façon progressive tandis que le passage, toujours de bas en haut, des micrites aux calcaires à entroques (faciès H) est plus brusque et tranché (fig. 39).

D'autres arguments plaident en faveur d'une autochtonie de la micrite: pas de structure bien nette, homogénéité, disposition quelconque des organismes et absence de détritisme.

Cette interprétation n'élimine pas celle d'une incompatibilité entre crinoïdes et foraminifères, et on peut même penser que les deux sont à relier. On peut aussi avoir affaire à des sédiments bioclastiques issus de milieux exclusivement à crinoïdes déposés dans des milieux exclusivement à foraminifères.



1: Calcaires à entroques
2: Calcaires argileux
Q: Galets anguleux de quartz

Figure 38 : Echantillon BT 52I: schéma d'une lame mince taillée dans un banc bioclastique riche en galets anguleux de quartz et micaschiste. Ces galets se disposent plutôt à la base des bancs.

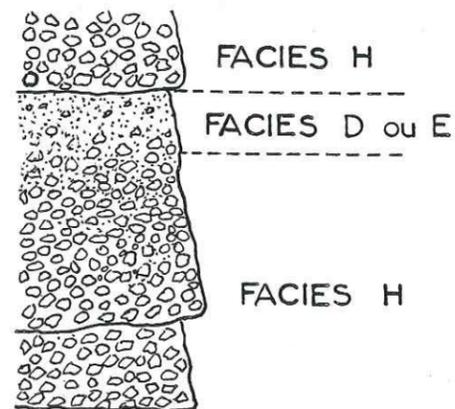


Figure 39 : Schéma montrant le passage progressif, de bas en haut, des calcaires bioclastiques (calcaires de Laffrey, faciès H) aux micrites à foraminifères (faciès D ou E) opposé au passage plus tranché des micrites D ou E aux calcaires de Laffrey H.

2.2.2 - Les faciès oolitiques

Ce type de faciès lorsqu'il est rencontré présente des caractères communs:

- . présence de la succession verticale de petits oolites puis de grosses oolites, et à nouveau de petits oolites;
- . microfaune peu variée;
- . très bon classement des éléments.

Il est admis que les milieux oolitiques sont des milieux:

- . peu profonds;
- . soumis à des courants alternatifs de marée;
- . situés à la limite entre eaux chaudes carbonatées de plate-formes et des eaux plus froides d'origine océanique.

Les oolites trouvées lors de cette étude sont peut-être remaniées ce qui ne permet pas de conclure de façon formelle sur la nature du milieu dans lequel elles se sont sédimentées.

2.2.3 - Les faciès à entroques (faciès G, H, J)

Il convient en premier lieu de mentionner que cette analyse des faciès à crinoïdes n'aurait pas pu exister sans l'aide considérable de M. ROUX (Université de Lyon) que je remercie sincèrement.

Il convient également et avant d'interpréter les séries à crinoïdes en termes paléogéographiques de reconstituer les caractères principaux des crinoïdes fossiles, grâce à une comparaison avec des crinoïdes actuels (ROUX, 1979).

Les entroques ou débris d'échinodermes rencontrés appartiennent à quatre classes: les échinides, les astérides, les ophiurides et les crinoïdes. Dans les séries étudiées, on rencontrera aussi bien des faciès présentant toutes les classes (faciès G et J), que des faciès ne renfermant qu'une seule classe (faciès H, riche en crinoïdes).

En ce qui concerne les crinoïdes, il faut toutefois manier l'actualisme avec un raisonnement critique. Pour les pentacrines, la transposition actuel - fossile ne pose pas de problème majeur, car leurs caractères morphofonctionnels et leurs exigences écologiques semblent être restés identiques depuis le Lias. De plus, nous disposons d'informations détaillées sur l'écologie de pentacrines actuelles. En revanche, pour les Cyclocrinus, il faut procéder par analogie morphofonctionnelle, car il n'existe plus de représentants actuels.

a) Milieu de vie des crinoïdes

On peut considérer que la colonisation des milieux par les crinoïdes *Cyrtocrinidae* et *Isocrinidae*, est liée à deux types de phénomènes: la présence de courants et la quantité de ressources trophiques.

- La présence de courants

Les prairies à crinoïdes se localisent actuellement toujours en dessous des zones d'agitation liées à la houle, c'est-à-dire à plus de 100 mètres de profondeur. Cependant, ce sont des organismes rhéophiles (MACURDA et MEYER, 1974 in M. ROUX et C. PLAZIAT, 1978), donc qui ont

besoin d'un certain courant pour subsister (jusqu'à 20 ou 25 cm/s pour certains crinoïdes pédonculés d'après M. BOURBON et al., 1980).

- Ressources trophiques

Les ressources trophiques ont des conséquences directes sur la taille des crinoïdes et sur leur existence même.

Il convient, en premier lieu de poser que les ressources trophiques de surface sont constantes. Le volume de nourriture produit en surface va décroître avec la profondeur, en raison du prélèvement d'organismes variés. En conséquence, les crinoïdes, qui sont des organismes filtreurs ou suspensivores vont s'alimenter à l'aide de cette matière en suspension.

Les crinoïdes vivant dans les milieux les plus profonds, c'est à-dire ceux ne recevant que peu de matières nutritives, vont devoir s'adapter ou disparaître. Ils s'adapteront de deux manières: soit en diminuant leur taille, soit en allégeant leur squelette (les bras des petits Cyclocrinus vivant en dessous de 1000 mètres ont un réseau squelettique peu dense).

Il est bien évident que si le stock de nourriture de surface vient à diminuer, les crinoïdes, bien que vivant toujours à la même profondeur, vont s'adapter de la même manière, c'est-à-dire par une diminution de la taille et un allègement du squelette.

b) Facteurs défavorables

Il existe plusieurs facteurs incompatibles avec la présence de crinoïdes:

- . L'absence de courants (sauf si la nourriture est abondante), ou la présence de courants trop rapides, ces derniers entraînant inévitablement des turbulences qui arrachent les pédoncules ou les plaquent sur le fond.
- . La déstabilisation du milieu qui peut être due à:
 - . une modification brusque du taux de sédimentation;
 - . l'arrivée de corps remaniés (turbidites, mass-flow);
 - . l'existence d'importants mouvements tectoniques qui peuvent conduire à une modification de la paléotopographie entraînant la disparition de courants nécessaires à la vie des crinoïdes.

D'après M. ROUX, l'ensemble des données concernant les formes actuelles a permis d'établir une zonation bathymétrique pour les crinoïdes rencontrés (fig. 40). On constate que la taille des organismes est liée à la profondeur à laquelle ils vivent: les grosses formes sont les moins profondes (nourriture abondante) et les plus petites sont les plus profondes (nourriture plus rare).

c) Sédimentologie des formations à entroques

Les micrites de bassins, à spicules de spongiaires, contiennent également quelques petits crinoïdes dont le pourcentage d'articles retrouvé est de l'ordre de celui qui peut être enregistré dans les colonies actuelles de Jamaïque (0,6 individus par m², CONAN et al., 1981).

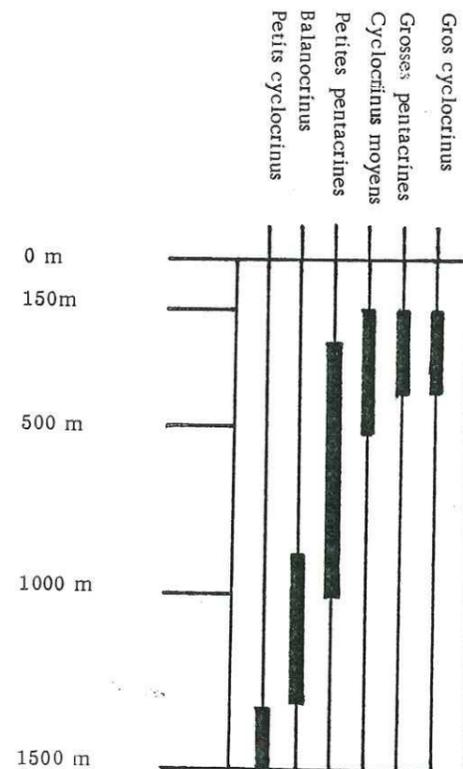


Figure 40 : Zonation bathymétrique des crinoïdes tirée de l'actuel (pentacrines), ou par analogie avec des équivalents écologiques actuels (Cyclocrinus), d'après M. ROUX, communication orale.

c1- Les faciès des calcaires de Laffrey

Ces calcaires renferment de nombreux articles de crinoïdes, usés ou non, qui constituent, sur une épaisseur parfois importante (50 m), des formations monotones.

Il semble que, dans de telles formations, les articles de crinoïdes se soient déposés sur place ou à proximité sans grand déplacement, car toutes les parties de crinoïdes sont retrouvés (tige, calice, cirrhes), concentrés.

Ainsi, la grande majorité des faciès de calcaires de Laffrey représente-elle le témoin de populations vivantes sur leurs propres débris?

L'usure de certains articles est difficile à comprendre, il est peu probable que la seule force du courant puisse user les articles.

Par contre, après dépôt sur le fond, il est possible d'envisager une usure par dissolution des articles grâce aux courants.

c2 - Les faciès à entroques interstratifiés dans les micrites (Faciès G)

L'ensemble des caractères de ces bancs bioclastiques permet de considérer qu'il s'agit de turbidites* (ravinement à la base des bancs, granuloclasement, sparitisation et silicification).

La description que donne BOUMA (1962) des turbidites typiques implique la présence de cinq divisions (fig. 41).

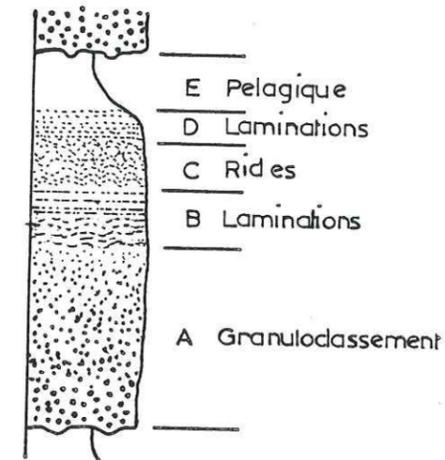
Les coupes étudiées n'ont jamais fourni la séquence idéale de BOUMA, mais seulement, deux ou trois divisions.

Cette observation permet de tenter de replacer les turbidites étudiées dans le schéma théorique montrant les relations entre séquence idéale de BOUMA et étalement horizontal de la turbidite (d'après MEISHNER, 1964 in FERRY, 1976). Les turbidites du Beaumont, toujours incomplètes, pourraient se situer dans la partie proximale, à mi-distance entre séquence idéale et séquence proximale sensu-stricto, à condition évidemment que le matériel originel n'ait pas été suffisamment bien classé.

Cette position n'est pas contradictoire avec ce qui a pu être observé par ailleurs, c'est-à-dire l'augmentation de l'épaisseur cumulée des turbidites vers le Nord-Est (cf. Chapitre 2).

Il est parfois possible de distinguer deux types de turbidites:

. Turbidite à astérides: elles constituent des bancs d'épaisseur importante (plus de 0,40 m), et en plus des crinoïdes, elles renferment de gros fragments (centimétriques ou plus) d'astérides. Ces turbidites représentent probablement celles dont la zone de départ est la plus proche de la surface.



TURBIDITE (Bouma)

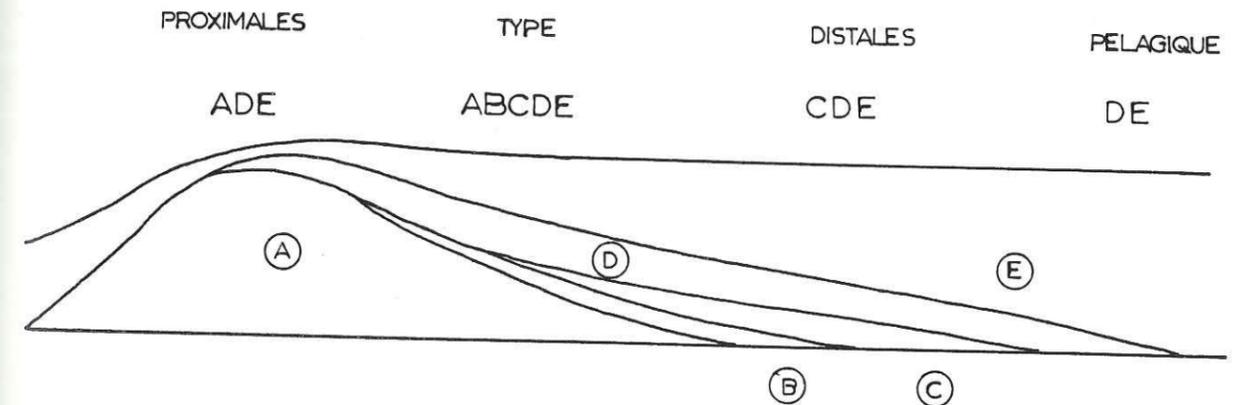
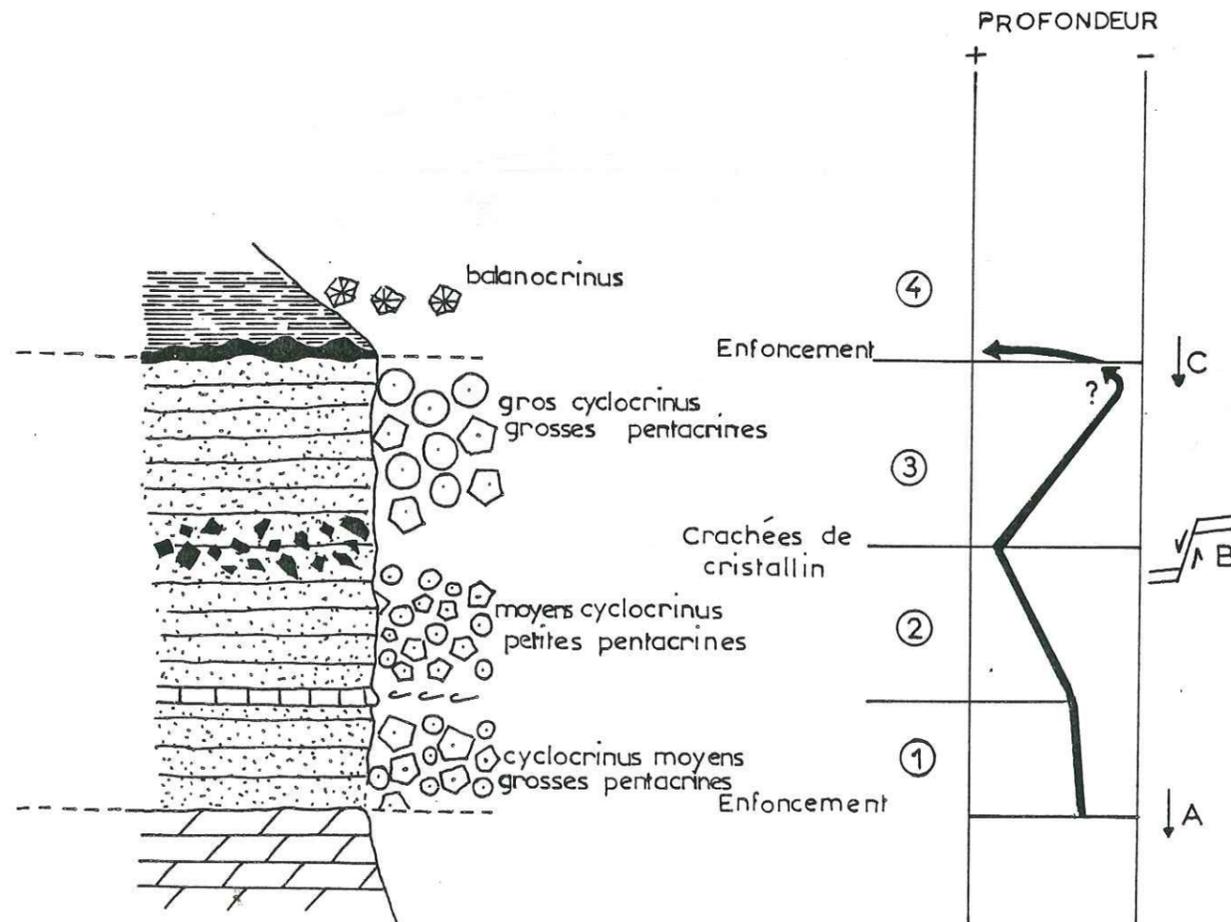


Figure 41: Schéma théorique d'une turbidite et agencement des termes dans une coupe longitudinale théorique d'après BOUMA (1962), MIDDLETON et HAMPTON (1973) et FERRY (1976) in ARNAUD (1981).

Figure 42 : Succession des diverses formes de crinoïdes à l'intérieur des calcaires de Laffrey et mouvements du fond sous-marin résultants.

I: profondeur moyenne. 2: profondeur importante. 3: profondeur peu importante. 4: profondeur très forte, supérieure à 2.



. Turbidites à crinoïdes: elles forment des bancs d'épaisseur inférieure à 0,50 m. Leurs caractères généraux sont identiques et seuls sont absents les éléments d'astérides qui caractérisaient les turbidites précédentes.

c3 - Les faciès à entroques dispersés dans une micrite (Faciès J)

La présence d'une matrice micritique, parfois argileuse, dans laquelle sont isolés des éléments biodétritiques, voire même des éléments issus du socle (quartz et micaschistes) caractérise une coulée boueuse (H. ARNAUD, 1981).

La taille des éléments emballés est extrêmement variable de sorte que des éléments millimétriques et des éléments pluricentimétriques peuvent se côtoyer.

Les phénomènes de coulées boueuses n'entraînent généralement aucun tri granulométrique, et peu de corrosion. C'est ici le cas, car la matrice fine contient de nombreux articles de crinoïdes intacts.

Ce type de faciès n'est pas rare dans la région étudiée: il se présente sous forme d'une succession de bancs calcaires d'épaisseur variable, sur une puissance de 80 m environ (coupe de Saint-Michel-en-Beaumont). Habituellement, les coulées boueuses renferment des horizons autochtones ou des turbidites (séries vocontiennes par FERRY 1976 ou du Dévoluy avec la coupe des Amayères, H. ARNAUD, 1981).

c4 - Interprétation des faciès à entroques

A partir de l'analyse sédimentologique effectuée ci-dessus, il est possible de tenter une interprétation générale basée sur l'agencement des diverses formes de crinoïdes, sur toute l'épaisseur du Lias.

Dans les séries réduites comme dans les niveaux bioclastiques des séries épaisses, on rencontre la même succession de formes de crinoïdes illustrée sur les figures 42 et 43.

Il s'agit de bas en haut:

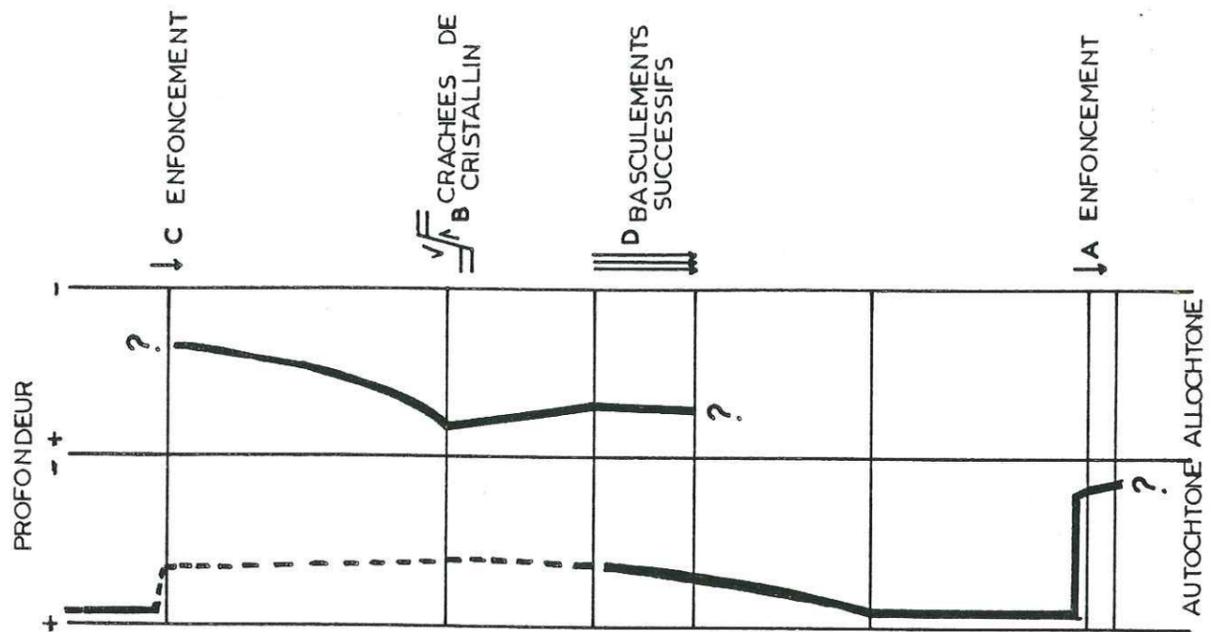
- . de grosses pentacrines (parfois moyennes) associées à des Cyclocrinus de taille moyenne;
- . Cyclocrinus de taille moyenne associés à de petites pentacrines;
- . gros Cyclocrinus et grosses pentacrines.

Indépendamment de ces formes, et dans tous les faciès micritiques se rencontrent de très petits Cyclocrinus au squelette allégé.

De cette succession type, il convient de noter des variantes de détail des séries épaisses aux séries réduites:

. dans les marnes toarciennes, du sommet des calcaires de Laffrey, il a été trouvé des Balanocrinus, espèce de pentacrine très profonde. Cette espèce de pentacrine n'a pas été retrouvée dans les séries épaisses.

. les grosses pentacrines et les Cyclocrinus de taille moyenne de la base sont peut-être de taille inférieure dans les coupes épaisses.



1: TURBIDITES ET COULEES BOUEUSES
2: TURBIDITES A/SANS ASTERIDES

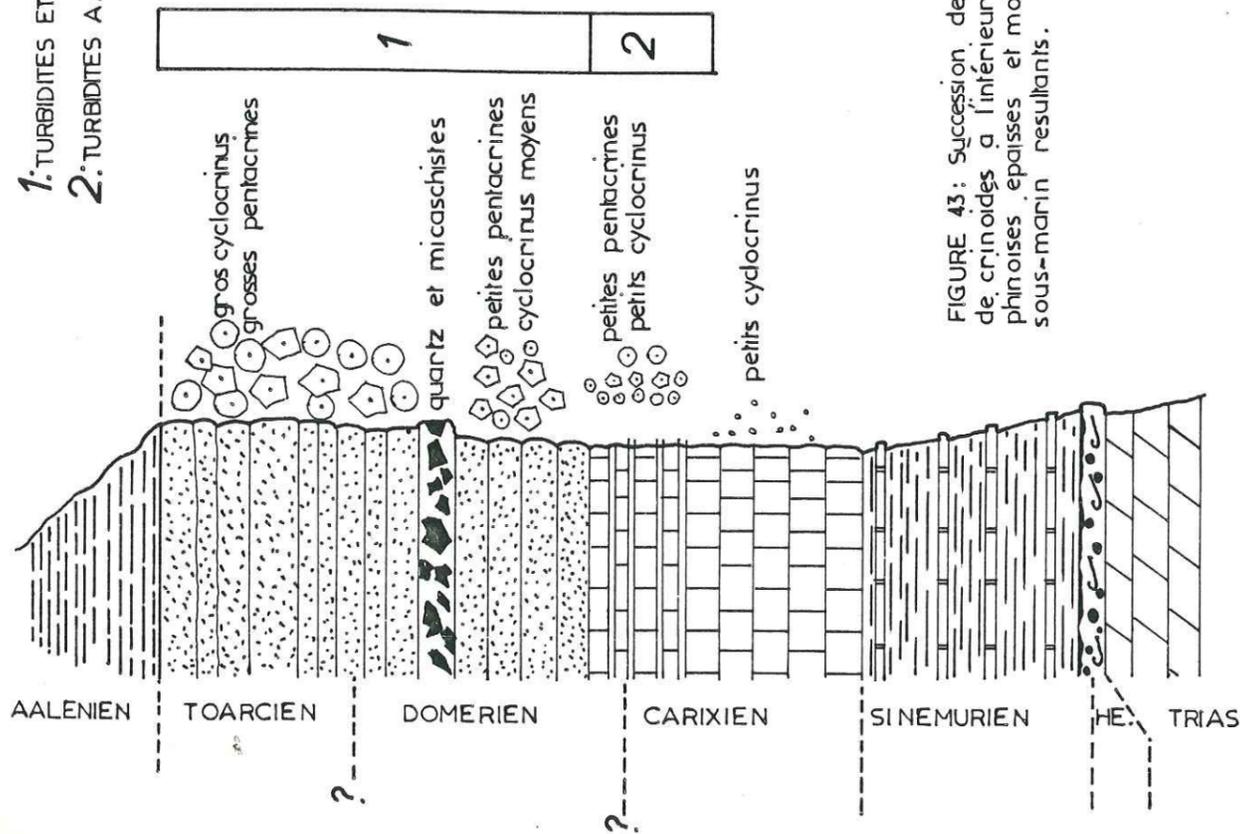


FIGURE 43: Succession des diverses formes de crinoïdes à l'inférieur des séries d'ophiolites épaisses et mouvements du fond sous-marin résultants.

Il est également intéressant de noter que le passage des formes de tailles moyennes aux formes de grandes tailles coïncide, dans les deux cas, avec la présence d'un niveau riche en galets de quartz et micaschistes. Ce niveau correspond à un événement tectonique important qui entraîne des mouvements susceptibles de modifier les populations à crinoïdes.

d) Interprétation paléostratigraphique des séries à crinoïdes

Nous avons vu que la taille et les espèces de crinoïdes pouvaient caractériser des milieux de profondeurs différentes. Cette observation permet, tout au moins pour les séries réduites, de retrouver quelles ont été les variations de profondeur du fond sous-marin au Lias (fig. 42, 43). Pour les séries épaisses, les variations de profondeur mises en évidence à l'aide de formations à entroques (fig. 43) caractérisent non pas le milieu de dépôt des turbidites, mais le milieu de vie des crinoïdes, c'est-à-dire un secteur occupant approximativement la même position que les séries réduites des calcaires de Laffrey (Haut-fond). Dans les deux cas, toutefois, la similitude des courbes de variation de profondeur obtenues grâce aux crinoïdes permet une excellente corrélation entre séries épaisses et séries réduites.

Ces variations mettent ainsi en évidence un enfoncement progressif du substratum (ou une remontée du niveau de la mer) de l'Hettangien au Domérien inférieur ou moyen, puis une remontée du fond sous-marin ou un comblement sédimentaire durant le Domérien supérieur et le Toarcien inférieur, et enfin un approfondissement brusque au Toarcien moyen ou supérieur, qui se traduit par la disparition de tous les crinoïdes et par l'apparition des Balanocrinus.

3 - CONCLUSION

L'ensemble des faciès rencontrés peut être subdivisé en deux groupes:

Les faciès autochtones seront différents selon que l'on se situe en domaine de bassin ou sur les haut-fonds:

- dans les bassins, ce seront des micrites à spicules de spongiaires parfois à foraminifères;
- sur les haut-fonds, il s'agit de faciès à crinoïdes. Les variations de taille de ces organismes permettent d'évaluer les paléop profondeurs des milieux de dépôts successifs.

Les faciès allochtones sont, pour la plupart, des faciès à crinoïdes que l'on retrouvera sous forme d'horizons interstratifiés dans les faciès de bassin, ou bien sous forme de coulées boueuses à crinoïdes remaniant des faciès autochtones à spicules de spongiaires. L'allochtonie n'a été prouvée que dans les séries épaisses.

CHAPITRE 4

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES COUPES
DES SERIES EPAISSES ET REDUITES

- 1 - POSITION DES SERIES DU BEAUMONT ET DE LAFFREY DANS LES CONTEXTES
PALEOGEOGRAPHIQUES TRIASIQUE ET LIASIQUE
- 2 - ENVIRONNEMENTS ET ANALYSE SEDIMENTOLOGIQUE DES COUPES
- 3 - CONCLUSION

CHAPITRE 4

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES COUPES
DES SERIES EPAISSES ET REDUITES

--

1 - POSITION DES SERIES DU BEAUMONT ET DE LAFFREY DANS
LES CONTEXTES PALÉOGÉOGRAPHIQUES TRIASIQUE ET LIASIQUE

Du Trias supérieur au Lias supérieur, l'instabilité de la marge entraîne une évolution constante de la topographie des fonds sous-marin et de la profondeur des milieux de dépôt. De ce fait, plusieurs modèles sont nécessaires pour interpréter une sédimentation variée, principalement conditionnée par ces deux facteurs.

Par souci de simplification, trois modèles seulement seront proposés ici (fig.44) sans tenir compte des intermédiaires possibles.

1.1 - MODELE TRIASIQUE (fig.44)

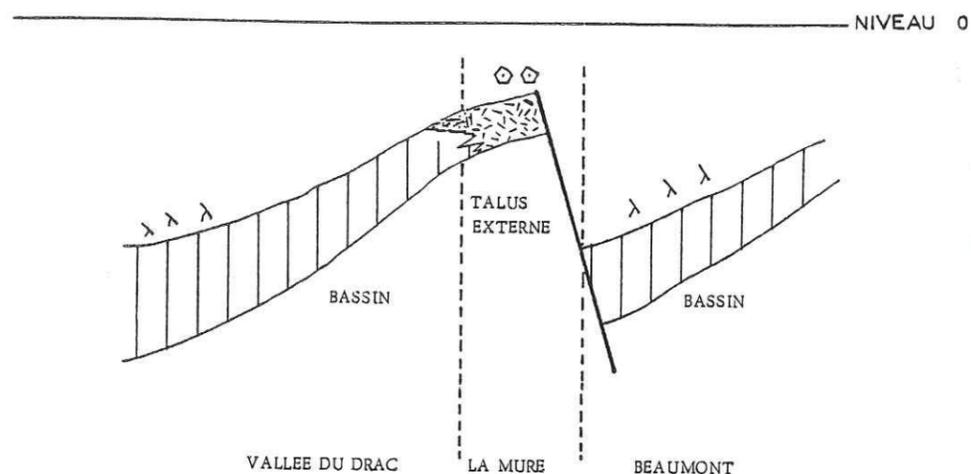
Les carbonates de plate-forme triasique, caractéristiques de milieux situés à la limite de l'émersion (étages médio- ou supralittoral), se sont déposés sur des étendues de plusieurs milliers de kilomètres carrés, sans relief notable. A l'échelle du secteur étudié, il n'existe aucune variation latérale de faciès significative.

Ces dépôts triasiques constituent le Trias du "seuil vindélicien". On doit les opposer à ceux du Trias germanique et à ceux du Trias "alpin", représentés par exemple dans la zone Briançonnaise.

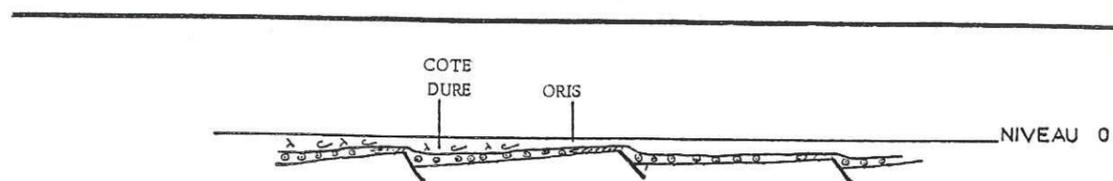
1.2 - MODELE HETTANGIEN (fig.44)

A l'Hettangien inférieur, un premier approfondissement est enregistré (apparition des faciès à spicules de spongiaires). Dans le même temps, il est possible que se répercutent les premiers effets de phases tectoniques bien enregistrées à l'Hettangien supérieur, sous forme de failles dont le rejet est peu important (quelques mètres à quelques dizaines de mètres). Ces dernières individualisent de petits ensembles kilométriques à décakilométriques et confèrent à la région un paléotopographique légèrement contrastée.

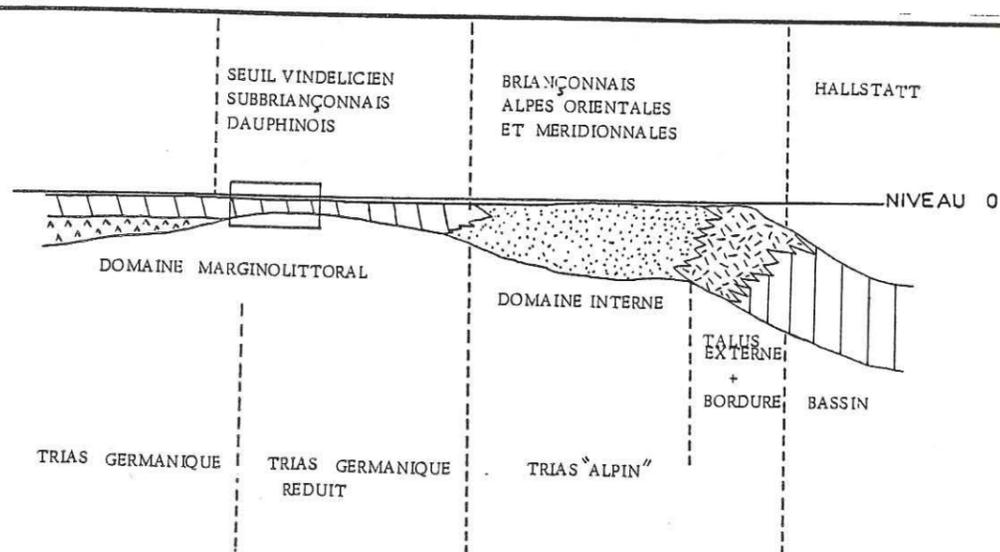
Les sédiments déposés dans ce contexte paléogéographique caractérisent des milieux relativement peu profonds (20 à 50 m) où se développent des oolites. Ils présentent cependant des zones hautes et des zones plus profondes, les premiers à niveaux dolomitiques, les secondes plus riches en argile.



MODELE POST-HETTANGIEN - TOARCIEEN MOYEN



MODELE HETTANGIEN



MODELE TRIASIQUE

Figure 44: modèle triasique dans lequel s'intègre le secteur étudié (cadre).
Tous les dépôts s'effectuent à fleur d'eau avec quelques rares invasions marines.
modèle hettangien qui montre l'activité de failles de faible rejet
et un certain approfondissement par rapport au Trias.
modèle post-hettangien. La structuration de la marge est totalement
établie. Jusqu'au Toarcien supérieur, opposition entre bassins et hauts-fonds.

La différence entre futures séries réduites et futures séries épaisses est tout juste sensible; la structuration s'accroîtra fortement au Sinémurien, grâce au rejeu de certaines des failles hettangiennes.

1.3 - MODELE POST HETTANGIEN (fig. 44)

L'accentuation du rejet de certaines des failles hettangiennes entraîne l'apparition de blocs basculés de taille plurikilométrique (BARFETY et al., 1979; LEMOINE et al., 1981; LEMOINE, 1984).

L'opposition entre séries réduites de calcaires à entroques et séries épaisses à alternances de marnes-calcaires apparaît alors. Les hauts-fonds et les bassins alors individualisés vont permettre à des faunes très différentes de se développer: les crinoïdes sur les hauts-fonds et les spongiaires dans les bassins.

On notera que la profondeur de dépôt, y compris sur les hauts-fonds, est bien supérieure à celle de dépôts hettangiens (modèle précédent). C'est dans le cadre d'un tel domaine que viendront se mettre en place, dans les bassins, les turbidites à éléments bioclastiques.

Plus tard, au Toarcien moyen-supérieur, une sédimentation uniformément marneuse scelle ces grandes structures.

1.4 - ORIGINALITE DU MODELE HETTANGIEN SUPERIEUR - TOARCIEEN MOYEN

Ce modèle n'est pas très commun. Il s'oppose en effet au modèle classique de plate-forme carbonatée tel qu'il est connu par exemple dans la province jurassique ou même dans le Bassin Parisien à la même époque. Il ne s'agit ici que d'une succession de hauts-fonds à superficie réduite et de bassins, tous situés en-dessous de la zone photique (absence d'algues). La transition entre domaines de hauts-fonds et de bassins s'effectue de deux façons:

- . brutale au voisinage du plan de faille majeur;
- . progressive sur la pente plus douce du bloc.

2 - ENVIRONNEMENTS ET ANALYSE SÉDIMENTOLOGIQUE DES COUPES

L'étude de la succession des faciès et des environnements dans le temps permet de déceler des discontinuités, visibles parfois seulement à l'échelle microscopique.

2.1 - LES SERIES EPAISSES

2.1.1 - Base des séries épaisses (Rhétien-Hettangien-Sinémurien)

La grande variété de faciès rencontrée et leur évolution permettent de mettre en évidence deux discontinuités majeures qui correspondent parfois à des limites d'unités lithologiques notées A, B, C dans le Chapitre 2.

Ces discontinuités sédimentologiques traduisent des variations rapides de faciès. C'est la coupe de Côte Dure, la plus complète (Ch. 2) qui servira de coupe de référence.

Discontinuité x 1

Faciès: une brusque variation de faciès (passage de calcaires dolomitiques jaunes à des calcaires rognonneux à lamellibranches et à oolites) permet de définir un horizon de discontinuité sédimentologique (x 1) qui correspond à un approfondissement brutal, mais de faible amplitude. Cet horizon se situe stratigraphiquement à proximité de la transition Rhetien-Hettangien.

Détritisme: les grains de quartz, détritiques apparaissent juste au-dessus de cette discontinuité x1, alors qu'ils étaient absents dans les dolomies triasiques sous-jacentes.

Paléontologie: les lamellibranches sont nettement moins abondantes au-dessus de la discontinuité qu'en dessous; au contraire, les spicules de spongiaires, absents en-dessous, apparaissent au-dessus.

Discontinuité x 2

Faciès: elle se caractérise par le passage des séries exclusivement carbonatées à des séries à dominante argileuse, les derniers bancs calcaires présentant de nombreux encroûtements ferrugineux. Il arrive également que l'on observe des niveaux bréchiques à proximité du niveau de discontinuité.

Paléontologie: En dessous de la discontinuité existent des coquilles de lamellibranches et de gastéropodes, de même que de gros spicules de spongiaires. Au-dessus, les débris de lamellibranches et gastéropodes ont partiellement disparu tandis que la taille des spicules de spongiaires a considérablement diminué.

Cette discontinuité, bien connue tant dans les zones externes (BARON, 1981) que dans les zones internes (DUMONT, 1983) correspond à un événement majeur (approfondissement brutal d'ampleur importante) qu'accompagnent selon les endroits d'autres phénomènes tectoniques et sédimentaires (brèches, discordances, indices de tectonique synsédimentaire).

2.1.2 - Sommet des séries épaisses (Lotharingien à Toarcien inférieur)

Les alternances calcaréo-argileuses du Sinémurien sont surmontés par d'autres alternances beaucoup plus calcaires qui montent jusque dans le Carixien supérieur.

Les trois coupes étudiées se présentent soit sous forme d'alternances à rares intercalations bioclastiques à la base et à coulées boueuses discrètes au sommet (coupe du Pont-du-Prêtre), soit sous forme d'alternances à nombreuses intercalations bioclastiques à la base et à coulées boueuses au sommet. C'est une de ces coupes à nombreuses intercalations (coupe de St-Michel-en-Beaumont) que nous utiliserons comme coupe de référence pour l'analyse de l'évolution des faciès, car il s'agit de la coupe la plus complète.

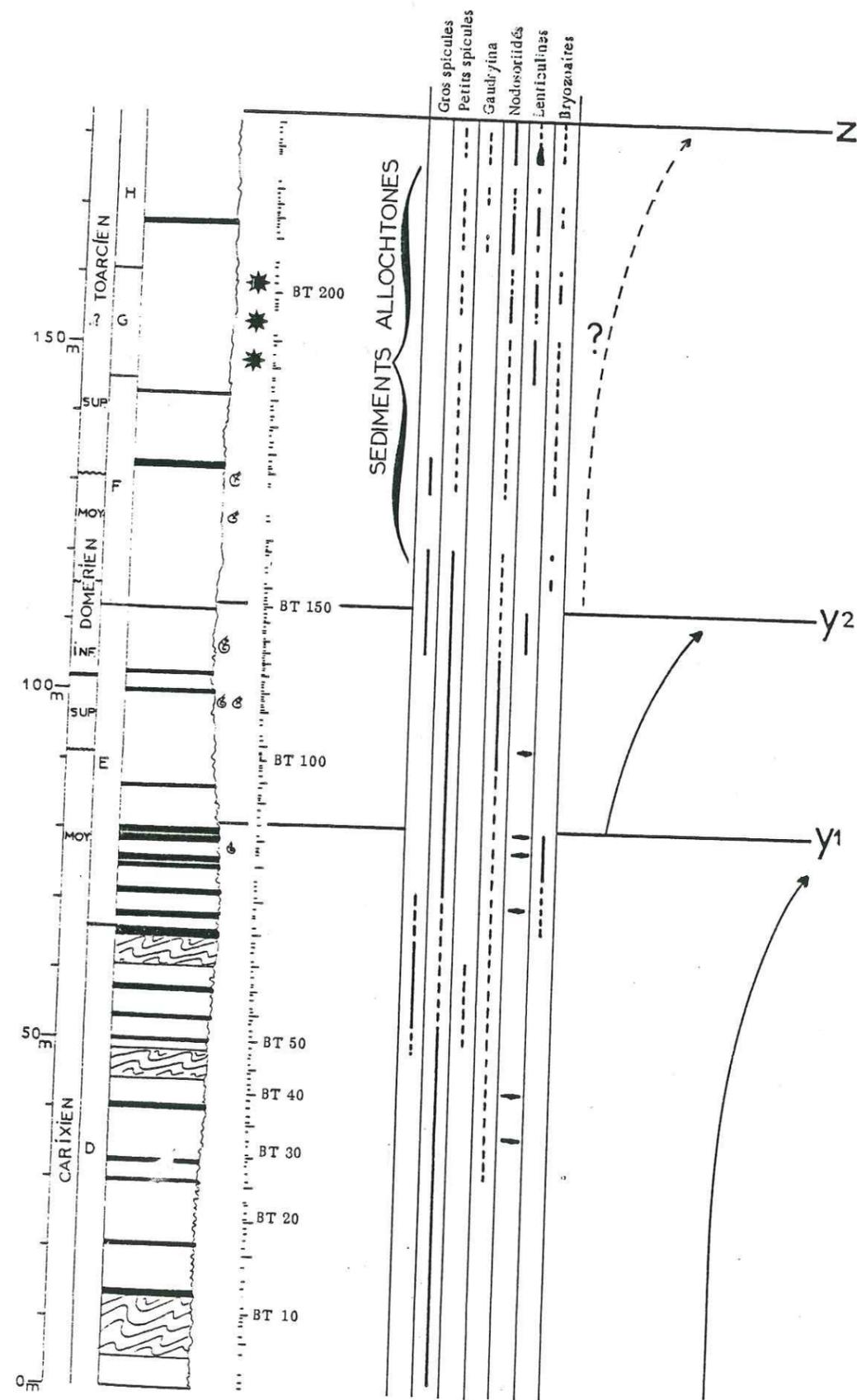


Figure 45: Discontinuités sédimentologiques sur la coupe de Saint Michel en Beaumont et évolution séquentielle

La partie de la série comprise entre le Sinémurien inférieur et le Carixien n'a pas été étudiée en détail. Les coupes analysées débutent toutes à la base du Carixien, excepté la coupe du Pont-du-Prêtre qui présente au Lotharingien des faciès analogues à ceux qui seront rencontrés dans le Carixien.

Entre la base du Carixien et le Toarcien moyen, sur cette coupe de référence, trois discontinuités sédimentaires ont été mises en évidence. Elles délimitent quatre ensembles.

- De la base du Carixien à la discontinuité y1

La discontinuité y1 placée dans le Carixien moyen marque la limite supérieure d'un ensemble, dans lequel les faciès et les associations biologiques montrent que la profondeur de dépôt diminue. Ceci est caractérisé par:

.l'augmentation, vers le haut de la séquence, du nombre de gros spicules de spongiaires et de leur pourcentage, par rapport aux petits spicules;

.leur association vers le haut, d'abord avec de petits foraminifères trisériés, rapportés au genre Gaudryina, puis avec des bryozoaires et quelques lenticulines.

C'est dans la partie supérieure de cette séquence de comblement que s'interstratifient le plus grand nombre d'intercalations bioclastiques.

Sédiments allochtones

Les turbidites bioclastiques, essentiellement constituées de crinoïdes constituent la seule forme de sédimentation allochtone. Ces crinoïdes correspondent à des espèces dont la taille suggère un développement en milieu relativement profond.

- Entre les discontinuités y1 et y2

Au-dessus de la discontinuité y1, qui correspond à un léger approfondissement, les petits spicules réapparaissent et les bryozoaires disparaissent. Au fur et à mesure que l'on s'approche de la discontinuité y2, les gros spicules réapparaissent de même que les lenticulines. On observe donc une nouvelle diminution de la profondeur des milieux de dépôt.

Sédiments allochtones

Ce ne sont plus exclusivement des turbidites à entroques. Elles sont en effet associées à des coulées boueuses dont le contenu crinoïdien indique une profondeur toujours relativement importante.

- Entre les discontinuités y2 et Z

La discontinuité y2 se marque par un approfondissement brutal.

Entre elle et la discontinuité Z, il n'y a plus de sédiments autochtones. Ce sont des faciès de coulées boueuses qui remanient la micrite à spicules subautochtone sous forme de galets.

Au contraire des spicules de spongiaires qui semblent indiquer une profondeur relativement importante, les crinoïdes indiquent une diminution de la profondeur des milieux de dépôt, principalement à partir de l'important niveau à galets de quartz et micaschistes (Domérien supérieur et Toarcien inférieur).

- Au-dessus de la discontinuité Z

Au-dessus de cette discontinuité qui correspond à un approfondissement brutal, les calcaires disparaissent au profit de faciès argileux à céphalopodes, dépourvus de crinoïdes, à l'exception, peut-être de Balano-crinus, espèce de crinoïde la plus profonde. Ces sédiments caractérisent des milieux probablement plus profonds que ceux dans lesquels se sont développées les alternances carixiennes.

En résumé, l'étude de l'agencement des faciès autochtones permet de mettre en évidence un approfondissement par saccades des milieux de dépôt de ces faciès, du Carixien au Toarcien.

2.2 - LES SERIES REDUITES

Au sein de ces séries à crinoïdes, autochtones ou subautochtones, trois discontinuités sédimentaires ont été mises en évidence. Les deux discontinuités basale et sommitale (x2 et z) correspondent aux deux approfondissements majeurs déjà observés dans les séries épaisses (fig.46)

- Sous la discontinuité x2

Les faciès rencontrés sous cette discontinuité sont des carbonates de plateforme triasique déposés à faible profondeur. La discontinuité correspond à un approfondissement brutal.

La discontinuité x1, caractérisant un approfondissement de faible amplitude n'a pas été repérée sur les coupes des séries réduites.

- Entre les discontinuités x2 et y2

La partie inférieure des coupes est marquée par un approfondissement brutal (x2). Le faciès qui apparaît ensuite est exclusivement constitué par une accumulation de crinoïdes et de quelques bivalves. Sous la discontinuité y2, les dépôts sableux à crinoïdes disparaissent au profit des foraminifères. Une telle évolution peut être interprétée de deux façons:

. par un approfondissement progressif;

. par une modification des caractères du milieu dès lors défavorables aux crinoïdes et favorables aux foraminifères.

Le début de la disparition des crinoïdes pourrait correspondre à l'enregistrement de la phase qui a conduit à la discontinuité y1 dans les séries épaisses. Leur réapparition correspond à la discontinuité y2, qui traduit alors une variation de faciès et peut être pas un approfondissement.

- Entre les discontinuités y2 et z

Dans cet intervalle on doit distinguer deux ensembles:

.Le premier entre la discontinuité y2 et le niveau à galets de quartz et micaschistes.

.Le second entre le niveau à galets de quartz et micaschistes et la discontinuité z.

Dans le premier ensemble, rien ne nous permet de déceler une quelconque variation de profondeur; dans le second cas, la présence de galets à spicules de spongiaires remaniés dans les niveaux à crinoïdes suggère un léger approfondissement de l'ensemble de la série. Toujours dans ce second ensemble, l'augmentation de taille des crinoïdes suggère une diminution de la profondeur de dépôt des séries à crinoïdes.

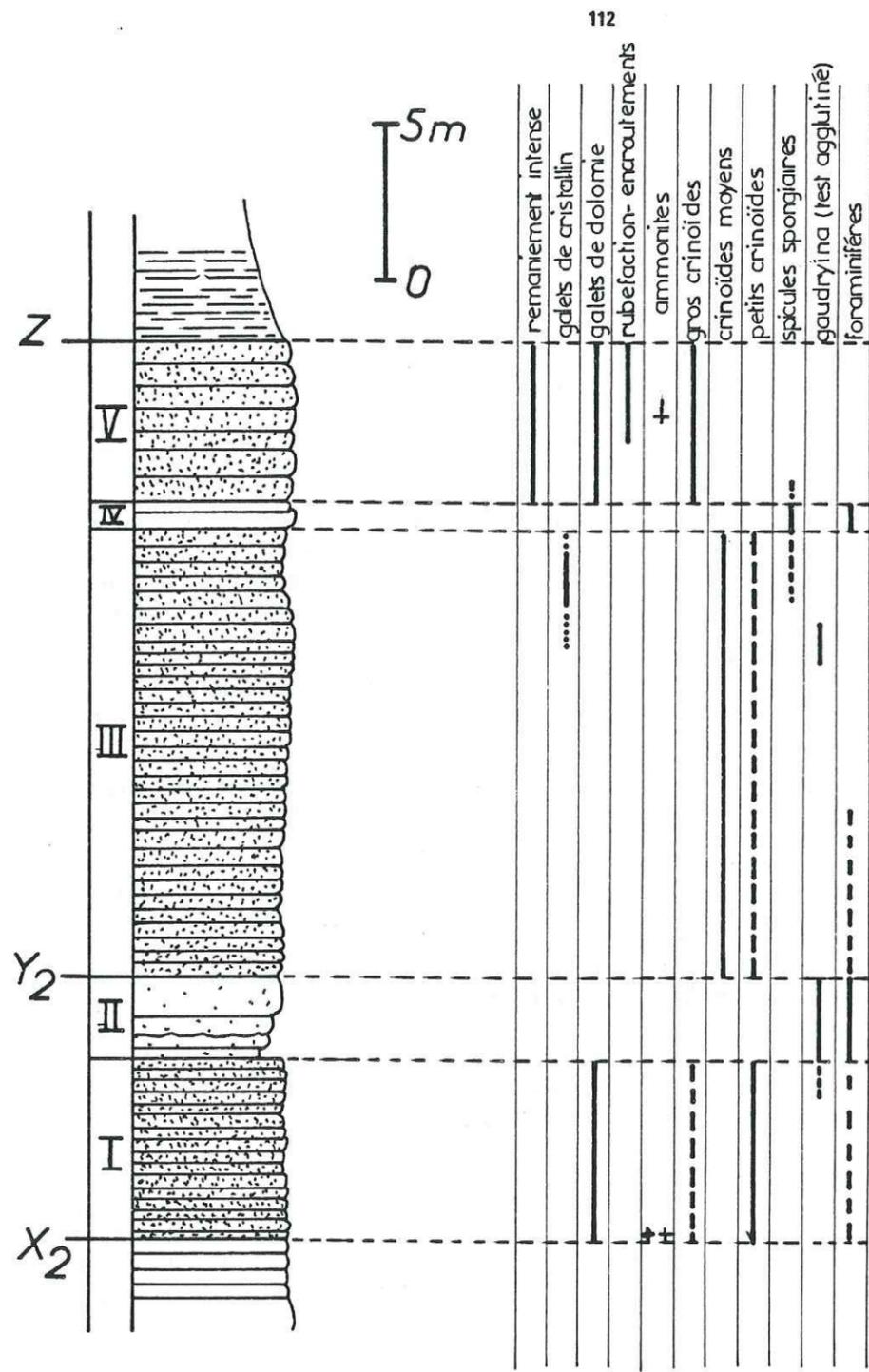


Figure 46: Répartition des organismes et figures sédimentaires sur une coupe théorique dans les séries réduites; mise en évidence de discontinuités sédimentologiques. Aucune évolution séquentielle n'est nettement décelable.

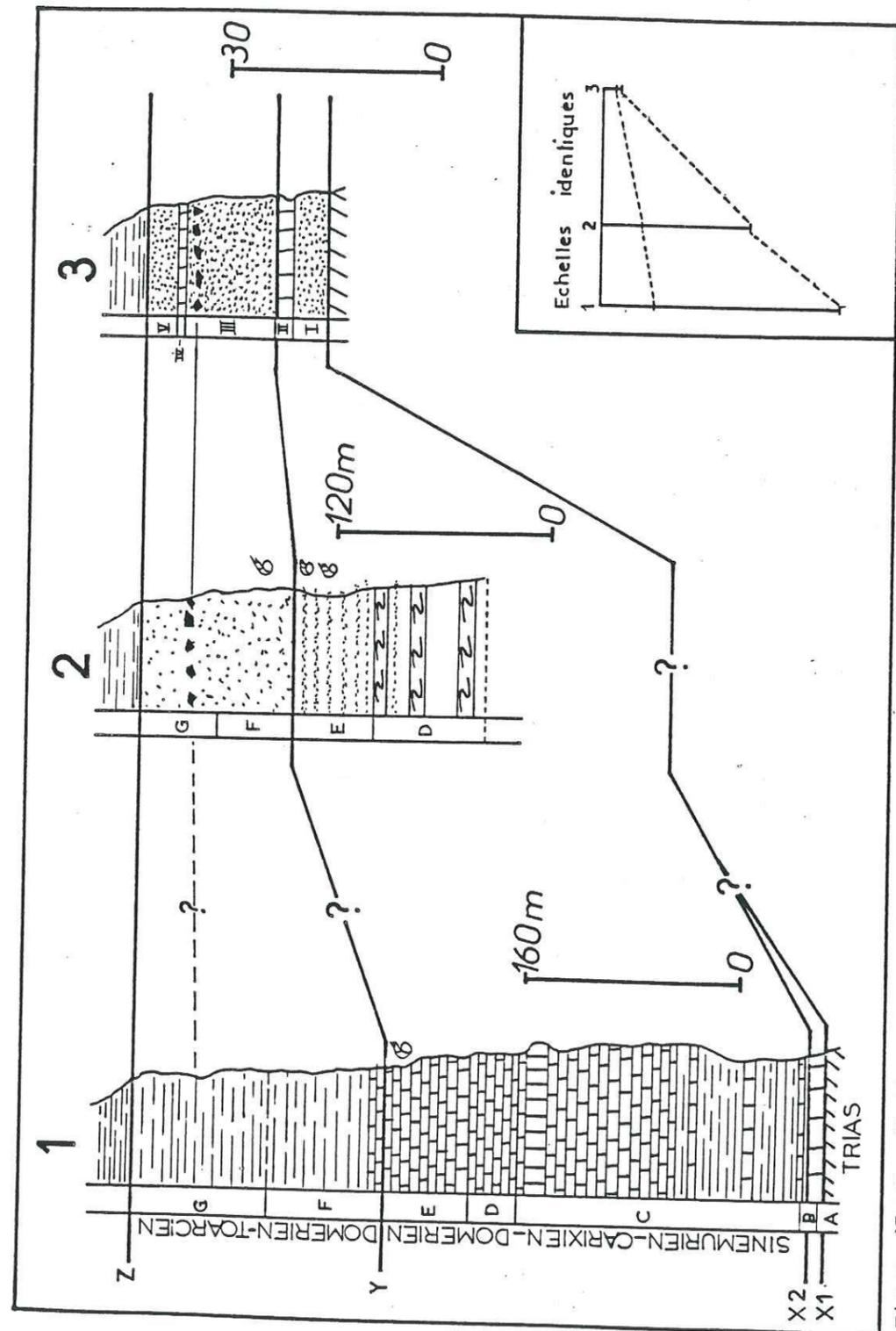


Figure 47: Corrélations entre séries épaisses sans turbidites (1), à turbidites (2), et séries réduites des calcaires de Laffrey. Ces corrélations sont basées sur des données stratigraphiques et sédimentologiques.

- Au-dessus de la discontinuité z

Surmontant cette discontinuité, les faciès rencontrés sont des marnes à céphalopodes et à Balanocrinns qui correspondent à des milieux de dépôt très profonds.

En résumé, il ressort de l'analyse des faciès et de la faune (crinoïdes exceptés) des séries réduites que l'on observe, un approfondissement progressif des milieux de dépôt jusqu'au Toarcien moyen (discontinuité z), puis un enfoncement brutal de grande amplitude.

3 - CONCLUSION

- Paléogéographie

Le cadre paléogéographique au Lias, en perpétuelle évolution ne permet pas de replacer les variations de faciès dans un modèle unique: le modèle liasique en hauts-fonds et bassins limités par de grands paléoaccidents, succède au modèle triasique de plateforme carbonatée.

- Sédimentologie

Les données sédimentologiques permettent de mettre en évidence plusieurs phases d'approfondissement successives du Trias au Toarcien:

1ère phase (x1): il s'agit d'un léger approfondissement, de faible amplitude, qui ne semble enregistré que dans les séries épaisses. Il se traduit par l'apparition de faciès oolitiques et à bivalves et par la disparition des dolomies.

2ème phase (x2): il s'agit d'un approfondissement brutal qui permet le dépôt de faciès profonds de bassin.

3ème phase (y1 et y2): cette phase se décompose en deux stades qui s'inscrivent dans un approfondissement généralisé du Carixien au Domérien moyen (augmentation des argiles par rapport aux calcaires).

4ème phase (z): il s'agit d'un approfondissement brutal caractérisé par l'instauration d'une sédimentation marneuse dans toute la région étudiée.

- Environnements

L'étude de la faune permet de proposer deux interprétations différentes selon que l'on s'intéresse aux micrites à spicules, ou aux faciès à crinoïdes.

Les micrites à spicules: entre la base du Carixien et la discontinuité y1 et entre y1 et y2, la succession petits spicules de spongiaires - gros spicules de spongiaires - bryozoaires et/ou lenticulines s'observe à deux reprises. Il s'agit de deux séquences de comblement qui s'inscrivent dans une période d'approfondissement progressif du Carixien au Domérien moyen.

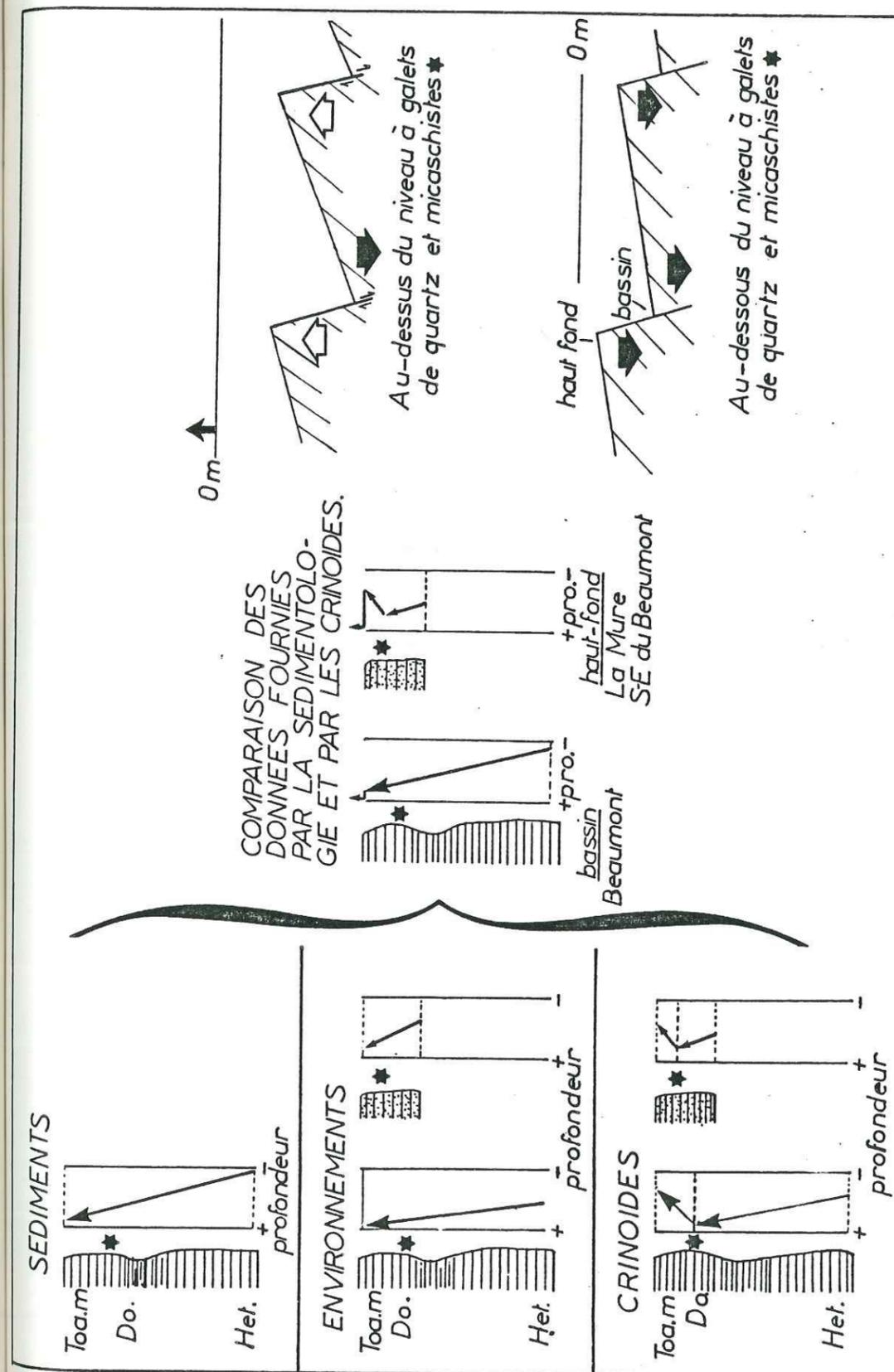


FIGURE 48: Mise en évidence de mouvements de fond sous-marin au cours du Lias, à l'aide de données fournies par les crinoïdes, par les autres organismes et par le pourcentage d'argile dans les sédiments. L'analyse des éléments autochtones (les crinoïdes pour les séries réduites, les environnements et les sédiments dans les séries épaisses) permet de mettre en évidence un approfondissement dans les deux types de séries jusqu'au Domérien supérieur-Toarcien inférieur, puis un approfondissement dans les demi-grabens et une remontée des demi-horsts du Toarcien inférieur au Toarcien supérieur, c'est à dire à partir de l'horizon à galets de cristallin. La discontinuité Z qui surmonte l'ensemble traduit un approfondissement brutal. La remontée du substratum sur les demi-horsts et l'approfondissement dans les demi-grabens impliquent un basculement.

Les faciès à entroques: la succession des formes de crinoïdes permet de mettre en évidence deux types d'évolution de l'Hettangien au Toarcien moyen. De l'Hettangien au niveau à galets de quartz et micaschistes, l'approfondissement est progressif. Du niveau à galets de quartz et micaschistes au Toarcien moyen, il y a remontée du substratum. La profondeur atteinte au Toarcien inférieur est la plus faible depuis le Sinémurien.

En résumé (fig. 48), on peut noter, dans les séries épaisses et dans les séries réduites, une similitude d'évolution jusqu'au niveau à galets de quartz et micaschistes. Il s'agit d'un approfondissement généralisé prouvé par l'augmentation du taux d'argile, l'apparition d'organismes de plus grande profondeur et par la diminution de la taille des crinoïdes.

Au-dessus du niveau à galets de cristallin, l'évolution est différente dans les séries réduites et dans les séries épaisses.

Dans les séries épaisses (micrites à spicules), l'approfondissement se poursuit;

Dans les séries réduites (faciès à entroques), la profondeur de dépôt diminue, en partie en raison d'une remontée du substratum.

On peut interpréter cette opposition dans l'évolution en invoquant un mécanisme de basculement du substratum des blocs basculés, qui ramène près de la surface le sommet des blocs et approfondit les zones de bassin. Ce phénomène de basculement de blocs, mis en évidence à l'aide d'événements sédimentologiques, s'intègre très bien dans l'évolution de la paléo-marge de la Téthys jurassique.

CHAPITRE 5

TECTONIQUE SYNSEDIMENTAIRE DANS LES SERIES DU LIAS MOYEN

ET SUPERIEUR

1 - SERIES EPAISSES

2 - SERIES REDUITES

3 - OLISTOLITES ET MEGABRECHES DANS LA REGION FRONTIERE ENTRE LES DEUX TYPES DE SERIES (PROCHES DU PROLONGEMENT DE L'ACCIDENT MEDIAN DE BELLEDONNE)

4 - LE DETRITISME ORIGINAIRE DU SOCLE

5 - LA SUBSIDENCE

6 - RECONSTITUTION TECTOGENETIQUE

7 - CONCLUSION

CHAPITRE 5

TECTONIQUE SYNSEDIMENTAIRE DANS LES SERIES DU LIAS MOYEN ET SUPERIEUR

1 - SÉRIES ÉPAISSES

Trois grands types de perturbations sédimentaires sont connus dans les séries épaisses du Beaumont : les turbidites, les couches contournées ou glissements synsédimentaires et les horizons riches en galets de cristallins.

Turbidites et glissements synsédimentaires sont directement liés en raison de la reprise des turbidites par les glissements synsédimentaires.

A des degrés divers, ces perturbations constituent des indices de mouvements tectoniques.

1.1 - LES TURBIDITES

Nous avons vu précédemment que les intercalations à entroques observées dans le Beaumont pouvaient être interprétées comme des turbidites. Le déclenchement de ces turbidites est lié à la présence de pentes; par contre, leur dépôt implique que l'on se situe au fond du bassin de sédimentation.

1.1.1. Position géographique de la zone de départ des turbidites

Diverses observations permettent de situer la zone de départ du matériel constitutif des turbidites, donc le milieu de vie des crinoïdes dont les articles constituent les turbidites :

- Disposition générale et variation de taille des éléments

Les trois coupes levées dans les formations à intercalations bioclastiques se disposent sur une ligne orientée approximativement NNW-SSE, la coupe la plus méridionale étant celle de Quet-en-Beaumont et la plus septentrionale, celle du Pont du Prêtre.

Nous avons vu (chapitre 2), que pour une tranche d'âge donnée (Carixien), l'épaisseur cumulée de sédiments biodétritiques diminuait du Sud vers le Nord (20 mètres pour la coupe de Quet-en-Beaumont, 8 mètres à Saint-Michel-en-Beaumont, 0,80 mètre au Pont du Prêtre).

Dans le même temps, la taille des débris de crinoïdes à l'intérieur des turbidites diminue du Sud vers le Nord. Il est donc vraisemblable que les turbidites se disposent en mégachenal (ou deep sea fan) grossièrement orienté du Sud vers le Nord, peut-être du Sud-Est vers le Nord-Ouest ou du Sud-Ouest vers le Nord-Est.

- Orientation donnée par les flute-casts

Certains bancs de calcaires biodétritiques de la coupe de Quet-en-Beaumont présentent des figures de base de bancs du type flute-casts. Ces figures montrent toutes les mêmes directions d'allongements N70-N90 et comportent à leur base de grosses bélemnites (1 centimètre de diamètre) dont l'allongement est parallèle à ces directions : les apports devaient donc provenir soit de l'Est soit de l'Ouest.

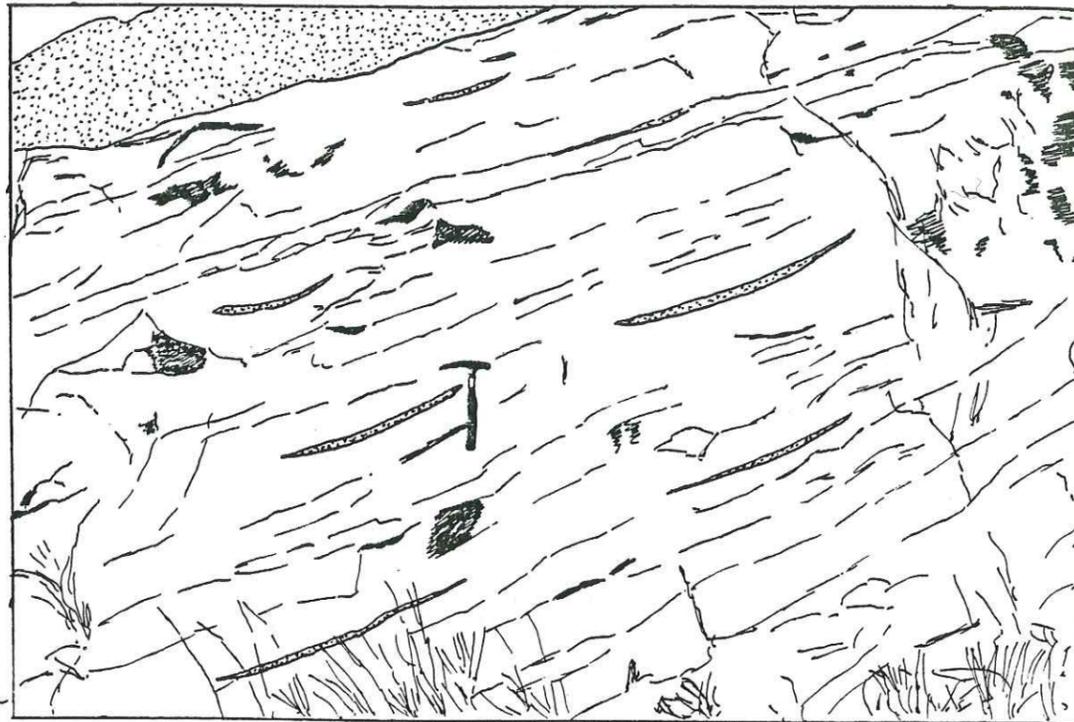


Figure 49: Microchenaux remplis par du matériel bioclastique et disposés à l'intérieur des micrites à spicules de spongiaires, échantillon BT 58 de la coupe de Saint Michel en Beaumont. La direction indiquée par ces microchenaux est N 150.



Figure 50: Affleurement du sommet de la coupe de Quet en Beaumont montrant un microchevauchement à l'intérieur des calcaires à entroques. Cette structure s'est mise en place à la faveur de pentes orientées Nord-Sud et dirigées du Sud vers le Nord. A un niveau stratigraphique différent (Carixien inférieur contre Carixien-Domérien ici), la même perturbation sédimentaire s'observe, donnant des pentes d'orientations analogues.

- Les microchenaux

Sur la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont, à l'intérieur de l'unité D, s'observent des microchenaux remplis par du matériel bioclastique. Ces microchenaux sont intercalés dans les micrites à spicules de spongiaires constituant les alternances marno-calcaires (fig. 49). A moins d'avoir affaire à de petites pentes locales, on peut penser que ces chenaux peuvent donner une indication sur la direction d'écoulement des turbidites.

Dans le cas présent, la direction indiquée par ces figures sédimentaires est de N 150, ce qui correspond à des apports du Sud - Sud-Est ou du Nord - Nord-Ouest. Les pendages actuels des couches (20° SW) ne modifient pas de façon significative cette direction après remise à l'horizontale.

1.1.2. Conclusion

La mise en place des turbidites permet de situer la zone de départ au Sud-Est ou au Nord-Ouest, avec peut-être plus d'arguments en faveur de la première solution (diminution de la taille des crinoïdes).

Il convient toutefois d'être prudent sur ces directions, compte-tenu de la morphologie d'un cône turbiditique. Cette morphologie prend en compte une épaisseur de sédiments importante au centre, mais décroissante vers les bordures.

La relation entre dépôt des turbidites et tectonique synsédimentaire doit être recherchée dans la cause du déclenchement des turbidites. En effet, le départ du matériel qui constitue les turbidites doit avoir pour cause une secousse sismique ou bien un basculement résultant d'une phase tectonique qui permet aux sédiments de glisser sur la pente alors créée.

1.2 - LE REMANIEMENT DES TURBIDITES

Après le dépôt des turbidites et leur induration, ou leur consolidation au moins partielle, il existe une remise en mouvement de ces sédiments sous l'influence de phénomènes tectoniques.

1.2.1. Les microchevauchements

A deux reprises, sur la coupe de Quet-en-Beaumont (RN 85), deux microchevauchements (fig. 50) (base du Carixien, Banc BT 462 et sommet du Carixien-Domérien, banc BT 503) permettent de se faire une idée du sens de transport du matériel bioclastique. A ces deux niveaux stratigraphiques, espacés de 50 mètres, les directions sont comparables et indiquent l'existence de pentes dirigées vers le Nord, soit du Sud-Ouest vers le Nord-Est, soit du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

Au sommet de cette même coupe, les bancs de calcaires bioclastiques montrent des ondulations (fig. 51) qui peuvent constituer le premier stade du phénomène précédent. Au-dessus et au-dessous, les bancs de calcaires micritiques sont régulièrement stratifiés. Ils encadrent ainsi un niveau irrégulier, qui s'est vraisemblablement mis en place après un premier stade d'induration.

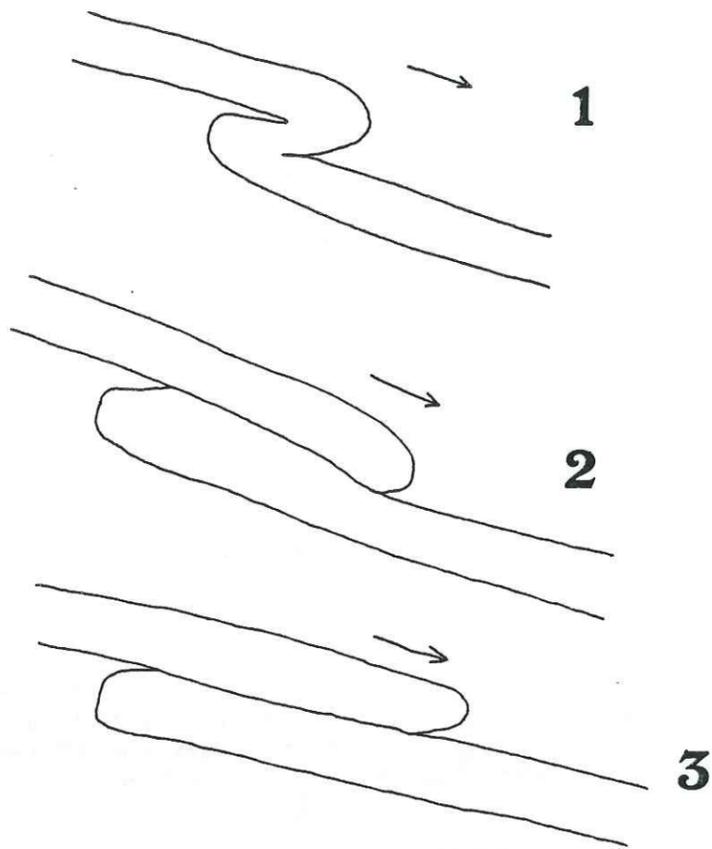


Figure 50b: Mécanisme probable de genèse des microchevauchements conduisant à une indication sur le sens de la paléopente.

1: Sur une pente nouvellement créée, un banc de calcaire bioclastique partiellement induré, glisse et s'enroule pour chevaucher sa partie inférieure.
2: Le phénomène s'accroît et conduit en (3) à ce que l'on observe aujourd'hui sur l'affleurement. On peut ainsi conclure à l'existence de pentes, peut-être locales.

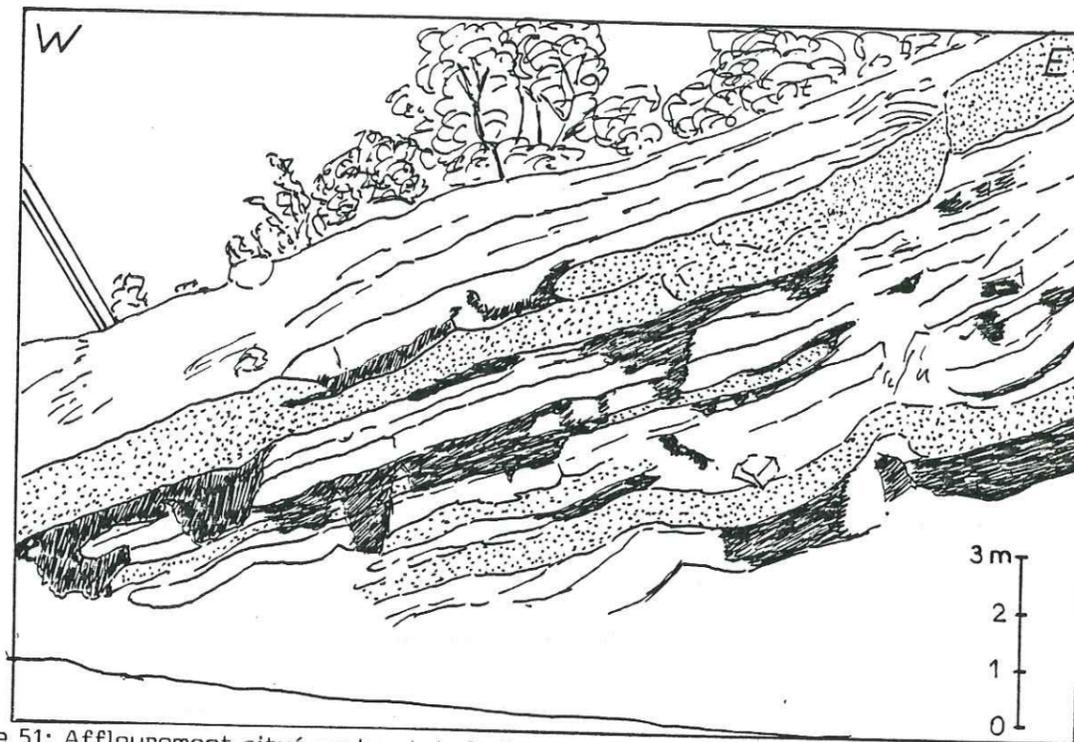


Figure 51: Affleurement situé au bord de la RN 85, au sommet de la coupe de Quet en Beaumont. Les ondulations du banc de calcaire à entroques inférieur constituent peut-être le stade initial du phénomène de microchevauchement représenté en figure 50. A noter, dans le banc supérieur la rapide variation d'épaisseur du niveau à entroques.

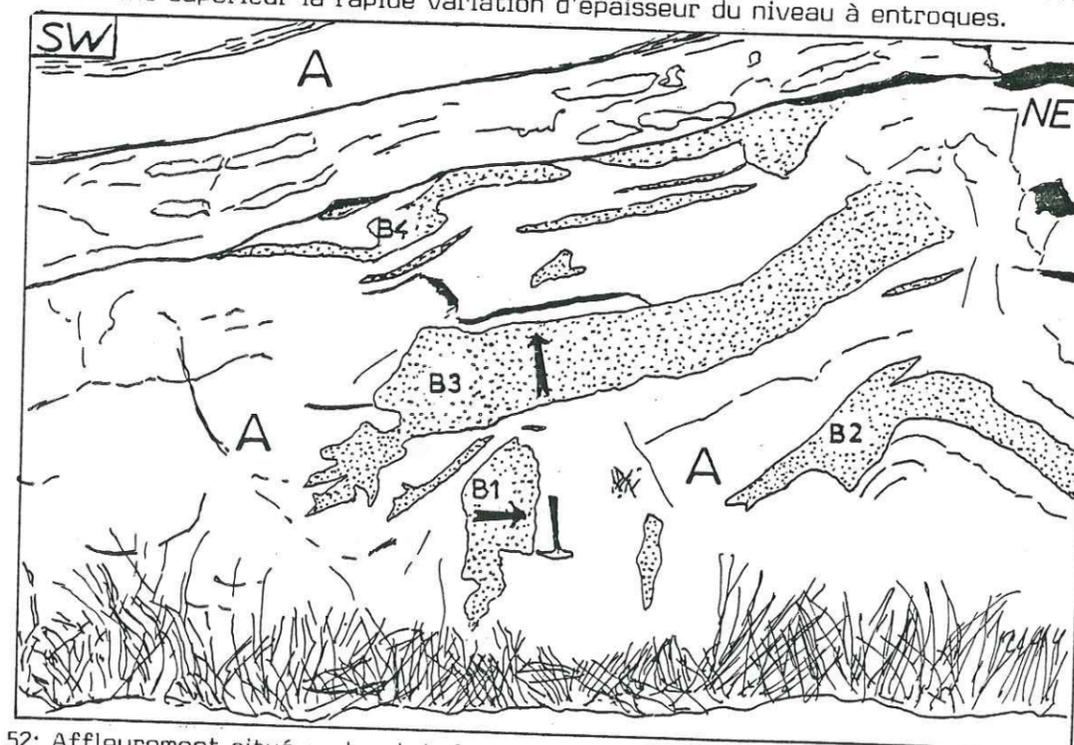


Figure 52: Affleurement situé au bord de la D 212a, montrant une accumulation de blocs de toutes tailles de calcaire à entroques, parfois même de véritables tronçons de bancs. La position quelconque de ces blocs peut simplement permettre de prouver la mise en place des turbidites, leur induration, puis le remaniement d'une série renfermant des turbidites indurées ce qui conduit à envisager au moins deux étapes successives de mise en place.

A: micrites à spicules de spongiaires.
B: calcaires à entroques.

1.2.2. Accumulation de blocs disloqués

Il s'agit d'un affleurement situé en bordure de la D 212 a , entre les bancs des échantillons BT 40 et BT 44 de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont. En ce point s'observe une accumulation de bancs et de tronçons de bancs de calcaire bioclastique disposés de façon quelconque (fig. 52). Au-dessus de cet horizon dont la structure est complexe, les bancs sont à nouveau régulièrement stratifiés et présentent des intercalations régulières de turbidites bioclastiques.

On peut scinder la masse de l'affleurement en deux grands ensembles: les micrites et les calcaires à entroques.

- Les micrites (A)

Elles constituent "la matrice" des divers blocs de calcaires à entroques. Ce sont des calcaires micritiques typiques (faciès A, ch.3) à petits spicules disposés en bancs bien stratifiés dans lesquels les tronçons de bancs bioclastiques viennent se placer de manière quelconque.

- Les calcaires à entroques (B)

De bas en haut et du Sud-Ouest au Nord-Est, on rencontre successivement (fig. 52) :

. B1 : bloc de calcaire à entroques, disposé verticalement dans la micrite. A l'intérieur de ce bloc, le granuloclasement très visible suggère que ce fragment de banc a basculé d'au moins 90°. Il pourrait s'agir d'un morceau du banc B3.

. B2 : tronçon de banc interrompu brutalement à son extrémité sud-ouest et qui passe à des micrites (A). Ce banc ne présente aucun granuloclasement.

. B3 : banc de calcaire à entroques continu dans la partie nord-est de l'affleurement, mais qui disparaît au Sud-Ouest en se divisant. Outre son épaisseur constante, on observe un granuloclasement entre la base et le sommet (flèche). A l'extrémité de ce fragment de banc, l'intercalation de banc bioclastique dans la micrite, prend une disposition en doigt de gant.

. B4 : plusieurs tronçons de bancs, affectés de replis d'origine sédimentaire, surmontés par les alternances calcaires-calcaires marneux habituelles à ce niveau stratigraphique.

L'interprétation de cet affleurement consiste à rassembler les diverses pièces d'un puzzle, qui ne s'emboîtent qu'imparfaitement. La présence d'un granuloclasement à l'intérieur du bloc B1 permet de le situer, à l'origine, avec une forte probabilité dans le prolongement de B3.

Les bancs B2 et B4 ne peuvent, à priori, s'associer avec aucun autre tronçon de bancs.

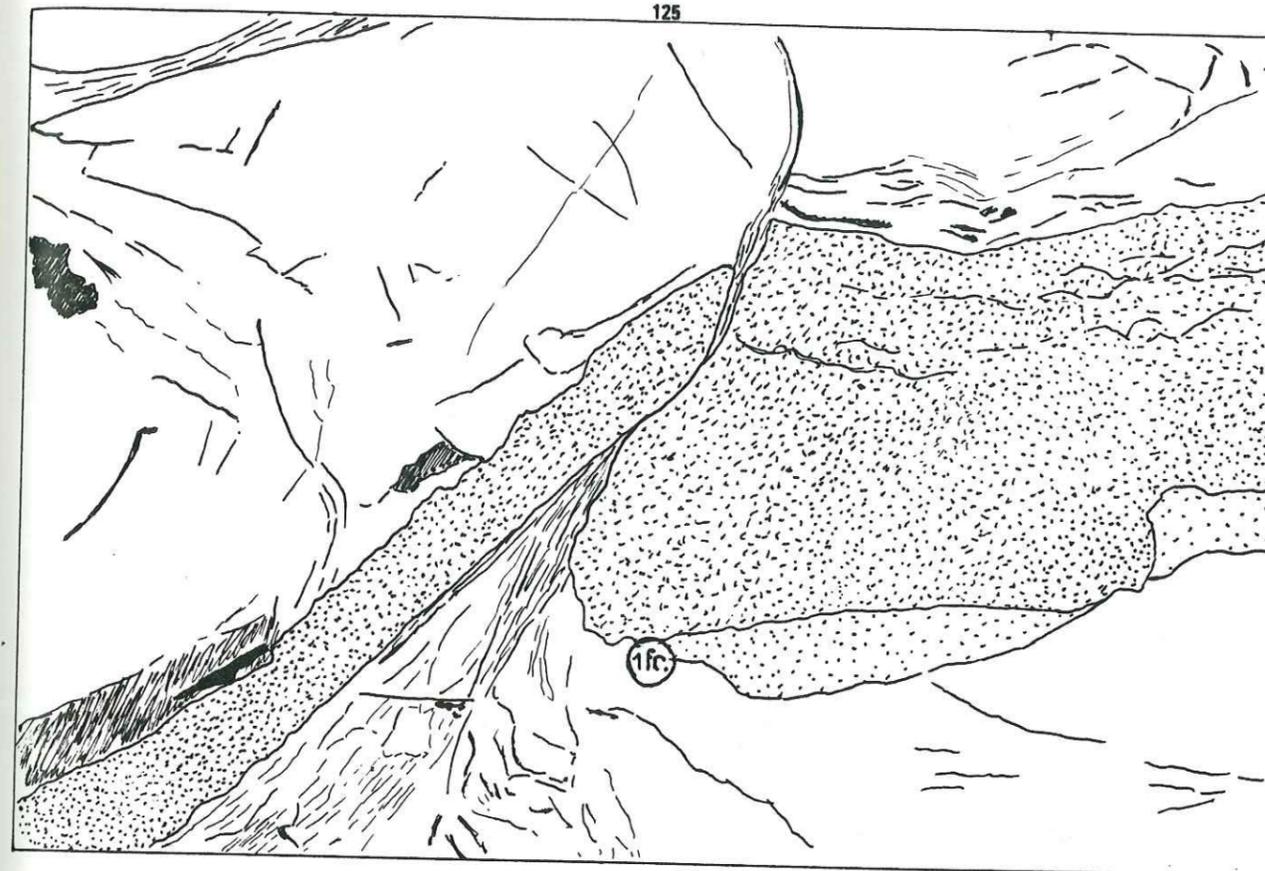


Figure 53 : Affleurement situé à droite des blocs chaotiques décrits en figure 52 ; selon toute vraisemblance il s'agit du même type de phénomène (remise en mouvement de bancs bioclastiques indurés , sous l'effet d'un basculement ou de phénomènes tectoniques), mais à un stade moins avancé .

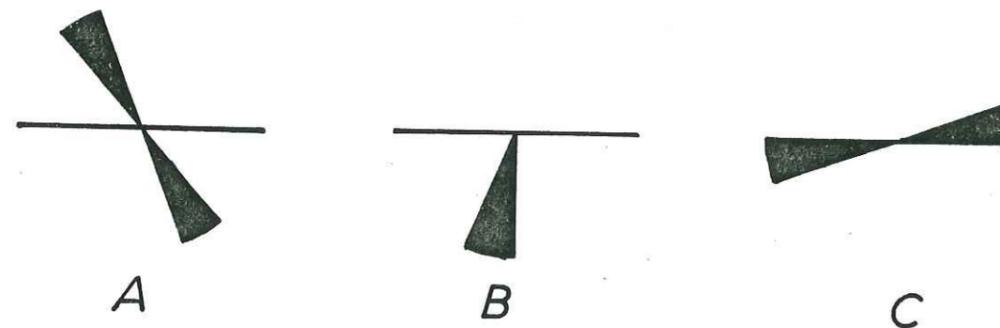


Figure 54: Tableau montrant les orientations indiquées par les diverses figures sédimentaires. A: Les microcanaux donnent des orientations NNW-SSE, mais aucun sens. B: Les microchevauchements qui donnent une direction N-S et un sens d'écoulement du Sud vers le Nord. C: Les flutes-casts qui donnent une direction approximativement E-W mais aucun sens. Ces directions, apparemment contradictoires permettent toutefois de conclure à l'existence de pentes, peut-être simplement locales.

On peut ainsi penser que cette accumulation de bancs disloqués correspond à une remise en mouvement de bancs bioclastiques indurés, sous l'effet d'un basculement ou de phénomènes tectoniques autres (activité de faille). Cette reprise de formations bioclastiques serait à relier peut-être à une induration différentielle entre bancs bioclastiques indurés et bancs micritiques non indurés (dont la micrite remaniée constitue "la matrice" des blocs).

A noter qu'à quelques mètres au NE de cet affleurement (fig. 53), une perturbation sédimentaire peut être interprétée de la même façon. Elle correspond néanmoins à un stade moins poussé de l'évolution de ces glissements.

1.2.3. Les glissements synsédimentaires

Les coupes de Quet-en-Beaumont et de Saint-Michel-en-Beaumont renferment toutes deux des horizons de glissements synsédimentaires (deux pour la première et trois pour la seconde). Nous avons vu précédemment (ch. 2) qu'il était possible de corréliser ces glissements d'une coupe à l'autre.

L'existence de glissements synsédimentaires qui reprennent des turbidites impliquent, de la même façon que pour les microchevauchements, une remise en mouvement de sédiments déjà remaniés.

1.3 - CONCLUSION

En définitive, deux phénomènes différents doivent être séparés:

. Le premier qui conduit à la mise en place des turbidites bioclastiques sur des pentes. Ce phénomène est suivi de l'induration, probablement rapide, des sédiments constitutifs. Les pentes, qui résultent de mouvements tectoniques, bien que d'orientation variable, permettent de localiser la zone de départ des turbidites au Sud-Est, à une distance non déterminée (fig. 54).

. Le second phénomène conduit à une remise en mouvement des sédiments précédemment redéposés puis indurés. De nouvelles pentes sont créées, parfois de direction différente à celle qui a permis l'installation de turbidites (fig. 54).

Le premier phénomène n'est pas forcément suivi du second. En effet, seules certaines turbidites sont reprises dans des glissements. L'ensemble des phénomènes traduit une instabilité permanente des fonds sous-marins qui se matérialise alors de façon différente.

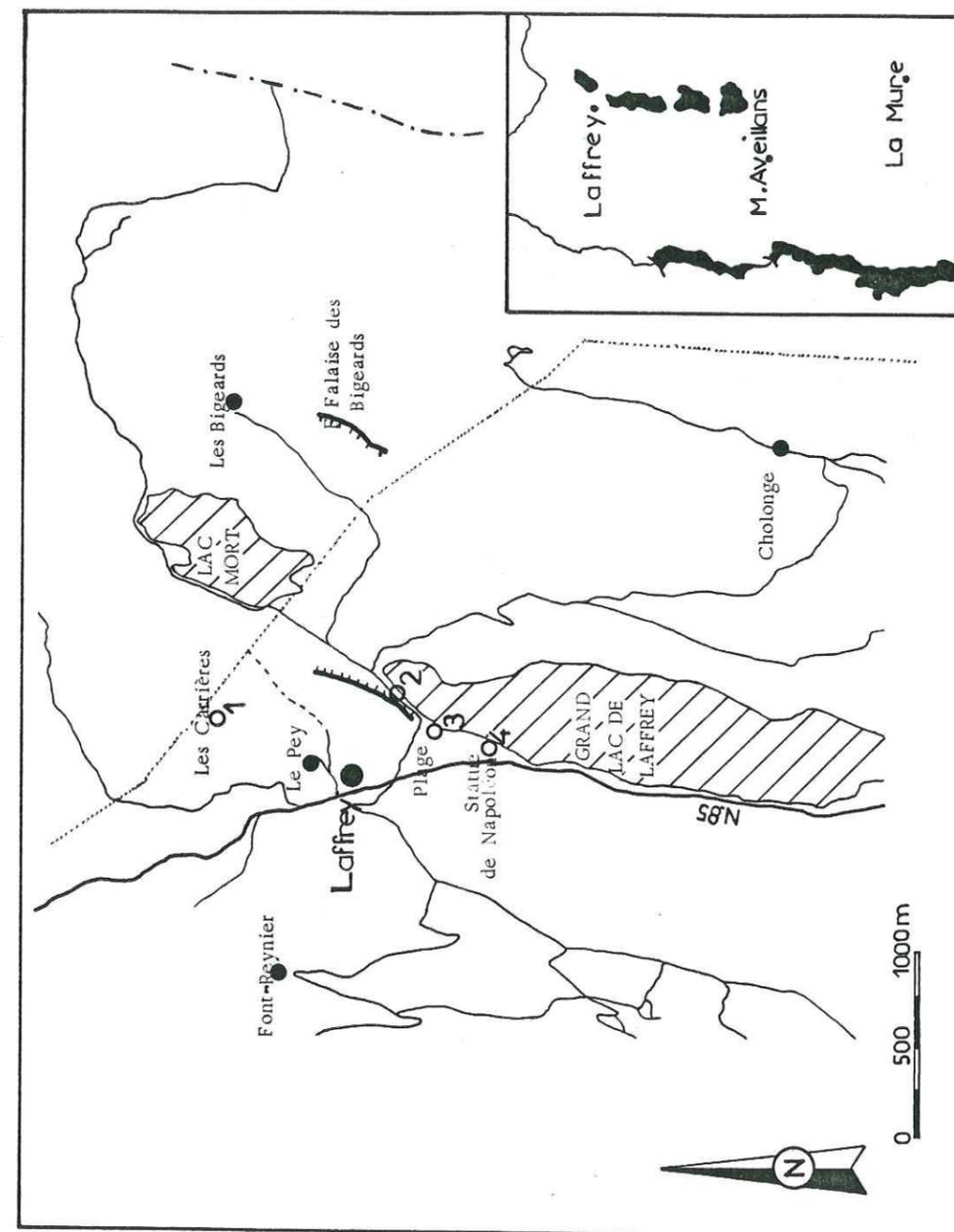


Figure 55 : Position géographique des affleurements présentant des filons. Les affleurements sont indiqués par des numéros.

2 - SÉRIES RÉDUITES

2.1 - FILONS SEDIMENTAIRES A REMPLISSAGE MICRITIQUE DANS LES CALCAIRES A ENTROQUES

Les calcaires à entroques de Laffrey, dans la partie nord-orientale du secteur étudié (fig. 55), présentent de nombreux filons à remplissage micritique, témoins vraisemblables de mouvements synsédimentaires liasiques.

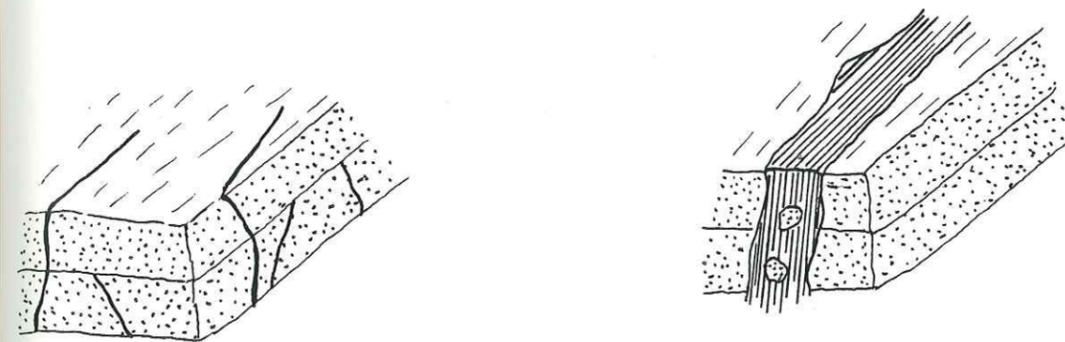
Deux questions fondamentales se posent à l'égard de ces filons:
 . quelle est l'origine de la fracturation ?
 . quelles sont la nature et la genèse du remplissage ?

Après une première partie typologique consacrée aux filons et à leurs remplissages, plusieurs interprétations seront proposées pour les mécanismes de formation et de remplissage de ceux-ci.

2.1.1. Description des filons

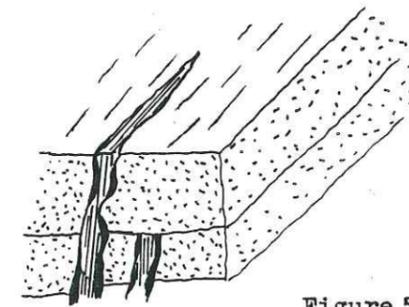
Il est possible de distinguer 3 types de filons (1, 2, 3) associés à trois types de remplissages (A, B, C) (fig. 56).

TYPE DE FILON	ORIENTATION ET DISPOSITION	EPAISSEUR	REPLISSAGE	FREQUENCE
1	Orientations et pendages variables y compris parallèlement à la stratification.	Centimétrique à décimétrique	Type A : micrite azoïque	Très fréquent
2	Environ N15, perpendiculaires à la stratification.	Métrique à plurimétrique	Type B : calcaire argileux et argilite à nombreuses dendrites de manganèse	Moyennement fréquent
3	Environ N15, perpendiculaires à la stratification	Décimétrique à métrique	Type C : remplissage mixte	Peu fréquent



Type 1

Type 2



Type 3

Figure 56 : Différents types de filons.

TYPE I: petits filons centimétriques.
 TYPE 2: filons métriques à plurimétriques.
 TYPE 3: filons décimétriques à métriques.

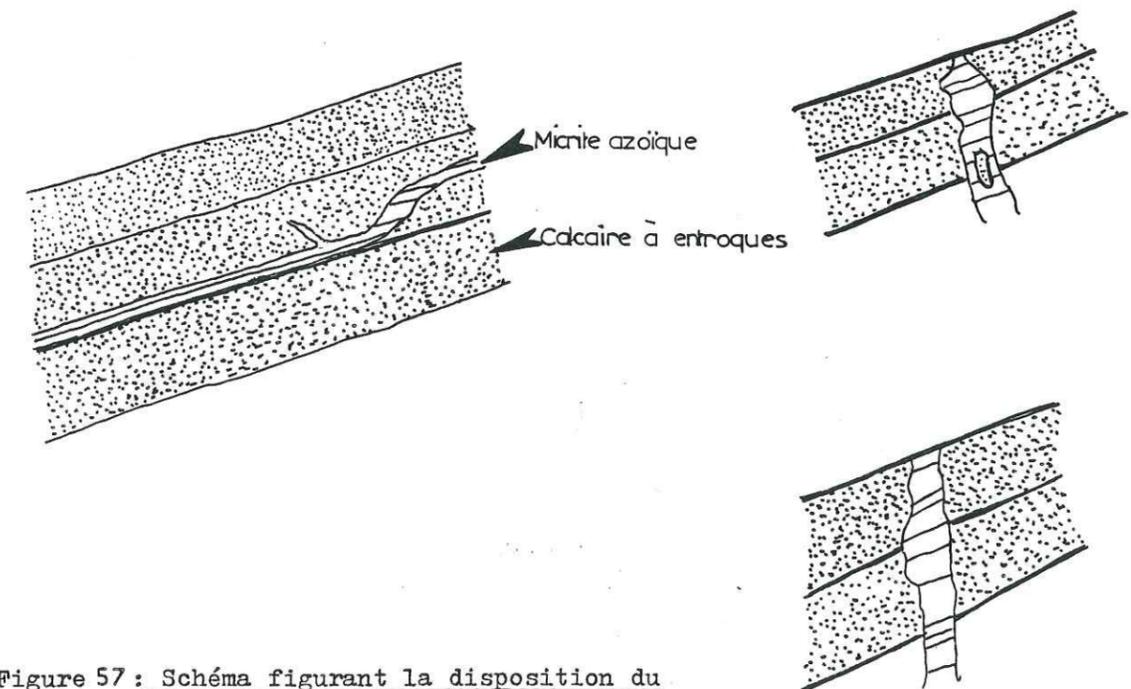


Figure 57: Schéma figurant la disposition du litage à l'intérieur des micrites (A).

21.1.1. Typologie

a/ Filon de type 1 : Ce sont de petits filons dont la largeur moyenne est centimétrique à décimétrique, parfois plus importante. Leur orientation et leur pendage sont très variables.

b/ Filon de type 2 : Ce sont de gros filons, d'épaisseur métrique à plurimétrique, qui se disposent toujours perpendiculairement à la stratification. Ils semblent affecter le calcaire à entroques sur une épaisseur supérieure à un mètre.

c/ Filon de type 3 : Il s'agit de filons de taille intermédiaire, d'épaisseur décimétrique à métrique, voire même plurimétrique. Ils se disposent en général perpendiculairement à la stratification.

21.1.2. Description des remplissages

A chaque type de filon est associé un type de remplissage. C'est d'ailleurs souvent ce qui permet de distinguer un type de filon d'un autre.

a/ Remplissage A (dans les filons de type 1)

Il est constitué d'une micrite de teinte grise, très claire, qui tranche avec la teinte sombre du calcaire à entroques. Cette micrite, qui s'est révélée azoïque en lame mince, renferme 91 % de calcite (échantillon 1.84.4 provenant du lieu-dit "les carrières", dosé au manocalcimètre). Par comparaison, le pourcentage de calcite des calcaires à entroques est de 80 à 85 %, les 15 ou 20 % restant étant peut-être de la silice et de la calcite magnésienne.

Un litage est parfois visible à l'intérieur de ces micrites. Ce litage est presque toujours parallèle à la stratification de l'encaissant. Il est donc parallèle aux épontes dans le cas des filons couches horizontaux et perpendiculaire dans le cas de filons verticaux (fig. 57).

L'observation de cette micrite en lame mince montre, au sommet de chaque microstrate, un enrichissement en grains microscopiques de pyrite, responsable d'un assombrissement de la teinte.

b/ Remplissage B (dans les filons de type 2)

Il consiste en un calcaire argileux (43 % de calcite), dont l'induration diminue vers le centre et où, outre le débit en feuillets probablement lié à la schistosité, se rencontrent de gros galets de calcaire à entroques aux formes arrondies, pluricentimétriques ou décimétriques, présentant un faciès analogue à celui de l'encaissant (fig. 56, type 2). Ce remplissage montre d'assez nombreuses dendrites de manganèse.

c/ Remplissage C (dans les filons de type 3)

C'est un remplissage mixte montrant à la fois de la micrite de type A et du calcaire argileux de type B, décrit ci-dessus. A l'intérieur d'un même filon, ces deux types de remplissages peuvent se rencontrer côte à côte, mais en aucun cas mélangés. La micrite tapisse généralement les parois du filon tandis que le calcaire argileux (62 % de calcite) occupe le centre.

Un double remplissage est ainsi mis en évidence avec deux matériels de nature différente. Il est par ailleurs obligatoire de considérer que le remplissage A était déjà induré lors du dépôt du remplissage B car le matériel micritique (A) tranche nettement avec le calcaire argileux (B).

La nature polyphasée de ce type de remplissage est également prouvée par la présence de galets de micrite du type A repris et emballés dans un calcaire argileux. Ces galets, souvent anguleux, prouvent que le matériel micritique était déjà totalement ou en partie induré avant son remaniement.

2.1.1.3. Orientation des filons (fig. 58)

Hormis les filons du type 1 montrant des directions extrêmement variables, les filons des types 2 et 3 montrent une direction moyenne subméridienne, voisine de N 15. Cependant, on peut noter l'existence d'une seconde famille, orientée N 70 en moyenne, ne concernant qu'une faible part des échantillons.

2.1.2. Description des affleurements

Comme nous l'avons vu précédemment, les affleurements renfermant ces filons se localisent dans les environs du village de Laffrey (fig. 55). Chacun d'eux présente un ou plusieurs types de filons.

2.1.2.1. Site 1 : "Les carrières" (fig. 59 et 60)

En ce point, on rencontre tous les types de filons montrant toutes les sortes de remplissages : type 1 à remplissage A, type 2 à remplissage B, type 3 à remplissage C.

2.1.2.2. Site 2 : Extrémité nord du Grand Lac de Laffrey

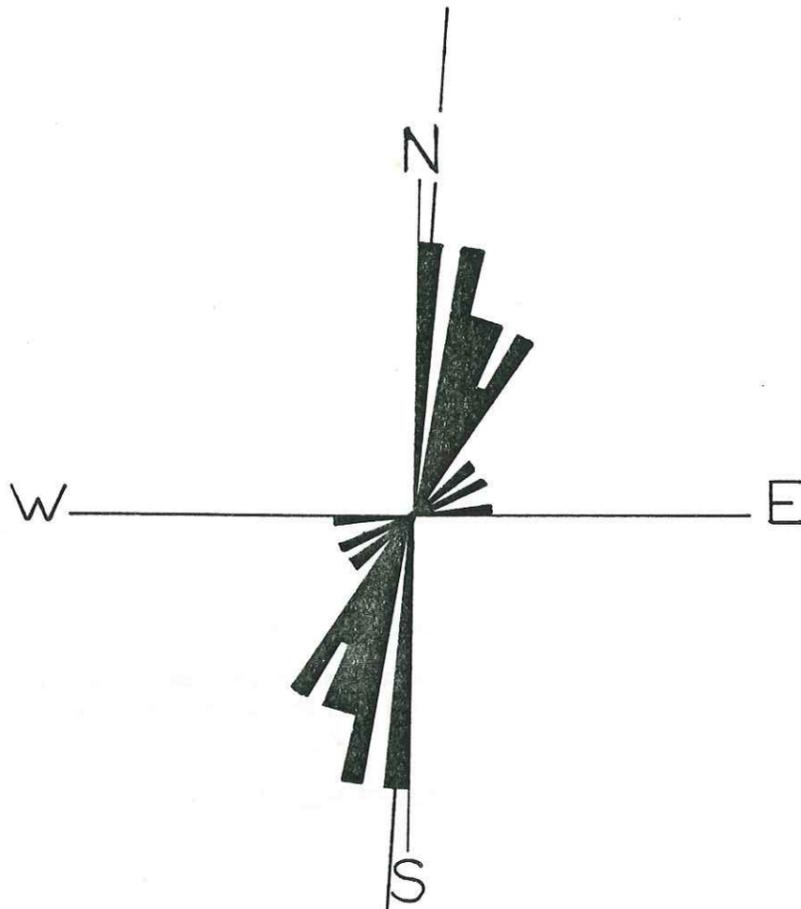
La falaise surmontant la route départementale D 115 a, près de l'extrémité nord du Grand Lac de Laffrey, renferme exclusivement des filons du type 1 à remplissage A. Leur largeur varie latéralement dans un rapport de 1 à 5 en moins d'un mètre.

2.1.2.3. Site 3 : Plage de Laffrey, Nord du Grand Lac

Cet affleurement renferme peu de filons, tous du type 1 à remplissage A. L'un d'entre eux (fig. 61) disparaît vers le haut sous un banc de calcaires à entroques et se divise vers le bas à l'intérieur d'un autre banc à entroques.

2.1.2.4. Site 4 : Bord du Grand Lac de Laffrey, soubassement de la statue de Napoléon (fig. 62)

On y observe un filon de type 1, mais de taille particulièrement importante (0,50 à 0,80 mètre de puissance). Ce filon est oblique à la stratification des calcaires à entroques. Le remplissage présente parfois des figures de stratification entrecroisée. Il existe aussi d'autres filons de type 1 à remplissage A sur cet affleurement.



Direction de l'accident median de Belledonne.

Figure 58 : Report sur une rosace des directions de filons des types 2 et 3 observés dans le secteur des Carrières (site I). La direction moyenne observée est d'environ N 15°. Il existe peut-être une seconde direction de l'ordre de N 70° mais représentée par peu de filons.

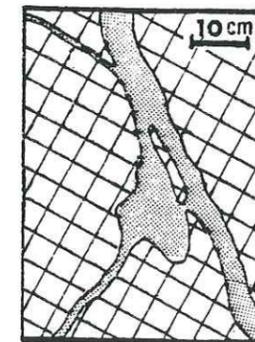
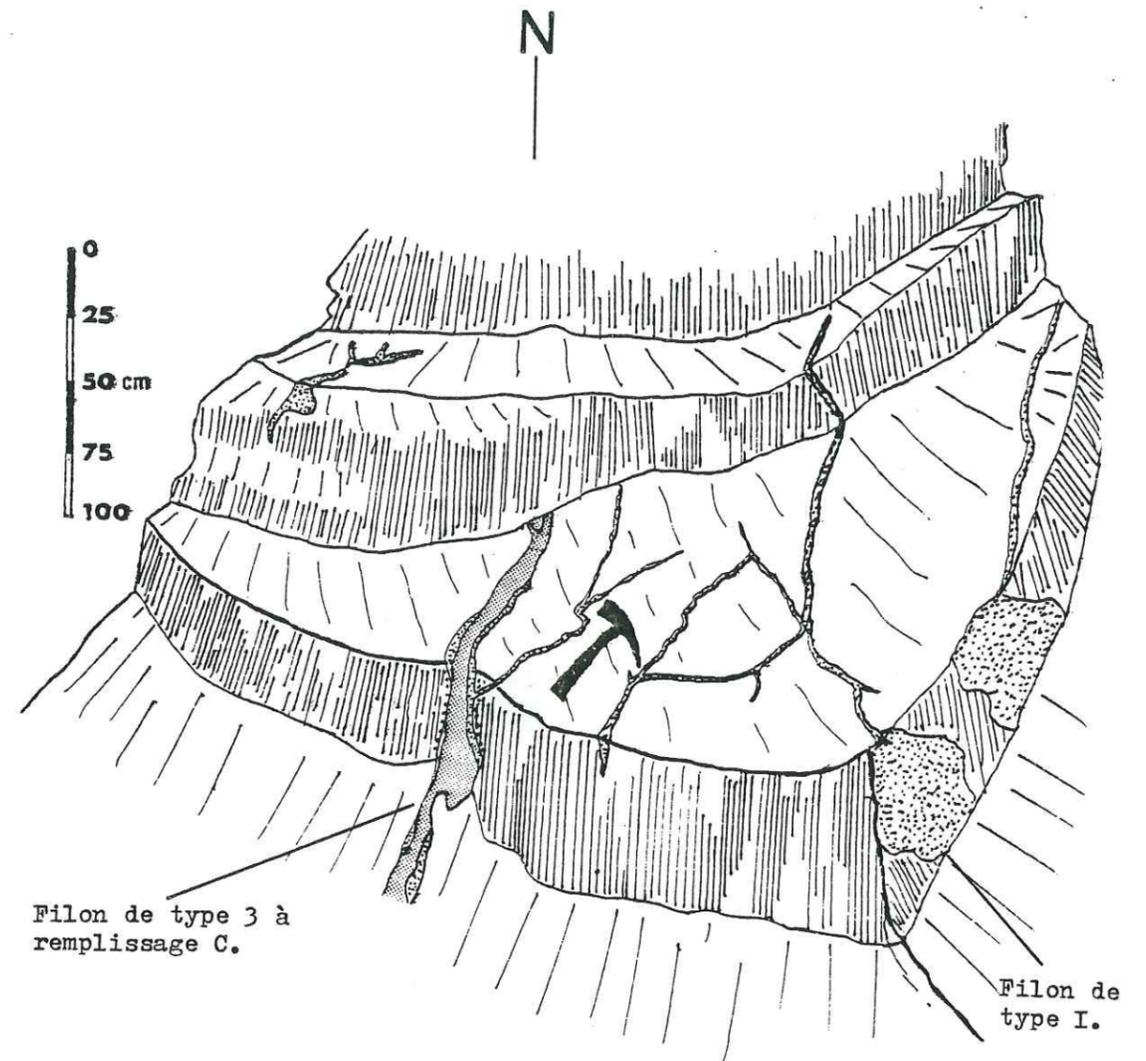


Figure 59 : Affleurement des Carrières montrant deux types de filons: type I à remplissage A, Type 3 à remplissage C. Le filon du type 3, à ouverture et remplissage multiples semble cacheté par un banc de calcaires à entroques. Certains filons de type I semblent cachetés et d'autres pas.

Détail d'un filon du type I montrant un galeet de calcaire à entroques emballé dans une micrite azoïque (A). Ici, il s'agit peut-être d'une partie de l'encaissant non détaché qui pointe au milieu du filon et non pas d'un véritable galeet comme le montrent d'autres remplissages filoniens.

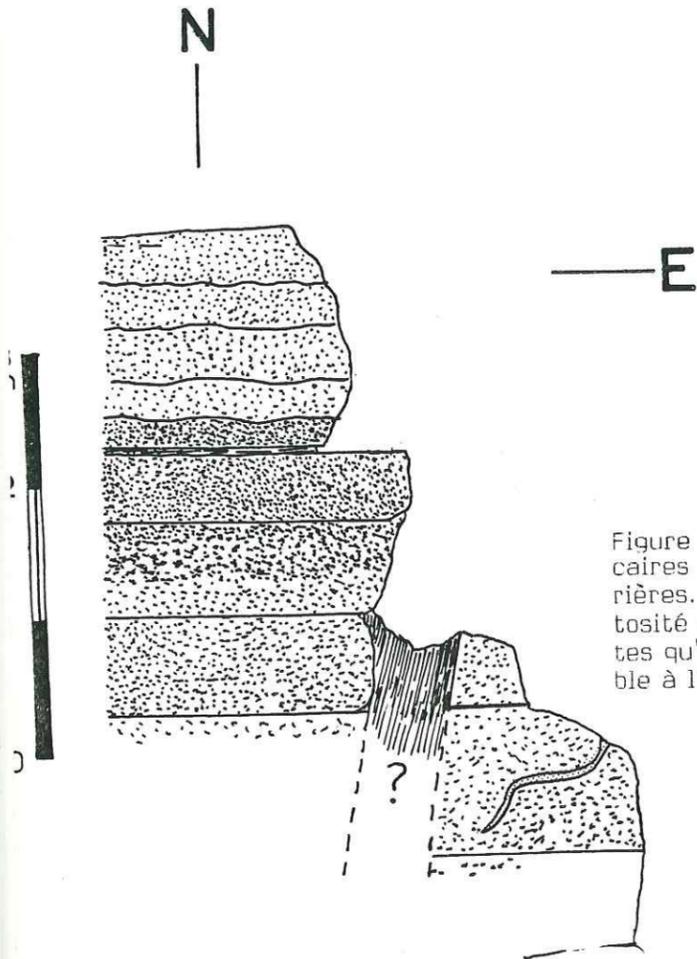


Figure 60: Filon du type 2 recoupant les calcaires à entroques dans le secteur des carrières. Ce filon, affecté d'une forte schistosité est beaucoup plus compact aux éponges qu'au centre. Un petit filonnet est visible à l'Est de l'affleurement (type 1).

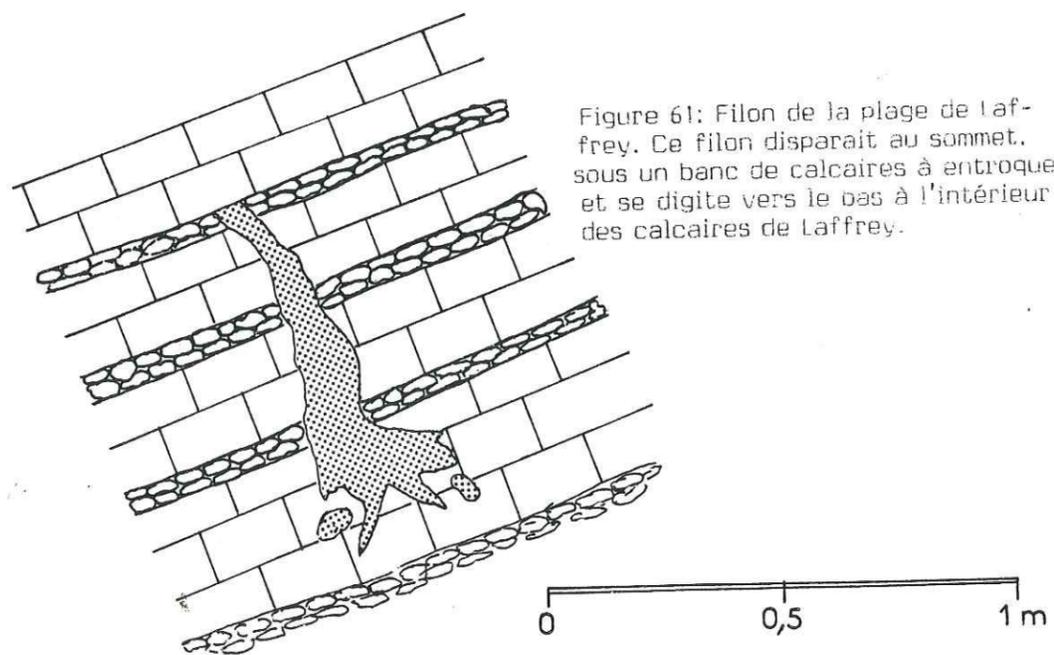


Figure 61: Filon de la plage de Laffrey. Ce filon disparaît au sommet, sous un banc de calcaires à entroques et se digite vers le bas à l'intérieur des calcaires de Laffrey.

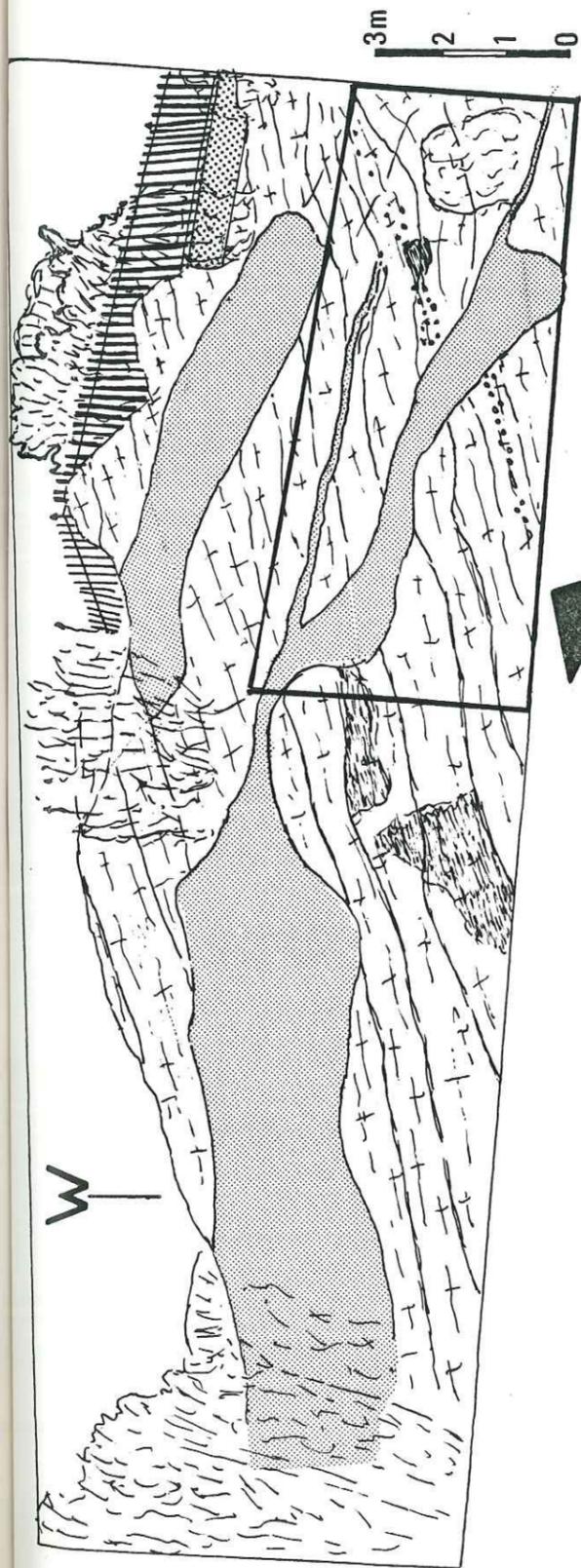
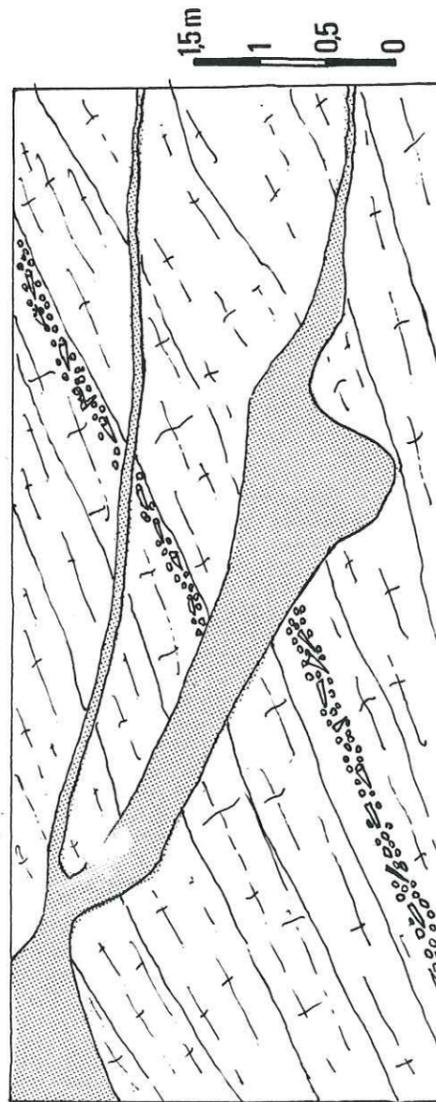


Figure 62 : Affleurement du soubassement de la statue de Napoléon. Cet affleurement montre essentiellement des filons du type I dont un gros d'un type un peu particulier.



Le gros filon est d'un type un peu particulier. En effet, un niveau repère local est constitué par l'accumulation de très grosses belemnites et, comme l'illustre la figure 62, le niveau repère est décalé de part et d'autre du filon micritique de telle manière que le déplacement apparent des épontes du filon paraît de type faille inverse. Cependant, un tel mouvement correspondrait à un raccourcissement horizontal, ce qui est incompatible avec l'ouverture (étirement horizontal) et le remplissage micritique observé au même endroit.

Cet affleurement présente également de petits filons de type 1, à remplissage A. Ces filons se disposent plutôt parallèlement à la stratification et montent jusque dans le sommet localement visible de la série des calcaires de Laffrey (c'est-à-dire probablement jusqu'au sommet de la formation des calcaires de Laffrey -chap. strati.).

2.1.2.5. Remarques sur l'évolution latérale et verticale de certains filons

Certains filons des sites 1 et 3 en particulier, ne se suivent pas à l'affleurement sur de longues distances.

A la plage de Laffrey (site 3), le filon disparaît vers le haut et vers le bas (fig. 61) dans le plan vertical d'observation.

Au lieu-dit "Les Carrières" (site 1), un filon disparaît sous un banc de calcaires alors que le filon voisin traverse le même banc de calcaire bioclastique (fig. 59).

2.1.3. Analyses isotopiques

Afin de comprendre quelle peut être la signification de ce remplissage micritique, plusieurs analyses isotopiques ont été effectuées dans le laboratoire du Professeur LETOLLE (Université Paris VI). Les échantillons analysés, principalement des micrites filoniennes, proviennent de trois affleurements différents (site 1, 2, 3).

Les teneurs en carbone 13 et en oxygène 18 ont été dosées. Les valeurs obtenues sont consignées dans un tableau (fig. 63) et reportées sur deux diagrammes en fonction de :

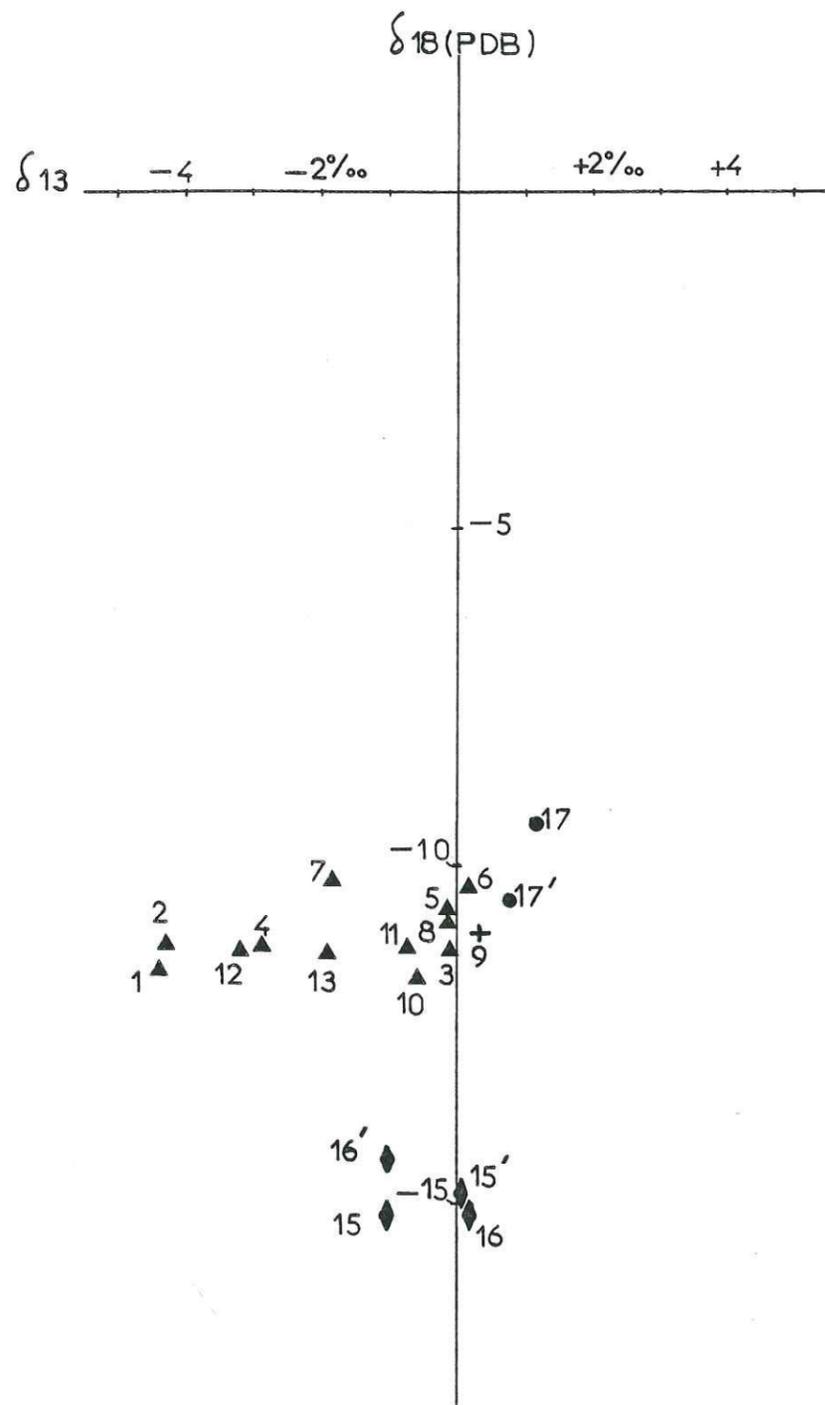
- 1) la localisation géographique de l'affleurement considéré (fig. 64);
- 2) la position de la micrite prélevée par rapport aux épontes du filon (fig. 65).

II.1.3.1. Les valeurs du δ 13 C/PDB

Les valeurs de δ 13 C se situent généralement aux environs de 0. Bien qu'un groupe d'échantillons présente des teneurs nettement plus faibles (valeurs comprises entre -2 et -4,42). Ce dernier groupe d'échantillons montrant de faibles teneurs en δ 13 C correspond principalement à des échantillons de centres de filons (fig. 64).

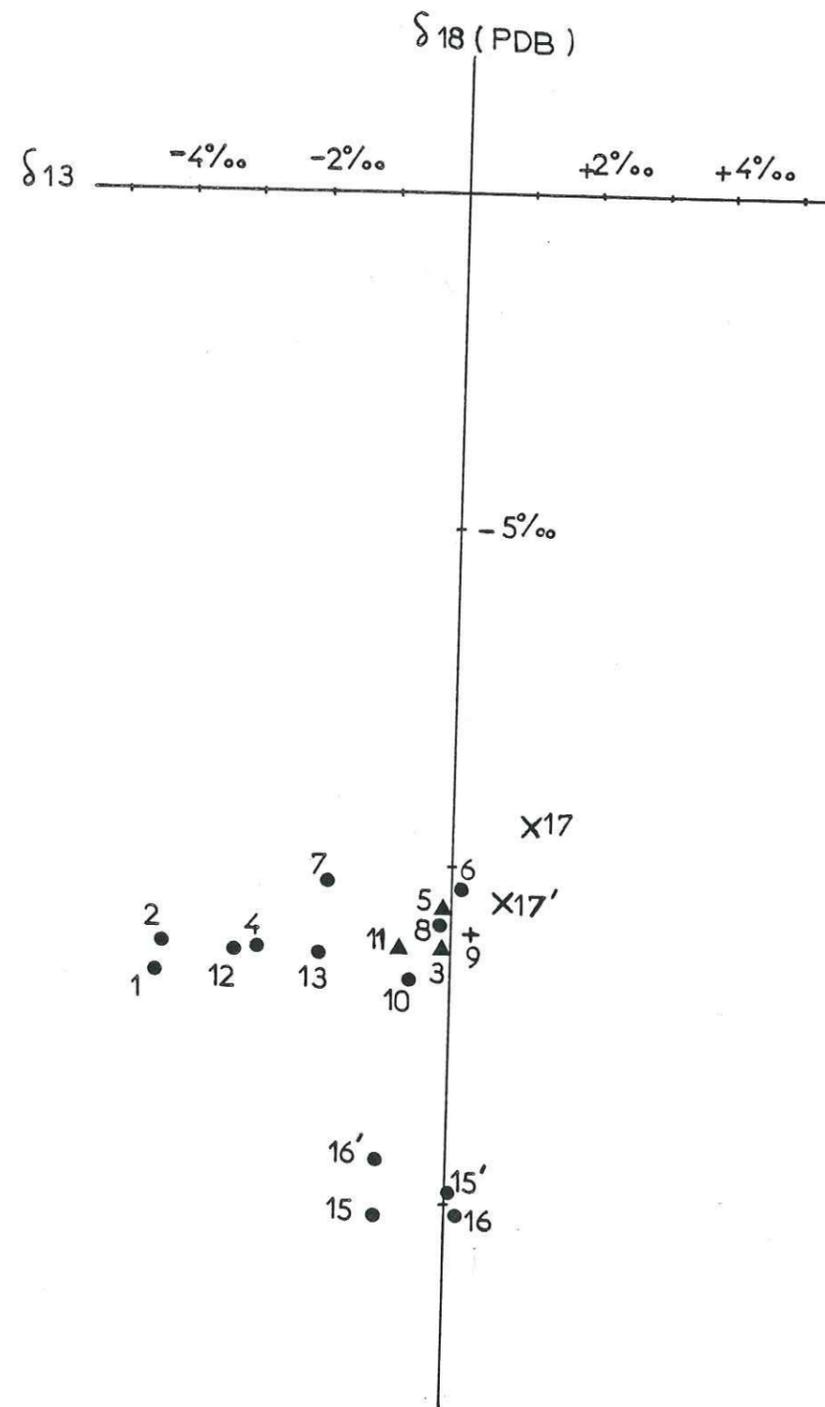
N° Echantillon	Nature	Position/filons	Localisation	δ 13C	δ 18O/PDB	Type de filon
C1	Micrite azoïque	Centre	"Les Carrières"	-4,42	-11,54	1
C2	Calcaire argileux	Centre	"	-4,28	-11,10	3
C3	Micrite azoïque	Bord	"	-0,10	-11,27	3
C4	"	Centre	"	-2,85	-11,19	1
C5	Calcaire argileux	Bord	"	-0,15	-10,64	2
C6	Calcaire argileux	Centre	"	+0,16	-10,29	2
C7	"	"	"	-1,84	-10,18	2
C8	Micrite azoïque	Centre	"	-0,17	-10,72	1
C9	Calcaire à entroques	épontes	"	+0,34	-11,00	/
C10	Micrite azoïque	Poche de micrite	"	-0,68	-11,68	1
C11	"	Bord de poche	"	-0,71	-11,18	1
C12	Calcaire argileux	Centre	"	-3,17	-11,29	2
C13	Micrite azoïque	Centre	"	-1,96	-11,26	1
C15	Micrite azoïque	Centre	Nord du Gd lac de Laffrey	-1,02	-15,16	1
C15'	Micrite azoïque	Centre	"	+0,04	-14,86	1
C16	Micrite azoïque	Centre	"	+0,15	-15,14	1
C16'	Micrite azoïque	Centre	"	-1,07	-14,33	1
C17	Micrite azoïque	Centre	Plage de Laffrey (Site 3)	+1,17	-9,36	1
C17'	Micrite azoïque		"	+0,78	-10,47	1

Figure 63 : Valeurs isotopiques d'échantillons de la région de Laffrey: les références sont le standard PDB (Pee Dee Belemnite) pour O 18 et C 13.



- ▲ Affleurement des " Carrières" (Site 1)
- Plage de Laffrey (Site 3)
- ◆ Affleurement du Nord du lac, bord de la D 212a
- + Calcaire à entroques

Figure 64: Valeurs isotopiques figurées en fonction de la position géographique des affleurements concernés. On notera le regroupement des valeurs correspondant aux échantillons prélevés dans le même secteur.



- Centre des filons
- ▲ Bord des filons
- + Calcaire à entroques constituant l'encaissant
- X impuécis

Figure 65: Valeurs isotopiques figurées en fonction de la position de l'échantillon prélevé par rapport aux épontes du filon. On notera le regroupement des échantillons prélevés aux épontes et de ceux prélevés aux centres.

Interprétation : Les valeurs du § 13 C voisines de 0 sont typiques de sédiments marins. Les échantillons renfermant de plus faibles teneurs peuvent correspondre à des sédiments marins, mais contaminés par de la matière organique. Les faibles teneurs sont principalement enregistrées dans les centres de filons, les épontes montrant des valeurs plus élevées. Ceci indique nettement l'existence d'un double remplissage, tout au moins la présence de deux remplissages de nature différente.

2.1.3.2. Les valeurs du § 18 O (PDB)

Les teneurs en § 18 O (PDB) des sédiments étudiés sont anormalement négatives. Deux groupes principaux s'individualisent : l'un compris entre -9,36 et -11,68 correspondant aux sites 1 et 3 et l'autre dont les valeurs s'échelonnent entre -14,33 et -15,16, correspondant au site 2, géographiquement situé entre les sites 1 et 3 (fig. 65).

Interprétation : On admet généralement que des sédiments déposés dans des eaux marines normales montrent des valeurs du § 18 O (PDB) comprises entre -3 et +3. Les valeurs extrêmement basses impliquent l'existence de phénomènes métamorphiques ou diagénétiques.

2.1.4. Mécanismes de formation et de remplissage des filons

Grâce aux informations apportées par les analyses isotopiques et par les observations de terrain, plusieurs types de mécanismes peuvent être proposés pour l'ouverture des filons et pour le dépôt de la micrite.

2.1.4.1. Filons d'origine tectonique

Il est possible de penser que l'apparition de fractures est d'origine tectonique. En effet, la direction moyenne des filons de types 2 et 3 n'est pas contradictoire avec une origine tectonique ; par contre, la direction quelconque des filons du type 1 et leur position variable par rapport aux bancs de calcaire à entroques ne s'intègre pas aussi clairement dans ce schéma.

2.1.4.2. Origine des filons liée à un glissement sur des pentes

Nous avons vu précédemment que l'on pouvait attribuer l'ouverture des filons à un phénomène tectonique ; on peut également penser que l'apparition de telles fractures puisse être due à des mouvements gravitaires liés à la présence de pentes.

Cette possibilité a été suggérée par l'affleurement du soubassement de la statue de Napoléon. En effet, la cassure en extension d'un type un peu particulier peut être interprétée comme la limite entre des blocs prédécoupés commençant à glisser sur des pentes. On pourrait fournir la même explication pour tous les autres filons, ce qui serait séduisant mais malheureusement pas vérifiable car il n'existe pas partout de niveau repère.

Cette interprétation, quant à l'origine des fissures, permet de proposer une explication au cachetage apparent de filons. En effet, s'il existe des mouvements de blocs les uns par rapport aux autres, il existe probablement des glissements couches sur couches qui permettront également à de la micrite de percoler dans les interlits présentant des ouvertures et se disposer selon un schéma en baïonnette, comme celui décrit par M. BOURBON et P.C. DE GRACIANSKY (1975).

2.1.4.3. Origine de la micrite

La présence d'un litage à l'intérieur des micrites filoniennes indique un milieu de dépôt calme, soumis à une faible énergie. La mise en place des micrites a dû s'effectuer par conséquent dans un tel milieu et de façon bien régulière.

Cette mise en place a dû s'effectuer per descensum, mais avec un matériel dont l'origine est problématique.

Discussion sur l'origine de la micrite de remplissage des filons

1) Micrites d'origine hydrothermale

Si cette hypothèse permet de résoudre le problème des valeurs élevées du § 18 O, elle en pose un autre. Il s'agit de la difficulté d'obtention de dépôts lités en milieu hydrothermal. On peut néanmoins proposer un scénario constitué de deux étapes successives :

1. remontée de matériel d'origine hydrothermale ;
2. retombée de ce matériel et sédimentation de celui-ci à l'intérieur de fissures ouvertes.

Cette hypothèse permet par ailleurs d'expliquer de façon satisfaisante les valeurs du § 18 O (PDB) et tout spécialement les deux groupes de valeurs distincts (fig. 64) ; en effet, il pourrait s'agir de deux sources hydrothermales différentes, productrices de matériel aux caractéristiques différentes.

2) Micrites résultant d'une sédimentation marine

Elles auraient pu pénétrer par percolation et se seraient déposées à l'intérieur de fissures déjà ouvertes. Cette origine ne permet pas d'expliquer l'origine des faibles teneurs en § 18 O (PDB) autrement qu'en invoquant des phénomènes diagénétiques et/ou métamorphiques.

Métamorphisme : Une variation de l'intensité du métamorphisme n'est en général pas sensible à si peu de distance (exemple des sites 1 et 2) si l'on se trouve dans des conditions identiques (même épaisseur de sédiments jusqu'au substratum), ce qui semble être le cas (J. APRAMIAN, communication orale).

Diagenèse : La dissociation des échantillons en deux ensembles, l'un à très faibles valeurs du § 18 O (PDB), l'autre aux valeurs un peu plus élevées, peut s'expliquer par l'intervention de phénomènes diagénétiques locaux. La diagenèse entraînée par le poids de la colonne de sédiments post-liasiques ne varie pas en l'espace d'un kilomètre. Par contre, la diagenèse en tant qu'induration des dépôts après leur sédimentation peut varier sur une si faible distance. Aux valeurs faiblement négatives (sites 1 et 3) correspondra une diagenèse rapide et aux valeurs nettement plus faibles (site 2) pourra être associée une diagenèse beaucoup plus lente (A. ARNAUD-VANNEAU, communication orale).

2.1.4.4. Conclusion

En ce qui concerne l'origine et le mode de remplissage des filons, le problème est complexe et les solutions proposées ne sont qu'en partie satisfaisantes.

Origine des filons

Elle doit être purement tectonique ou indirectement tectonique. En effet, ils seront purement tectoniques, s'ils sont associés à une phase tectonique cassante. S'ils sont créés par le glissement de blocs sur des pentes, les pentes sont vraisemblablement liées à un phénomène tectonique, de même que le phénomène d'accentuation de la pente qui permet le départ des blocs. C'est donc un phénomène multiple et extrêmement complexe.

Origine du remplissage

La possibilité d'avoir affaire à un remplissage d'origine hydrothermale n'est absolument pas convaincante. Il est plus logique d'envisager une mise en place per descensum de sédiments provenant d'une zone de sédimentation micritique marine dont l'étendue est difficile à estimer.

En résumé et compte-tenu des remarques précédentes, le schéma d'évolution suivant peut être proposé :

1) fracturation et/ou ouverture liée à la présence de pentes d'origine vraisemblablement tectonique;

2) remplissage parfois polyphasé par infiltration de matériel micritique (balayé en surface ?) ;

3) reprise de l'activité tectonique : glissements, basculements de blocs les uns par rapport aux autres. Dans le même temps, les infiltrations de matériel s'effectuent et un tri lié à la gravité peut s'effectuer : les éléments les plus grossiers se déposent dans les portions de filons les plus proches de la zone d'infiltration, un peu selon le processus décrit par MONTENAT et al., (1984).

L'infiltration associée au basculement continu des blocs est responsable de l'existence d'une certaine pression et d'une perte d'eau entraînant une lithification très rapide.

Ce mécanisme permet d'expliquer les valeurs isotopiques anormales: variation de la vitesse de diagenèse (§ 18 O) et double remplissage (§ 13 C). Cependant, de nouvelles analyses plus nombreuses et de nature différente (éléments traces) permettraient de préciser certaines interprétations.

2.2 - GALETS DONT LE MATERIEL MICRITIQUE EST SEMBLABLE A CELUI DES REMPLISSAGES FILONIENS

Outre les filons micritiques, l'affleurement proche de l'extrémité nord du Grand Lac de Laffrey présente, à l'intérieur des calcaires à entroques, de petits galets, arrondis, centimétriques à millimétriques, constitués de matériel micritique identique à celui contenu par les filons (remplissage A).

L'origine de ces galets demeure inexpiquée, mais elle correspond peut-être à un remaniement du matériel filonien dans le faciès à entroques, ce qui viendrait à l'appui d'une poursuite des phénomènes tectoniques tout au long du Lias.

2.3 - AFFLEUREMENT AU NORD DU GRAND LAC DE LAFFREY (site 2)

Cet affleurement (X = 380,20 - y = 871,30 - z = 930), situé au bord de la D 115 a qui longe le lac à cet endroit, a déjà été décrit par J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULT (in BARFETY et al., 1970).

2.3.1. Description de l'affleurement (fig. 66 et 67)

Trois formations se superposent sur cet affleurement :

- . formation 1 = dolomies triasiques ;
- . formation 2 = schistes noirs riches en blocs de Trias et de Lias ;
- . formation 3 = calcaires à entroques liasiques.

Formation 1 : dolomies triasiques

Ce sont des dolomies grises, dont les bancs ont une direction N 80 et un pendage de 10 à 30 degrés vers le Sud. Ces dolomies sont recoupées par un certain nombre de diaclases subverticales, selon deux directions principales N 05 et N 80 ; certaines de ces diaclases sont peut-être des failles à faible rejet. L'une de ces fractures de direction approximative N.05° est ouverte (largeur 0,30 mètre) et comblée par des sédiments de la formation 2 : vers le bas, sont accumulés des galets dolomitiques ; vers le haut, n'existent que des schistes noirs.

Formation 2 : schistes noirs à blocs de Trias et de Lias

Cette formation, présentant des replis d'origine sédimentaire (glissements ?) est à dominante schisteuse, de teinte sombre, parfois gréseuse et rappelant le Carbonifère. Elle renferme une grande quantité de blocs anguleux, centimétriques à plurimétriques, de nature variée: dolomies triasiques (2T), calcaires à entroques de type Laffrey (2L) et grès peu calcaires, triasiques ou carbonifères. La mise en évidence de différents niveaux de schistes est possible si l'on se base sur les variations de teinte (plus ou moins foncées) ou grâce à de fins niveaux bréchiques limitant deux types de schistes différents.

Dans la partie sud-ouest de l'affleurement (coupe A, fig. 67), existe un gros bloc de calcaires à entroques (2L), long de 15 mètres et haut de 5 mètres. Celui-ci est surmonté de schistes noirs qui apparaissent également sur le côté droit. Ce bloc pourrait en fait correspondre au premier dépôt d'un faciès à entroques, analogue à celui constituant la formation 3 et qui disparaîtrait, vers le Nord-Est, ayant été érodé avant la sédimentation de la formation 2.

Dans cette hypothèse, ce banc serait très probablement immédiatement superposé aux dolomies triasiques. Cependant, l'aspect abrupt de l'extrémité nord-est du bloc et la quantité de blocs de nature variée, notamment de calcaires à entroques, englobés dans ces schistes, plaide plutôt en faveur d'un très gros bloc (olistolite) de calcaire à entroques, emballé dans la formation 2.

Le faciès des schistes noirs est analogue à celui des schistes carbonifères de la région de La Mure.

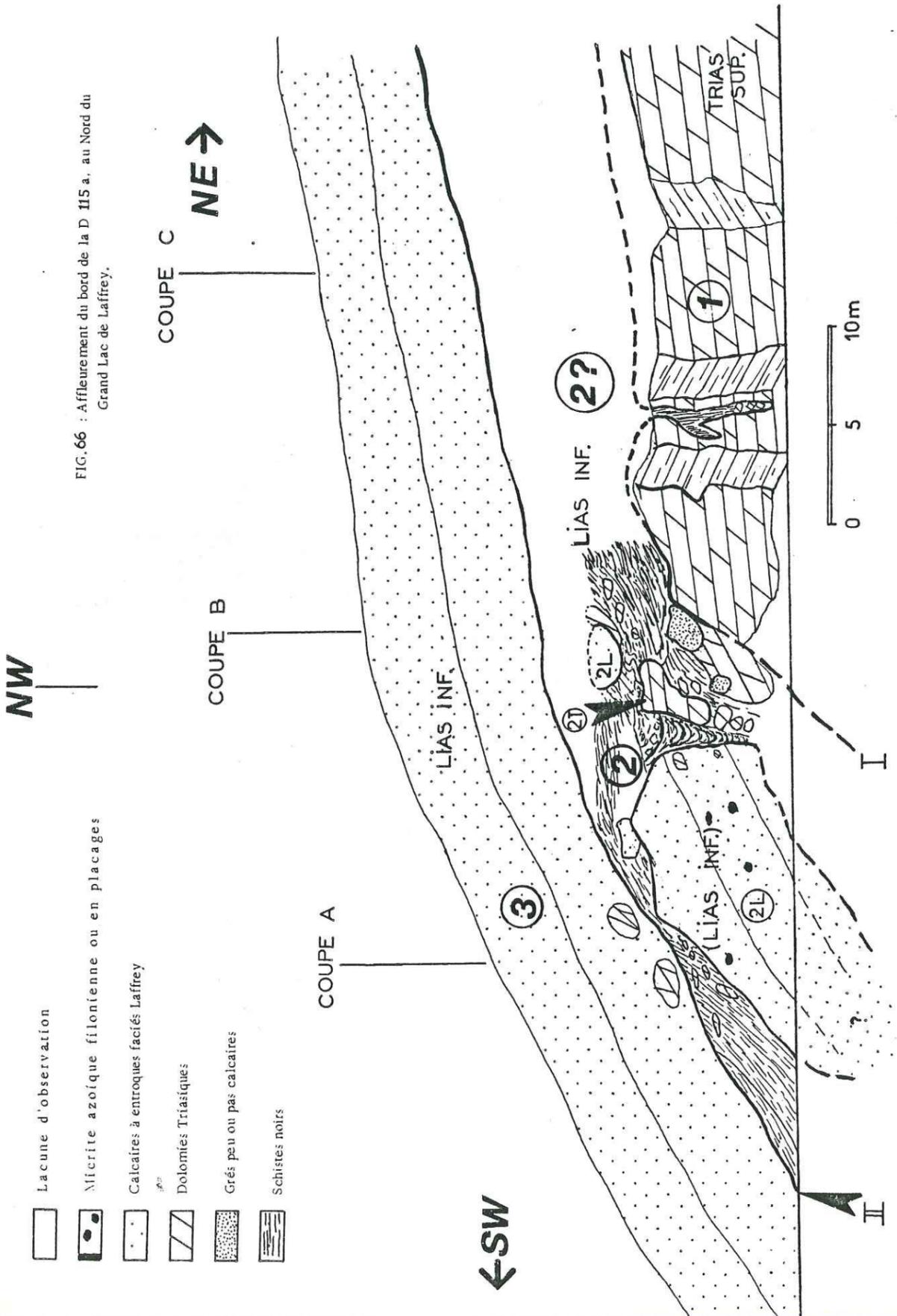


FIG.66 : Affleurement du bord de la D 115 a., au Nord du Grand Lac de Laffrey.

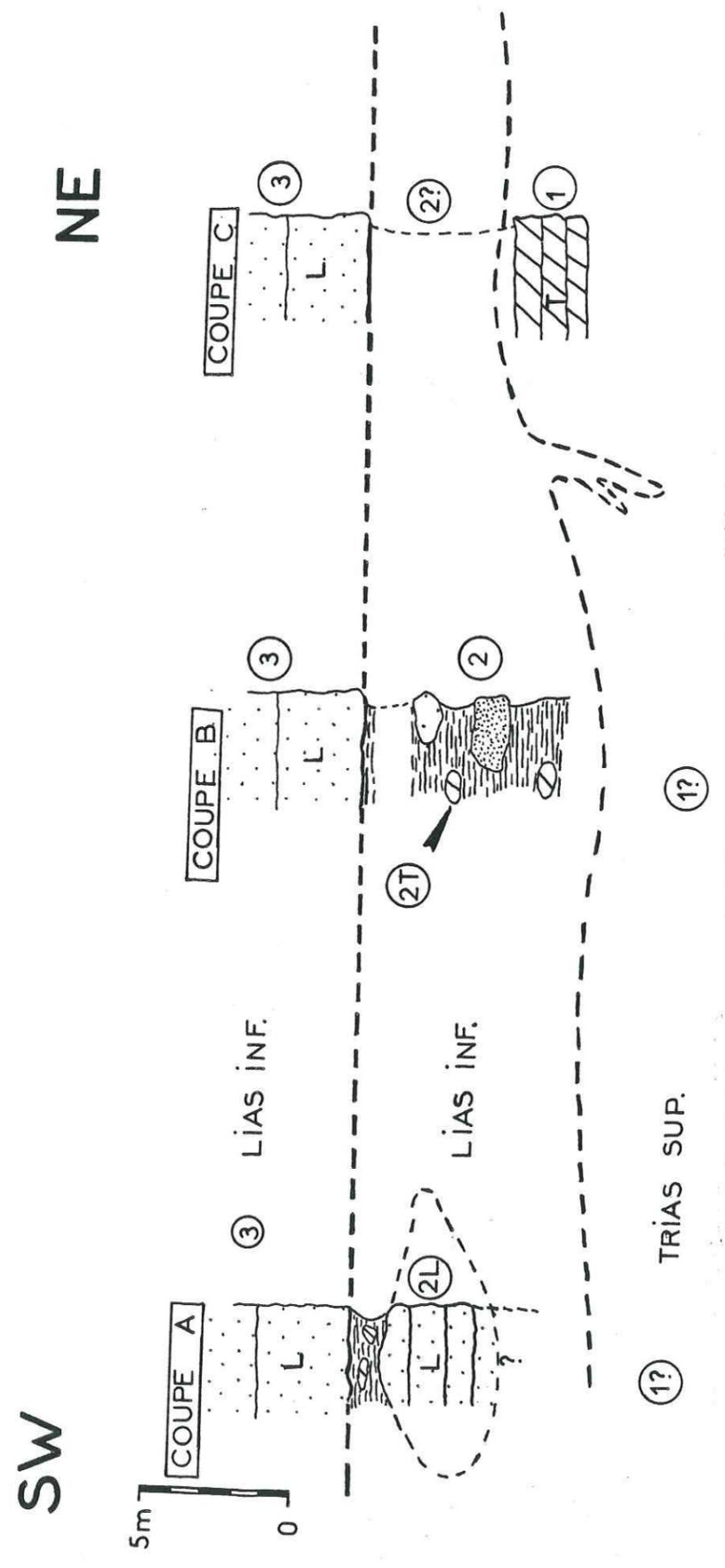


Figure 67 : Coupes levées en trois points de l'affleurement décrit en figure 66. Bien que certains ensembles soient parfois masqués par la végétation, on peut se demander si la succession, dans les trois coupes n'est pas la suivante: dolomies triasiques (1), formation schisteuse à galets de dolomies et calcaires à entroques (I), formation schisteuse à galets de dolomies et calcaires à entroques (2), et calcaires à entroques Liasiques (3). Seules les épaisseurs peuvent varier.

La position qu'occupent ces schistes, sur l'affleurement du Nord du Lac, de même que la quantité de galets qu'ils renferment plaide bien évidemment en faveur d'un remaniement au Lias de matériel carbonifère.

Formation 3 : calcaires à entroques liasiques

Ils se présentent sous forme d'une grosse barre massive constituée de calcaires riches en débris d'échinodermes et contenant de nombreux fragments anguleux remaniés, de dolomie et d'antracite.

La base des calcaires à entroques n'est pas rigoureusement plane, mais elle présente de nombreuses ondulations d'amplitude métrique (load-casts, flute-casts ou ravinements ?).

Age des formations 1, 2, 3

Bien que non fossilifères ici, les dolomies (formation 1) correspondent au faciès typique du Trias supérieur de la région.

L'âge de la base des calcaires de Laffrey n'est pas connu dans cet affleurement, mais il convient de signaler que j'ai trouvé, un kilomètre plus au Nord, à la base des calcaires à entroques ($x = 309,40 - y = 871,13 - z = 945$) des *Arnioceras* du Sinémurien inférieur (zone à *semicostatium*). De même, à 500 mètres au Nord-Ouest ($x = 308,68 - y = 871,13 - z = 945$), j'ai trouvé un *Coroniceras* sp. (Sinémurien inférieur, zone à *bucklandi*). Bien que ces ammonites aient été découvertes dans une zone où n'affleurent pas les schistes de la formation 2, il est néanmoins très probable que la formation 3 soit d'âge Sinémurien (peut-être Sinémurien inférieur à moyen).

L'âge de la formation 2 n'est pas connu. Les attributions stratigraphiques varient selon l'interprétation proposée pour cet affleurement: hettangien dans le premier cas, doméro-toarcien dans les autres cas (cf. ci-dessous).

2.3.2. Interprétations proposées

Plusieurs interprétations peuvent être proposées pour cet affleurement. Elles présentent toutes des difficultés.

L'ensemble des données permet d'envisager la succession des événements suivants (fig. 68) :

1. dépôt du Trias ;
2. dépôt d'un premier niveau à entroques de faciès semblable à celui des calcaires de Laffrey ;
3. masse glissée (glissement sous-marin) ; la position de cette masse entre les dolomies triasiques (formation 1) et les calcaires de Laffrey liasiques (formation 3), suggère sa mise en place à partir de l'Hettangien ou du Sinémurien inférieur ;
4. dépôt d'un deuxième niveau à entroques (ensemble 3).

La présence de poches de matériel micritique (habituellement filonien dans la formation 3), dans le bloc de calcaires à entroques (2L) emballé dans la formation 2 impose, pour cette interprétation, l'existence de deux remplissages filoniens successifs, mais identiques ; le premier lors du dépôt des premiers calcaires à entroques (Hettangien ou Sinémurien inférieur), le second à la fin du dépôt des calcaires de Laffrey (Toarcien ?). Ce remplissage en deux étapes, obligatoire dans le cadre de

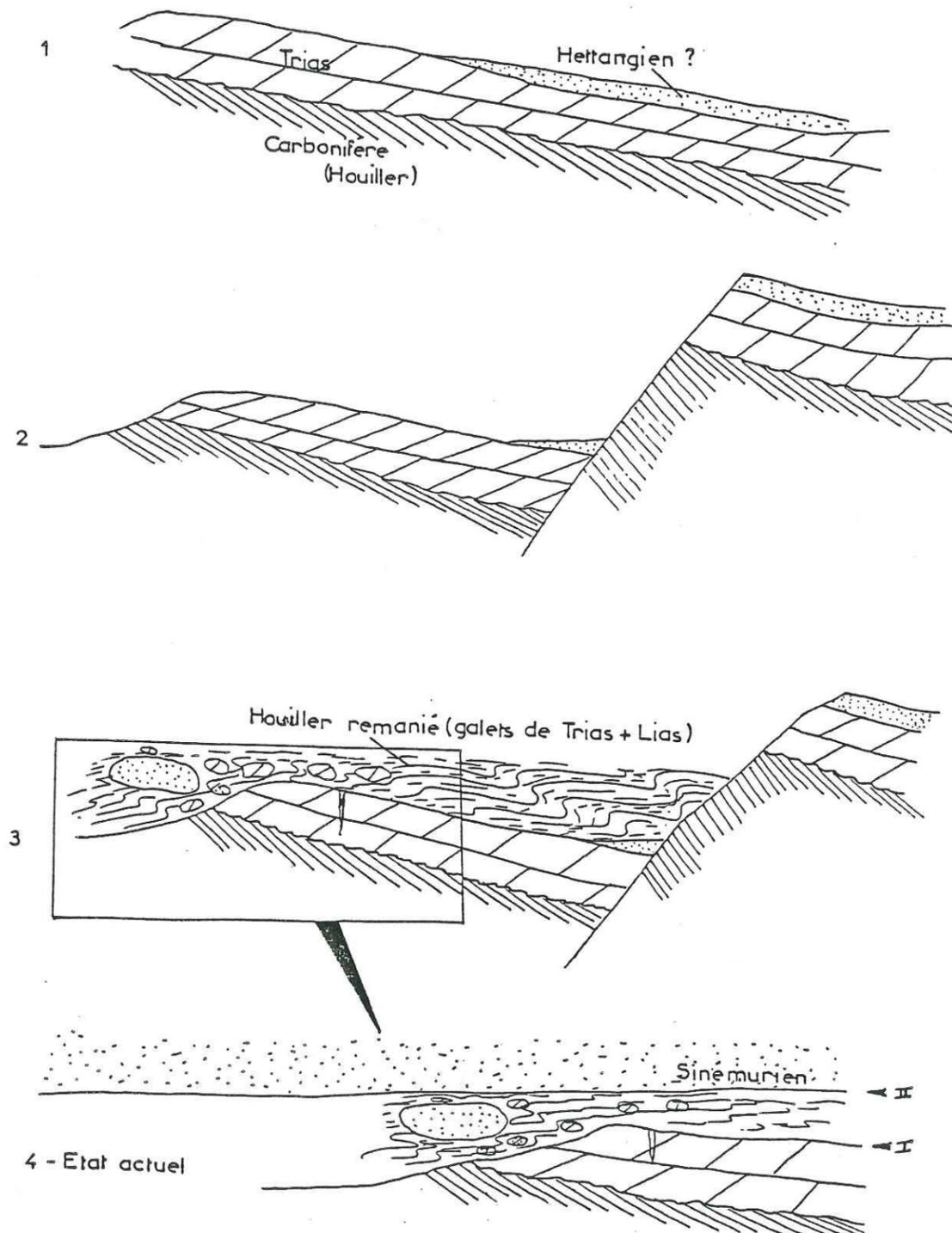


Figure 68: Interprétation proposée pour la mise en place de l'affleurement du Nord du Grand Lac de Laffrey:
 1. Dépôt du Trias et d'un premier niveau à entroques de faciès semblable à celui des calcaires de Laffrey.
 2. Décalage par faille normale
 3. Glissement sous-marin et remaniement de calcaires à entroques, de dolomies, et de schistes carbonifères.
 4. Dépôt d'un second niveau à entroques au Sinémurien moyen

cette hypothèse, est toutefois gênant, car rien ne permet de le prouver. On peut tout aussi bien envisager un seul remplissage, effectué lors de la phase finale du dépôt des calcaires de Laffrey (formation 2).

Dans ce cas, les blocs de calcaires à entroques (2L), emballés dans la formation 2 et la formation 3, ne correspondraient pas à deux niveaux distincts, mais appartiendraient bien au contraire à la "masse principale de calcaires de Laffrey". Celle-ci serait alors entièrement déplacée au Toarcien, au sein d'un ensemble glissé remaniant également Carbonifère, Trias et Lias.

Une telle hypothèse, bien que séduisante par certains aspects, n'est pas entièrement satisfaisante. En effet, une difficulté se présente dans la mesure où il est possible de suivre cette falaise des calcaires de Laffrey, sur une distance kilométrique, ce qui permet d'affirmer qu'elle est continue dans tout le secteur affecté par les filons, c'est-à-dire sur près de deux kilomètres carrés. Le déplacement d'un paquet glissé d'une telle masse n'est peut-être pas impossible, mais me paraît difficile à envisager dans ce cas.

2.3.3. Discussion sur ces différentes possibilités et conclusion

Quelque soit la solution retenue, trois points sont communs et méritent d'être soulignés :

- . l'approfondissement brutal des milieux de dépôt entre Trias et Lias;
- . l'existence d'une assise remaniée synsédimentaire au Lias, preuve de la création de pentes, et probablement d'escarpements de faille permettant la mise à nu de Trias et de socle ;
- . la présence de filons à remplissage micritique dans les calcaires à entroques.

Les divergences entre l'une et l'autre des hypothèses résident dans l'âge de remaniement synsédimentaire :

- . post-Trias supérieur et anté-Sinemurien inférieur dans le premier cas (donc remaniement qui soulignerait la première étape du rifting),
- . post-Trias supérieur et anté-Toarcien dans le second cas (caractérisant soit la première soit la seconde étape du rifting).

2.4 - MISE EN EVIDENCE D'UN HORST DANS LES SERIES REDUITES (COTE DE L'AUP - COL DE MAYRES)

2.4.1. Description

La cartographie (fig. 69) et la stratigraphie (chapitre 2) précises dans le secteur des côtes de l'Aup (ouest de La Mure) ont permis de déceler une paléo-structure (horst) à l'intérieur des calcaires de Laffrey.

Trois coupes ont été levées avec un espacement latéral de 250 mètres (fig. 70). A l'Est et à l'Ouest du sommet du Serre de l'Horizon (point coté 1617), les coupes levées sont probablement complètes (plus de 50 mètres) et dans l'ordre stratigraphique normal.

A l'aplomb du sommet et au-dessus d'un mince niveau marqué par la végétation, la série est réduite et contient seulement, sur une épaisseur réduite (20 mètres), les termes les plus élevés (y et z).

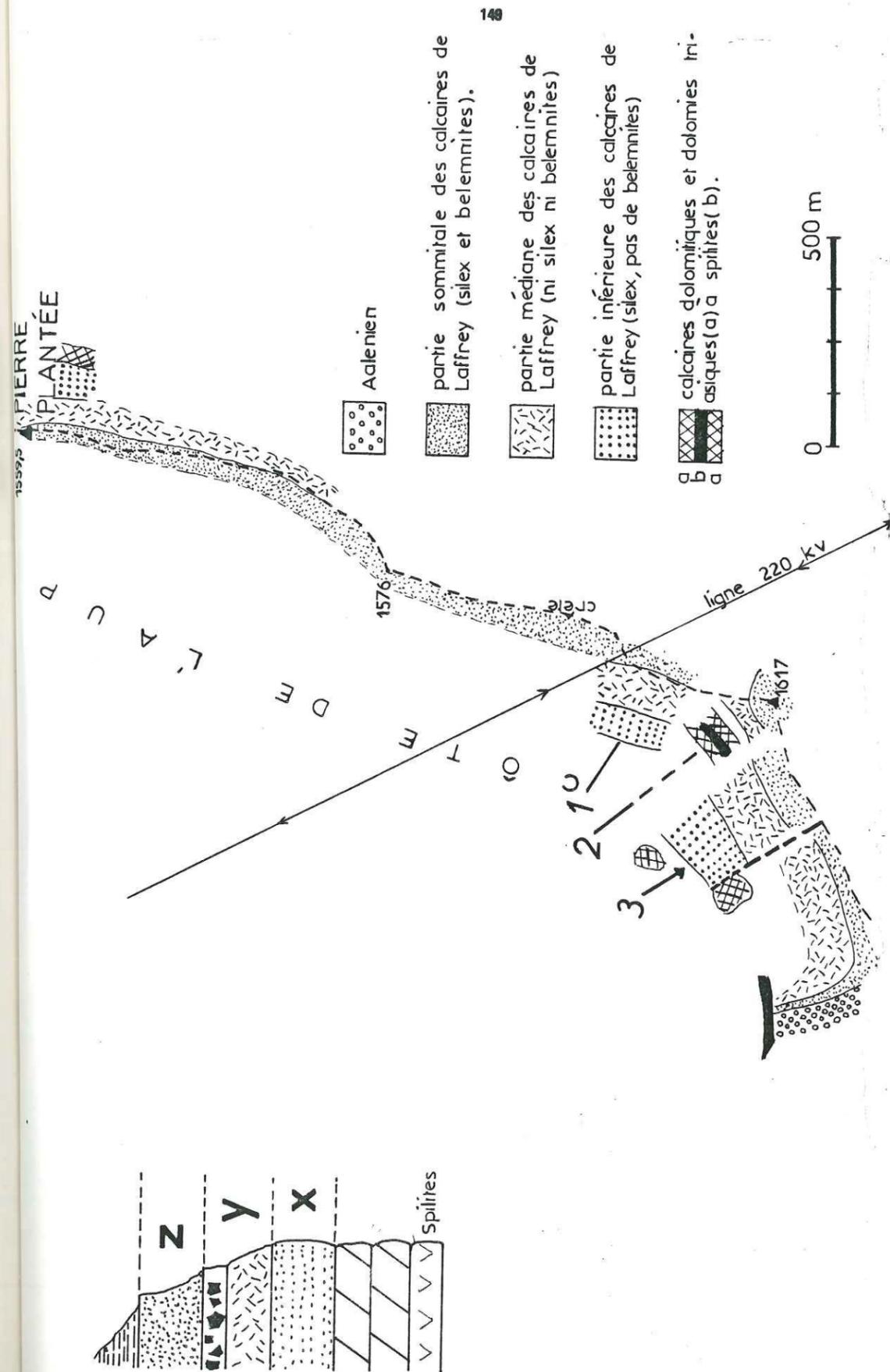


Figure 69 : Carte géologique du secteur des Côtes de l'Aup. Sur la gauche de la figure, détail du découpage effectué dans les calcaires de Laffrey et caractéristiques de chacun des ensembles. I, 2 et 3 localisent les coupes de la figure 70.

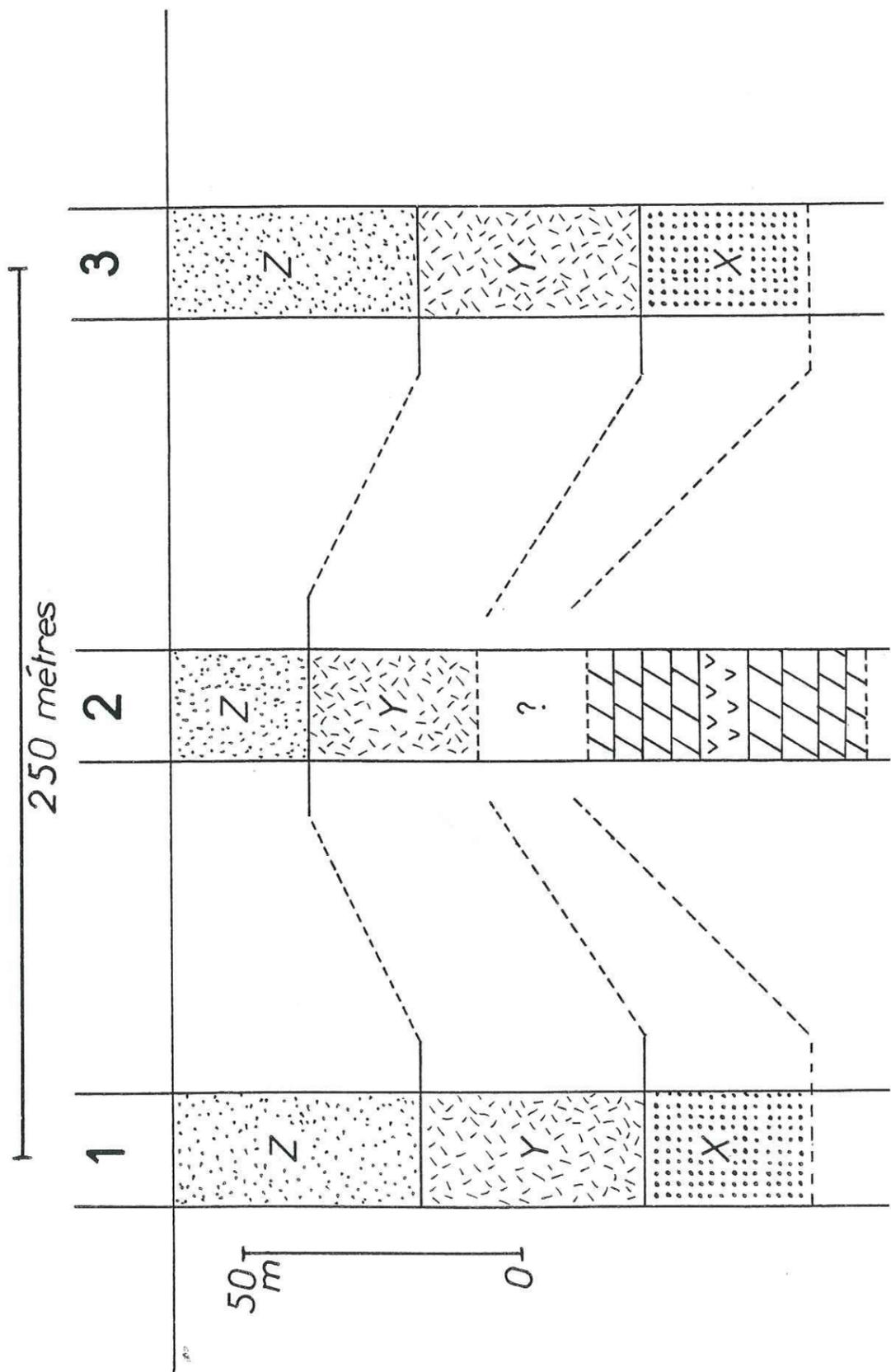


Figure 70: Coupes levées sous le sommet du Serre de l'Horizon. Elles montrent la diminution rapide d'épaisseur des extrémités vers le centre permettant ainsi de déceler l'existence d'un horst. (1) coupe au NE. (2) coupe intermédiaire. (3) coupe au SW. Légende des figurés en figure 69 .

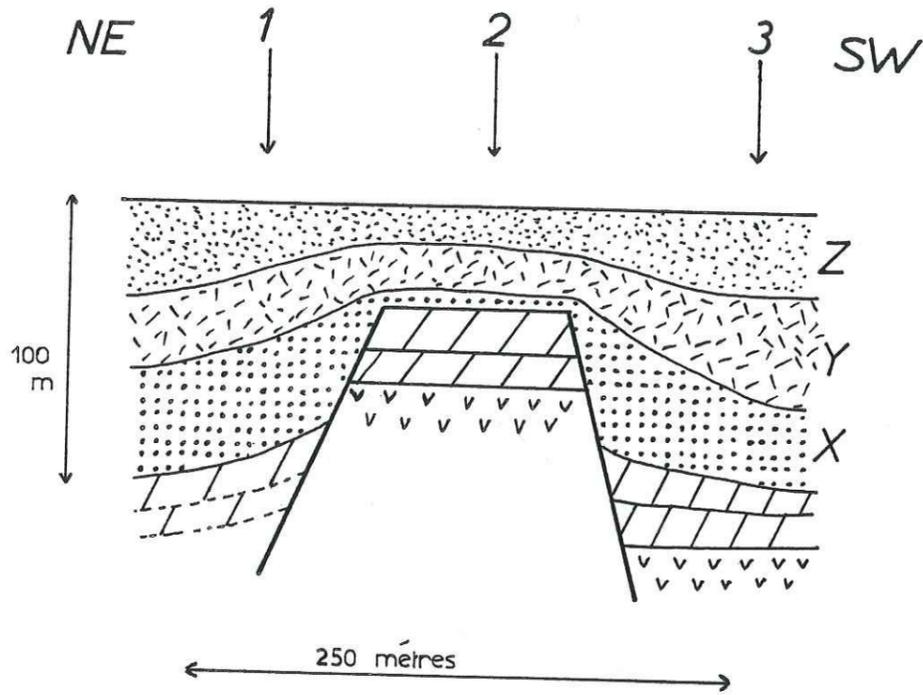


Figure 71 : Reconstitution du horst du secteur du Senepy. La situation des coupes 1,2,3 de la figure 70 est indiquée.

La zone de passage de la série médiane aux séries orientales et occidentales, masquée par la végétation ne s'observe pas.

2.4.2. Interprétation

Il est possible de relier ces affleurements entre eux en faisant intervenir des réductions d'épaisseur liées au non dépôt ou à l'érosion de certaines formations, ce qui conduit à imaginer l'existence d'un point haut, vraisemblablement limité par des failles normales, qui délimitent ainsi un petit horst sur lequel la sédimentation a été réduite et lacunaire (fig. 71).

Même si elle existe, la base des calcaires de Laffrey (ensemble x) est très réduite sur le horst, par rapport à d'autres affleurements du même secteur.

Ce dispositif suggère que la surrection de ce horst est intervenue lors des premiers dépôts de calcaires de Laffrey, c'est-à-dire approximativement à la transition Hettangien-Sinemurien (chapitre 2). Cette époque correspond, comme nous l'avons vu (chapitre 4 et chapitre 5) à une phase de mouvements importants, enregistrée également sur les grands blocs voisins (Rochail, Taillefer).

3 - OLISTOLITES ET MÉGABRÈCHES DANS LA RÉGION FRONTIÈRE ENTRE LES DEUX TYPES DE SÉRIES (PROCHES DU PROLONGEMENT DE L'A.M.B.) accident médian de Belledonne.

3.1 - REGION SEPTENTRIONALE DU TERRAIN ETUDIE : SECTEUR DES SABOTS

La falaise des Sabots correspond à un affleurement long d'une vingtaine de mètres et haut de 10 mètres environ. Il est totalement isolé au milieu de prairies, à proximité du tracé de l'accident médian de Belledonne (A.M.B.), (fig. 3).

Cet affleurement, découvert au début du siècle par P. LORY n'a été correctement décrit que beaucoup plus tard (J.C. BARFETY et al., 1970).

La stratigraphie de cet éperon rocheux est confuse car elle ne semble présenter aucune logique. Tous les pendages sont verticaux, cependant, il est impossible de situer la base et le sommet de la série. Il est possible d'envisager que la base puisse être à l'Est car des schistes cristallins affleurent. De toute manière, à une centaine de mètres à l'Est, le socle affleure sans ambiguïté.

D'Est en Ouest, on rencontre successivement (fig. 72) :

- A) un ensemble de schistes cristallins, pouvant correspondre au socle;
- B) un ensemble à dominante calcaire, épais de 5,20 mètres, constitué de bancs décimétriques ou pluridécimétriques sans joints marneux. Le faciès est micritique, parfois riche en crinoïdes (pentacrines bien conservées) et en très grosses belemnites (longueur de l'ordre de 10 centimètres), présentes surtout dans les bancs situés le plus à l'Ouest. Ces grosses belemnites caractérisent généralement un Lias déjà élevé (au moins Carixien) ;
- C) dépression de 1,60 mètre de large, sans affleurements (végétation);
- D) 2,50 mètres d'une formation gréseuse et schisteuse, gris ou rouille, datée du Carbonifère (flore typique : BARFETY et al., 1970). Cependant, ces couches présentent localement des gros blocs calcaires, véritables tronçons de bancs, riches en silex et parfois en galets de cristallin;

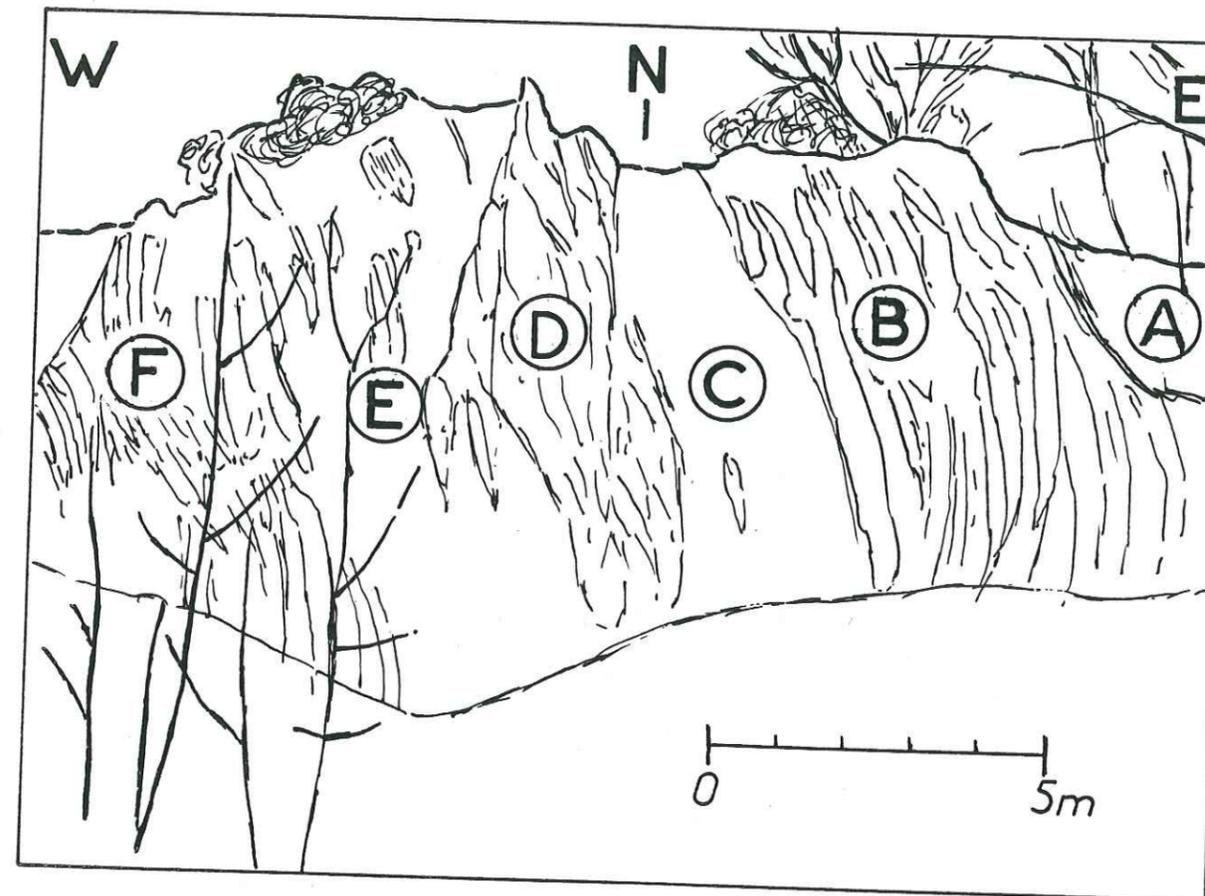


Figure 72: La falaise des Sabots.

Schéma de l'affleurement et découpage en grands ensembles (A,B,C....) dont la description est donnée dans le texte.

E) lacune partielle d'observation. A l'intérieur de cet ensemble masqué par la végétation, pointent quelques bancs de calcaire bréchiq, à galets de Trias ou de houiller ;

F) alternances de bancs calcaires parfois bréchiq, de bancs dolomitiques et de bancs de faciès carbonifère, disposés de façon quelconque. Certains des bancs calcaires contiennent de petites entroques intactes et des petits galets de quartz et de micaschistes.

A première vue, il me semble que les bancs de carbonifère soient intercalés à l'intérieur des formations calcaires non datées, mais d'âge très probablement liasique.

Interprétation

Pour cet affleurement, comme aussi pour des affleurements voisins et analogues (calvaire de la Madeleine, secteur de Faux Laurent) déjà décrits par BARFETY et al. (1970), on peut admettre un dépôt rapide et chaotique de blocs de carbonifère, de cristallin et de calcaires liasiques, à proximité d'un escarpement et probablement lors d'une phase de mouvements tectoniques dont l'âge est inconnu mais probablement liasique.

3.2 - LA MEGABRECHE DE LA FALAISE DES BIGEARDS (EST DE LAFFREY)

Jusqu'ici, la falaise des Bigeards a été interprétée soit comme une mylonite, soit comme une brèche de remaniement qui marquait la base des faciès réduits de haut-fond.

On y observe, d'une manière chaotique, des dolomies jaunes, triasiques, fortement diaclasées, des calcaires à entroques régulièrement stratifiés qui semblent discordants sur ces dolomies et une formation hétérogène constituée de blocs anguleux de dolomie, de calcaires à entroques et de micrite azoïque connue sous forme filonienne dans la région de Laffrey.

Le tout est couronné et cacheté par une formation marno-calcaire qui affleure dans la partie haute de la falaise. Cette formation, d'après J. HAUDOUR et J. SARROT-REYNAULT (in BARFETY et al., 1970) est sinémurienne. Il me semble plutôt qu'elle soit toarcienne ou aalénienne.

Aucune donnée ne semble décisive dans l'interprétation de cet affleurement. Cependant, la présence de galets de la même micrite que celle que l'on connaît sous forme filonienne à Laffrey conduit à situer le lieu de dépôt de la mégabrèche en contre-bas des calcaires de Laffrey.

Sa mise en place est difficile à dater, mais il est probable, si les datations proposées pour les marnes sus-jacentes sont valables, que toute activité avait cessé à l'Aalénien, époque à laquelle les faciès marno-calcaires apparaissent et scellent les structures.

3.3 - CONCLUSION

Ces deux affleurements, les Sabots et les Bigeards, présentent des analogies :

- leur position à proximité du prolongement de l'accident médian de Belledonne ;
- l'accumulation de blocs de dolomies triasiques, de schistes carbonifères et de calcaires liasiques.

Ces analogies conduisent à proposer, pour ces affleurements, une interprétation : ce seraient des mégabrèches d'escarpements de failles, d'âge liasique (identiques à ce que l'on observe au pied de la faille d'Ornon, BARFETY et al., 1979 ; BARFETY et GIDON, 1984).

4 - LE DÉTRITISME ORIGINAIRE DU SOCLE

4.1 - DANS LES FACIES BIOCLASTIQUES DU BEAUMONT (SERIES EPAISSES)

Dans les calcaires à entroques du Beaumont (turbidites et coulées boueuses), il existe des galets de quartz et de micaschistes, anguleux, centimétriques à pluricentimétriques qui se localisent principalement à proximité de la transition Domérien-Toarcien (unité G de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont). On rencontre également un horizon analogue mais dans le Carixien de la coupe de Quet-en-Beaumont. Ces galets, provenant du socle antétriasique, sont noyés à l'intérieur des faciès bioclastiques, généralement à la base des bancs épais.

En dehors de ces deux niveaux dans lesquels le taux de détritisme est nettement supérieur à la moyenne, il n'est pas rare de rencontrer de petits galets de quartz ou de micaschistes (microscopiques), à l'intérieur des horizons bioclastiques (chapitre 3).

Les accumulations importantes représentent probablement le résultat de mouvements tectoniques synsédimentaires, très vraisemblablement la naissance d'escarpements de failles affectant le socle. Ces failles ont dû avoir un rejet important puisqu'il y a plus de 500 mètres de sédiments entre le socle et le Carixien. On peut les situer au Sud ou à l'Est du terrain étudié car nous avons vu que les turbidites et les coulées boueuses étaient d'origine méridionale. La paléofaille représentée actuellement par le linéament d'Aspres les Corps, ou des paléofailles voisines pourraient donc être à l'origine de ce détritisme.

On peut également mentionner ici les petits fragments charbonneux contenus dans des intercalations marneuses de Carixien, non associés aux turbidites.

4.2 - DANS LES SERIES REDUITES

Presque toutes les coupes levées dans les calcaires de Laffrey présentent un ou deux horizons, situés à des niveaux stratigraphiques déterminés, contenant des galets de petite taille (de moins d'un millimètre à quelques centimètres) provenant du socle antétriasique (quartz, micaschistes).

Le niveau stratigraphique le plus caractéristique à cet égard se situe à peu près à la transition Domérien-Toarcien comme dans les coupes de la série épaisse du Beaumont. Il est présent dans toutes les coupes étudiées sauf aux environs de Laffrey et à la Pierre Plantée (Nord-Ouest de La Mure).

Les coupes dans lesquelles la présence de galets est la plus nette sont celles de Prunières (Sud-Ouest de La Mure) et de la falaise de l'Aup (Ouest de La Mure), c'est-à-dire les deux coupes les plus méridionales.

On remarquera qu'ici, à l'inverse des séries épaisses, il n'est pas nécessaire de considérer un rejet important des paléofailles pour mettre à nu le socle : en effet, la succession triasico-liasique n'est épaisse ici que d'une centaine de mètres au grand maximum.

4.3 - CONCLUSION

Deux éléments sont à retenir de l'étude du détritisme provenant du socle :

1) L'existence probable, jusqu'au Domérien supérieur, de quelques mouvements tectoniques de faible intensité, dont les échos (galets de quartz) sont enregistrés très localement (Carixien à Quet-en-Beaumont, base du Lias à Versenat).

2) L'existence d'une phase majeure de grande amplitude dans le Domérien, à proximité de la transition Domérien-Toarcien. Les échos de cette phase sont enregistrés tant dans les séries épaisses que dans les séries réduites sous forme d'arrivées de galets de quartz et de micaschistes dans les sédiments.

5 - LA SUBSIDENCE

L'examen des données sur la subsidence conduit à opposer d'une part l'ensemble Trias-Hettangien aux formations post-hettangiennes et d'autre part les domaines à sédimentation réduite à ceux à sédimentation épaisse.

5.1 - OPPOSITION TRIAS-HETTANGIEN ET DEPOTS POST-HETTANGIENS

Au Trias et à l'Hettangien, le taux de subsidence est demeuré très faible (de l'ordre de 4 à 5 mm par millénaire). Ces valeurs, obtenues pour le Trias sur le rebord occidental du massif du Pelvoux (P. BARON, 1981) et pour l'Hettangien de la coupe de Côte Dure, montrent une continuité de la subsidence du Trias à l'Hettangien supérieur.

Durant cette période, la profondeur des milieux de dépôt a peu évolué et est de toute manière restée très faible, ce qui nous permet de dire que le taux de subsidence est pratiquement identique au taux de sédimentation.

Vers la limite Hettangien supérieur - Sinémurien inférieur, la subsidence dans les séries épaisses augmente de manière brutale. En utilisant un taux de sédimentation de l'ordre de 80 mm par millénaire et en tenant compte d'un approfondissement progressif au cours du Sinémurien, on peut évaluer le taux de subsidence à plus de 100 mm par millénaire au cours du Sinémurien. Au Carixien-Domérien, le taux de sédimentation était comparable, peut-être légèrement inférieur.

Cette limite Hettangien-Sinémurien correspond donc à un événement majeur, dont nous verrons qu'il existe sur toute l'étendue de la paléomarge, jusque dans les zones internes. C'est en fait seulement à partir de cette époque que les séries épaisses s'individualisent, comme on va le voir maintenant.

Vers le Toarcien moyen ou supérieur, une nouvelle variation du taux de subsidence est enregistrée, de manière plus marquée dans les séries épaisses. Elle se manifeste de façon analogue à celle de la transition Hettangien-Sinémurien et correspond aussi à un phénomène majeur que l'on ne retrouvera qu'en certains points de la paléomarge à cette époque là.

5.2 - OPPOSITION ENTRE SERIES REDUITES ET SERIES EPAISSES

Contrairement à ce qui s'observe à l'intérieur des séries épaisses, il n'existe pas, dans les séries réduites, de différence appréciable du taux de subsidence, au passage de l'Hettangien au Sinémurien. Il y a en fait une similitude d'évolution entre les domaines à séries réduites et ceux à séries épaisses jusqu'à l'Hettangien moyen-supérieur, suivie d'une différenciation nette dès le Sinémurien inférieur.

L'origine de cette différenciation est probablement à relier à un ensemble de mouvements tectoniques qui sont à l'origine de la structuration de la marge. Il y a eu ainsi apparition de zones hautes (peuplées par les crinoïdes) et de zones plus profondes (où se déposent les alternances de calcaires et de calcaires marneux, riches en spicules de spongiaires), ces dernières étant soumises à une subsidence beaucoup plus importante.

5.3 - ARTICULATION ENTRE SERIES EPAISSES ET SERIES REDUITES

Ces considérations sur la subsidence montrent donc qu'à partir de la fin de l'Hettangien se sont individualisées des zones de bassin et des zones de hauts fonds. Mais comment s'effectuait le passage entre deux types de zones ?

Dans notre secteur, les transitions peuvent être de deux types, progressives ou brutales (fig. 4) :

Transition progressive : On l'observe aussi bien dans la partie ouest du Dôme de La Mure où les calcaires à entroques passent latéralement vers le Sud-Ouest à des faciès marnocalcaires micritiques, que dans le Beaumont occidental où ces alternances contiennent des intercalations de turbidites bioclastiques provenant d'un haut fond inconnu, mais probablement comparable à celui de La Mure-Laffrey.

Transition brutale : Entre le Dôme de La Mure et le Beaumont occidental, on passe au contraire brutalement de faciès bioclastiques réduits aux alternances micritiques marno-calcaires épaisses. L'articulation entre les deux domaines s'effectue au niveau d'un paléo-accident nord-sud qui correspond probablement au prolongement méridional de l'accident médian de Belledonne.

Ces considérations alliées à la mise en évidence locale de paléopentes nous conduisent à confirmer l'existence de deux grands blocs basculés majeurs : celui de La Mure à l'Ouest et celui du Beaumont-Taillefer à l'Est.

Le bloc du Beaumont semble à première vue correspondre au prolongement méridional du bloc basculé du Taillefer, dont le socle se serait enfoncé en profondeur. Cependant, la considération des paléopentes probables; vers le Sud-Ouest dans le bloc de La Mure, probablement vers le Sud-Ouest ou l'Ouest pour celui du Taillefer, mais vers le Nord-Ouest dans

On constate alors que les deux événements majeurs mentionnés ci-dessus se retrouvent à l'échelle de toute la marge, cependant, le deuxième événement semble soit correspondre à un groupe de plusieurs phases, soit être diachrone, du Domérien à l'Aalénien au moins.

Trias supérieur

Mis à part le volcanisme alcalin d'une partie des zones externes, les phases du Trias sommital se caractérisent par le fonctionnement de failles normales, généralement de faible rejet (T. DUMONT, 1983; P. BARON, 1981) et par une subsidence brutale mais de faible amplitude.

Hettangien supérieur et Sinémurien inférieur

Cette limite se caractérise toujours, en dehors des hauts fonds par un approfondissement brutal qui correspond probablement à un à-coup de subsidence peut-être accentué par un phénomène eustatique. Cet à-coup est presque toujours précédé du basculement de blocs à toutes échelles.

Domérien-Toarcien

Cette période, qui correspond au second groupe de phases distensives, est caractérisée dans les zones externes par la mise en place de brèches et d'olistolites et dans la zone piémontaise par l'arrivée d'éléments détritiques (FDR).

7 - CONCLUSION

L'existence de mouvements synsédimentaires dans les assises liasiques, épaisses ou condensées, a été prouvée grâce à la présence de figures sédimentaires, des phénomènes de remaniement, des variations du taux de subsidence.

La répartition stratigraphique de ces indices permet de mettre en évidence des phases d'activité majeures et des phases de calme relatif. Les deux phases majeures sont localisées aux deux extrémités de la série, l'une à l'Hettangien supérieur-Sinémurien inférieur, l'autre au Domérien-Toarcien.

La phase majeure initiale, caractérisée par des phénomènes sédimentaires dans les deux types de séries, est soulignée, dans les séries réduites par la création d'un horst observable dans la partie occidentale du terrain étudié. Ce horst, et peut-être l'affleurement du Nord du Lac (§2.3) représentent les indices de tectonique précoce.

Ces mouvements tectoniques sont suivis par un approfondissement brutal qui correspond probablement à un à-coup de subsidence.

La phase majeure terminale est soulignée, dans les séries réduites comme dans les séries épaisses, par des horizons à galets anguleux de quartz et de micaschistes et, peut-être, par l'apparition et le remplissage de filons micritiques dans un secteur bien défini des séries réduites (région de Laffrey). Elle est suivie partout par un approfondissement brutal.

Il ressort également nettement que chacune des phases tectoniques est suivie par un brusque enfoncement généralisé de la marge.

La période de calme "relatif" englobe toute la période s'étalant du Sinémurien inférieur au Domérien moyen. Elle est caractérisée partout par un ensemble de mouvements mineurs (basculements, secousses sismiques) qui se traduisent par le départ de turbidites et le remaniement de celles-ci à l'intérieur de glissements synsédimentaires.

CHAPITRE 6
CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE 6

CONCLUSION GENERALE

L'étude des caractères stratigraphiques, sédimentologiques, paléogéographiques et paléostratigraphiques des sédiments liasiques d'un secteur de la paléomarge de la Téthys jurassique a permis d'en préciser les modalités d'évolution.

L'ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE a conduit à distinguer deux ensembles de microfaciès caractérisant trois types de milieux.

- Des faciès profonds à spicules de spongiaires, généralement micritiques, de teinte grise, qui correspondent à des milieux bathyaux ou circalittoraux. La variation de taille des spicules de spongiaires contenus dans ces faciès permet de situer les milieux de dépôt de façon relative, ceux à petits spicules caractérisant les milieux les plus profonds.

- Des faciès à foraminifères, à matrice fine (biomicrites) qui sont riches en petits foraminifères, parfois au test agglutiné. De tous les faciès rencontrés, ce sont ceux qui renferment les bioclastes les plus variés et les plus gros éléments figurés autres que des crinoïdes.

- Des faciès à entroques qui renferment principalement des débris de crinoïdes. Ces faciès sont soit en place ou peu déplacés (calcaires de Laffrey), soit resédimentés dans le bassin grâce à des phénomènes gravitaires (turbidites, coulées boueuses).

L'étude des variations de taille et de forme des crinoïdes contenus dans ces faciès ainsi que leur détermination générique ont permis de mettre en évidence des variations de la profondeur du substratum, les espèces les plus petites caractérisant les milieux les plus profonds.

L'ANALYSE SEQUENTIELLE permet la mise en évidence de trois discontinuités sédimentologiques majeures (fig. 74).

Les deux premières (discontinuités majeures x et z), qui marquent des approfondissements brusques et importants, sont situées respectivement à la base du Lias (sensiblement à la limite Hettangien-Sinemurien) pour la discontinuité x, dans le Lias élevé (Toarcien moyen à supérieur) pour la discontinuité z.

La troisième (discontinuité y, Carixien-Domérien), située entre les deux précédentes, est un peu différente, car elle marque dans les séries épaisses et sans qu'il y ait nécessairement approfondissement des milieux de dépôt, le passage des séries à turbidites aux successions à coulées boueuses;

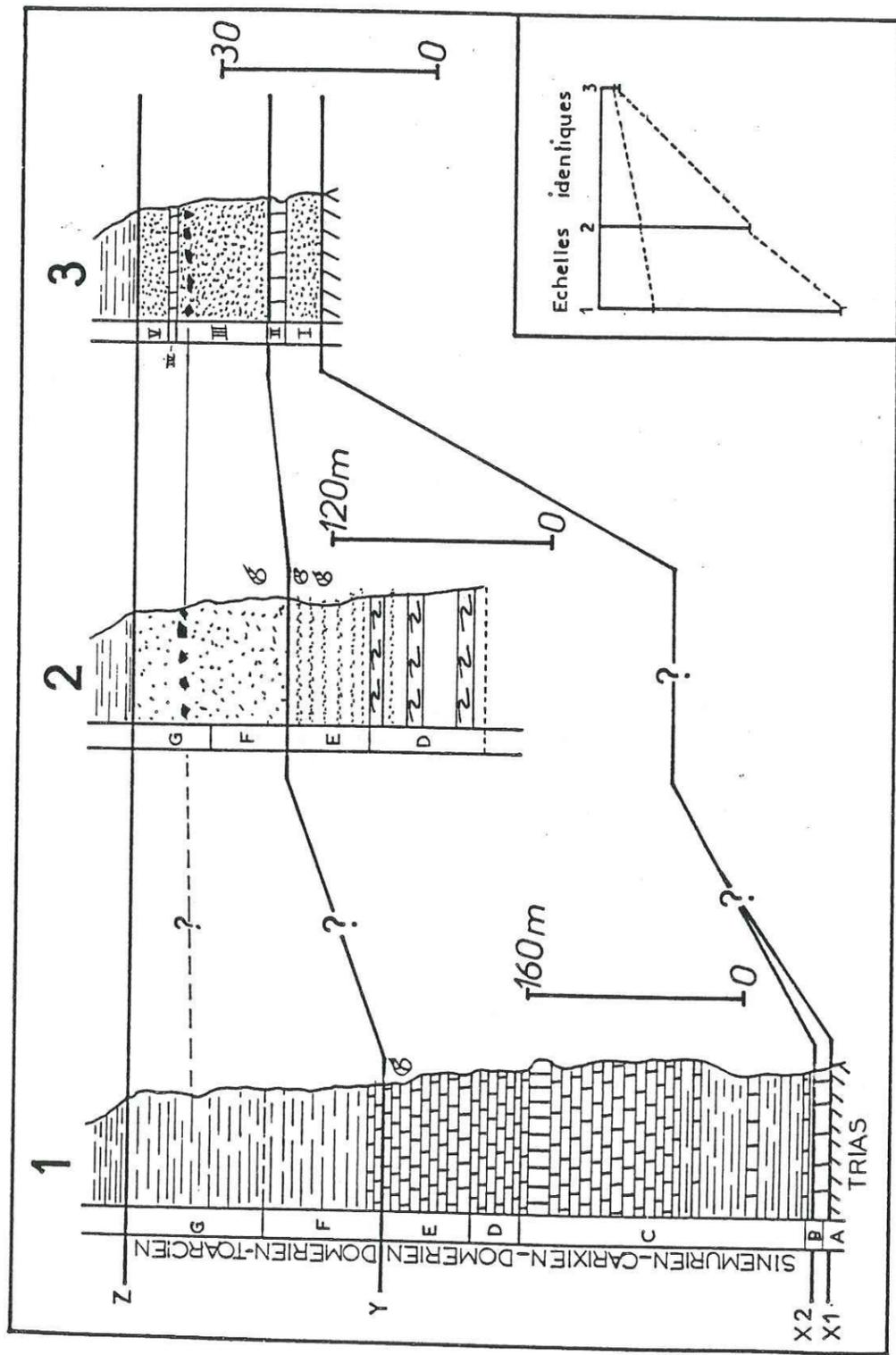


Figure 74: Corrélations entre séries épaisses sans turbidites(1), à turbidites(2), et séries réduites des calcaires de Laffrey. Ces corrélations sont basées sur des données stratigraphiques et sédimentologiques.

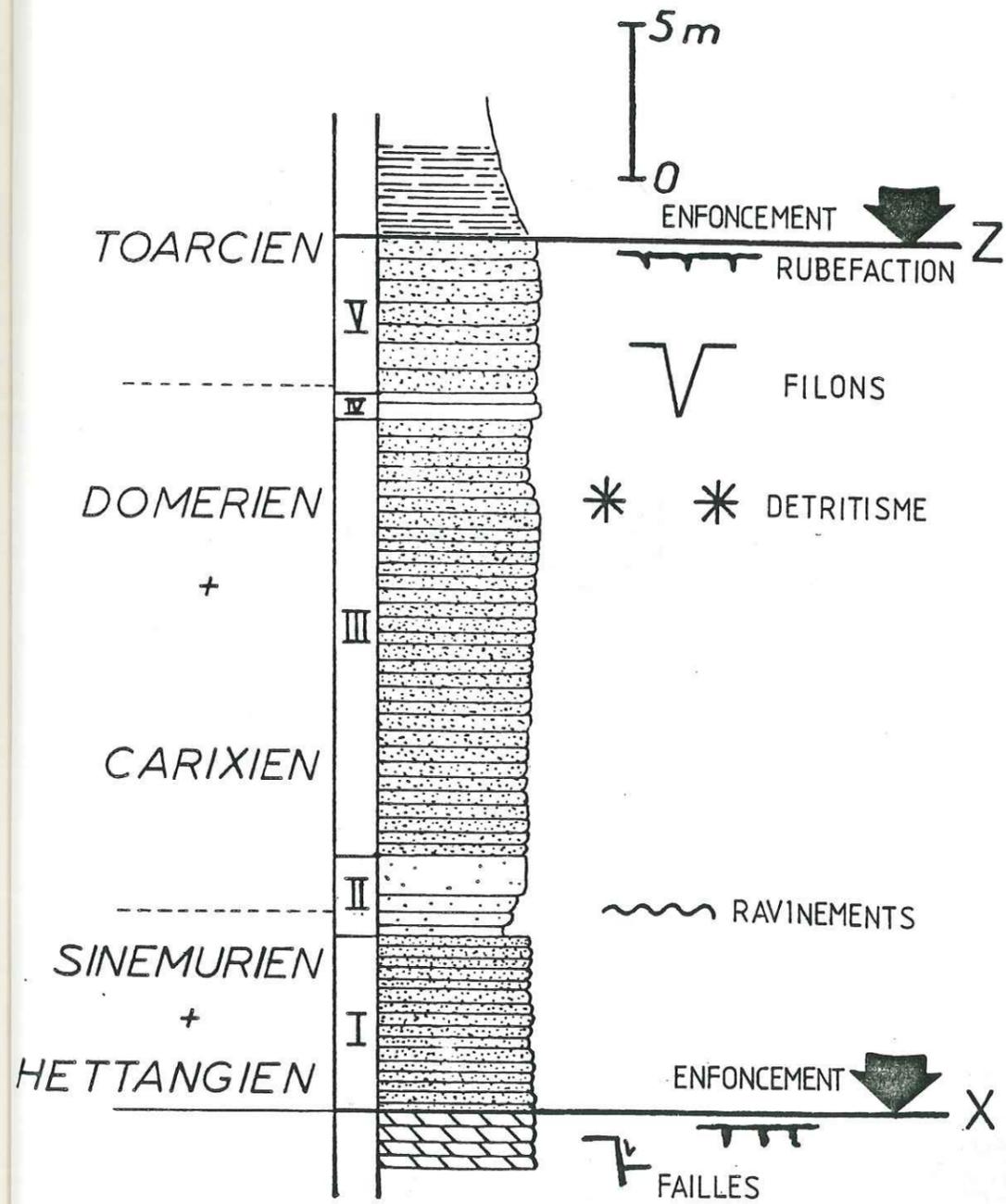


FIGURE 75: Mise en évidence, dans les séries réduites de la succession phases tectoniques-enfoncement et de la période de calme relatif carixo-domerienne

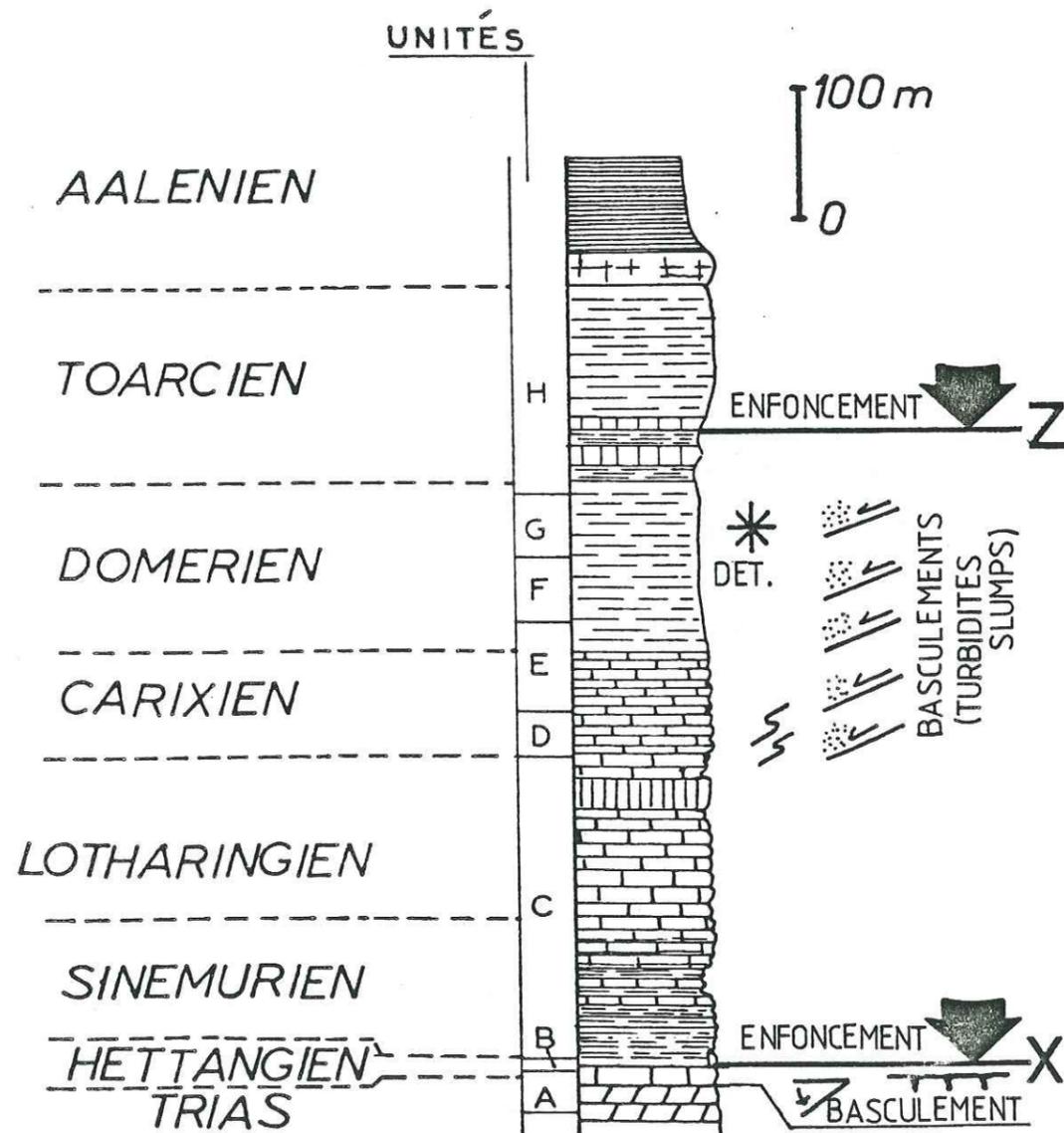


FIGURE 75 bis: Mise en évidence, dans les séries épaisses de la succession phases tectoniques-enfoncement et de la période de calme carixo-domerienne.

L'ETUDE STRATIGRAPHIQUE permet d'une part de préciser les données des études antérieures, et d'autre part de proposer des corrélations entre séries épaisses et séries réduites (fig.74).

Ces corrélations n'ont été possibles que grâce à la découverte de nouvelles ammonites, à la mise en évidence, dans les calcaires de Laffrey d'une zonation basée sur la présence ou l'absence de silex et de galets de dolomie, à l'individualisation d'unités lithologiques et au découpage en unités mégaséquentielles limitées par des discontinuités majeures. Ces caractères, mis en parallèle avec les données sédimentologiques, ont permis d'établir une paléogéographie à diverses étapes du Lias.

L'ETUDE PALEOSTRUCTURALE a permis de mettre en évidence l'existence de deux phases tectoniques majeures (figures 75 et 76), l'une à la base du Lias (phase du Lias basal, sommet de l'Hettangien - base du Sinémurien), l'autre dans le Lias supérieur (phase du Lias supérieur, Domérien-Toarcien)

Ces deux phases tectoniques majeures se matérialisent soit par l'existence de failles synsédimentaires (présence d'un horst dans les séries réduites) soit par l'existence de biseaux stratigraphiques qui suggèrent le mouvement de failles synsédimentaires et des basculements, soit enfin par la présence de galets de cristallin localisés à plusieurs niveaux stratigraphiques.

Ces deux phases tectoniques majeures encadrent une période de calme relatif allant du Sinémurien au Domérien. Toutefois, une succession de petits mouvements de basculement ont été décelés pendant cet intervalle de temps, témoignant ainsi de la persistance de l'activité tectonique. Elles se traduisent, dans les séries de bassin, par la mise en place de nombreuses turbidites, coulées boueuses et glissements sous-marins.

Dans la succession stratigraphique, ces deux phases tectoniques majeures de la base et du sommet du Lias précèdent toujours un approfondissement brusque, correspondant respectivement à la discontinuité x2 pour la première phase et à la discontinuité z pour la phase sommitale. Cette observation implique une cause manifestement tectonique pour ces approfondissements (à coups de subsidence). Dans les deux cas cependant il semble en outre que les variations eustatiques contemporaines, observées dans de nombreux secteurs téthysiens, puissent accentuer cet approfondissement.

L'EVOLUTION PALEOGEOGRAPHIQUE ET PALEOTECTONIQUE, fruit de la synthèse de toutes les études entreprises permet de proposer un découpage en quatre stades majeurs (fig. 76).

Au Trias (Stade 1, fig.76)

Au-dessous de la discontinuité x1, les carbonates de plate-forme du Trias supérieur caractérisent un milieu supralittoral, à rares invasions marines qui s'étend sur de grandes distances, sans différences de relief notables.

Par place, au sommet du Trias, la sédimentation est interrompue par des coulées de basaltes alcalins, probablement en grande partie subaériennes.

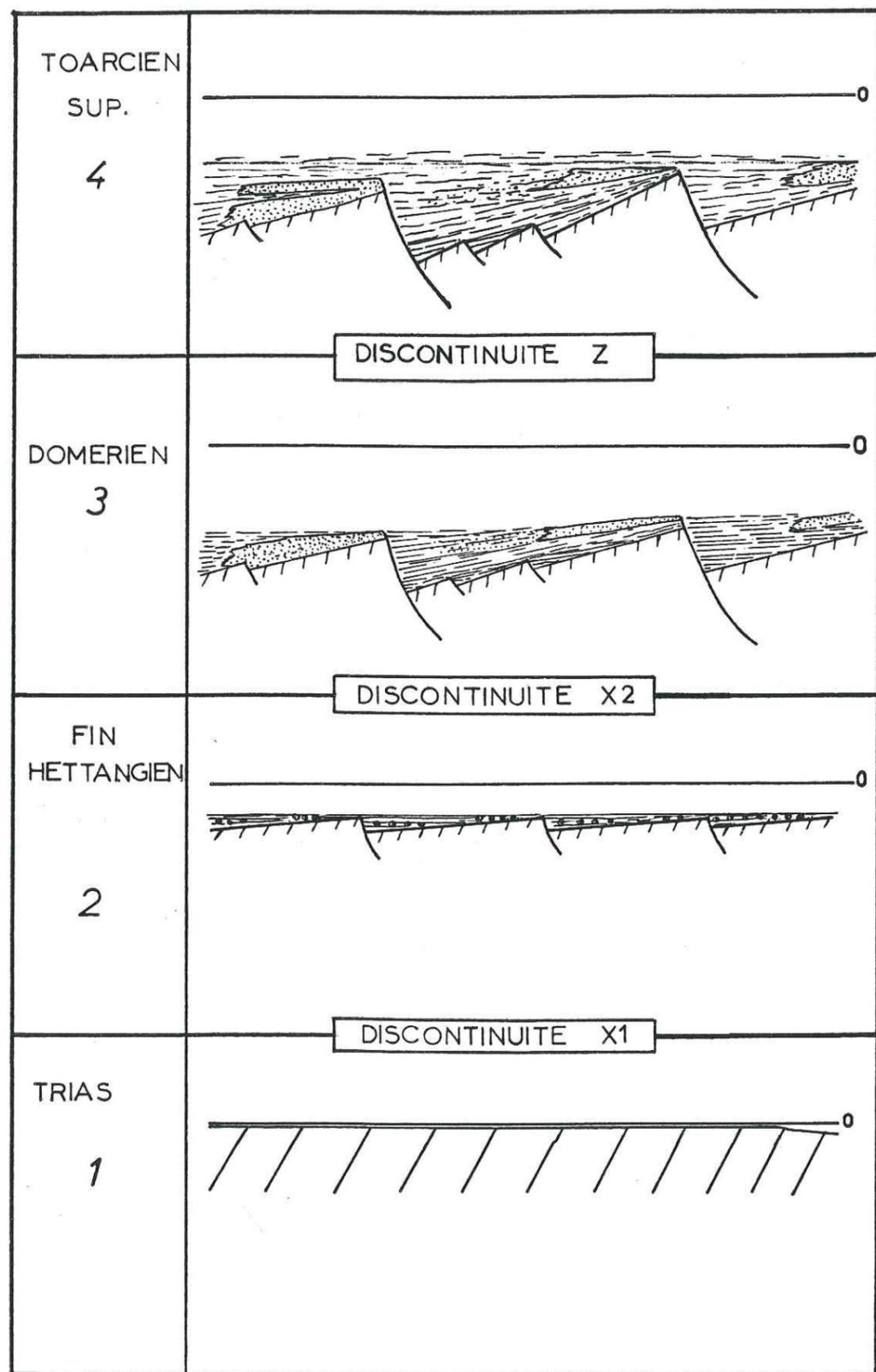
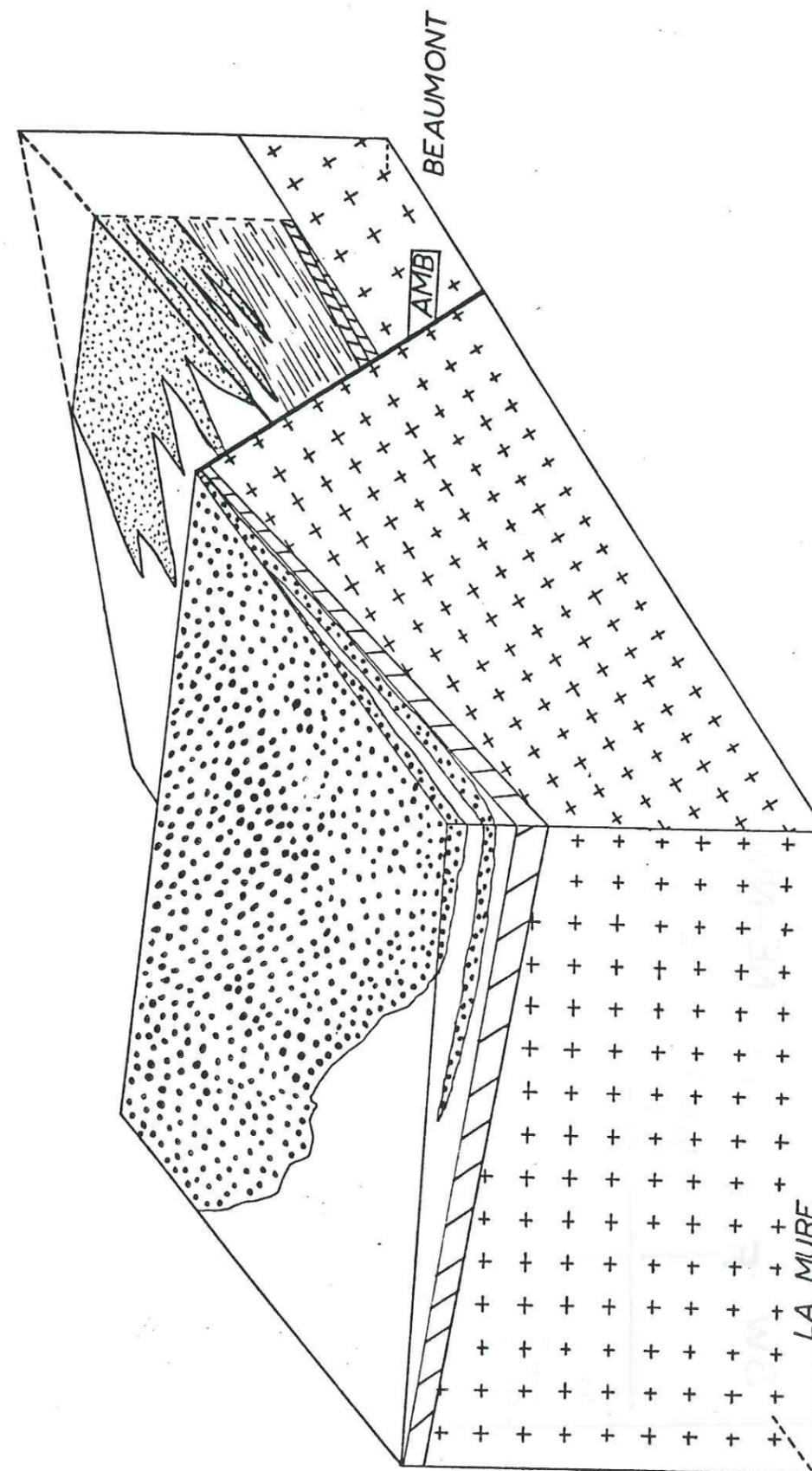


Figure 76: Les 4 stades majeurs de l'évolution de la marge

- 1: dépôt de carbonates de plate-forme.
- 2: compartimentage et approfondissement modéré liés à des accidents mineurs
- 3: rejeu de certains accidents et structuration en méga-blocs basculés. Approfondissement marqué.
- 4: uniformisation de faciès marneux qui scellent les structures antérieures.

Figure 77: Bloc diagramme montrant la disposition des séries épaisses à turbidites et celle des séries réduites à entroques. Le contact entre les deux se fait par l'intermédiaire d'un accident majeur (AMB). Dans les séries épaisses, la pente est dirigée vers le Nord-Ouest, dans les séries réduites, vers le Sud-Ouest.



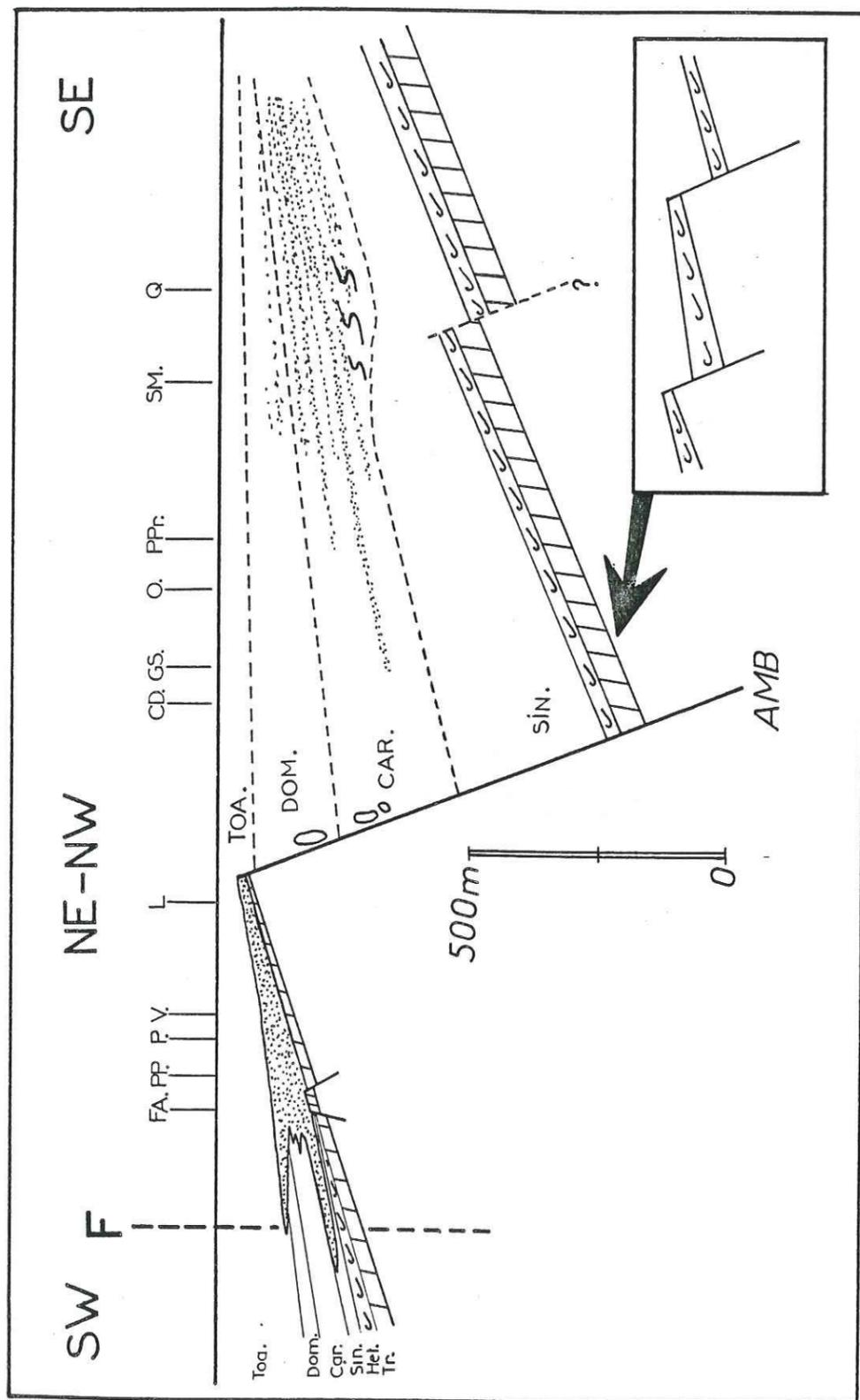


Figure 78: Coupe du secteur étudié montrant les relations entre séries épaisses et séries réduites, de part et d'autre de l'accident médian de Belledonne (AMB).
 FA: L'Aup. PP: Pierre Plantée P: Prunières. V: Versenat. L: Laffrey. CD: Côte Dure. GS: Grand Serre. O: Oris. PPr: Pont du Prêtre. SM: St Michel en Beaumont/
 Q: Quet en Beaumont.

A l'Hettangien (entre les discontinuités x1 et x2, stade 2, fig.76)

Au-dessous d'un approfondissement brutal (x1), mais peu important (à-coup de subsidence), des faciès déposés en milieu marin peu profond apparaissent. Ce sont des faciès oolitiques ou à lamellibranches.

Cet approfondissement d'ampleur limitée est suivi par l'apparition de failles synsédimentaires.

De la transition Hettangien-Sinémurien (discontinuité x2) au Toarcien moyen (discontinuité z, stade 3, fig.77)

Dès le Sinémurien inférieur, la phase tectonique du Lias basal se traduit par l'apparition de grandes failles (accident médian de Belledonne, faille d'Ornon), conduisant à l'individualisation d'une succession de hauts-fonds et de bassins (fig. 77, 78, 79). Les faciès à entroques se développent sur les hauts-fonds tandis que dans les bassins se déposent des faciès micritiques dans lesquels s'intercalent les turbidites bioclastiques. L'ensemble des dépôts correspond à des milieux nettement plus profonds que ceux de l'Hettangien. Cet approfondissement est probablement dû à un à-coup de subsidence brutal (x2) situé à la transition Hettangien-Sinémurien.

Du Sinémurien au Toarcien moyen, la présence de niveaux à galets de quartz et micaschistes caractérise une activité tectonique répétitive, mais de faible intensité, précédant la phase paroxysmale de la transition Domérien - Toarcien. Ces mouvements tectoniques indiquent peut-être des rejeux successifs entraînant une accentuation du rejet des accidents majeurs (accident médian de Belledonne, faille d'Ornon), conduisant à un basculement progressif du substratum.

Du point de vue sédimentologique, l'originalité de ce modèle réside dans la présence de petits hauts fonds et de petits bassins, qui constituent les sommets et les points les plus bas de blocs basculés; ces hauts-fonds correspondent à un modèle différent du modèle classique de plate-forme carbonatée tel qu'il a été décrit par exemple en Provence dans le bassin Parisien ou dans les Causses (fig. 80).

En effet, les peuplements à entroques rencontrés sur les hauts-fonds se sont vraisemblablement développés à des profondeurs relativement importantes (l'absence d'algues vertes permet de proposer un milieu situé en-dessous de l'étage infralittoral, peut-être même en dessous de la zone photique, soit vers 200 m environ).

En résumé, les hauts-fonds à crinoïdes se caractérisent par trois éléments principaux:

- superficie de l'ordre de quelques kilomètres carrés;
- profondeur des milieux de dépôt probablement voisin de 200 mètres;
- peuplements exclusivement constitués de crinoïdes.

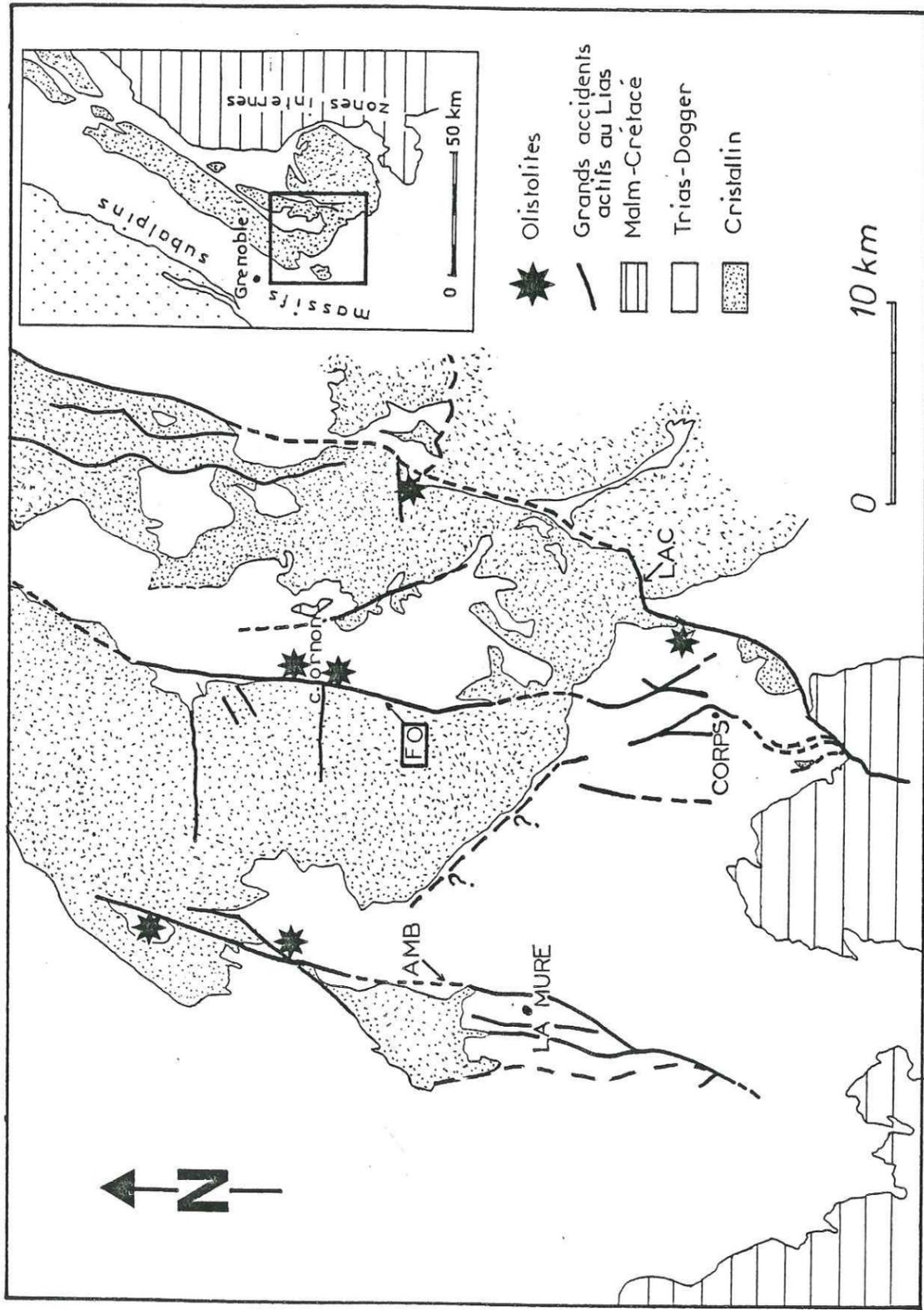


Figure 79 : Schéma structural du secteur étudié et des régions voisines faisant apparaître les grands accidents synsédimentaires liasiques. On remarquera que trois accidents majeurs (faille d'Ornon, linéament d'Aspres les Corps et prolongement vers le Sud de l'accident médian de Belledonne) sont orientés Nord-Sud et constituent les limites des trois principaux blocs basculés (Belledonne externe-La Mure, Taillefer-Beaumont, Grandes Rousses).

Ce schéma a été établi à l'aide de données de Gidon et Aprahamian, 1981; Barfety et Gidon, 1981 et des cartes géologiques du secteur. Il intègre également les résultats de cette étude.

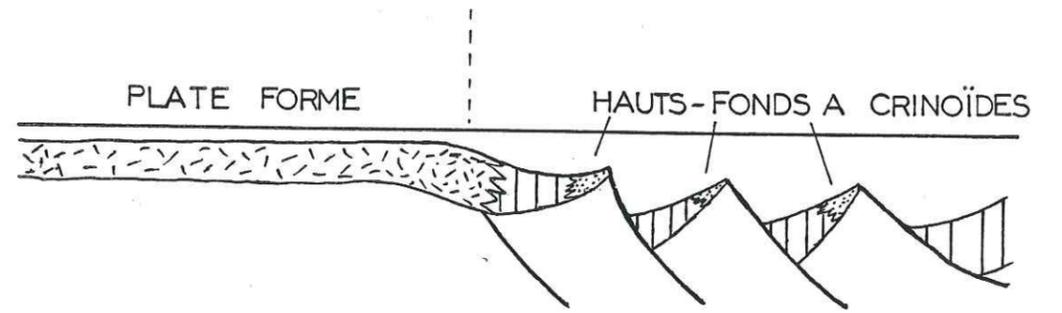


Figure 80: Modélisation du secteur étudié qui montre le découpage en petits bassins et en petits hauts-fonds qui constituent les sommets et les points bas de blocs basculés.

. Au Toarcien moyen (à partir de la discontinuité Z, stade 3, fig.77)

Au-dessus de cette discontinuité, les faciès s'informisent aussi bien dans les séries épaisses que dans les séries réduites. Les sédiments, essentiellement marneux, cachètent alors les structures liasiques antérieures.

L'évolution décrite correspond donc à l'apparition, à l'évolution, enfin à la mort d'un type de sédimentation particulier lié à des structures en blocs basculés.

====

PLANCHE I .SERIES EPAISSES ET FACIES CARACTERISTIQUES

PHOTO 1: Vue d'ensemble de la série épaisse le long de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont montrant les alternances calcaires-calcaires argileux sur une puissance de plus de 200 mètres.

PHOTO 2: Vue de détail de l'affleurement précédent montrant les alternances de bancs calcaires et de lits de calcaire argileux (faciès de bassin). Des niveaux de calcaires bioclastiques à entroques (turbidites) sont visibles dans certains des bancs calcaires (horizons clairs).

PRINCIPAUX FACIES CARACTERISTIQUES DES SERIES EPAISSES

PHOTO 3: Micrite à petits spicules et à petits crinoïdes (faciès A), caractéristique du Lotharingien et du Carixien inférieur et moyen des séries épaisses. x 11,5 environ. échantillon BT 19. Coupe de St Michel-en-Beaumont.

photo 4: Micrite à gros spicules et à petits crinoïdes (faciès B), caractéristique du sommet des séries épaisses (Carixien supérieur-Domerien). x 11,5 environ. échantillon BT 148. Coupe de St Michel-en-Beaumont.

PHOTO 5: Contact relativement tranché, et souligné par quelques petits galets de quartz et micaschistes, entre calcaires micritiques (en bas) et turbidites bioclastiques (en haut). On notera l'intense recristallisation à l'intérieur des faciès bioclastiques. x 11,5 environ, Echantillon BT 65. Coupe de St Michel-en-Beaumont.

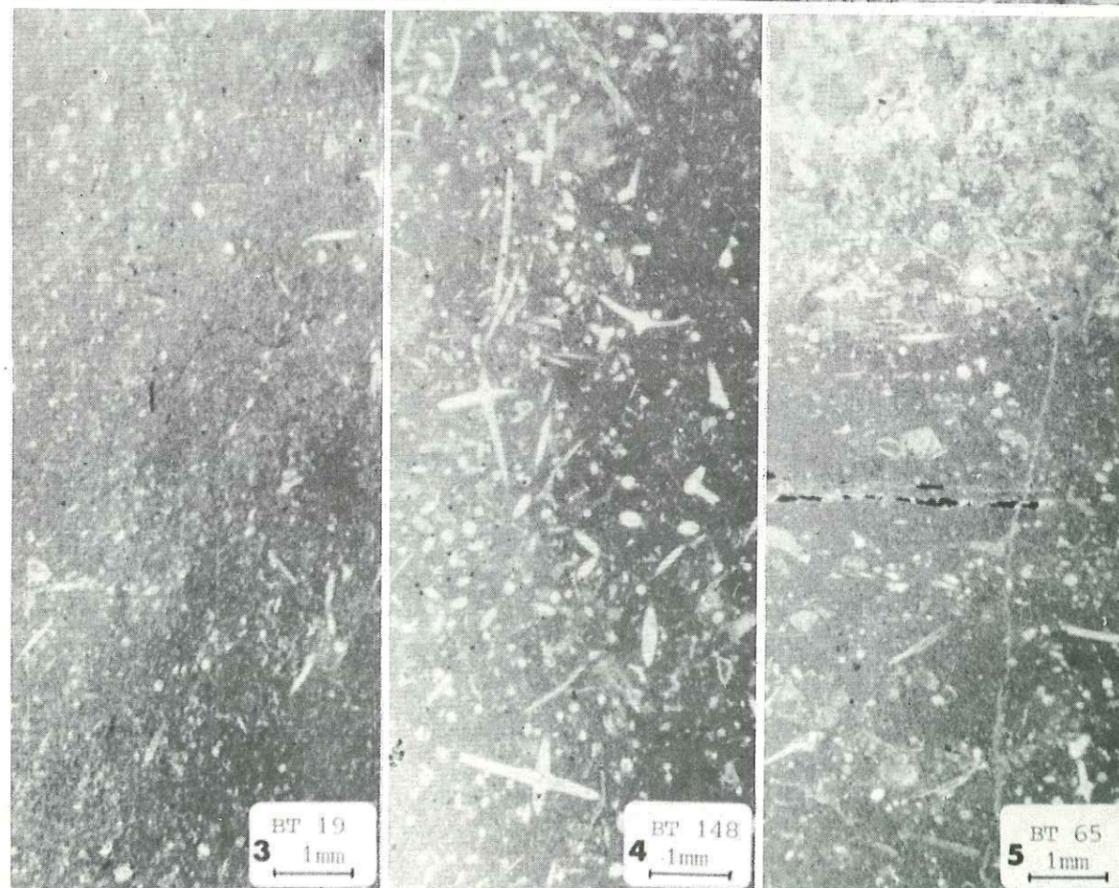
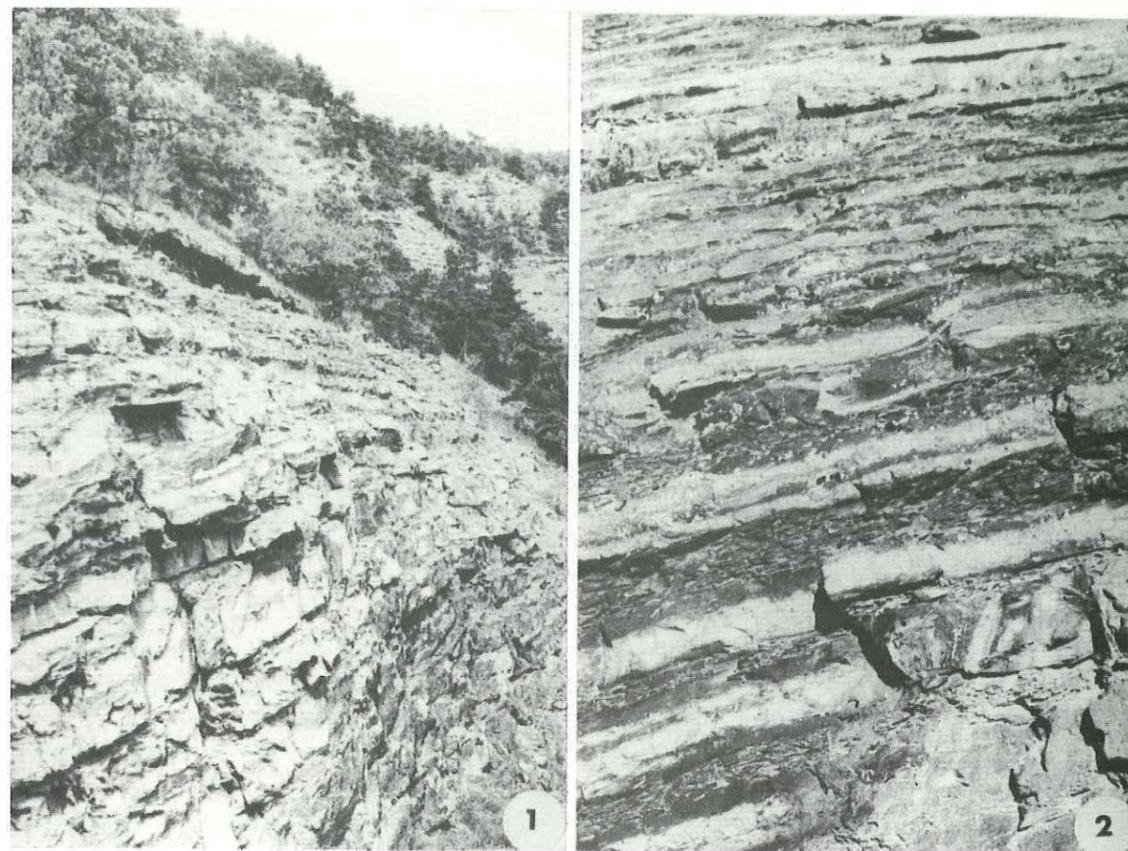


PLANCHE II .SERIES REDUITES ET FACIES CARACTERISTIQUES

PHOTO 1: Vue d'ensemble de la carrière de Versenat (série réduite). De gauche à droite de la carrière affleurent successivement tous les termes de la série liasique réduite. On notera l'aspect massif des bancs et le peu d'importance des joints marneux.

PRINCIPAUX FACIES A ENTROQUES

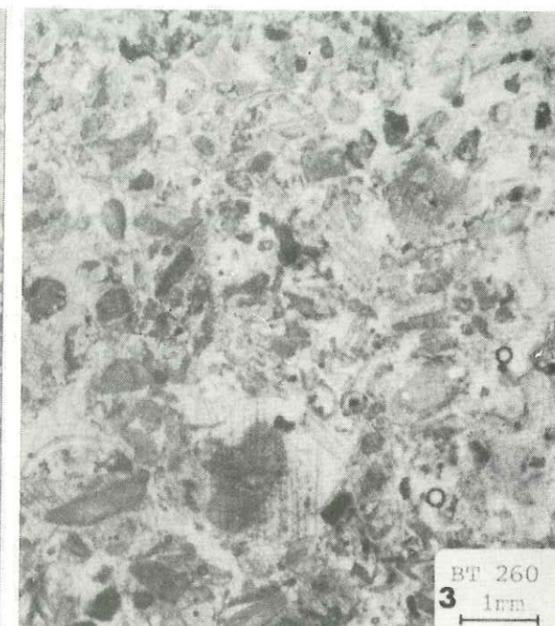
PHOTO 2: Faciés à spicules, lamellibranches, et petits crinoïdes (faciés C). x11,5 environ. Echantillon BT 265. Coupe de Versenat.

PHOTO 3: Faciés à entroques de type calcaires de Laffrey (faciés H) à crinoïdes de petite taille ou de taille moyenne. Ce faciés caractérise généralement la partie médiane des séries réduites. x 11,5 environ. Echantillon BT 260. Coupe de Versenat.

PHOTO 4: Faciés à entroques de type calcaires de Laffrey (faciés H) à crinoïdes de taille moyenne ou de grande taille. Ce faciés caractérise généralement la base de la partie supérieure des séries réduites. Il renferme parfois de gros éléments de cristallin (quartz et micaschistes), tel que le fragment de micaschiste visible en bas de la photo. x 11,5 environ. Echantillon BT 507. Coupe de Quet.

PHOTO 5: Faciés à entroques de type calcaires de Laffrey (faciés H), à très gros crinoïdes, caractéristique du sommet des séries réduites. x 11,5 environ. BT 207. Coupe de St Michel-en-Beaumont.

Remarque: Tous ces crinoïdes, autochtones ou subautochtones dans les séries réduites se retrouvent dans la même position stratigraphique, mais dans des faciés différents (turbidites et coulées boueuses) à l'intérieur des séries épaisses (cf. photos 4 et 5).



BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages marqués d'un * ont été consultés mais ne sont pas cités dans le texte.

- APRAHAMIAN (J.), 1968. - Etude géologique des montagnes du Beaumont et de la Salette (Isère). Thèse de Doctorat 3ème cycle, Grenoble. 108 p.
- ARNAUD (H.), 1981. - De la plate-forme urgonienne au bassin vocontien : le Barrémo-Bédoulien des Alpes occidentales entre Isère et Buech (Vercors méridional, Diois oriental et Dévoluy). Thèse de Doctorat es-sciences naturelles. Géologie Alpine, Mém. N° 12, 3 vol., 804 p., 297 fig., 115 pl..
- * ARNAUD (H.) BARFETY (J.C.), GIDON (M.) et PAIRIS (J.L.), 1978. - A propos du rhexmatisme des zones externes alpines au Sud de Grenoble. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t.286, série D, p 1335 - 1338.
- ARNAUD (M.) et MONLEAU (C.), 1979. - Etude de l'évolution d'une plate-forme carbonatée : exemple de la Provence au Jurassique (Hettangien-Oxfordien). Thèse de Doctorat es-sciences naturelles, Université de Provence. 2 vol.
- AUMAITRE (R.) et BUFFET (G), 1973. - Minéralogie, pétrologie et géochimie des laves spilitiques et des filons basiques associés du massif des Ecrins-Pelvoux (Alpes Françaises occidentales). Thèse de Doctorat 3ème cycle, Grenoble, 301 p.
- BARFETY (J.C.), GIDON (M.), HAUDOUR (J.), SARROT-REYNAULD (J.), 1970. - Nouvelles observations sur les conditions de sédimentation du Trias et du Lias du Dôme de la Mure et de la chaîne de Belledonne méridionale. Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, t.46, p.5-16.
- BARFETY (J.C.), DEBELMAS (J.) et MOUTERDE (R.), 1972. - Caractères stratigraphiques, paléontologiques et structuraux du Jurassique inférieur et moyen des bordures Ouest et Sud-Est du massif de Belledonne. Géologie Alpine, t.48, 1972, p. 61-86.
- BARFETY (J.C.), GIDON (M.), LEMOINE (M.) et MOUTERDE (R.), 1979. - Tectonique synsédimentaire liasique dans les massifs cristallins de la zone externe des Alpes occidentales françaises : la faille du Col d'Ornon. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t. 289, série D, p. 1207-1210.
- * BARFETY (J.C.) et MOUTERDE (R.), 1980. - Evolution des faciès du Jurassique dans la zone dauphinoise du Mont-Blanc au Pelvoux (Alpes occidentales). Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t. XXII, n°4, p. 557-565.

- BARFETY (J.C.) et GIDON (M.), 1980. - Fonctionnement synsédimentaire liasique d'accidents du socle dans la partie occidentale du Massif du Pelvoux (région de Vénosc-Isère). Bulletin du B.R.G.M., sect.1, n° 1, 1980. p. 11-12.
- *BARFETY (J.C.) et GIDON (M.), 1982. - Conséquences paléotectoniques de la découverte de l'âge jurassique supérieur d'une partie de la couverture ouest du Massif du Pelvoux. Comptes rendus de l'Académie des Sciences t.294, série D, p. 1013-1016.
- *BARFETY (J.C.) et GIDON (M.), 1983. - La stratigraphie et la structure de la couverture dauphinoise au Sud de Bourg d'Oisans. Leurs relations avec les déformations synsédimentaires jurassiques. Géologie Alpine, t.59, p. 5-32.
- BARFETY (J.C.) et GIDON (M.), 1984. - Un exemple de sédimentation sur un abrupt de faille fossile : le Lias du versant Est du Massif du Taillefer (zone dauphinoise, Alpes occidentales). Revue de géologie dynamique et de géographie physique, vol. 25, fasc. 3.
- BARON (P.), 1981. - Le Trias et le Lias inférieur de la bordure occidentale du massif du Pelvoux (Alpes occidentales) : stratigraphie et tectonique synsédimentaire. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Grenoble, 154 p.
- BAS (T.), ARNAUD-VANNEAU (A.), ARNAUD (H.), LEMOINE (M.), 1982. - Les calcaires à entroques du Lias moyen du Beaumont (S.E. de La Mure, zone externe des Alpes occidentales françaises) : des coulées sableuses bioclastiques dans un bassin subsident au pied d'un haut-fond. 9ème R.A.S.T., PARIS.
- BAS (T.), DUMONT (T.), PINTO-BULL (F.), ARNAUD (H.), GIDON (M.) LEMOINE (M.), TRICART (P.), 1984. - Paléoenvironnement marin, tectonique et eustatisme sur une marge continentale passive (Alpes occidentales, Jurassique). 10ème R.A.S.T., Bordeaux.
- BOUMA (H.), 1962. - Sedimentology of some flysch deposits. Agraphic approach to facies interpretation. Elsevier edit., Amsterdam, 168 p.
- BOURBON (M.) et DE GRACIANSKY (P.C.), 1975. - L'enregistrement d'un épisode de tectonique cassante par un système de filons sédimentaires en Briançonnais. Compte-rendu IXème congrès international de sédimentologie, Nice, 4, p. 27-33.
- BOURBON (M.), DE GRACIANSKY (P.C.), ROUX (M.), 1980. - Indices bathymétriques fournis par les crinoïdes pédonculés sur le bord de la marge téthysienne (Briançonnais et Sub-Briançonnais au Jurassique et au Crétacé). Bulletin Société Géologique de France, 7, t. XXII, n°5, p. 713-718.
- COLLIGNON (M.), 1954. - Inédit. Lettre conservée à la bibliothèque de l'Institut Dolomieu.
- COLLIGNON (M.) et SARROT-REYNAULD (J.), 1961. - Succession des zones d'ammonites du Lias dans le dôme de la Mure (Isère) et ses bordures. Colloque sur le Lias français, Chambéry 1960. Mémoire du BRGM n° 4.

- CONAN (G.), ROUX (M.), SIBUET (M.), 1981. - A photographix survey of a population of the stalked crinoïd Diplocrinus (Annacrinus) Wyvillethomsoni (Echinodermata) from the bathyal slope of the Bay of Bisca. Deep-Sea research, vol. 28 A, n° 5, p. 441-453.
- *DE GRACIANSKY (P.C.), BOURBON (M.), DE CHARPAL (G.), CHENET (P.Y.) et LEMOINE (M.), 1979. - Genèse et évolution comparée de deux marges continentales passives : marges ibériques de l'Océan Atlantique et marge européenne de la Téthys dans les Alpes occidentales. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t.XXI, n°5, p.663-674.
- DUMONT (T.), 1983. - Le chaînon de Rochebrune au Sud-Est de Briançon : évolution paléogéographique et structurale d'un secteur de la zone piémontaise des Alpes occidentales. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Grenoble, 249 p.
- DUNHAM (R.J.), 1962. - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classification of carbonate rocks, a symposium. A.A.P.G., mem.1, P.108-121.
- ESPITALIE (J.), LAPORTE (J.L.), MADEC (M.), MARQUIS (F.), LEPLAT (P.), PAULET (J.), BOUTEFEU (A.), 1977. - Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier, et de leur degré d'évolution. Revue de l'Institut Français du Pétrole, janvier-février 1977, vol.XXXII, n° 1.
- *FALVEY (D.A.), 1974. - The development of continental margins in plate tectonic theory. A.P.E.A. Journal, 14. p. 95-106.
- FERRY (S.), 1976. - Cones d'épandage bioclastiques en eau profonde et glissements sous-marins dans le Barrémien et l'Aptien inférieur vocontiens de la Drôme. Implications paléostratigraphiques. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université Claude Bernard, Lyon.
- FOLK (R.L.), 1959. - Practical petrographic classification of limestones. Bulletin A.A.P.G., 43, 1, p. 1-38.
- GIDON (M.), PAIRIS (J.L.), APRAHAMIAN (J.), 1976. - Le linéament d'Aspres-les-Corps : sa signification dans le cadre de l'évolution structurale des Alpes occidentales externes. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t. 282, série D, p. 271-274.
- *GIDON (M.) et APRAHAMIAN (J.), 1980. - Le rôle de la paléotectonique jurassique dans la structure des montagnes du Beaumont (zone dauphinoise au S.E. de Grenoble). Bulletin du BRGM, sect.1, n°1, 1980, p. 22-23.
- GIDON (M.), BARFETY (J.C.), MOUTERDE (R.), LEMOINE (M.) BRAVARD (C.) et PAIRIS (J.L.), 1983. - Accidents stratigraphiques liés à une activité synsédimentaire dans la couverture des massifs cristallins externes des Alpes françaises au S.E. de Grenoble. 108ème Congrès national des Sociétés Savantes, Grenoble 5-9 avril 1983.
- GRAS (S.), 1839. - Sur l'âge géologique des couches anthracifères du département de l'Isère. Annales des mines, 16, p. 381.

- GRAS (S.), 1855. - Sur la constitution géologique du terrain anthracifère alpin et les différences qui les séparent du terrain jurassique. Bulletin de la Société Géologique de France, 2ème série, t.12, p. 255.
- GROUPE FRANCAIS D'ETUDE DU JURASSIQUE, 1980. - Synthèse paléogéographique du Jurassique français. Doc. lab. Géol. Lyon, H.S. 5, 210 p.
- GUETTARD (J.E.), 1763. - Minéralogie du Dauphiné.
- GUEYMARD (E.), 1831. - Sur la minéralogie, la géologie et la métallogénie du département de l'Isère. Grenoble, Baratier, 1831, 219 p.
- GUEYMARD (E.), 1844. - Statistiques générales du département de l'Isère.
- HAUDOUR (J.) et SARROT-REYNAULD (J.), 1961. - Stratigraphie du Lias du dôme de La Mure. Variétés de faciès entre le dôme de La Mure et ses bordures. Colloque sur le Lias français. Chambéry 1960. Mémoire du BRGM n° 4.
- HUMBERT (L.), 1976. - Eléments de pétrologie dynamique des systèmes calcaires. Tome 1 : description macroscopique et microscopique. Tome 2 : Atlas pétrographique. éd. Technip, Paris.
- KILIAN (W.), LORY (P.) et GIGNOUX (M.), 1909. - Notice explicative de la seconde édition de la feuille Vizille 1/80000 (1913). Bulletin du Service de la Carte Géologique de France, XX, 126, p. 163.
- LEMOINE (M.), GIDON (M.) et BARFETY (J.C.), 1981. - Les massifs cristallins externes des Alpes occidentales : d'anciens blocs basculés nés au Lias lors du rifting téthysien. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, II, t. 292, p. 917-920.
- *LEMOINE (M.), 1982. - Rifting and early drifting : Mesozoic central Atlantic and ligurian Tethys. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, vol. LXXVI, p. 885-895.
- LEMOINE (M.), 1984. - La marge occidentale de la Téthys ligure et les Alpes occidentales. In : "les marges continentales en mer et à terre autour de la France" (G. BOILLOT, coord.). Masson édit., Paris. chap. III-1 à III-3, p. 155-248.
- LORY (C.), 1860-1861-1864. - description géologique du Dauphiné pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province. 3 parties. Savy édit. Paris, 747 p.
- LORY (C.), 1884. - Première édition de la feuille Vizille.
- LORY (P.), 1898. - Révision des feuilles de Die, Gap et Vizille. Extrait du bulletin de la carte géologique de France, n° 63, t. X.
- LORY (P.), 1899. - Révision des feuilles de Die, Gap, Briançon et Vizille. Extrait du bulletin de la carte géologique de France, n° 69, t. X.
- LORY (P.), 1901. - Quelques observations dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne. Bulletin de la Société Géologique de France, (4), 1, p. 179-183.

- LORY (P.), 1901. - Observations stratigraphiques dans le Nord du massif du Vercors. Bulletin de la Société Géologique de France, 4ème série, t. I, p. 255.
- LORY (P.), 1902. - Mélanges géologiques. Archives des sciences physiques et naturelles, 4ème période, t. XIV.
- LORY (P.), 1903. - Les zones du Jurassique inférieur et moyen au bord des chaînes alpines entre Grenoble et Gap. Bulletin de la Société Géologique de France, (4), 3, p. 460.
- LORY (P.), 1909-1910. - Sur une brèche du Toarcien en Beaumont. Travaux du Laboratoire de Géologie de Grenoble, n° 9, fascicule 1, p. 230-232.
- LORY (P.), 1913. - Stratigraphie du Jurassique inférieur et moyen de la région de La Mure. Bulletin du Service de la carte géologique de France, 22, 133, p.177.
- MACURDA (D.B.) et MEYER (D.L.), 1974. - Feeding posture of modern stalked crinoids (Echinodermata). Nature, Londres, t. 247; p. 394-396.
- MANQUAT (G.), 1952. - monographie géologique du Grand Serre, près Grenoble. Compte rendu du Congrès des Sociétés Savantes, Grenoble, 1952, p. 157-168.
- MEISCHNER (K.D.), 1964. - Allodapische kalke, turbidite in riff-nahen sedimentations. Becken. In Turbidites, developments in sedimentology n° 3, Elsevier édit., Amsterdam, p. 156-192.
- MORET (L.) et MANQUAT (G.), 1948. - Sur un gisement fossilifère remarquable du Lias inférieur du Grand Serre, près Grenoble. extrait du compte rendu sommaire de la Société Géologique de France, t. XXXVIII, (5), p.316-317.
- MORET (L.) et MANQUAT (G.), 1948. - Sur la stratigraphie du Lias inférieur aux environs de Grenoble (Isère). Compte rendu de l'Académie des Sciences, t. 228, p. 110-111.
- MOUTERDE (R.), 1954. - Inédit.
- MUTTI (E.) et RICCI LUCCHI (F.), 1974. - La signification de certaines unités séquentielles dans les séries à turbidites. Bulletin de la Société Géologique de France. t. XVI, (7), n° 6, p. 577-582.
- ORGEVAL (M.) et ZIMMERMANN (M.), 1957. - Possibilités pétrolières de la zone subalpine. Bassin méridional. Revue de l'Institut Français du Pétrole, XII, 5, p. 515-542.
- PINTO-BULL (F.), 1984. - Etude cartographique, sédimentologique et paléo-structurale s'un secteur de la marge continentale téthysienne (massif du Rochail). Rapport de stage DEA, Institut Dolomieu, Grenoble, 37 p.
- *POULAIN (P.A.), 1967. - Tectonique et minéralisation de la terminaison Sud du dôme de La Mure. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Grenoble, 156 p.
- RAVENNE (C.) et BEGHIN (P.), 1983. - Apport des expériences en canal à l'interprétation sédimentologique des dépôts de cônes détritiques sous-marins. Revue de l'Institut Français du Pétrole, vol. 38, n° 3, p.279-297.

- ROUX (M.) et PLAZIAT (J.C.), 1978. - Inventaire des crinoïdes et interprétation paléobathymétrique de gisements du Paléogène pyrénéen franco-espagnol. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t. XX, n° 3, p. 299-308.
- ROUX (M.), 1979. - Reflexions concernant la biogéographie et l'écologie des crinoïdes pédonculés actuels. Actes du colloque européen sur les échinodermes, Bruxelles.
- ROUX (M.), 1982. - De la biogéographie historique des océans aux reconstitutions paléobiogéographiques : tendances et problèmes illustrés par des exemples pris chez les échinodermes bathyaux et abyssaux. Bulletin de la Société Géologique de France, (7), t. XXIV, n° 5.6, p. 907-916.
- RUDKIEWICZ (J.L.) et VIBERT (C.), 1982. - Tectogénèse synsédimentaire liasique sur la bordure des massifs cristallins externes des Grandes Rousses et du Taillefer (Alpes françaises). Mémoire d'option de l'Ecole des Mines de Paris, 127 p.
- SARROT-REYNAULD (J.), 1957. - Sur la stratigraphie du dôme de La Mure et des régions annexes. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. 244, p. 1806-1808.
- *SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, 1984. - Livret-guide de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France sur le thème : "De la marge océanique à la chaîne de collision dans les Alpes du Dauphiné". 3-8 sept. 1984.
- TRIFT (M.), 1983. - tectogénèse synsédimentaire liasique sur la bordure septentrionale du massif cristallin externe du Pelvoux (plateau d'Emparis, Alpes françaises). Mémoire d'option de l'Ecole des Mines de Paris, 99 p.
- VAN HINTE (J.E.), 1976. - A jurassic time scale. American Association Petroleum Geologic Bulletin, vol. 60, n° 4, P. 489-497.

CARTES CONSULTÉES

carte au 1/250.000

GIDON M. (1977). - Carte géologique simplifiée des Alpes occidentales du Léman à Digne. BRGM, DIDIER-RICHARD.

Carte au 1/80.000

Carte géologique de la France 1/80.000. 3ème édition VIZILLE BRGM

Cartes au 1/50.000

GIDON (M.) et al. (à paraître). - carte géologique. LA MURE BRGM
 DEBELMAS (J.) et al. (1967). - carte géologique LA CHAPELLE EN VERCORS BRGM
 RARFETY (J.C.) et al. (1972). - carte géologique VIZILLE BRGM.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : cadre géographique du secteur étudié
 Figure 2 : schéma structural des Alpes Occidentales Françaises
 Figure 3 : carte géologique simplifiée du secteur étudié
 Figure 4 : schéma de l'allure des blocs basculés (Taillefer, Rochail, La Mure) à la fin du Jurassique
 Figure 5 : série stratigraphique type du Beaumont et du Grand Serre
 Figure 6 : évolution des zonations d'ammonites du Lias tout au long du XXème siècle
 Figure 7 : zonations basées sur les crinoïdes et les spongiaires au Lias
 Figure 8 : découpage en unités lithologiques des séries épaisses du Beaumont
 Figure 9 : découpage en unités lithologiques des séries réduites de La Mure
 Figure 10 : Corrélations entre coupes des séries réduites et coupes des séries épaisses
 Figure 11 : coupe de Côte Dure
 Figure 12 : coupe du Grand Serre
 Figure 13 : coupe d'Oris en Rattier
 Figure 14 : corrélations des coupes épaisses effectuées dans la base des séries
 Figure 15 : coupe de Saint Michel en Beaumont
 Figure 16 : évolution de la puissance des bancs à la base de la coupe de Saint Michel en Beaumont
 Figure 16 bis : évolution de la puissance des bancs à la partie sommitale de la coupe de Saint Michel en Beaumont
 Figure 17 : coupe de Quet en Beaumont
 Figure 18 : coupe du Pont du Prêtre
 Figure 19 : sommet de la coupe du Pont du Prêtre
 Figure 20 : corrélation des coupes épaisses effectuées au sommet des séries
 Figure 21 : coupe du Pey
 Figure 22 : coupe de la statue de Napoléon
 Figure 23 : vue d'ensemble de la carrière de Versenat
 Figure 24 : première coupe de Versenat. Masse principale des calcaires de Laffrey
 Figure 25 : seconde coupe de Versenat. Contact avec les marnes toarciennes
 Figure 26 : coupe de Prunières
 Figure 27 : coupe de la Pierre Plantée
 Figure 28 : coupe de la falaise de l'Aup
 Figure 29 : différents types de silex rencontrés dans les calcaires de Laffrey
 Figure 30 : corrélation des coupes levées dans les calcaires de Laffrey
 Figure 31 : organigramme des différentes étapes de l'étude sédimentologique
 Figure 32 : structures sédimentaires et classification de Dunham
 Figure 33 : différents types de bioturbations rencontrées
 Figure 34 : différents types de spicules rencontrés
 Figure 35 : répartition des organismes et des figures sédimentaires. Leur milieu de dépôt
 Figure 36 : différents types d'agencements des spicules de spongiaires
 Figure 37 : granuloclasement mis en évidence dans la coupe de St Michel en Beaumont

- Figure 38 : schéma d'un échantillon riche en galets de quartz et mica-schistes
- Figure 39 : schéma du passage progressif des faciès bioclastiques aux micrites à foraminifères
- Figure 40 : zonation bathymétrique des crinoïdes tirée de l'actuel (Pentacrines) ou par analogie avec des équivalents écologiques actuels (Cyclocrinus)
- Figure 41 : schéma d'une turbidite et agencement des termes dans une coupe longitudinale théorique
- Figure 42 : succession des diverses formes de crinoïdes à l'intérieur des calcaires de Laffrey et mouvements du fond sous-marin résultants
- Figure 43 : succession des diverses formes de crinoïdes à l'intérieur des séries dauphinoises épaisses et mouvements du fond sous marin résultants
- Figure 44 : modèles triasique, hettangien et post-hettangien permettant d'interpréter une sédimentation variée conditionnée par la variation de topographie des fonds sous-marins et des profondeurs des milieux de dépôt
- Figure 45 : discontinuités sédimentologiques sur la coupe de Saint Michel en Beaumont et évolution séquentielle
- Figure 46 : répartition des organismes et des figures sédimentaires sur une coupe théorique des séries réduites. Mise en évidence de discontinuités sédimentologiques
- Figure 47 : corrélations entre séries réduites et séries épaisses
- Figure 48 : mise en évidence des mouvements du fond sous-marin au cours du Lias et d'un basculement du substratum
- Figure 49 : microchenaux de matériel bioclastique dans les micrites à spicules de spongiaires
- Figure 50 : microchevauchement à l'intérieur des turbidites des séries épaisses : mise en évidence de pentes
- Figure 50 bis : mécanisme probable de genèse des microchevauchements conduisant à une indication sur le sens de la paléopente
- Figure 51 : Ondulation d'un banc de calcaire à entroques sur la coupe de Quet en Beaumont
- Figure 52 : accumulation de blocs au bord de la D 212a, coupe de Saint Michel en Beaumont
- Figure 53 : affleurement situé sur la coupe de Saint Michel en Beaumont. Remise en mouvement de bancs bioclastiques indurés
- Figure 54 : orientation des pentes fournies par les diverses figures sédimentaires
- Figure 55 : position géographique des affleurements présentant des filons
- Figure 56 : différents types de filons
- Figure 57 : disposition du litage à l'intérieur des micrites
- Figure 58 : orientation des filons du secteur des Carrières
- Figure 59 : affleurement des Carrières montrant un cachetage de certains filons
- Figure 60 : filon affecté d'une schistosité dans le secteur des Carrières
- Figure 61 : filon de la plage de Laffrey
- Figure 62 : affleurement du soubassement de la statue de Napoléon
- Figure 63 : valeurs isotopiques (O 18 et C 13) d'échantillons de la région de Laffrey
- Figure 64 : valeurs isotopiques figurées en fonction de la position géographique des affleurements
- Figure 65 : valeurs isotopiques figurées en fonction de la position de l'échantillon prélevé par rapport aux épontes du filon

- Figure 66 : affleurements du bord de la D 212a, au Nord du Grand Lac de Laffrey
- Figure 67 : coupes levées en trois points de l'affleurement du Nord du Grand Lac de Laffrey
- Figure 68 : interprétation proposée pour la mise en place du secteur du Nord du Grand Lac de Laffrey
- Figure 69 : carte géologique du secteur des côtes de l'Aup
- Figure 70 : coupes levées sous le sommet du Serre de l'Horizon. Mise en évidence d'un horst
- Figure 71 : reconstitution du horst du secteur du Serre de l'Horizon
- Figure 72 : la Falaise des Sabots. Schéma de l'affleurement et découpage en grands ensembles
- Figure 73 : chronologie au Lias des événements tectoniques et sédimentaires dans tous les secteurs de la marge passive de la Téthys
- Figure 74 : corrélations entre séries épaisses et séries réduites
- Figure 75 : mise en évidence dans les séries réduites de la succession phases tectoniques-enfoncement et de la période de calme relatif carixo-domérienne
- Figure 75 bis : mise en évidence dans les séries épaisses de la succession phases tectoniques-enfoncement et de la période de calme relatif carixo-domérienne
- Figure 76 : les quatre stades majeurs de l'évolution de la marge
- Figure 77 : bloc-diagramme montrant la disposition des séries épaisses à turbidites et celle des séries réduites à entroques
- Figure 78 : coupe du secteur étudié montrant les relations entre séries épaisses et séries réduites de part et d'autre de l'accident médian de Belledonne
- Figure 79 : schéma structural du secteur étudié et des régions voisines faisant apparaître les grands accidents synsédimentaires liasiques
- Figure 80 : modélisation du secteur étudié montrant le découpage en petits bassins et en petits hauts-fonds qui constituent les sommets et les points bas de blocs basculés

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - INTRODUCTION GENERALE

1. Cadre général.....	p.7
1.1 Situation géographique.....	p.7
1.2 Cadre géologique et structural.....	p.7
1.3 But de l'étude.....	p.10
1.4 Moyens d'étude.....	p.10
2. Historique.....	p.10
2.1 Séries épaisses.....	p.10
2.2 Séries réduites.....	p.11
2.3 La structure.....	p.13

CHAPITRE 2 - CADRE STRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE

1. Les ensembles lithologiques.....	p.17
1.1 Critères de reconnaissance.....	p.17
1.2 Limites.....	p.17
1.3 Unités lithologiques.....	p.17
2. Les zonations utilisées.....	p.23
2.1 Zonation d'ammonites.....	p.23
2.2 Autre zonation.....	p.23
3. Attribution stratigraphique.....	p.23
4. Discontinuités.....	p.23
5. Description des coupes et commentaires des attribu- tions stratigraphiques.....	p.25
5.1 Coupes des séries épaisses.....	p.25
5.1.1 Sommet du Trias et Base du Lias.....	p.25
5.1.1.1 Coupe de Côte Dure.....	p.25
5.1.1.2 Coupe du Grand Serre.....	p.29
5.1.1.3 Coupe d'Oris en Rattier.....	p.32
5.1.1.4 Conclusion.....	p.32
5.1.2. Lias moyen à supérieur.....	p.34
5.1.2.1 Coupe de St Michel en Beaumont.....	p.34
5.1.2.2 Coupe de Quet en Beaumont.....	p.42
5.1.2.3 Coupe du Pont du Prêtre.....	p.43
5.1.2.4 Principaux résultats.....	p.46
5.2 Coupes des séries réduites.....	p.48
5.2.1. Age des calcaires de Laffrey.....	p.48
5.2.1.1 Formations encadrantes.....	p.49
a. Formations sous-jacentes.....	p.49
b. Formations sus-jacentes.....	p.49
5.2.1.2 Faune à l'intérieur des calcaires de Laffrey.....	p.49
5.2.1.3 Conclusion.....	p.50
5.2.2 Séries très réduites.....	p.50
5.2.2.1 Coupe du Pey.....	p.50
5.2.2.2 Coupe du soubassement de la statue de Napoléon.....	p.52
5.2.2.3 Conclusion sur les séries très réduites.....	p.52
5.2.2.4 Discussion sur la réduction d'épais- seur de la série liasique.....	p.52

5.2.3	Séries moyennement réduites.....	p.53
5.2.3.1	Première coupe de Versenat.....	p.53
5.2.3.2	Deuxième coupe de Versenat (sommet des calcaires de Laffrey).....	p.57
5.2.3.3	Coupe de Prunières.....	p.57
5.2.3.4	Conclusion sur les séries moyennement réduites.....	p.60
5.2.4	Séries moyennement épaisses.....	p.61
5.2.4.1	Coupe de la Pierre Plantée.....	p.61
5.2.4.2	Coupe de la Falaise de l'Aup.....	p.64
5.2.4.3	Conclusion.....	p.68
5.2.5	Conclusion sur les séries réduites.....	p.70
6.	Conclusion générale : comparaison entre séries épaisses et séries réduites.....	p.70

CHAPITRE 3 - SEDIMENTOLOGIE

1.	Méthodes d'étude.....	p.74
1.1	Le travail de terrain.....	p.74
1.2	Le travail de laboratoire.....	p.74
1.2.1	Les surfaces polies.....	p.74
1.2.2	Les lames minces.....	p.75
1.2.3	Les lavages de marnes.....	p.75
1.2.4	Etude de la matière organique.....	p.75
1.2.5	Autres études entreprises.....	p.75
1.3	Interprétation.....	p.79
2.	Les différents faciès.....	p.79
2.1	Description.....	p.79
2.1.1	Les faciès micritiques.....	p.79
a.	Micrites à spicules de spongiaires.....	p.79
a.1	Micrite à petits spicules. Faciès A.....	p.79
a.2	Micrite à gros spicules. Faciès B.....	p.80
a.3	micrite à spicules, lamellibranches et entroques. Faciès C.....	p.82
b.	Micrites à foraminifères.....	p.83
b.1	Biomicrite à nodosariidés, ataxophragmi- dés et gros éléments. Faciès D.....	p.83
b.2	biomicrite à nodosariidés, ataxophragmi- dés et petits éléments. Faciès E.....	p.83
c.	Les faciès marneux. Faciès K.....	p.84
2.1.2	Les faciès oolitiques. Faciès F.....	p.84
2.1.3	Les faciès à entroques.....	p.85
a.	Les faciès à entroques interstratifiés dans les faciès micritiques. Faciès G.....	p.85
b.	Les faciès à entroques de type calcaire de Laffrey. Faciès H.....	p.86
c.	Les faciès à entroques dispersées dans une micrite. Faciès J.....	p.88

2.2	Partie interprétative.....	p.89
2.2.1.	Les faciès micritiques (A+B+C+D+E+K).....	p.89
a.	Micrite à spicules (faciès A+B).....	p.89
b.	Micrite à spicules, lamellibranches, et entroques (faciès C).....	p.89
c.	Micrite à foraminifères (faciès D et E).....	p.91
2.2.2	Les faciès oolitiques.....	p.93
2.2.3	Les faciès à entroques (faciès G,H,J).....	p.93
a.	Milieu de vie des crinoïdes.....	p.93
b.	Facteurs défavorables.....	p.94
c.	Sédimentologie des formations à entroques... c.1 Les faciès des calcaires de Laffrey..... c.2 Les faciès à entroques interstratifiés dans les micrites..... c.3 Les faciès à entroques dispersées dans une micrite..... c.4 Interprétation des faciès à entroques....	p.94 p.96 p.96 p.99 p.99
d.	Interprétation paléostratigraphique des séries à crinoïdes.....	p.101
3.	Conclusion.....	p.101

CHAPITRE 4 - ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES COUPES DES SERIES EPAISSES ET DES SERIES REDUITES

1.	Position des séries du Beaumont et de Laffrey dans les contextes paléogéographiques triasique et liasique.....	p.105
1.1	Modèle triasique.....	p.105
1.2	Modèle hettangien.....	p.105
1.3	Modèle post-hettangien.....	p.107
1.4	Originalité du modèle Hettangien-Toarcien.....	p.107
2.	Environnements et analyse sédimentologique des coupes.....	p.107
2.1	Les séries épaisses.....	p.107
2.1.1	Base des séries épaisses (Rhetien-Hettangien-Sinémurien).....	p.107
2.1.2	Sommet des séries épaisses (Lotharingien à Toarcien inférieur).....	p.108
2.2	Les séries réduites.....	p.111
3.	Conclusion.....	p.114

CHAPITRE 5-- TECTONIQUE SYNSEDIMENTAIRE DANS LES SERIES DU LIAS MOYEN ET SUPERIEUR

1.	Séries épaisses.....	p.119
1.1	Les turbidites.....	p.119
1.1.1	Position géographique de la zone de départ des turbidites.....	p.119
1.1.2	Conclusion.....	p.121

1.2 Le remaniement des turbidites.....	p.121
1.2.1 Les microchevauchements.....	p.121
1.2.2 Accumulation de blocs disloqués.....	p.124
1.2.3 Les glissements synsédimentaires.....	p.126
1.3 Conclusion.....	p.126
2. Les séries réduites.....	p.128
2.1 Filons sédimentaires à remplissage micritique dans les calcaires à entroques.....	p.128
2.1.1 Description des filons.....	p.128
2.1.1.1 Typologie.....	p.130
2.1.1.2 Description des remplissages.....	p.130
a. remplissage A.(Filons de type 1).....	p.130
b. remplissage B (filons de type 2).....	p.130
c. remplissage C (filons de type 3).....	p.130
2.1.1.3 Orientation des filons.....	p.131
2.1.2 Description des affleurements.....	p.131
2.1.2.1 Site 1: Les Carrières.....	p.131
2.1.2.2 Site 2: extrémité nord du Grand Lac de Laffrey.....	p.131
2.1.2.3 Site 3: plage de Laffrey, Nord du Grand Lac.....	p.131
2.1.2.4 Site 4: Bord du Grand Lac de Laffrey, soubassement de la statue de Napoléon..	p.131
2.1.2.5 Remarque sur l'évolution latérale et verticale de certains filons.....	p.136
2.1.3 Analyses isotopiques.....	p.136
2.1.3.1 Valeurs du $\delta^{13}C/PDB$	p.136
2.1.3.2 Valeurs du $\delta^{18}O/PDB$	p.140
2.1.4 Mécanisme de formation et de remplissage des filons.....	p.140
2.1.4.1 Filons d'origine tectonique.....	p.140
2.1.4.2 Origine des filons liée à un glisse- ment sur des pentes.....	p.140
2.1.4.3 Origine de la micrite.....	p.141
2.1.4.4 Conclusion.....	p.141
2.2 Galets dont le matériel micritique est sembla- ble à celui des remplissages filoniens.....	p.142
2.3 Affleurement du Nord du Grand Lac de Laffrey..	p.143
2.3.1 Description de l'affleurement	p.143
2.3.2 Interprétations proposées.....	p.146
2.3.3 Discussion sur ces différentes possibili- tés et conclusion.....	p.148
2.4 Mise en évidence d'un horst dans les séries réduites (Côte de l'Aup-col de Mayres).....	p.148
2.4.1 Description.....	p.148
2.4.2 Interprétation.....	p.152
3. Olistolites et mégabrèches dans la région frontière entre les deux types de séries (proche du prolonge- ment de l'accident médian de Belledonne).....	p.152
3.1 Région septentrionale du secteur étudié: secteur des Sabots.....	p.152

3.2 La mégabrèche de la falaise des Bigeards (Est de Laffrey).....	p.154
3.3 Conclusion.....	p.154
4. Le détritisme originnaire du socle.....	p.155
4.1 Dans les faciés bioclastiques du Beaumont (séries épaisses).....	p.155
4.2 Dans les séries réduites.....	p.155
4.3 Conclusion.....	p.156
5. La subsidence.....	p.156
5.1 Opposition Trias-Hettangien et dépôts post- hettangiens.....	p.156
5.2 Opposition entre séries réduites et séries épaisses.....	p.157
5.3 Articulation entre séries épaisses et séries réduites.....	p.157
6. Reconstitution tectogénétique.....	p.158
6.1 Chronologie des mouvements liés à la tectoni- que.....	p.158
6.2 Comparaison avec d'autres secteurs de la marge continentale européenne de la Téthys.....	p.158
7. Conclusion.....	p.160

CHAPITRE 6 - CONCLUSION GENERALE.....p.165

BIBLIOGRAPHIEp.177

THESE de l'UNIVERSITÉ
mention Géologie appliquée

Titre de l'ouvrage :

**CARACTÉRISTIQUES DU RIFTING LIASIQUE DANS
UN SECTEUR D'UNE MARGE PASSIVE DE LA TÉTHYS :
le haut-fond de La Mure et le bassin du Beaumont
(Alpes Occidentales)**

Nom de l'auteur : Thierry BAS

Établissement : Université Scientifique et Médicale de Grenoble

RÉSUMÉ

L'étude sédimentologique, stratigraphique et paléostratigraphique de la série liasique constituant la couverture des massifs cristallins externes (La Mure-Beaumont) a permis de préciser les modalités d'évolution d'un secteur de la paléomarge de la Téthys jurassique.

L'étude sédimentologique a entraîné la distinction de plusieurs ensembles de faciés caractérisant trois types de milieux de dépôt : faciés de bassin, bathaux ou circalittoraux, faciés de talus et faciés de plate-forme. Du matériel issu de la plate-forme peut également se retrouver resédimenté dans des milieux plus profonds (turbidites et coulées boueuses). La sédimentologie des calcaires à entroques a été détaillée. Les déterminations génériques et les variations de taille des organismes ont conduit à la mise en évidence d'oscillations de la profondeur des milieux de dépôt au cours du Lias. L'analyse séquentielle montre l'existence de trois horizons de discontinuité majeurs : deux d'entre eux correspondent à de brusques approfondissements (Hettangien-Sinemurien ; Toarcien moyen-Toarcien supérieur) ; la signification du dernier, qui est souligné par le passage de séries à turbidites à des séries à coulées boueuses et se situe au Carixien supérieur-Domérien reste conjecturale.

L'étude stratigraphique des séries liasiques réduites de La Mure et des séries épaisses du Beaumont a permis de préciser certaines datations, notamment celles de la formation des calcaires de Laffrey. Un découpage en grandes unités lithologiques a été effectué dans les deux types de séries. La confrontation de l'étude sédimentologique et de l'étude stratigraphique permet de proposer des corrélations sur des bases nouvelles entre les deux types de séries.

L'étude paléostratigraphique a permis de mettre en évidence deux phases tectoniques majeures (la première à la limite Hettangien-Sinemurien, la seconde doméro-toarcienne), toujours suivies par un approfondissement brusque des milieux de dépôt, phénomène d'origine tectonique et/ou eustatique. Des phases de moindre ampleur s'observent également et sont enregistrées dans les sédiments de diverses manières : basculement du substratum, sédiments bioclastiques remaniés gravitairement, présence de galets de matériel cristallophyllien.

Paléogéographie et paléotectonique. L'évolution de la Téthys jurassique, désormais classique dans les Alpes Occidentales, a donc pu être précisée pour ce secteur de la marge : *Au Trias* : dépôt de carbonates de plate-forme, à rares invasions marines. *A l'Hettangien inférieur* : apparition de failles à faible rejet suivie d'un approfondissement modéré des milieux de dépôt. *De l'Hettangien supérieur au Toarcien inférieur* : existence de deux périodes de crise tectonique encadrant une période de calme relatif ; qui conduisent à une accentuation du rejet de certaines failles et à l'individualisation de blocs basculés plurikilométriques, limitant des zones hautes à entroques et des milieux plus profonds à micrites et coulées turbides. *Au Toarcien moyen* : uniformisation des faciés argileux, qui scellent les structures antérieures.

MOTS-CLÉS

Alpes Occidentales ; Massifs cristallins externes ; Trias ; Lias ; Téthys ; Rifting ; Tectonique synsédimentaire ; Stratigraphie ; Sédimentologie ; Analyse séquentielle ; Paléogéographie ; Corrélations ; Entroques ; Détritisme ; Blocs basculés.