



HAL
open science

Le Barrémien-Bédoulien entre Viviers-sur-Rhône et Cruas, Ardèche : stratigraphie, analyse et répartition des faciès, cartographie

Christine Contensuzas

► **To cite this version:**

Christine Contensuzas. Le Barrémien-Bédoulien entre Viviers-sur-Rhône et Cruas, Ardèche : stratigraphie, analyse et répartition des faciès, cartographie. Sciences de la Terre. Université Claude Bernard - Lyon 1, 1980. Français. NNT : 1980LYO11003 . tel-04099395

HAL Id: tel-04099395

<https://hal.science/tel-04099395v1>

Submitted on 16 May 2023

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.



THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD. LYON I

pour obtenir

LE DOCTORAT DE TROISIEME CYCLE

DE GEOLOGIE DES ENSEMBLES SEDIMENTAIRES

par

Christine CONTENSUZAS

LE BARREMIEN - BEDOULIEN

ENTRE VIVIERS-SUR-RHONE ET CRUAS , ARDECHE :

STRATIGRAPHIE, ANALYSE ET REPARTITION DES FACIES , CARTOGRAPHIE

TEXTE

soutenu le 25 octobre 1980 , devant la commission d'examen :

Monsieur Louis DAVID	-----	président
Madame Annie ARNAUD VANNEAU	-----) examinateurs
Monsieur Robert BUSNARDO	-----	
Monsieur Pierre COTILLON	-----	

ERRATUM

Tome II, p. 19 Fig. 16 : Série stratigraphique du Devessou
(notation LD).

Tome I, p.33 9 ème ligne : SMV 35, SMV 27 et SMV 7 (fig. 7).

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I -Président honoraire : Mr le Pr J. BOIDINPrésident : M. le Pr D. GERMAINPremier Vice-Président : M. le Pr M. DUFAYDeuxième Vice-Président : M. J.C. DUPLAN, M.A.Troisième Vice-Président : Mle ECHALLON, étudianteSecrétaire Général de l'Université : M. J. RAMBAUD,
Administrateur CivilUNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE (U.E.R.)

U.E.R. de Médecine GRANGE-BLANCHE	: Monsieur le Pr Paul ZECH
U.E.R. de Médecine ALEXIS-CARREL	: Monsieur le Pr René MORNEX
U.E.R. de Médecine LYON-NORD	: Monsieur Yves MINAIRE, M.C.A.
U.E.R. de Médecine LYON-SUD	: Monsieur le Pr Jean NORMAND
U.E.R. Faculté de Pharmacie	: Monsieur le Pr C.A. BIZOLLON
U.E.R. de Techniques de Réadaptation	: Monsieur le Pr Alain MORGON
U.E.R. de Biologie Humaine	: Mr Jean-Pierre REVILLARD, M.C.A.
U.E.R. E.P.S.	: Mr Albert MILLON, Pr d'E.P.S.
U.E.R. Faculté d'Odontologie de Lyon	: Monsieur le Pr Jean PARRET
U.E.R. de Mathématiques	: Monsieur le Pr Philippe PICARD
U.E.R. de Physique	: Monsieur le Pr Jean DELMAU
U.E.R. de Chimie et Biochimie	: Madame Annick VARAGNAT, M.A.
U.E.R. des Sciences de la Nature	: Monsieur le Pr Yves LEMOIGNE
U.E.R. de Sciences Physiologiques	: Mle le Pr J.F. WORBE
U.E.R. de Physique Nucléaire	: Monsieur le Pr Mark GUSAKOW
I.U.T. I	: Monsieur le Pr Albert VILLE
I.U.T. II	: Mr J. GALLET, Directeur ENSAM
Observatoire de Lyon	: Mr G. MONNET, Astronome Adjoint
U.E.R. de Mécanique	: Mle le Pr G. COMTE-BELLOT

N° d'ordre :



Année 1980

THÈSE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD, LYON I

pour obtenir

LE DOCTORAT DE TROISIÈME CYCLE

DE GÉOLOGIE DES ENSEMBLES SEDIMENTAIRES

par

Christine CONTENSUZAS

LE BARREMIEN - BEDOULIEN

ENTRE VIVIERS-SUR-RHONE ET CRUAS, ARDECHE :

STRATIGRAPHIE, ANALYSE ET REPARTITION DES FACIES, CARTOGRAPHIE

TEXTE

soutenue le 25 octobre 1980, devant la commission d'examen :

Monsieur Louis DAVID	-----	président
Madame Annie ARNAUD VANNEAU	-----) examinateurs
Monsieur Robert BUSNARDO	-----	
Monsieur Pierre COTILLON	-----	

AVANT-PROPOS

Je remercie :

- Monsieur R. Busnardo pour son aide précieuse en stratigraphie et cartographie, pour les déterminations d'ammonites qu'il a bien voulu effectuer.
- Monsieur P. Cotillon qui a dirigé la partie sédimentologique de mon travail.
- Monsieur le professeur L. David qui a accepté de présider mon jury.

A ces remerciements je voudrais associer pour leurs déterminations de fossiles :

- Madame Arnaud-Vanneau (orbitolines) qui me fait l'honneur de participer à mon jury,
 - Messieurs P. Bernier (algues), B. Clavel (échinides), R. Combemorel (bélemnites), C. Gaillard (spongiaires) et O. Macsotay (mollusques),
- pour leurs conseils, Messieurs M. Benest et S. Ferry, la Direction et le Personnel des Ciments Lafarge et des Ciments Français du Teil et de Cruas qui m'ont facilité l'accès aux carrières et qui m'ont également confié des documents.

Je n'oublierai pas également de citer :

- G. Dupont qui, malgré sa propre thèse, a déterminé des foraminifères et m'a apporté de précieux renseignements paléogéographiques.
- C. Signolles qui m'a souvent accompagnée sur le terrain et m'a fait bénéficier de ses connaissances sur le Crétacé supérieur.
- enfin R. Foillard qui avait participé dans le cadre d'un DEA commun à certains levés stratigraphiques.

Je voudrais également remercier la Direction de la SNCF qui m'a accordé un prêt d'honneur pour me permettre de poursuivre mes études.

RESUME.

Entre Viviers-sur-Rhône et Cruas,affleurent les terrains d'âge Barrémien-Bédoulien,les plus septentrionaux que l'on connaisse en Ardèche. Ces couches sont limitées à l'Est par la vallée du Rhône et à l'Ouest par une faille de direction cévenole qui les met en contact avec l'Hauterivien inférieur.

Deux principaux types de faciès sont discernables :

- le faciès urgonien,
- le faciès hémipélagique à céphalopodes, subdivisé en trois ensembles :
 - le faciès "mixte",
 - les alternances régulières de calcaires et de marnes,
 - les calcaires à spicules.

Le Barrémien inférieur est caractérisé sur l'ensemble de la région par une sédimentation de type hémipélagique. Par contre au cours du Barrémien supérieur et d'une partie du Bédoulien se différencient les deux types de faciès; le contact entre ces deux termes se fait par une faille de direction cévenole. Le Bédoulien se termine dans toute la région par des marnes et des calcaires sableux à glauconie.

Les principaux types de faciès correspondent à deux milieux de dépôt :

- un domaine de plateforme carbonatée, à fleur d'eau,
- un domaine pré littoral, plus profond.

Des perturbations synsédimentaires sont mises en évidence dans le Barrémien : épandages bioclastiques, chenaux, coulée boueuse.

Les séries du Barrémien-Bédoulien témoignent d'une évolution paléogéographique en trois temps :

- au Barrémien inférieur une sédimentation de domaine pré littoral; les divers ensembles qui constituent le faciès hémipélagique sont disposés en bandes parallèles orientées NW-SE par suite de l'existence d'une tectonique synsédimentaire.
- au Barrémien supérieur-Bédoulien l'installation et le développement de la plateforme carbonatée dans une région située au Sud de Viviers. A l'Ouest et au Nord de cette zone subsiste le domaine pré littoral.
- au cours du Bédoulien, la disparition de la plateforme sous des dépôts transgressifs.

TABLE DES MATIERES.

Introduction

I <u>Cadre géographique et structural</u>	1
1 Situation géographique	
2 Divisions morphologiques et géologiques	
II <u>Motivation et direction de recherche</u>	3

Chapitre I : Stratigraphie

I <u>Généralités et historique</u>	5
1 le Barrémien.....	5
2 l'Aptien.....	15
II <u>Méthodes d'étude</u>	24
III <u>Description des coupes stratigraphiques</u>	26
1 Séries à faciès urgonien.....	27
a) la gare de Viviers.....	27
b) Viviers-Saint-Montant.....	30
c) Viviers-Nord.....	35
d) corrélations.....	37
2 Séries hémipélagiques.....	38
2-1 Séries à faciès "mixte".....	38
a) Valgayette.....	38
b) le Devessou.....	41
c) corrélations.....	44
2-2 Séries des alternances calcaréo-marneuses.....	45
a) le Devès de Giraud.....	45
b) Saint-Thomé.....	50
c) le ravin de la Traverse.....	55
d) Coste Janot.....	56
e) corrélations.....	60
2-3 Séries des faciès vaseux à spicules.....	62
a) carrières Lafarge, le Teil.....	62
b) carrière de Saint-Alban et Chabert-les Hellys.....	65

c) carrière des Ciments Français, Cruas.....	67
d) carrières des Ciments Lafarge, Cruas.....	69
e) corrélations.....	73
3 Corrélations stratigraphiques.....	74
4 Conclusion.....	77

Chapitre II : Analyse des faciès

I <u>Généralités et historique</u>	79
II <u>Description des faciès</u>	85
1 le faciès urgonien.....	88
a) les calcaires bioclastiques circalittoraux.....	88
description	
microfaciès	
remarques	
conclusion	
b) les calcaires bioclastiques infralittoraux.....	89
description	
microfaciès	
conclusion	
c) les calcaires bioclastiques oolitiques.....	91
description	
microfaciès	
conclusion	
d) les calcaires à cnidaires.....	92
description	
microfaciès	
conclusion	
e) les calcaires à rudistes et les faciès adjacents.....	93
. les calcaires à rudistes	
description	
microfaciès	
conclusion	
. les faciès adjacents	
les calcaires à Orbitolinidae	
les calcaires à Miliolidae	
conclusion	

f) conclusion : analyse séquentielle.....	96
2 les faciès hémipélagiques.....	99
2-1 le faciès "mixte".....	99
a) les alternances calcaréo-marneuses de base.....	99
description et microfaciès	
analyse minéralogique	
argiles	
conclusion	
b) les calcaires à silex.....	102
description	
microfaciès	
conclusion	
c) conclusion : analyse séquentielle.....	103
2-2 le faciès des alternances calcaréo-marneuses.....	104
description	
microfaciès	
cas particulier : le sommet de l'Hauterivien	
supérieur	
analyse minéralogique	
argiles	
conclusion	
2-3 le faciès des calcaires à spicules.....	108
description	
microfaciès	
remarque	
analyse minéralogique	
argiles	
conclusion	
3 Conclusion.....	110
III <u>Les phénomènes diagénétiques</u>	113
1 la silicification.....	113
2 la micritisation.....	114
IV <u>Les perturbations synsédimentaires</u>	115
1 les intercalations bioclastiques.....	116
a) mode de gisement	
b) description	

c) interprétation	
d) conclusion	
2 les phénomènes de chenalisation.....	120
3 les coulées boueuses et les glissements.....	122
4 Conclusion.....	126

Chapitre III : Répartition des faciès. Conséquences paléogéographiques

I <u>La région de Viviers à Cruas</u>	129
1 rappel sur les faciès.....	129
2 répartition actuelle des faciès.....	130
3 évolution verticale de la répartition des faciès : paléogéographie de la région comprise entre Viviers et Cruas	131
4 influence des accidents tectoniques.....	132
5 répartition des perturbations synsédimentaires.....	133
6 répartition des minéraux argileux.....	134
II <u>Le domaine sud-ardéchois</u>	137
1 évolution sédimentaire.....	137
2 répartition des minéraux argileux.....	140

Chapitre IV : Les terrains supra-bédouliens

1 Généralités.....	143
2 Description des terrains.....	144
a) le Gargasien.....	144
b) l'Albien.....	147
c) le Cénomaniens.....	147
d) le Turonien.....	149
e) conclusion.....	150
3 Données sédimentologiques.....	151
a) composition minéralogique.....	151
b) granulométrie.....	151
c) morphoscopie.....	152
d) minéraux lourds.....	153
4 Conclusion.....	154

<u>Conclusion générale</u>	155
<u>Bibliographie</u>	15

°0°

INTRODUCTION.

I CADRE GEOGRAPHIQUE ET STRUCTURAL.

1) Situation géographique.

Depuis la bordure cristalline orientale du Massif Central représentée par le Tanargue et le Mont-Lozère, située à l'Ouest, jusqu'à la moyenne vallée du Rhône à l'Est, s'individualise une vaste région sédimentaire : le Bas-Vivarais calcaire (fig. 1).

Ce dernier occupe les parties Sud et Est du département de l'Ardèche; c'est le pays des garrigues (les Gras) qui s'étendent de la vallée du Rhône à l'Est à la vallée de l'Ibie à l'Ouest, pays traversé suivant une diagonale Nord, Nord-Ouest/Sud, Sud-Est par les gorges surimposées de la rivière Ardèche.

Le périmètre étudié est constitué essentiellement par la bordure Est du département de l'Ardèche; les limites géographiques sont (fig. 2):

- au Nord le ruisseau de Sichier, situé à 2,5 km au Nord de Cruas.
- au Sud une ligne partant de la vallée du Rhône au Sud de Viviers, joignant les villages de Saint-Montant et de Larnas; et se prolongeant vers l'Ouest jusqu'au niveau de la vallée du Dardaillon.
- à l'Ouest la plaine de Valvignères-Alba-Aubignas, la bordure orientale des coulées basaltiques du Coiron et enfin la plaine de Saint-Martin-l'Inférieur à Saint-Vincent-de-Barrès.
- à l'Est la vallée du Rhône entre Cruas et Viviers.

2) Divisions morphologiques et géologiques.

Sur le plan géologique, le Bas-Vivarais sédimentaire comporte dans son ensemble quatre zones formant des régions naturelles (fig. 1):

- la bande du Trias où dominent les grès,
- la zone des marnes puis des calcaires jurassiques,
- le massif crétacé,
- un grand plateau volcanique : le Coiron.

Le secteur étudié est constitué essentiellement de terrains du Crétacé inférieur, il présente deux grands ensembles morphologiques :

- une zone sud-orientale, aux reliefs peu découpés formant une région de plateaux s'abaissant lentement vers le Rhône à l'Est, vers l'Ardèche au Sud, limitée au Nord par la vallée de l'Escoutay. C'est la région des terrains à faciès urgonien (au sens large) du Barrémien-Bédoulien.
- une zone nord-occidentale constituant des reliefs plus nets. Elle comprend toute la région située au Nord de la vallée de l'Escoutay et vient border la zone précédente sur son flanc Est, au niveau d'une ligne Sud-Ouest/Nord-Est passant par Bayne et Saint-Alban. Cet ensemble est formé de terrains marno-calcaires d'âge Hauterivien-barrémien.

Le contact entre ces deux régions se fait par un grand accident de direction Sud-Ouest/Nord-Est passant par Larnas et Viviers.

En bordure de cet axe ou de tout autre accident majeur sont conservés des lambeaux de terrains d'âge Aptien, Cénomaniens, parfois Tertiaire.



II MOTIVATION ET ORIENTATION DE RECHERCHE.

D'après un premier aperçu du secteur proposé, on constate qu'il existe une grande variabilité de faciès au sein des séries du Barrémien-Bédoulien.

Les travaux déjà effectués dans cette région ont servi de base à cette nouvelle étude mais l'optique dans laquelle ils avaient été envisagés diffère assez du but recherché aujourd'hui. Il s'agissait pour l'essentiel de descriptions de coupes et de leur contenu faunistique. Il faut noter l'absence totale d'une stratigraphie précise et d'une approche sédimentologique.

Comme le préconisait J. Goguel en 1944, trois points principaux doivent servir de cadre à l'étude géologique des terrains :

- la détermination de l'âge des niveaux dans un cadre stratigraphique,
- la reconstitution des milieux de sédimentation d'après l'étude des microfaciès et leur analyse sédimentologique,
- l'interprétation paléogéographique de l'extension horizontale de ces faciès.

L'étude de la région comprise entre Viviers-sur-Rhône et Cruas s'inscrit parfaitement dans ce plan de travail. Elle se compose de trois parties :

- une partie stratigraphique : il faut établir la série stratigraphique et ses variations de faciès, déterminer dans le temps les limites du faciès urgonien; c'est seulement ensuite qu'il est possible de corréliser les coupes et de mettre en évidence l'évolution de la série stratigraphique dans le temps et dans l'espace.
- une partie sédimentologique qui a pour but essentiel l'analyse des faciès et la détermination de leurs conditions de sédimentation.

- un essai d'interprétation paléogéographique de la région entre Cruas et Viviers.

A ceci il faut ajouter l'établissement d'une carte à 1/25 000.

°°°

CHAPITRE I :

STRATIGRAPHIE.

I GENERALITES ET HISTORIQUE.

Le Crétacé inférieur a de tous temps posé bien des problèmes de nomenclature et a opposé de nombreux auteurs du fait de l'hétérogénéité des faciès qui le constituent.

1) Le Barrémien.

Les premiers auteurs parlaient de Néocomien pour désigner le Crétacé inférieur et précisaient inférieur ou supérieur suivant l'ensemble considéré.

En 1850 A. d'Orbigny crée le terme d'Urgonien pour les faciès compris entre le Néocomien (sensu stricto) et l'Aptien, lesquels correspondent aux couches à rudistes dont la localité type est Orgon (Bouches-du-Rhône). En 1852, il confirme ce terme en précisant qu'il est défini par les faunes néritiques dépourvues d'ammonites.

Mais en 1862 H. Coquand après une étude comparée des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône crée à son tour le terme Barrémien. Il écrit : "Nous reconnaissons donc et admettons au-dessous du calcaire à Chama ammonia, dans le grand bloc qui a reçu primitivement le nom d'étage néocomien, trois étages distincts qui sont :

- 1- l'étage Valanginien des géologues suisses ...
- 2- l'étage Néocomien proprement dit, caractérisé par les Belemnites dilatatus, Ammonites astieri, Toxaster complanatus, Ostrea couloni et Crioceras duvali.
- 3- l'étage pour lequel nous proposons le nom de Barrémien caractérisé par les Belemnites minaret, Ammonites ligatus, Scaphites yvani ... (cet étage n'est point l'équivalent de l'urgonien)."

La liste des ammonites du Barrémien citée par H. Coquand renferme des espèces caractéristiques des niveaux sous-jacents. A son origine le Barrémien comprend donc le Barrémien et l'Hauterivien supérieur dans leur acception actuelle.

En 1882 A. Torcapel étudie l'urgonien du Languedoc et en particulier celui du plateau de Nîmes qui lui sert de référence stratigraphique. Il définit trois sous-étages au sein de l'urgonien :

APTIEN		Marnes et calcaires à <u>Ammonites dufrenoyi</u>
URGONIEN	supérieur	Calcaires à <u>Chama ammonia</u> (300m) = DONZERIEN
	moyen	Calcaires et marnes à <u>Echinospatagus argilaceus</u> (200-300m) = BARUTELIEN
	inférieur	Calcaires à silex et à lumachelles (200m) Calcaires à criocères (150m) = CRUASIEN
NEOCOMIEN		Calcaires et marnes à <u>Echinospatagus cordiformis</u>

Il reprend ses travaux en 1894 et conserve cette subdivision et cette nomenclature malgré les modifications apportées par certains auteurs pendant ce laps de temps.

En effet en 1883 F. Leenhardt, après une étude détaillée du Mont-Ventoux, montre l'équivalence entre l'urgonien et les calcaires argileux du Barrémien. Le Crétacé inférieur est constitué de haut en bas par :

- l'Urgonien : faciès coralligène ou à orbitolines
ou calcaires à céphalopodes.
- le Néocomien : N4 Calcaires à Ammonites difficilis.
N3 calcaires à Crioceras duvali.
N2 marnes et calcaires marneux à Ammonites neocomiensis.
N1 calcaires de Berrias.

Leenhardt montre qu'il existe des relations étroites entre :
 - La partie supérieure de N4 et le premier niveau d'urgonien sur le plan lithologique et paléontologique si bien qu'il est parfois difficile de saisir leur limite.
 - l'urgonien et l'Aptien sus-jacent. Il parle alors d'Urgo-Aptien.

En fait Leenhardt considère l'urgonien comme un faciès particulier de l'étage Néocomien, estimant qu'il peut se développer à différents niveaux ou même être absent; il s'agit simplement d'une variation de faciès.
 A ce titre l'auteur propose la suppression du terme Urgonien dans la classification des étages crétacés.

La même année L. Carez date de l'Aptien, l'urgonien de Saint-Montant (Ardèche) recouvert par les couches à Ammonites cornuelianus et Ostrea aquila.

Les études de V. Paquier (1896, 1903, 1905) sur les rudistes de la région de Viviers-sur-Rhône (Ardèche) confirment l'âge aptien de la partie supérieure des calcaires urgoniens mais la limite avec le Barrémien reste imprécise.

W. Kilian en 1888, dans son étude sur la Montagne de Lure ne conserve la valeur d'étage que pour le Barrémien et l'Aptien, il assimile l'urgonien à un faciès spécial hétérochrone à rudistes. Les divisions proposées pour le Barrémien sont :

Barrémien supérieur	- Zone à <u>Silesites seranonis</u> (d'Orb.) et <u>Heteroceras asterianum</u> (d'Orb.).
Barrémien inférieur	- Zone à <u>Pulchellia compressissima</u> (d'Orb.). - Zone à <u>Holcodiscus fallax</u> (Math.).

En 1904, G. Sayn et F. Roman, à partir des zones établies par W. Kilian et V. Paquier construisent un tableau de synchronisme des assises du Néocomien sur la rive droite du Rhône (tableau 1).

Cette étude les a conduit à faire des corrélations avec les sous-étages définis par A. Torcapel en 1882; celles-ci sont résumées dans le tableau suivant :

A. TORCAPEL (1882).		G. SAYN et F. ROMAN (1904).		
DONZERIEN	calcaire à <u>Chama ammonia</u>	calcaires à céphalopodes faciès urgonien	supérieur	BARRÉMIEN
BARUTELIEN	calcaires et marnes à <u>Echinospatagus argilaceus</u>	calcaires et marnes à céphalopodes ou calcaires et marnes à échinides.	inférieur	
CRUASIEN supérieur	calcaires à silex et à lumachelles	calcaires marneux à <u>Hemihoplites angulicostatus</u>	HAUTERIVIEN supérieur	

En 1946, M. Gignoux et L. Moret, dans leur "Nomenclature du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France", précisent à partir des travaux antérieurs, les relations entre urgonien et Barrémien. Le Barrémien n'est caractérisé que dans la moitié orientale de la France (Basses-Alpes, Hautes-Alpes).

Ce sont des faciès marno-calcaires à céphalopodes (Pulchellia, grands déroulés). De cette région se détache un golfe orienté Est-Ouest occupant le Diois et les Baronies et atteignant le Massif Central entre Viviers et le Pouzin. Au Sud de cette zone profonde, règnent des faciès plus littoraux :

- à l'Est des couches glauconieuses fossilifères,

- à l'Ouest des faciès à spatangues appelés Barutélien

Ces niveaux conduisent au faciès urgonien constitué de calcaires blancs plus ou moins oolitiques ou à débris, très compacts, rarement crayeux, renfermant rudistes, milioles, orbitolines ..., daté du Barrémien supérieur à l'Aptien inférieur.

Désormais le terme d'urgonien s'applique à un faciès et non plus à un étage. Toutefois la définition du faciès-type de l'urgonien reste encore vague.

C'est en 1959 que P. Rat définit le faciès urgonien comme un ensemble de calcaires massifs variés dans leur aspect externe et dans leur microfaciès mais ayant en commun l'absence quasi-totale d'éléments terrigènes, l'importance du ciment et des éléments bioclastiques, une forte recristallisation et une faune essentiellement composée de rudistes.

Au cours du colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963) J. Maillard ayant étudié le passage Barrémien-Aptien et ses rapports avec l'urgonien dans le couloir rhodanien souhaite avec P. Rat que le terme d'urgonien soit réservé pour le Barrémien et l'Aptien aux calcaires à Toucasia et aux calcaires qui leur sont directement associés.

Pendant cette même réunion R. Busnardo est amené à établir une zonation relativement précise du Barrémien sous faciès à céphalopodes (tableau 2). Le passage Barrémien inférieur, Barrémien supérieur reste imprécis, faute d'ammonites de zone caractéristiques.

Tableau 2 : Principales espèces significatives du Barrémien
d'après R. Busnardo (1965)

STRATOTYPE D'ANGLES				Ammonites significatives des niveaux mésogènes à fossiles pyriteux.	BÉDOULIEN	BARRÉMIEN		HAUTÉRIEN supérieur
Zones	Sous-zones	Autres formes caractéristiques	foraminifères (ordre d'apparition)			supérieur	inférieur	
		apparition de : <u>Chelonoceras</u> , <u>Puzosia matheroni</u> .		<u>Macroscaphites striatiscultatus</u>				
<u>Silesites seranonis</u> .	<u>leptoceras puzosianum</u>	<u>Barremites hemiptychus</u>	<u>Conorotalites bartensteini</u> <u>aptrensis</u>	<u>Macroscaphites fischeri</u> <u>Metahoplites henoni</u> <u>Heinzia ouachensis</u>				
	<u>heteroceras asteri</u>	<u>heteroceras</u>	<u>Gauvillina barrémiana</u>					
	<u>hemihoplites feraudi</u>	<u>Hemihoplites</u>	<u>Conorotalites bartensteini intercedens</u>					
<u>Nicklesia pulchella</u> .	<u>Pulchella compressissima</u>	<u>Emerioceras emerici</u> (p.p.), <u>Barremites vocanthum</u> , <u>Spiridiscus lugii</u> , etc...	<u>Conorotalites bartensteini bartensteini</u> Globigerines d'Angles (in litt.)	<u>Holcodiscus camelinus</u> <u>Holcodiscus sfaensis</u> <u>Spiridiscus aloysensis</u>				
	<u>Holcodiscus keiliani</u>	<u>Raspalicerias</u> , <u>Plesiospiridiscus</u> , <u>Crioceras binelli</u> , <u>Acrioceras meriani</u> , etc...						
<u>Pseudothurmannia angulicostata</u> .								



En 1974 J. Vermeulen propose une zonation fondée sur la seule famille des Pulchellidae (tableau 3). Il distingue quatre biozones dans le Barrémien inférieur et une cinquième à provincialis qui débute au sommet du Barrémien inférieur. Ceci ne résout pourtant en rien le problème de la limite entre Barrémien inférieur et Barrémien supérieur.

En 1976 A. Arnaud-Vanneau, H. Arnaud et J.P. Thieuloy posent de nouvelles bases pour la stratigraphie des faciès urgoniens du Vercors. La répartition des Orbitolinidae est alors directement reliée à la zonation des ammonites du milieu vocontien.

La révision du stratotype du Barrémien par R. Busnardo (travaux en cours) conduit à une nouvelle zonation de l'étage (tableau 4). C'est cette nouvelle zonation qui est utilisée pour l'établissement de la stratigraphie du Barrémien entre Cruas et Viviers. (Ardèche).

Tableau 3 : Division du Crétacé inférieur (pars.). (étages, sous-étages, zones et sous zones)

d'après M. MOULLADE et J.P. THIEDLOY (1967), J.P. THIEDLOY (1974) pour le Valanginien-Hauterivien ; R. BUSNARDO (1965) et J. VERMEULEN (1974) pour le Barrémien ; R. CASEY (1961) pour le Bédoulien.
tableau reproduit de J.P. MASSE, 1976, p 132.

		SUPERIEUR OU GARGASIEN - CLANSAYESIEN	
APTIEN	INFERIEUR	<u>Tropaeum bowerbanki</u> (Sow.)	<u>Cheloniceras</u> (<u>Cheloniceras</u>) <u>meyendorfi</u> (d'Orb) <u>Dufrenoyia transitoria</u> Casey
		<u>Deshayesites deshayesi</u> (d'orb.)	<u>Deshayesites grandis</u> Spath <u>Cheloniceras</u> (<u>Cheloniceras</u>) <u>parinodum</u> Casey
	OU BEDOULIEN	<u>Deshayesites forbesi</u> Casey	<u>Deshayesites collidiscus</u> Casey <u>Deshayesites kiliani</u> Spath <u>Deshayesites fittoni</u> Casey
		<u>Prodeshayesites fissicostatus</u> (Phillips)	<u>Prodeshayesites absoletus</u> Casey <u>Prodeshayesites bodei</u> (V. Koen)
BARREMIEN	SUPERIEUR	<u>Silesites seranonis</u> (d'orb.) { <u>Leptoceras puzosianum</u> (d'orb.) <u>Heteroceras astieri</u> (d'orb.) <u>Hemihoplites feraudi</u> (d'orb.)	<u>Pulchellia provincialis</u> (d'orb)
	INFERIEUR	<u>Nicklesia pulchella</u> (d'orb.) { <u>Pulchellia compressissima</u> (d'orb.) <u>Holcodiscus kiliani</u> (Paq.)	<u>Pulchellia coicedi</u> (karsten) <u>Pulchellia didayi</u> (d'orb.) <u>Pulchellia pulchella</u> (d'orb.) <u>Psilotissotia faurei</u> (Ooster)
HAUTERIVIEN	SUPERIEUR	<u>Pseudothurmannia angulicostata</u> (d'orb)	
		<u>Plesiospitidiscus ligatus</u> (d'orb.)	
		<u>Subsaynella sayni</u> (Paquier)	
	INFERIEUR	<u>Lyhoceras nodosoplicatus</u> (Kilian et Reboul)	
		<u>Olcostephanus jeannoti</u> d'Orb.	
<u>Crioceratites loryi</u> (Sarkar) <u>Acanthodiscus radiatus</u> (Bruquière)			

Tableau 4 : Succession des zones d'ammonites
du Barrémien.

d'après R. Busnardo (sous presse).

Barrémien supérieur.	<ul style="list-style-type: none"> - Colchitides securiformis - Heteroceras astieri - Hemihoplites feraudi - Emericiceras barremense
Barrémien inférieur.	<ul style="list-style-type: none"> - Heingia ouachensis - Pulchellia compressissima - Spitidiscus hugii - Spitidiscus kiliani
Hauterivien supérieur.	<ul style="list-style-type: none"> - Pseudothurmannia angulicostata.

2) L'Aptien.

Le terme d'Aptien est employé pour la première fois en 1840 par A. d'Orbigny, sous forme d'adjectif pour désigner la faune des terrains du Néocomien supérieur. Cette faune ne pouvant être rattachée ni aux formes des terrains sous-jacents ni à celle du Gault (couches situées au-dessus). D'Orbigny propose de donner aux couches qui la renferment le nom d'aptiennes, le bassin d'Apt (Vaucluse) en étant le siège principal.

En 1842 il applique ce terme d'Aptien aux argiles à plicatules (Néocomien supérieur du Bassin de Paris) et conserve le nom de Néocomien pour les terrains sous-jacents. Ces subdivisions sont créées à partir d'une étude du Crétacé inférieur du Bassin Parisien. Il est amené ainsi à mettre en équivalence les argiles à plicatules et les marnes de Gargas du bassin d'Apt.

La même année, dans un compte-rendu sur la région de Cassis, P. Mathéron décrit pour la première fois la coupe de la Bédoule constituée de calcaires marneux à Ancyloceras sp., Nautilus neocomiensis et Ammonites consobrinus. Il désigne ces calcaires sous le nom de "terres néocomiennes".

En 1850, dans le "Prodrôme de Paléontologie" A. d'Orbigny fournit une liste des fossiles de l'Aptien. En ce qui concerne les ammonites, elle comporte non seulement les principales espèces de l'Aptien inférieur mais aussi celles de l'Aptien supérieur dans leur acception actuelle.

Très rapidement les auteurs sont amenés à faire une distinction au sein de l'Aptien soit sur le plan lithologique soit sur le plan paléontologique, voire sur les deux.

En 1861 P. Reynès décrit la coupe de la Bédoule en ces termes : "l'Aptien est ordinairement marneux mais lorsqu'il prend un développement considérable comme à la Bédoule on voit la partie inférieure se modifier et passer à un calcaire dur, marneux, présentant une faune différente de celle des assises plus élevées."

Il distingue donc :

- à la base un niveau calcaire à Nautilus plicatus, N. neocomiensis, Ammonites stobieckii, A. fissicostatus, A. matheroni, Ancyloceras matheroni, An. gigas et An. simplex.
- au-dessus des marnes à Ammonites nisus, A. martini, A. gargasensis, A. dufrenoyi et Ancyloceras matheroni.

Reynès pressent déjà la coupure Aptien inférieur, Aptien supérieur. Il attire également l'attention sur l'aspect fort différent de la faune entre l'Aptien des Basses-Alpes et celui de Gargas (Vaucluse). Ceci conduira W. Kilian à parler plus tard (1887) de faciès occidental et de faciès oriental.

En 1871-72 E. Hébert reconnaît dans la région de Cassis deux grands ensembles :

- l'Aptien inférieur, formé de calcaires bleuâtres, siliceux très durs, à Ostrea aquila, Ammonites fissicostatus, A. stobieckii, et A. matheroni.
- l'Aptien supérieur marneux, grisâtre, à Ammonites nisus, A. martini et A. dufrenoyi.

En 1876 E. Dumas, dans son étude statistique du département du Gard, décrit l'Aptien ou marnes à plicatules comme le premier étage d'un grand ensemble appelé "Grès verts" (Crétacé moyen). L'Aptien est constitué de deux sous-étages :

- le sous-étage inférieur : assises confusément stratifiées d'un calcaire jaunâtre, plus ou moins marneux, sablonneux, chloriteux, renfermant Ostrea aquila, Plicatula placunea et diverses ammonites.

- le sous-étage supérieur : argiles calcaires bleuâtres à ammonites pyriteuses.

Par contre L. Carez, lors d'une observation faite dans les départements du Gard et de l'Ardèche en 1882, divise l'Aptien en quatre zones qui sont de haut en bas :

- 4- sables verdâtres à belemnites.
- 3- calcaires à Discoidea decorata.
- 2- marnes bleues à Belemnites semicanaliculatus.
- 1- calcaires marneux à Ostrea aquila et céphalopodes.

Le tout reposant sur des faciès urgoniens.

En 1883, F. Leenhardt donne une nouvelle description de la coupe de Gargas au sein de laquelle il distingue trois horizons, différenciés sur le contenu faunistique des niveaux. Il note ainsi la présence d'Aptien inférieur dans les marnes de Gargas, confirmant l'hypothèse formulée à la suite de l'étude de la liste d'ammonites établie par d'Orbigny en 1850.

D'autre part, dans sa thèse sur le Ventoux, il décrit un nouveau faciès, les "calcaires de Vaison", qu'il assimile aux calcaires de la Bédoule (Aptien inférieur).

En 1887, après une étude détaillée de la Montagne de Lure et du Mont Ventoux, W. Kilian, dans son ouvrage sur le système créacé, propose la nomenclature suivante :

APTIEN	{	Gargasien : marnes de Gargas.
	{	Voconzien : calcaires de Vaison.

Mais en 1888 A. Toucas crée le terme de Bédoulien pour désigner la partie supérieure des calcaires de la Bédoule. Ces calcaires, tout en renfermant la même faune à grands céphalopodes des couches sous-jacentes, présentent quelques espèces franchement aptiennes (Belemnites semicanaliculatus, Plicatula placunea). Il convient donc de distinguer ces niveaux. (tableau 5).

Tableau 5 : Classification et synchronisme du terrain Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. d'après A. Toucas (1888).

ETAGES	SOUS-ÉTAGES	BOUCHES-DU-RHÔNE (La Bédoule).
GAULT		Marnes sableuses. (?)
A P T I E N	Aptien supérieur ou Gargasien.	1. Marnes noires et lits de marnes calcaires à <u>Belemnites semicanaliculatus</u> . 2. Marnes argileuses à <u>Belemnites semicanaliculatus</u> , <u>Ammonites nisus</u> , <u>A. martini</u> , <u>Plicatula placunea</u>
	Aptien inférieur ou Bédoulien.	3. Calcaires marneux et marnes à <u>Belemnites semicanaliculatus</u> , <u>Ammonites consobrinus</u> , <u>A. cornuelli</u> , <u>A. matheroni</u> , <u>Nautilus neocomiensis</u> ... <u>Ostrea aquila</u> , <u>Plicatula placunea</u> , <u>Echinospatagus collegnoi</u> .
U R G O N I E N	Urgonien supérieur ou Rhodanien.	1. Calcaires à <u>Ammonites consobrinus</u> , <u>A. cornuelli</u> , <u>A. matheroni</u> , <u>A. stobiedkii</u> , <u>A. recticostatus</u> , <u>Nautilus neocomiensis</u> , <u>Ostrea aquila</u> ... 2. Calcaires à <u>Requienia</u> .
	Urgonien inférieur ou Barremien ou Crusien.	3. Calcaires lithographiques à <u>Ammonites recticostatus</u> . 4. Calcaires à silex.

Comme on peut le constater sur le tableau, les faunes du Bédoulien et du Rhodanien sont très proches; il est donc difficile d'établir une limite précise entre ces deux étages.

W. Kilian (1889) estime que Toucas a fait une erreur en créant ces subdivisions dans une région où le Barrémien marneux n'existe pas. Il réunit donc Bédoulien et Rhodanien et considère ceux-ci comme deux sous-étages de l'Aptien inférieur. Plus tard il modifie le sens du nom Bédoulien en lui attribuant une signification plus large. Le terme correspond désormais à l'ensemble de l'Aptien inférieur. C'est ainsi que W. Kilian l'emploie dans ses différents travaux (1896, 1907, 1913). C'est cette conception qui est encore admise de nos jours.

De plus, W. Kilian (1896) subdivise le Bédoulien en deux parties du moins pour la Provence :

- à la base des calcaires bicolores à Costidiscus recticos-tatus,
- au dessus les marnes et calcaires à ciment de la Bédoule à Parahoplites consobrinus, Puzosia matheroni, Ancyloceras matheroni, Plicatula placunea ...

Parallèlement, C. Jacob poursuit des observations dans les Alpes et les régions voisines. Ses travaux de 1905 et de 1907 lui permettent d'apporter quelques précisions supplémentaires le conduisant à établir un tableau de successions des zones paléontologiques (tableau 6).

En 1927 E. Roch écrit une importante monographie sur le Bédoulien dans sa localité type de la Bédoule. Ces observations sont résumées sur le tableau 7.

Tableau 6: Succession des zones fondamentales d'ammonites
d'après C. Jacob (1907)

ALBIEN	<p>IV Zone à <u>Hoplites (Leymeriella) tardefurcata</u> Leym.</p> <p>III Zone à <u>Douvilleiceras nodosocostatum</u> d'Orb. et <u>D. bigoureti</u> Seunes.</p>
APTIEN	Gargasien
	Bédoulien
	<p>II b Sous-zone à <u>Douvilleiceras subnodosocostatum</u> Sing. et <u>D. buxtorfi</u> Jacob.</p> <p>II a Sous-zone à <u>Oppelia nesus</u> d'Orb. et <u>Hoplites furcatus</u> Sow. (= <u>dufrenoyi</u> d'Orb)</p> <p>I Zone à <u>Parahoplites deshayesi</u> Leym. et <u>Ancyloceras matheroni</u> d'Orb.</p>

Tableau 7: Subdivisions de l'Aptien de la Bédoule (B. du Rh.)
d'après E. Roch (1927)

Gargasien	marnes à fossiles pyriteux.
Bédoulien supérieur	<p>— alternance de marno-calcaires et de marnes à <u>Parahoplites dufrenoyi</u>.</p> <p>— calcaires marneux à grands <u>Ancyloceras</u>.</p> <p>— couche à <u>Parahoplites deshayesi</u> et <u>Douvilleiceras seminodosum</u>.</p>
Bédoulien inférieur	<p>— calcaires blanchâtres sans fossiles.</p> <p>— calcaires marneux bleus à grands <u>Hoplites weissii</u> et <u>Ancyloceras</u>.</p> <p>— couche à rognons et <u>Ancyloceras</u>.</p> <p>— couche à petits gastéropodes et <u>Parahoplites</u></p>

En 1934, dans une description des massifs de Marseille-veyre et de Puget (Bouches-du-Rhône), G. Denizot apporte quelques précisions sur la zone de passage entre l'urgonien et le Bédoulien. Celle-ci est représentée par un niveau de "plaquettes blanchâtres" renfermant une abondante faune de brachiopodes et de lamellibranches ainsi que des gastéropodes et quelques ammonites; le tout est daté du Barrémien supérieur. Ces plaquettes se modifient pour passer aux calcaires marneux bleuâtres à ciment.

En 1946, M. Gignoux et L. Moret donnent une zonation de l'Aptien à partir d'ammonites :

APTIEN	supérieur = Gargasien	-zone à <u>Douvilleiceras subnodosocostatum</u> -zone à <u>Oppelia nesus</u>
	inférieur Bédoulien	-zone à <u>Parahoplites deshayesi</u> et <u>Ancyloceras matheroni</u>

Ils soulignent également le fait que le Bédoulien est difficilement séparable du Barrémien; ce sont dans les deux cas des calcaires vaseux bien stratifiés; ceux du Bédoulien ne se distinguent que par leur faune à grands céphalopodes.

En 1947, M. Breistoffer confirme la biostratigraphie de C. Jacob (1907) mais en modifie quelque peu les subdivisions chronologiques; il fait entrer dans l'Aptien une troisième zone ou horizon de Clansayes. (tableau page suivante).

A P T I E N	supérieur = Clansayésien.	- Sous-zone à <u>Hypacanthoplites jacobii</u> et <u>H. sarasini</u> .
		- Sous-zone à <u>Hypacanthoplites nolani</u> , <u>Parahoplites grossouvrei</u> et <u>Chelonicerias clansayense</u> .
	moyen = gargasien	- Sous-zone à <u>Douvilleicerias subnodosocostatum</u> et <u>D. buxtorfi</u> .
		- Sous-zone à <u>Oppelia nesus</u> et <u>Hoplites furcatus</u>
	inférieur = Bédoulien.	- Zone à <u>Parahoplites deshayesi</u> et <u>Ancyloceras matheroni</u> .

Plus récemment les recherches de J. Blanc (1958-60) ont apporté quelques précisions d'ordre sédimentologique mais elles sont limitées à la région de la Bédoule.

Il en est de même des études micropaléontologiques effectuées lors de la révision des stratotypes de l'Aptien. Ces observations portent essentiellement sur les foraminifères et les ostracodes.

De son côté J. Sornay étudie les terrains aptiens de la région de Viviers-sur-Rhône (Ardèche). Ses publications de 1958, 1959 et 1962 apportent des renseignements d'ordre local.

En 1963, lors du colloque sur le Crétacé inférieur, J. Flandrin résume dans son rapport sur l'étage Aptien les différentes caractéristiques de celui-ci :

- le Bédoulien, toujours calcaire, est plus proche du Barrémien que du Gargasien sur le plan lithologique et paléontologique (il renferme des espèces déjà présentes dans le Barrémien).

- le contraste entre la sédimentation calcaire du Bédoulien et la sédimentation marneuse du Gargasien, quoique frappant, ne peut être considéré comme un critère de séparation chronologique entre deux étages. La limite entre les deux faciès n'est sans doute pas toujours datable du même âge; de plus le changement de faciès peut se faire progressivement (la Bédoule-Cassis) ou ne pas exister (Gargas).
- la faune du Bédoulien renferme de plus des ammonites à caractère aptien fortement marqué, apparentées aux formes gargasiennes. Ce critère est essentiel pour faire du Bédoulien un sous-étage de l'Aptien au même titre que le Gargasien et ne pas le relier au Barrémien.

II METHODES D'ETUDE.

La première tâche sur le terrain consiste en la recherche d'affleurements montrant une continuité verticale maximale des couches. On distingue deux catégories de coupes :

- les coupes complètes (peu de lacune de visibilité), riches en fossiles, choisies pour l'établissement de l'échelle stratigraphique régionale. Le levé de coupe est en général fait à partir de la zone à Pseudothurmannia angulicostata (Hauterivien supérieur), repère chronologique constant sur l'ensemble de la région comprise entre Viviers et Cruas.
- les coupes permettant une observation détaillée des faciès et des phénomènes sédimentologiques.

Ces coupes sont effectuées relativement proches les unes des autres afin de mettre en évidence d'éventuelles variations latérales de faciès.

1) Description des faciès. Nomenclature.

Les sédiments hémipélagiques se présentent essentiellement sous forme de calcaires, de calcaires argileux ou de marnes toujours assez riches en carbonate de calcium. La nature des échantillons est précisée par le grain composant, la couleur et l'aspect à l'affleurement.

En ce qui concerne les faciès urgoniens, il est également nécessaire de préciser la terminologie employée; elle aussi varie avec les auteurs. J'utilise les définitions données par J.P. Masse en 1966 lequel distingue :

- les calcaires urgoniens au sens large : calcaires bioclastiques, parfois oolitiques.

L'examen microscopique des composants minéralogiques et fauniques (taille et nature) permet de diviser cet ensemble en deux groupes :

- + les calcaires bioclastiques à grain fin et ciment microsparitique (calcarénite fine) dans lesquels il apparaît

parfois des accidents siliceux et de la glauconie. Ils assurent la transition entre les calcaires argileux sous-jacents et les termes qui suivent.

+ les calcaires bioclastiques à grain moyen ou grossier et ciment sparitique, souvent associés à des calcaires oolites.

- les calcaires urgoniens au sens strict : calcaires à madréporaires et calcaires à rudistes.

Les faciès à rudistes sont surtout des faciès micritiques.

Leur extension verticale est fort variable; ils peuvent constituer quelques bancs seulement ou une masse importante.

Le passage des calcaires bioclastiques aux calcaires à rudistes se fait par des niveaux à madréporaires et à chaetétidés.

La légende lithologique de ces différents faciès est indiquée sur la figure 3.

2) Mesure des épaisseurs et échantillonnage.

Dans le cas de coupes à intérêt stratigraphique, le levé de celles-ci peut-être effectué banc par banc; l'épaisseur des bancs est mesurée par les méthodes habituelles (mètre, clisimètre).

L'échantillonnage des faciès se fait soit tous les bancs, soit tous les cinq à dix mètres, toujours dans les niveaux calcaires. Ces prélèvements font l'objet d'une étude plus détaillée en laboratoire (lames minces, calcimétries ...). Cette observation sur le terrain s'accompagne d'une recherche systématique de la macrofaune (ammonites, lamellibranches ...). Des prélèvements sont effectués au niveau des interlits marneux afin de recueillir la microfaune (foraminifères).

III DESCRIPTION DES SÉRIES STRATIGRAPHIQUES.

Les coupes levées entre Viviers-sur-Rhône et Cruas montrent d'importantes variations lithologiques au sein de la série du Barrémien-Bédoulien. On distingue quatre principaux types de faciès :

- le faciès urgonien. Il est formé de :

- +calcaires bioclastiques,
- +calcaires à madréporaires et chaetétidés,
- +calcaires à rudistes.

Il est localisé autour de Viviers.

- le faciès mixte. Deux parties ont été différenciées :

+à la base une alternance de calcaires à débit en boules et de marno-calcaires, riches en bioclastes.

+puis des calcaires micritiques gris ou beiges à lamines, parfois à silex.

Dans cette série s'intercalent de puissantes masses de calcaires bioclastiques qui ravinent les termes sous-jacents. Les ammonites sont rares et la microfaune benthique est peu abondante.

- le faciès des alternances calcaréo-marneuses. Il est constitué de calcaires argileux et de marnes où les bancs et les interbancs ont à peu près même épaisseur (0,20 à 0,70m). Il arrive que l'alternance manque de netteté, on a alors une succession de calcaires argileux et de marno-calcaires, le passage entre les deux termes étant progressif. Ces alternances peuvent être interrompues par des niveaux de calcaires bioclastiques à grain fin. Dans ce type de faciès la macrofaune (ammonites) et la microfaune (foraminifères) sont abondantes.

- le faciès des calcaires à spicules. Il est représenté par des calcaires micritiques plus ou moins recristallisés, riches en spicules de spongiaires. Certains niveaux montrent d'importants phénomènes de silicification.

Ces trois derniers faciès sont regroupés sous le terme de faciès hémipélagique, lequel caractérise un milieu de sédimen-

tation intermédiaire entre la plateforme (faciès urgonien) et le bassin (faciès pélagique).



1) Séries à faciès urgoniens.

a) La gare de Viviers. (fig. 4 et 5).

Cette coupe est décrite dès 1910 par G. Sayn :

" 1-à la base marnes sèches, d'un bleu foncé, couches minces plus marneuses ayant l'aspect de marnes valanginiennes supérieures.

2-calcaires marneux bleuâtres, bien lités, sans délit marneux, avec organismes problématiques (Nemausina).

1 et 2 sont rapportés à l'Hauterivien moyen.

3-calcaires marneux compacts jaunâtres par altération, bleus en profondeur, en bancs épais. Ils correspondent à la zone à angulicostatus.

4-calcaires compacts en bancs plus minces, bien lités, à rognons de silex du Barrémien inférieur.

5-faciès urgonien."

Cette description est reprise dans l'oeuvre posthume de F. Roman parue en 1950.

Cette coupe que j'ai étudiée à mon tour (fig. 4) est levée dans une petite carrière située au Sud-Ouest de la gare de Viviers (au Sud du village, le long de la route N 86). Les coordonnées Lambert de la carrière sont : x=786,87 km et y=244,72 km.

On observe de bas en haut plusieurs formations (fig. 5):
VIG I : 5 mètres visibles, bancs massifs de calcaires argileux grisâtres, jaunes par altération, sans joints marneux. Ils affleurent sur le bord méridional de la carrière.

VIG II (25m) : alternances de calcaires argileux bleus à débit en boules, "à pelure d'oignon" et de marnes bleues, jaunes par altération.

J. Sornay (communication orale) a récolté dans cette alternance : Emericiceras barremense KILIAN, caractéristique de la première zone du Barrémien supérieur (1).

(1) ammonite revue par R. Busnardo et déposée au D.S.T., Lyon.

J'ai effectué quelques lavages de marnes au sein de cette formation. La microfaune est essentiellement constituée de foraminifères parmi lesquels dominent :

Quinqueloculina sp.,
Patellina feifeli PAALZOW,
Neotrocholina infragranulata NOTH,
Andersenina rumana NEAGU,
Dorothia kummi ZEDLER,
Tritaxia pyramidata REUSS,
Conorboides cf. glabra FUCHS,
Spiroplectinata carinata MOULLADE,
Arenobulimina sp.

Selon G. Dupont (communication orale) qui a déterminé ces foraminifères, ces espèces n'apportent aucun renseignement d'ordre stratigraphique; elles sont seulement caractéristiques du milieu.

VIG III (20m) : calcaires micritiques beiges en bancs massifs à petits silex bruns. Ces niveaux renferment quelques bélemnites. Ils constituent le sommet de la carrière.

VIG IV (20m) : calcaires micritiques beiges, à grain fin, se délitant en minces plaquettes. Cet ensemble contient de nombreux silex bruns, stratiformes, aux contours irréguliers.

VIG V (10m) : calcaires à silex bruns mais le grain de la roche est plus grossier que dans la formation précédente; il s'agit d'une calcarénite (calcaire à ciment sparitique). Au sein de cette formation, il est possible d'observer la séquence granulométrique suivante se répétant un certain nombre de fois : avec de bas en haut,

- + calcaire à grain grossier
- + calcaire à grain moyen
- + calcaire à grain fin.

Le matériel reste homométrique au sein de chacun des termes de la séquence.

VIG VI : - à la base calcaires micritiques parfois très blancs, à grain grossier, renfermant des madréporaires et des chaetétidés.

- au dessus calcaires micritiques blancs à nombreux débris de lamellibranches, en particulier des rudistes. Le passage entre ces deux termes se fait progressivement par un enrichissement en éléments bioclastiques de grande taille.

En conclusion, la découverte de Emericiceras barremense KILIAN, au sein de la formation VIG II modifie l'attribution stratigraphique de la série de la gare de Viviers. Ce changement de datation est résumé sur le tableau suivant :

G. Sayn (1910)		Données actuelles	
Barrémien	supérieur	5 = faciès urgonien.	faciès urgonien. = VI
	inférieur	4 = calcaires à silex.	calcaires à silex. = $\begin{cases} V \\ IV \\ III \end{cases}$
Hauterivien	supérieur	3 = calcaires marneux = zone à <u>angulicostatus</u> .	alternance calcaires argileux et marnes = II à <u>Em. barremense</u> .
	moyen	2 = calcaires marneux bien lités.	calcaires argileux = I en bancs massifs.
		supérieur	Barrémien

b) Carrière du massif de Viviers-Saint-Montant (fig. 6 et 7).

La coupe est levée dans les carrières situées le long de la route N 86, au Sud de Viviers, en amont de l'échangeur Montélimar Sud (A7). Le haut de la série est observé dans la carrière la plus méridionale (bancs 1 à 9), les niveaux sous-jacents dans une petite carrière plus au Nord (bancs 18 à 22); enfin la base de la coupe à partir du banc 25 est levée le long de la voie ferrée, toujours en direction du Nord.

Cette coupe est en fait incomplète car interrompue à la base comme au sommet par des failles de direction Nord 60°; elle ne représente donc qu'une partie de la série du Barrémien-Bédoulien à faciès urgonien. Elle donne cependant un bon aperçu de la succession élémentaire des assises; en effet il est possible de distinguer des répétitions plus ou moins régulières d'une suite de termes séquentiels qui sont de bas en haut :

- + calcaires bioclastiques,
- + calcaires à madréporaires et chaetétidés,
- + calcaires à rudistes.

Cet enchaînement de faciès traduit la mise en place et l'évolution d'une plateforme carbonatée dépourvue de véritables constructions. A la base, ce sont des dépôts de plateforme peu profonde, en milieu ouvert, relativement agité; au sommet, les calcaires à rudistes traduisent un milieu légèrement plus confiné et relativement calme (Masse, 1976 a et b).

La subdivision de la série en formations essaye de tenir compte de cette séquence élémentaire ce qui permet ainsi de mettre en évidence l'absence de certains termes dans la séquence et par conséquent l'irrégularité de la sédimentation. Huit formations sont distinguées :

SMV I : calcaires bioclastiques blancs s'enrichissant vers le haut en madréporaires et chaetétidés, souvent recristallisés. Il n'y a pas de calcaires à rudistes.

SMV II : 5 mètres de calcaires bioclastiques à grain grossier. Au dessus une lacune de visibilité d'environ 20 mètres qui correspond sans doute au sommet de la formation SMV II (calcaires à madréporaires et chaetétidés puis calcaires à rudistes) ainsi qu'à la base de la formation SMV III (calcaires bioclastiques).

SMV III (20m) : calcaires bioclastiques à grain fin renfermant à la fois des madréporaires et des rudistes, passant progressivement à des calcaires micritiques à rudistes plus ou moins abondants.

SMV IV (18m) : séquence élémentaire complète comprenant de bas en haut :

+ calcaires bioclastiques à grain grossier à la base devenant de plus en plus fin vers le sommet,

+ calcaires à madréporaires et chaetétidés recristallisés; le ciment de la roche est sparitique.

+ calcaires micritiques à rudistes.

SMV V (22m) : +à la base un niveau bréchique micritique renfermant de nombreux débris d'organismes.

+puis un calcaire micritique à spicules de spongiaires.

+enfin une succession analogue à celle décrite dans la formation précédente.

SMV VI (26m) : calcaires bioclastiques à grain grossier, assez mal visibles à l'affleurement. Au dessus viennent des niveaux riches en madréporaires, chaetétidés et autres organismes; tous sont fortement recristallisés. Ce faciès constitue la base de la petite carrière. Les derniers mètres de cette formation montrent un enrichissement important du calcaire en fraction fine; on peut parler d'un envasement du milieu de dépôt. Cet ensemble se termine par une surface de discontinuité irrégulière et perforée.

SMV VII (30m environ) :

+ à la base 0,80m de calcaires micritiques riches en débris de madréporaires et de rudistes remaniés.

+ au dessus calcaires bioclastiques jaunâtres à grain fin, à stratification entrecroisée,
 + puis calcaires bioclastiques identiques mais présentant une stratification horizontale,
 + enfin calcaires bioclastiques plus grossiers renfermant quelques madréporaires et quelques rares rudistes.

SMV VIII (25m) : débute par un joint marneux jaunâtre (0,10m), dépourvu de toute faune.

Lui fait suite 1,50m de calcaires bioclastiques à débris d'organismes divers (madréporaires, lamellibranches...).

Au dessus on retrouve une séquence élémentaire typique formée ainsi de bas en haut :

+ calcaires bioclastiques parfois oolitiques, à stratification entrecroisée, de couleur "lie-de-vin". Progressivement la stratification tend à devenir plane.

+ calcaires bioclastiques à madréporaires et chaetétidés. Le grain, d'abord grossier, s'affine vers le haut de cet ensemble.

+ calcaires micritiques très blancs, à rudistes. Ce faciès prend un aspect crayeux.

Le massif de Viviers-Saint-Montant, situé au niveau du "Robinet de Donzère", a été l'objet de nombreuses études paléontologiques et stratigraphiques de la part de V. Paquier en 1896, 1903 et 1905. La fréquence des Agria dans les assises bioclastiques de base permet à cet auteur de dire que les niveaux les plus anciens doivent appartenir au Barrémien supérieur; d'autre part des rudistes trouvés dans les carrières de Saint-Montant (situées entre ce village et Viviers) appartenant aux genres Matheronia, Ethra, Pachytraga, Praecaprina et Offneria sont caractéristiques de l'Aptien inférieur (Bédoulien). Cette hypothèse est confirmée par les travaux effectués par J.P. Masse en 1976 sur la répartition des Caprinidae et des Caprotinidae. Il estime que le Bédoulien est "principalement caractérisé par l'apparition de :

Toucasia compressa n. sp.,
Pachytraga lapparenti, Pachytraga paradoxa,
Praecaprina varians,
Offneria interrupta ...

Pour ma part, je n'ai pas étudié les rudistes de la série de Viviers-Saint-Montant, mais j'ai pu mettre en évidence au sein des calcaires bioclastiques lités, l'existence de niveaux particulièrement riches en orbitolines qui sont : SMV 35, SMV 27 et SMV 7 (fig.). Selon A. Arnaud-Vanneau (communication orale), bien que les orbitolines soient avant tout des fossiles de faciès, l'existence dans les niveaux SMV 20 et SMV 7 de Palorbitolina (Palorbitolina) lenticularis BLUMENBACH indique un âge plutôt Bédoulien pour les assises considérées. Compte-tenu de cette hypothèse, la limite Barrémien supérieur-Bédoulien est située au dessous du banc SMV 20; elle peut être placée au niveau de l'arrêt de sédimentation qui termine la formation SMV IV.

Parallèlement, j'ai cherché à corréliser la coupe citée ci-dessus avec celle levée par D. Lafarge en 1978 dans ce même massif; cette dernière est située entre Larnas et Saint-Montant, soit environ 5 km au Sud-Ouest de celle que j'ai étudiée. La coupe de Larnas-Saint-Montant a été décrite par V. Paquier en 1903, lequel a montré l'existence de deux niveaux marneux à orbitolines et Heteraster oblongus. D. Lafarge (1978, p.47-51) a retrouvé ces niveaux qu'il a dénommés couches 1 et 2 auxquels il ajoute un troisième niveau constitué de calcaires bioclastiques mais renfermant lui aussi une abondante faune d'orbitolines. La limite Barrémien-Bédoulien est située au niveau de la deuxième couche à orbitolines par suite de la présence de :



Palorbitolina (Palorbitolina) lenticularis
Heteraster oblongus.

Selon B. Clavel (communication orale) cet échinide est absent au Barrémien supérieur.

Au premier abord toute corrélation s'avère difficile; en effet aucun des niveaux marneux repérés dans la coupe de Larnas-Saint-Montant n'a pu être décelé dans la série de Viviers-Saint-Montant. D'après A. Arnaud-Vanneau, les couches marneuses à orbitolines peuvent disparaître et être remplacées par des calcaires bioclastiques, lités, riches en orbitolines. De ce fait, il est possible de mettre en équivalence :

- les calcaires bioclastiques notés SMV 35 avec la première couche citée par D. Lafarge.
- les calcaires bioclastiques compris entre SMV 27 et SMV 26 avec la deuxième couche à orbitolines.
- les calcaires bioclastiques terminant la formation SMV VII avec ceux qui constituent le troisième niveau à orbitolines défini par D. Lafarge en 1978.

La figure 8 visualise ces corrélations qui demeurent cependant incertaines, les éléments de datation étant peu abondants.

c) Viviers-Nord (fig. 9 et 10).

Dès 1910, G. Sayn fait mention d'une carrière exploitée pour l'empierrement, située à la bifurcation des routes nationales 86 et 102 :

"- calcaires à rudistes,
- marnes noirâtres de l'Aptien reposant par un contact anormal difficile à observer."

En 1959, J. Sornay décrit, à son tour, cette carrière, "ouverte dans l'urgonien". Mais il s'intéresse surtout aux terrains sus-jacents dans lesquels il différencie :

"- 30 à 40 mètres de grès marneux alternant avec des marnes gréseuses, brun jaunâtre, pouvant localement se débiter en miches.
- quelques bancs de grès calcaires riches en ammonites du Bédoulien.
- une épaisse série de marnes et de grès plus sombres formant le soubassement de la côte 263 m couronné par le Cénomaniens."

Des observations personnelles dans cette carrière dont les coordonnées Lambert sont : $x=785,80$ km et $y=245,32$ km m'ont permis de distinguer six formations au sein du Barrémien-Bédoulien.

VI I (épaisseur visible 15m) : calcaires bioclastiques blancs ou ocres renfermant quelques éléments détritiques (quartz). La taille du grain augmente de bas en haut. Les dernières assises sont très riches en éléments bioclastiques (orbitolines, échinides, gastéropodes, lamellibranches...). L'épaisseur de cette formation est variable, le dernier banc faisant entre 1,50 et 2,50 m de puissance. La formation se termine par une surface de discontinuité irrégulière, perforée.

VI II (15m) : Elle débute par un petit joint marneux jaune-orangé (0,10m) dépourvu de faune.

Au dessus viennent :

- des calcaires bioclastiques à nombreux débris plus ou moins remaniés. On note la présence de Palorbitolina (Palorbitolina) lenticularis praecursor MONTANARI qui appartient au Bédoulien (détermination A. Arnaud-Vanneau).
- des calcaires bioclastiques à grain grossier s'enrichissant progressivement en madréporaires et en chaetétidés.
- des calcaires à rudistes de grande taille, peu nombreux. On retrouve ici la séquence élémentaire décrite dans la coupe précédente (p.35).

VI III (14m) : avec de bas en haut :

- une masse de calcaires blanchâtres ou légèrement rosés, à madréporaires, chaetétidés et autres organismes fortement recristallisés; le ciment de la roche est une sparite.
- de minces bancs de calcaires micritiques à rudistes, petits et abondants. Cette formation se termine par une surface irrégulière, perforée.

VI IV (15m) : marnes grises sableuses dans lesquelles s'intercalent de minces bancs de calcaires sablo-glaucanieux. Les premiers mètres renferment des galets de calcaires sablo-argileux, riches en glauconie.

VI V (20m) : calcaires sableux, jaunâtres, encore assez riches en glauconie. Pour ma part, je n'ai trouvé aucun fossile mais une abondante faune d'ammonites a été citée par J. Sornay en 1959 :

Puzosia cf. matheroni d'ORB.

Procheloniceras sp. ...

Cette faune lui a permis de dater ces couches du Bédoulien.

VI VI : puissant ensemble marneux, azoïque à la base, mais renfermant dans ses derniers mètres :

Discoides decoratus DESOR.

caractéristique du Gargasien ainsi que quelques bélemnites indéterminables. C'est donc dans cet ensemble que se fait le passage Bédoulien-Gargasien sans qu'il soit possible de préciser le niveau exact.

Ces marnes sont surmontées par des calcaires sableux (5m) à Discoïdes decoratus DESOR puis par des sables jaunes à Belemnites semicanaliculatus BLAINVILLE appartenant encore au Gargasien. Ces derniers sont eux-mêmes couronnés par les calcaires du Cénomaniens qui constituent les collines dominant le quartier d'Eymieux (carte h.t.).

d) Corrélations des séries à faciès urgonien (fig. 11 et 12).

Les coupes de Viviers et de Saint-Montant appartiennent à un même massif calcaire qui correspond à un anticlinal d'axe Est-Ouest; ses flancs retombent de ce fait :

- au Sud du côté de Saint-Montant,
- au Nord dans les environs de Viviers (fig. 11).

La coupe de la gare de Viviers représente les assises les plus inférieures que l'on connaisse dans la région (fig. 12). Elle débute avec la base du Barrémien supérieur par une alternance calcaréo-marneuse légèrement sableuse. Puis progressivement (par l'intermédiaire des calcaires à silex) s'installe le faciès urgonien. Les niveaux les plus anciens du faciès urgonien, visibles en surface, appartiennent donc encore au Barrémien supérieur.

La suite de la série urgonienne est levée dans les carrières de Viviers-Saint-Montant. La base appartient encore au Barrémien supérieur, tandis que les assises situées au dessus de la discontinuité sédimentaire marquant un approfondissement du milieu, sont du Bédoulien (voir pages précédentes).

Aucune corrélation précise n'a pu être établie entre les deux coupes citées précédemment, compte-tenu des mauvaises conditions d'affleurement qui existent entre les deux carrières et des nombreuses failles.

La succession de Viviers-Saint-Montant (SMV) peut être corrélée avec celle que l'on observe au Nord de Viviers (VI). Dans les deux cas, on retrouve un niveau de calcaires bioclastiques à Palorbitolina (Palorbitolina) lenticularis praecursor MONTANARI remaniée, situé au dessus d'un joint marneux.

2) Séries à faciès hémipélagiques.

2-1) Séries à faciès mixtes.

a) Valgayette (fig. 13 et 14).

La coupe est située en rive droite de la Nègue en face du hameau de Gerbaux (x=779,62;y=242,67 km), desservi par la route D 362.

Les premières assises affleurent au niveau du lit de la rivière. On observe la suite de la série sur le flanc de la colline jusqu'à la route reliant Haute-Valgayette à Larnas.

La série débute par une alternance de calcaires argileux gris foncé et de marnes noires appartenant à l'Haute-rivien supérieur. Latéralement j'ai récolté :

<u>Crioceratites</u> sp de grande taille,	gisement F ₁
<u>Phylloceras tethys</u> d'ORB.	} gisement F ₂ .
<u>Toxaster amplus</u> DESOR.	

Cependant il ne m'a pas été possible d'observer les niveaux glauconieux qui terminent habituellement l'Haute-rivien (zone à Pseudothurmannia angulicostata).

Par dessus vient la série barrémienne divisée en huit formations :

VAB I (30m environ) : caractérisée par une alternance de calcaires argileux gris et de marnes, peu visible à l'affleurement.

VAB II (5m) : niveau de calcaires bioclastiques jaunes, à grain grossier, à entroques et à laminations entrecroisées

VAB III (80m) : calcaires gris plus ou moins argileux se débitant en boules, alternant avec des marnes grises ayant un aspect grumeleux. Cet ensemble affleure assez mal.

VAB IV (10m) : bancs calcaires massifs intercalés dans des marnes grises; le débit en boules des calcaires est moins net que dans la formation précédente.

VAB V (5m) : barres de calcaires bioclastiques d'environ 1 mètre de puissance chacune, séparées par des niveaux marneux d'épaisseur variable (1 à 4 m). Ces calcaires bioclastiques ont généralement un grain grossier mais ils peuvent présenter des passées à grain plus fin, voire même dépourvues d'éléments bioclastiques.

VAB VI (25m) : masse de calcaires bioclastiques à stratification entrecroisée qui vient raviner les terrains sous-jacents. Ce faciès montre d'importantes variations dans la taille des grains qui le composent et dans la teneur en éléments bioclastiques.

VAB VII (8m) : deux parties :

- à la base calcaires micritiques, parfois argileux séparés par des joints marneux de 0,10m d'épaisseur.
- au dessus des calcaires micritiques à grain grossier, renfermant de petits silex de forme allongée, disposés dans le plan de stratification. L'encaissant des silex, gris à la base devient plus blanc dans le haut de l'ensemble considéré. Ces calcaires se débitent en plaquettes et sont fortement bioturbés.

VAB VIII , terminant la coupe, calcaires bioclastiques très blancs, à grain grossier, riches en éléments bioclastiques souvent recristallisés; ils présentent une stratification entrecroisée.

Cet ensemble est interrompu par une faille de direction Nord 30° qui redouble la série au niveau des calcaires micritiques gris situés sous les calcaires à silex.

Je n'ai pu trouver aucune faune dans cette série. Par contre latéralement a été découvert dans la partie supérieure des alternances calcaréo-marneuses correspondant à la formation VAB III, une ammonite du genre :

Macroscephites sp. cf. grebenianus TIETZE

appartenant au Barrémien supérieur. La limite Barrémien inférieur Barrémien supérieur est donc située au sein de la formation VAB III sans qu'il soit possible de préciser à quel niveau exactement.

Une observation un peu plus détaillée de la masse bioclastique (formations V et VI) a pu être effectuée le long de la route reliant Haute-Valgayette à Larnas (fig. 14b).

Cette masse loin de posséder un caractère homogène est en fait constituée d'un ensemble de bancs calcaires à ciment sparitique et nombreux débris d'organismes. Sa stratification plane, parfois oblique est interrompue à certains niveaux par des masses bioclastiques non stratifiées à grain plus grossier. Ces masses bioclastiques écrasent, laminent, ravinent même les couches sous-jacentes qui présentent souvent d'importants phénomènes de recristallisation.

D'autre part il faut remarquer que la base de la formation bioclastique ne présente pas les mêmes caractères de dépôt suivant la coupe considérée :

- pour la série relevée dans le ravin (fig. 14), la formation bioclastique ravine intensément les couches sous-jacentes.
- pour la série levée le long de la route (fig. 14b), la formation bioclastique débute par des bancs à stratification relativement plane.

En conclusion, il faut noter que les masses bioclastiques présentent d'importantes variations de structure de dépôt et qu'elles peuvent être très localisées dans l'espace.

b) Le Devessou (fig. 15 et 16).

Les levés correspondant sont situés dans les environs de la ferme du Devessou (x=777,82 et y=243,62 km).

La coupe a été effectuée pour sa partie inférieure dans le ravin de Souleyrol et sous le point coté 382 m. A partir du premier ensemble bioclastique, elle se poursuit plus au Nord sur la colline coté 388 m.

La coupe débute par quelques bancs de calcaires argileux gris foncé, ayant un débit en boules et alternant avec des marnes noires. Dans ces bancs ont été recueillies des ammonites caractéristiques du sommet de l'Hauterivien supérieur:

Pseudothurmannia angulicostata d'ORB.

Pseudothurmannia gr. stanislasi TORCAPEL

Pseudothurmannia sp. cf. rehevieri SAR. et SCHOND.

Crioceratites monasteriensis KILIAN

Un peu au-dessus le même type de faciès a livré :

Crioceratites aff. koechlini ASTIER

indiquant le passage Hauterivien-Barrémien.

Au même niveau ont été trouvés en éboulis :

Emericiceras sp.

Cassidoiceras sp.

Lytoceras subfimbriatum

appartenant au Barrémien basal.

La limite Hauterivien-Barrémien est donc située dans ces niveaux sans qu'il soit possible de préciser davantage; les niveaux glauconieux qui terminent habituellement l'Hauterivien ne sont pas observés ici.

Au delà s'étend une zone couverte de végétation; elle correspond à une alternance calcaréo-marneuse (20m). Les marnes sont le plus souvent assez riches en calcaires et tendent vers des marno-calcaires.

Affleurent ensuite trois bancs calcaires argileux gris séparés par de petits joints marneux. Le tout fait environ 5 mètres. Ces bancs ont livré :

Spitidiscus hugii OOSTER

Acrioceras tabarelli ASTIER

formes caractérisant les niveaux inférieurs du Barrémien.

Leur font suite une lacune de visibilité de 30 m. équivalent elle aussi à une alternance de calcaires argileux et de marnes.

Au niveau du chemin les bancs calcaires sont plus visibles, alternant avec des joints marneux. ce sont des calcaires micritiques gris dans lesquels a été recueillie une importante faune :

Holcodiscus fallax MATHERON

Eoleptoceras cf. varusensis d'ORB.

Barremites sp.

Un peu au-dessus l'alternance est moins nette. A ce niveau ont été récoltés :

-des fossiles provenant de bancs calcaires :

Phyllopachyceras infundibulum d'ORB.

Moutoniceras sp.

Emericiceras ind.

-des fossiles pyriteux issus des interbancs marneux (1) :

Pulchellia compressissima d'ORB.

Holcodiscus aff. geronimae HERMITZ

Holcodiscus sp.

Hamulina sp. ind.

Barremites sp. ind.

+ Toxaster seyneusis

(1) faune récoltée par R. Busnardo en 1976.

Cette alternance se poursuit sous couvert végétal jusqu'au point coté 382 m. Quelques bancs ont encore livré des ammonites :

Emericiceras de grande taille

Holcodiscus sp.

Barremites sp.

L'épaisseur évaluée pour les alternances calcaréo-marneuses situées au dessus des bancs à Pseudothurmannia est d'environ 70 mètres.

Plus au Nord, au niveau de la ferme du Devessou, on retrouve des bancs calcaires (notés DEV. sur la fig. 15) à Holcodiscus équivalents à ceux décrits précédemment. Ces niveaux renferment également :

Pulchellia compressissima d'ORB.

caractéristique de la deuxième zone du Barrémien inférieur. Ces calcaires sont observés jusqu'au point coté 360 m.

Dans le ravin orienté NW-SE qui passe au pied du flanc Sud de la colline cotée 388 m., affleure un niveau de calcaires bioclastiques jaunes épais d'environ 10 m. Des rides de courant sont visibles en surface de banc.

La formation sus-jacente est une alternance marno-calcaire. A la base les marnes grises dominant, renfermant quelques bancs calcaires ayant 0,20 à 0,30 m d'épaisseur; elles ont un aspect schisteux. Puis les calcaires deviennent de plus en plus abondants, jusqu'à dominer et n'être séparés que par de petits joints marneux. Je n'ai pu recueillir aucune faune si ce n'est quelques oursins indéterminables.

Au dessus vient un nouvel ensemble bioclastique qui constitue le sommet du point coté 388 m.

c) Corrélations stratigraphiques des séries à faciès mixte.

La coupe du Devessou représente la partie inférieure du Barrémien. Elle est constituée d'une alternance plus ou moins régulière calcaréo-marneuse, riche en ammonites surmontée par une barre bioclastique à stratification entrecroisée. Dessus vient une nouvelle alternance calcaréo-marneuse; mais les bancs ont tendance à se débiter en boules et les interlits marneux sont plus épais que dans l'alternance sous-jacente. La série se termine par une barre bioclastique.

A Valgayette affleurent :

- une partie du Barrémien inférieur constitué d'une alternance régulière de calcaires et de marnes surmontée par un banc bioclastique d'environ 5 mètres d'épaisseur. Au-dessus existe une alternance de calcaires à débit en boules et de marnes. Il n'existe aucun élément de datation dans cet ensemble.
- le Barrémien supérieur daté par ammonites. Il débute par une alternance calcaréo-marneuse identique à celle qui termine le Barrémien inférieur. La limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur est de ce fait incertaine; elle est placée au-dessous du niveau bioclastique basal par analogie avec ce qui a été observé dans les séries de Saint-Thomé, du Devès de Giraud et du ravin de la Traverse (p.45 et suivantes). Le Barrémien supérieur se poursuit par une masse bioclastique ravinante, des calcaires à silex et enfin des calcaires bioclastiques très blancs, semblables à ceux des séries urgoniennes.

La rareté des éléments de datation et l'absence de caractères communs entre les séries de Valgayette et du Devessou posent quelques problèmes de corrélations. Cependant il existe certaines analogies lithostratigraphiques. En effet les deux séries sont constituées, en ce qui concerne le Barrémien inférieur, de bas en haut :

d'une alternance calcaréo-marneuse régulière
 d'un niveau bioclastique
 d'une alternance de calcaires à débit en boules et de
 marnes.

On est donc conduit à mettre ces niveaux en équivalence dans les deux séries. En conséquence de quoi il s'avère que le deuxième niveau bioclastique du Devessou n'a pas d'équivalent à Valgayette, celui-ci pouvant disparaître.

2-2) Séries des alternances calcaréo-marneuses.

a) Le Devès de Giraud (fig. 18 et 19).

La coupe est située le long de la route D 210, allant de Saint-Thomé à Valvignères. Elle débute au niveau de la ferme de Gironde (x=781,02; y=247,01 km) et se poursuit au Nord-Ouest dans le ravin du Devès et sur les pentes du Devès de Giraud.

La série commence avec les dernières assises de l'Hauterivien supérieur. Ce sont des calcaires argileux gris se débitant plus ou moins en parallélépipèdes; les bancs sont séparés par des joints marneux, peu épais (0,10 à 0,20 m). Ces assises se terminent par trois bancs calcaires riches en glauconie, renfermant :

Pseudothurmannia angulicostata d'ORB., ammonite caractéristique de la dernière zone de l'Hauterivien supérieur.

Dessus vient le Barrémien divisé en neuf formations :
DE I (20m) : alternance de calcaires argileux gris et de marnes noires ayant livré quelques ammonites de la base du Barrémien inférieur :

Cassidoiceras sp.

Phylloceras tethys d'ORB.

DE II (30m) : deux parties :

- à la base des marnes grises à faune pyriteuse constituée de fragments de jeunes Holcodiscus gr. sophonisba Coq. et de jeunes Leptoceras sp.
- au-dessus, une alternance de calcaires et de marnes dans laquelle a été trouvé :

Barremites charrieri TIETZE

Puezalpella sp.

DE III (30m) :

- à la base un ensemble marneux peu visible à l'affleurement
- des calcaires micritiques, argileux qui ont livré :

Spitidiscus hugii OOSTER, caractéristique de la deuxième zone du Barrémien inférieur.

Pulchellia fischeuri JOLEAUD

Astieridiscus sp.

Les interbanes marneux ont fourni une abondante microfaune essentiellement constituée de foraminifères parmi lesquels :

Lenticulina munsteri ROEMER

Lenticulina (Planularia) tricarinella REUSS

Conorotalites bartensteini BETTENSTAEDT

Hedbergella sigali MOULLADE

Hedbergella infracretacea GLAESSNER

Clavihedbergella eocretacea TAPPAN

déterminés par G. Dupont. Ces espèces existent tout au long de la série barrémienne du Devès.

DE IV (28m) : comprenant de bas en haut :

- une barre de calcaires bioclastiques (12m); il s'agit d'un calcaire à grain fin, beige clair, se débitant en petites plaquettes et contenant de nombreux débris d'organismes.

L'étude des foraminifères contenus dans les joints marneux a permis de mettre en évidence des espèces supplémentaires :

Lenticulina cf. subalata REUSS

Lenticulina aff. praegaultina BARTENSTAEDT

Lenticulina nodosa nodosa REUSS

Turrispirillina aff. subconica TAPPAN

Patellina turriculata DIENI et MASSARI

- des calcaires micritiques gris-beige (16m) devenant plus argileux vers le haut. Ils renferment quelques ammonites dont Subpulchellia sauvageau HERMITE, caractéristique du sommet du Barrémien inférieur.

Apparaissent dans les niveaux marneux deux nouvelles espèces de foraminifères :

Haplophragmoides sp. 55 ARNAUD-VANNEAU

Conorboides cf. glabra FUCHS

DE V (25m) : caractérisée par deux vires marneuses surmontées d'une barre calcaire.

- La première vire est une alternance de marnes et de calcaires argileux dans laquelle a été récolté :

Emericiceras barremense KILIAN

Emericiceras aff. coheni SARKAR

Emericiceras aff. hoheneggeri THOMEL non UHLIG

Puezalpella sp.

La microfaune (foraminifères) est abondante et présente quelques formes nouvelles :

Lenticulina reticulosa TEN DAM

Vaginulina procera ALBERS

Triplasia emslandensis CUSHMAN et ALEXANDER

Conorboides cf. conula FUCHS

Conorotalites intercedens BETTENSTAEDT

Gavelinella barremiana BETTENSTAEDT

On note également une augmentation importante du nombre de

Clavhedbergella eocretacea TAPPAN

par rapport aux autres niveaux étudiés

La présence de Emericiceras barremense est caractéristique de la première zone du Barrémien supérieur.

- La deuxième vire est une alternance plus calcaire que la précédente. La microfaune est caractérisée par la présence de :

Reophax guttifera BRADY

Verneuillinoides subfiliformis BARTENSTEIN

Falsogaudryinella tealbyensis BARTENSTEIN

en plus des espèces déjà citées.

- Cet ensemble calcaréo-marneux est surmonté par une barre de calcaires micritiques grisâtres renfermant une ammonite du genre : Audouliceras sp.

DE VI (40m) : constituée de bas en haut par :

- des calcaires argileux gris ayant parfois un débit en boules;
- des calcaires micritiques beiges, à grain fin, à lamines, renfermant :

Emericiceras lardyi OOSTER

Silesites vulpes (COQ.) MATHERON

Hemihoplites sp.

Cet ensemble est interrompu par une importante lacune de visibilité représentée par un éboulis de calcaires micritiques grisâtres.

- au dessus de cet éboulis affleurent quelques bancs de calcaires micritiques gris dans lesquels a été trouvé :

Pulchellia sellei KILIAN

DE VII (50m) :

- à la base des calcaires bioclastiques à grain fin, à stratification entrecroisée, qui ravinent le sommet de la formation précédente.

- au dessus un ensemble de calcaires gris-beige se débitant en petites plaquettes, ayant livré des bélemnites dont :

Hibolites gr. subfusiformis.

DE VIII (70m) : elle correspond à un replat dans la topographie où affleurent des calcaires argileux et des marnes. Quelques ammonites ont été recueillies (1) :

Dissimilites cf. trinodosum d'ORB.

Dissimilites sp.

Emericiceras coheni SARKAR

(1) faune recueillie par R. Busnardo et R. Combemorel en 1978.



Le niveau de marnes jaunes est caractérisé par l'apparition des foraminifères suivants :

Lenticulina pseudoatheria FUCHS

Nodosaria obscura REUSS

Spiroplectamina bernardii CHEVALIER

Textularia aff. bettenstaedti BARTENSTEIN

Conorotalites aptiensis BETTENSTAEDT

Neotrocholina friburgensis GUILLAUME et REICHEL

Gubkinella cf. graysönensis TAPPAN

L'association de ces espèces indique la partie sommitale du Barrémien supérieur.

Cet ensemble calcaréo-marneux pourrait correspondre à la vire à Heteroceras, trouvée en zone vocontienne.

DE IX (60m environ) forme un important ressaut de calcaires gris à grain fin, se débitant en plaquettes.

La coupe est interrompue par la faille de Saint-Thomé de direction Nord 20° à Nord 30°.

La coupe du Devès de Giraud présente une succession lithostratigraphique typique du Barrémien. De nombreux critères de datation sont observables.

La limite Hauterivien-Barrémien est située au-dessus d'un niveau glauconieux riches en Pseudothurmannia angulicostata caractéristique du sommet de l'Hauterivien.

Le Barrémien inférieur est constitué d'une alternance calcaréo-marneuse plus ou moins nette dans laquelle il est difficile de déceler les zones d'ammonites types (zone à Spitidiscus hugii, zone à Pulchellia compressissima ...).

La limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur est placée à la base de la barre bioclastique qui débute la formation DE V. Cette formation correspond en effet à la zone à Emericiceras barremense par laquelle débute le Barrémien supérieur.

Le Barrémien supérieur, caractérisé par un ensemble de calcaires et de marno-calcaires, a livré une abondante faune d'ammonites parmi laquelle on observe :

Emericiceras barremense

Hemihoplites sp.

Heteroceras astieri

La limite Barrémien-Bédoulien n'a pas pu être localisée dans la coupe du Devès, faute d'éléments de datation; mais il n'est pas impossible que le sommet des calcaires de la formation DE IX appartienne déjà au Bédoulien.

b) Saint-Thomé (fig. 18 et 20).

Cette coupe est signalée dès 1901 par G. Sayn et F. Roman qui donnent une description sommaire des bancs et de leur contenu faunique. Elle est complétée par G. Sayn en 1910 et reprise en 1950 dans l'ouvrage posthume de F. Roman.

Les levés sont effectués sur la rive droite de la rivière Escoutay, en amont du village de Saint-Thomé (Les Crottes). Ils débutent au niveau de la ferme de Lesqueyrade (x=781,57; y=247,62 km) et se poursuivent vers l'Ouest jusque dans le méandre de la Roche.

La série commence par une alternance de calcaires argileux gris foncé et de marnes noires. Progressivement les bancs s'enrichissent en glauconie; ces niveaux glauconieux ont livré une importante faune d'ammonites :

Pseudothurmannia angulicostata d'ORB.

Pseudothurmannia stanislasis TORCAPEL

Crioceratites nolani KILIAN

Crioceratites binelli ASTIER

Ces assises représentent le sommet de l'Hauterivien supérieur; elles sont localisées dans le lit de la rivière et ne sont donc visibles qu'en période de basses-eaux.

Puis vient le Barrémien divisé en six formations :

STH I (10m) : alternance de calcaires argileux gris et de marnes noires. Bancs et interbancs ont à peu près même épaisseur (0,50m). Dans les calcaires ont été récoltées quelques ammonites :

Spitidiscus hugii OOSTER caractéristique de la deuxième zone du Barrémien inférieur

Spitidiscus oösterii SAR. et SCHOND.

Pulchellia compressissima d'ORB. du sommet du Barrémien inférieur.

La microfaune des niveaux marneux est essentiellement constituée de foraminifères dont la plupart existe déjà à l'Hauterivien.

Cependant certaines espèces nouvelles apparaissent :

Haplophragmoides concavus CHAPMAN

Ammobaculites reophacoides BARTENSTEIN

Haplophragmium aequale ROEMER

Trochammina vocontiana MOULLADE

Verneuilioides subfiliformis BARTENSTEIN

Conorboides cf. glabra FUCHS

Conorboides cf. conula FUCHS

STH II (30m) : débute par un niveau marneux à intercalations calcaires ayant livré des ammonites telles que :

Acrioceras tabarelli ASTIER

Emericiceras thiollieri ASTIER

Au-dessus vient une alternance régulière de calcaires et de marnes, de teinte grise; le passage entre les deux éléments de l'alternance se fait progressivement. Cet ensemble n'a livré que peu d'ammonites :

Holcodiscus sp.

Puezalpella sp.

Quelques nouveaux foraminifères sont à noter :

Vaginulina kochii ROEMER

Frondicularia parkeri REUSS

Pseudonodosaria mutabilis REUSS

Nodosaria obscura REUSS

STH III (15m) : alternance de calcaires micritiques gris et de marnes à nodules pyriteux; elle renferme quelques ammonites du sommet du Barrémien inférieur :

Pulchellia compressissima d'ORB.

Holcodiscus fallax MATHERON

et de nouveaux foraminifères :

Conorotalites intercedens BETTENSTAEDT

Textularia bettenstaedti BARTENSTEIN

STH IV (25m) : alternance calcaréo-marneuse où les bancs calcaires sont assez épais, faisant entre 1 et 1,50 mètres et séparés par des joints marneux d'environ 0,50 mètres de puissance. Dans le haut de cet ensemble, les niveaux marneux sont de véritables vires ayant jusqu'à 2 mètres d'épaisseur. Dans certains niveaux marneux (C15, C22, C23), on constate une augmentation importante du nombre de :

Clavihedbergella eocretacea TAPPAN

Ces niveaux correspondent à la vire à clavihedbergelles du sommet du Barrémien inférieur, définie en domaine vocontien. Le niveau marneux noté D9 a, quant à lui, fournit plusieurs ammonites pyriteuses du genre Heinzia.

La vire à Clavihedbergella eocretacea représente en domaine vocontien, le sommet du Barrémien inférieur. D'autre part l'existence d'un niveau marneux à fossiles pyriteux dont Heinzia ouachensis SAYN est également un critère de datation du sommet du Barrémien inférieur. Malheureusement, la coupe de Saint-Thomé ne renferme pas de véritables Heinzia ouachensis.

La limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur est donc située au-dessus de la formation STH IV mais elle reste incertaine car les couches sus-jacentes ont été érodées par la mise en place d'un chenal. De ce fait, cette limite est placée au sommet des niveaux marneux à fossiles pyriteux et à clavihedbergelles, sous les couches de comblement du chenal, compte-tenu des critères envisagés ci-dessus.

STH V (15 à 25m) : calcaires micritiques beiges; dans leur partie inférieure, s'individualisent deux niveaux marneux. Cette formation correspond au remplissage d'un chenal qui se comble rapidement.

STH VI composée :

- à la base de calcaires bioclastiques à grain fin, à stratification entrecroisée;
- au-dessus des calcaires micritiques beiges se débitant en plaquettes; c'est avec eux que se termine la coupe, le couvert végétal devenant trop abondant au sommet de la colline cotée 275 m. Ces bancs ont livré quelques ammonites notées CR sur la figure 18:

Dissimilites dissimilis

Emericiceras dollei SARKAR

Plusieurs observations concernant la faune d'ammonites peuvent être effectuées dans la coupe de Saint-Thomé.

- Dans les niveaux glauconieux du sommet de l'Hauterivien, on constate une accumulation importante d'ammonites de toute taille ceci uniquement en surface de bancs. Ces ammonites se présentent la plupart du temps sous forme de fragments; le phénomène peut s'expliquer par les modalités de la sédimentation à ce niveau. En effet une évolution verticale peut se voir au sein de chaque banc, dont la constitution est la suivante :

- à la base, calcaire gris à grain fin,
- au sommet, calcaire plus argileux, riche en glauconie, se présentant sous forme de lentilles; il porte de nombreuses traces de bioturbation.
- la surface du banc est irrégulière, perforée.

Cette séquence correspond à l'évolution suivante :

- initialement une sédimentation relativement rapide en milieu calme,

- puis un ralentissement de la sédimentation se traduisant par la présence de glauconie authigène (1). Cette phase s'accompagne d'un apport d'éléments terrigènes (argiles).

- enfin, un arrêt de sédimentation marqué par la présence d'une surface durcie.

Ce sont ces deux derniers phénomènes, ralentissement et arrêt de sédimentation qui expliquent l'abondance de la faune à un même niveau; il n'y a pas dilution de celle-ci au sein du sédiment.

La fragmentation des tests d'organismes peut être une conséquence de la bioturbation dans les bancs.

- D'autre part une observation d'ensemble de la coupe et du contenu faunique permet de constater que dans les 5 premiers mètres du Barrémien, existent :

- des ammonites du Barrémien inférieur basal

- des ammonites de la deuxième zone du Barrémien inférieur

Spitidiscus hugii OOSTER,

- des ammonites de la troisième zone : Pulchellia compressissima d'ORB.

La base du Barrémien inférieur est donc constituée d'une série réduite; la première et la deuxième zone d'ammonites sont donc limitées à ces cinq premiers mètres. La troisième zone à Pulchellia compressissima se situe tôt dans la série. Par contre cette ammonite se retrouve très haut dans la succession lithologique (40 mètres au-dessus). Ceci implique que la troisième zone représente la presque totalité de la série du Barrémien inférieur de Saint-Thomé.

(1) Dans les niveaux marneux, la glauconie se présente sous forme de grains vert foncé, mamelonnés dont la taille est supérieure à la taille moyenne des éléments composant le sédiment. De plus la glauconie a cristallisé dans les loges de certains foraminifères agglutinants (Haplophragmium); cette cristallisation n'a pu se faire que sur place, l'apport des foraminifères n'étant pas envisagé, compte-tenu de leur état de conservation.

c) Le ravin de la Traverse (fig, 18 et 21).

La coupe commence le long de la route D 362 qui conduit de Saint-Thomé à Gras, au niveau du ravin de la Traverse (x=782,37;y=245,92 km). Les levés sont effectués sur la rive gauche du ruisseau.

Cette coupe est divisée en sept formations :

RT I constituée de calcaires argileux gris se débitant en minces plaquettes dans lesquelles j'ai trouvé quelques ammonites :

Spitidiscus sp.

Moutoniceras sp.

Leptoceras sp.

Phyllopachyceras infundibulum d'ORB.

RT II (18 m) comprenant de bas en haut :

- des calcaires bioclastiques contenant des niveaux de calcaires micritiques donnant un aspect lité à la roche,
- des calcaires micritiques, argileux, gris, parfois recristallisés se délitant en minces plaquettes.

RT III (20 m) composée de niveaux marneux séparés par des bancs calcaires argileux gris ayant livré :

Emericiceras barremense KILIAN caractéristique de la première zone du Barrémien supérieur.

Emericiceras coheni SARKAR

Compte-tenu de sa position lithostratigraphique, cette formation peut être mise en équivalence avec la formation DE V de la coupe du Devès. De ce fait, se pose à nouveau le problème concernant la limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur, problème qui n'est toujours pas résolu.

RT IV (44m) essentiellement constituée de calcaires micritiques gris, parfois jaunes. Dans les premiers bancs a été trouvé :

Emericiceras barremense KILIAN

Silesites vulpes (COQ.) MATHERON

RT V (15m) : calcaires micritiques beiges à grain fin.

RT VI (35m) : calcaires micritiques gris, parfois argileux, se débitant en minces plaquettes.

RT VII (25 m environ) constituée de calcaires argileux jaunes à nodules pyriteux et de marnes. Dans les bancs calcaires a été recueilli (1) :

Heteroceras astieri

Heteroceras sp.

caractéristique de la troisième zone du Barrémien supérieur.

La coupe est interrompue par le passage d'une faille de direction Nord 20 à 30°, qui met en contact le Barrémien supérieur avec des calcaires datés du Barrémien inférieur grâce à la présence de :

Holcodiscus sp.

Nicklesia gr. pulchella d'ORB.

Silesites sp.

Les coordonnées de ce gisement fossilifère sont : x=781,17; y=246,00 km ; il est noté TRO 1 sur la figure 18.

Sur le flanc Est/Sud-Est de la colline de Trouilly, point coté 282 m, au niveau du sentier (ce dernier part du grand virage de la route D362) a été trouvée une ammonite du genre : Hemihoplites sp., notée TRO 2 sur la figure 18. Les coordonnées de ce gisement fossilifère sont : x=781,67; y=246,07 km). Cette ammonite caractéristique de la deuxième zone du Barrémien supérieur est située dans un ensemble calcaire qui se rattache à la formation RT IV.

d) Coste Janot (fig. 22 et 23).

Des observations ont été effectuées le long du chemin qui monte à Coste Janot, point coté 268 m dont les coordonnées Lambert sont : x=782,50; y=245,80 km. Il n'a pas été possible de lever une vraie coupe car aucun banc n'affleure; seuls sont visibles des blocs de roche dégagés lors du tracé du chemin.

(1) sortie effectuée en 1980 avec R. Busnardo, B. Clavel et C. Signolles.

De bas en haut on distingue :

- une alternance de calcaires micritiques beiges et de marnes jaunâtres ayant livré quelques foraminifères :

Valvulineria sp.

Spirillina minima SCHACKO

Turrispirillina subconica TAPPAN

Patellina feifeli PAALZOW

Conorotalites intercedens BETTENSTAEDT

Gavelinella sigmoicosta TEN DAM

Lenticulina (Planularia) tricarinella REUSS

Marginulina aff. calliopsis REUSS

Hedbergella sigali MOULLADE

- des calcaires micritiques à silex. A la base les bancs sont massifs et renferment :

Torcapella sp.

Barremites sp. en assez grand nombre.

- des calcaires micritiques gris se débitant en plaquettes.

- des calcaires micritiques, plus ou moins argileux, blanchâtres, ayant livré des ammonites :

Macroscaphites yvani

Heteroceras astieri d'ORB.

Heteroceras sp.

et quelques oursins.

Ces calcaires appartiennent à la vire à hétérocères caractéristique du sommet du Barrémien supérieur.

- des calcaires micritiques jaunes, à lamines. Ce niveau est peu épais, il fait entre 5 et 10 mètres.

- une alternance de calcaires micritiques gris à débit en plaquettes et de marnes grises, jaunes par altération.

Dans les niveaux marneux ont été recueillis quelques rostrés de bélemnites indéterminables et des oursins (détermination B. Clavel) :

Toxaster seyneusis LAMBERT

Botriopygus suemi DESOR.

D'après la faune renfermée dans ces niveaux, ce dernier ensemble appartiendrait au Bédoulien qui affleure sur toute la plaine de Bayne.

Lors des levés cartographiques effectués dans toute la région comprise entre Viviers et Cruas, j'ai retrouvé en de nombreux endroits, une succession d'assises analogues à celle décrite précédemment.

+ dans les collines de Brugeas, Mont-Faucon et Mont-Rosier, situées au Nord du village de Saint-Thomé on peut observer de bas en haut :

- des alternances de calcaires micritiques gris et de marnes grises renfermant :

Spitidiscus hugii OOSTER

Holcodiscus fallax MATHERON

Pulchellia compressissima d'ORB.

Ces ammonites appartiennent au Barrémien inférieur.

- des calcaires micritiques gris ou beiges séparés par des joints marneux ayant livré :

Costidiscus recticostatus d'ORB.

Lytoceras phestum MATHERON

Barremites strettostoma UHLIG

caractéristiques du Barrémien supérieur.

- des calcaires micritiques grisâtres, riches en silex.

- des calcaires micritiques blanchâtres, parfois argileux, séparés par des interlits marneux.

- des calcaires micritiques jaunes.

+ sur le flanc Nord-Ouest de Beylon et sur la colline du Mont-Rond entre Rochemaure et Le Teil affleurent :

- des calcaires micritiques à silex
- des calcaires micritiques blancs se débitant en plaquettes et séparés par des joints marneux.
- des calcaires micritiques jaunâtres renfermant :
 - Ancyloceras matheroni d'ORB.
 - Deshayesites consobrinus d'ORB.
 - Cheloniceras sp.

appartenant au Bédoulien inférieur.

Cet ensemble est très épais, environ 100 mètres, par rapport à son équivalent de Coste Janot.

- au-dessus viennent des conglomérats tertiaires.

+ dans les collines situées entre Rochemaure et les Videaux existent :

- des calcaires micritiques blancs en bancs peu épais séparés par des joints marneux.
- des calcaires micritiques jaunes, peu visibles à l'affleurement.
- des marnes grises dans lesquelles s'intercalent quelques bancs calcaires; la faune est pyriteuse et indéterminable : fragments d'ammonites, de bélemnites...

En conclusion la série apparaît constituée par :

- des calcaires micritiques gris alternant avec des marnes et renfermant une faune d'ammonites du Barrémien supérieur.
- des calcaires micritiques gris à silex.
- des calcaires micritiques blancs, parfois argileux, séparés par de minces joints marneux; ce niveau correspond à la zone à hétérocères caractéristique du sommet du Barrémien supérieur.
- des calcaires micritiques jaunes représentant la base du Bédoulien.
- une alternance de calcaires argileux et de marnes.

D'autre part, on remarque que l'épaisseur des calcaires situés à la base du Bédoulien présente une forte augmentation du Sud vers le Nord; de cinq mètres environ dans la région de Saint-Thomé, elle passe à une centaine de mètres près de Rochemaure.

e) Corrélations stratigraphiques des séries calcaréo-marneuses
(fig. 24).

La coupe du Devès est très proche de celle du ravin de la Traverse, tant par sa succession lithologique que par son contenu faunique. Elles sont toutes deux constituées de calcaires micritiques et de marno-calcaires parfois interrompus par des niveaux bioclastiques; elles présentent également une formation plus argileuse à des niveaux équivalents.

La figure 24 permet de mettre en évidence :

= des caractères communs :

+ au Barrémien supérieur :

- un niveau bioclastique situé à la base de la série, formations DE IV et RT II.
- un ensemble plus argileux, riche en ammonites, formations DE V et RT III, qui est la zone à Emericiceras barremense KILLIAN de la base du Barrémien supérieur.
- une série de calcaires micritiques, présentant un débit en plaquettes, au sein de laquelle on retrouve la même zonation d'ammonites :

Emericiceras barremense KILLIAN

Hemihoplites sp.

- un niveau de calcaires argileux correspondant à la vire à Heteroceras astieri d'ORB.

= une légère variation :

- le niveau de calcaires bioclastiques connu dans le Barrémien supérieur du Devès n'a pu être retrouvé dans le ravin de la Traverse.

Des comparaisons analogues peuvent être effectuées entre la série du Devès et celle de Saint-Thomé.

= les caractères communs sont :

+ au Barrémien inférieur

- la limite entre Hauterivien et Barrémien inférieur qui est placée au-dessus de la zone à Pseudothurmannia angulicostata.

Ce niveau repère est connu dans tout le Sud-Est de la France; mais dans la région de Saint-Thomé et du Devès, les calcaires et les marnes qui constituent ce niveau, sont très riches en glauconie.

- la vire à Clavhedbergella eocretacea qui marque le sommet du Barrémien inférieur et qui est associée à la vire à fossiles pyriteux (vire à Heinzia ouachensis). Elle correspond aux formations DE III et STH IV.

+ au Barrémien supérieur

- la présence d'un niveau bioclastique qui peut être plus ou moins épais.

= en ce qui concerne les différences on observe :

+ au Barrémien inférieur

- une légère variation de puissance de la série; il est moins épais à Saint-Thomé, ce qui pourrait correspondre à un ralentissement de la sédimentation, à cet endroit, hypothèse qui avait été émise après examen de la faune (p.54). D'autre part la discontinuité créée par la mise en place du chenal implique un manque de dépôt aussi bien au-dessus qu'en-dessous de celle-ci

- une plus grande importance des niveaux marneux à Saint-Thomé qu'au Devès.

Les corrélations établies entre ces différentes coupes permettent de constater que :

- la limite Hauterivien-Barrémien caractérisée par la zone à Pseudothurmannia angulicostata est soulignée dans ce type de faciès par un niveau glauconieux plus ou moins épais.

- le Barrémien inférieur est constitué d'une alternance calcaréo-marneuse dans laquelle plusieurs zones d'ammonites peuvent être définies :

- zone à Spitidiscus hugii

- zone à Pulchellia compressissima

- zone à Heinzia ouachensis

Cette dernière zone est située juste au-dessus de la vire à Clavhedbergella eocretacea.

- le Barrémien supérieur débute avec la zone à Emericiceras

barremense. Sa limite inférieure est située au-dessous d'une barre bioclastique. Il se poursuit par des calcaires à Hemihoplites puis des calcaires argileux à Heteroceras astieri.

La coupe de Coste Janot a été incorporée à ce type de série, à cause de la faune abondante qu'elle renferme et à cause des terrains calcaréo-marneux qui constituent la majeure partie de la série. Mais en fait, cette coupe est intermédiaire entre les séries à alternances calcaréo-marneuses régulières et les séries à faciès mixte; en effet aux calcaires micritiques séparés ^{par} des joints marneux qui font de la coupe de Coste Janot une coupe comparable à celle du ravin de la Traverse ou du Devès, Devès, se surimposent des niveaux riches en silex identiques à ceux de Valgayette (p.39).

La figure 25 résume les corrélations qui existent entre ces différentes coupes. On peut ainsi dater approximativement la période d'extension des calcaires à silex; ils apparaissent au cours du Barrémien supérieur et sont situés au-dessous de la zone à hétérocères.

2-2) Séries des faciès vaseux à spicules.

a) Les carrières Lafarge, le Teil (fig. 26-27-28).

Dès 1885, F. Leenhardt donne une description sommaire des calcaires exploités pour la chaux au Teil (lieu-dit Lafarge dont les coordonnées Lambert sont : x=787; y=248 km) :

"ce sont des calcaires bleus ou gris clair un peu marneux avec plusieurs niveaux de noyaux de calcaires siliceux et même des rognons de silex dans les couches élevées. Ils supportent en concordance les marnes aptiennes."

Grâce aux facilités d'accès accordées par les cimenteries, j'ai pu à mon tour étudier cette carrière, relever une succession lithologique assez complète et observer le jeu des failles qui l'affectent. La carrière est traversée par un accident de direction Nord 10° ayant pour conséquence un décrochement senestre des couches; cette faille est elle-même décalée par des accidents Nord 110 à 130°. (fig. 27).

La série est constituée de bas en haut de huit formations:

Te.L. I : alternance de calcaires argileux gris et de marnes, peu visible dans la carrière proprement dite, mais formant le ravin situé au Sud, entre Lafarge et Viviers.

Te.L. II (35m) : calcaires micritiques, encore un peu argileux, beiges, en bancs massifs. Ce faciès constitue le premier front de falaise haut d'une centaine de mètres, situé derrière les bâtiments de l'usine; il n'est plus exploité de nos jours.

Te.L. III (18m) : calcaires micritiques beiges en bancs massifs; ils renferment de nombreux débris d'organismes parmi lesquels seuls sont déterminables les spicules de spongiaires; ces derniers sont rapportés à des éponges siliceuses : les Démasponges (détermination C. Gaillard). Cet ensemble est riche en silex présents sous forme de rognons ou de niveaux continus; la silice peut également être diffuse dans la roche ou se concentrer pour donner des taches gris-bleuté, à cassure conchoïdale sans qu'il y ait formation de véritables silex.

Te.L. IV (45m) : calcaires micritiques beiges, légèrement plus argileux, riches en spicules de spongiaires. Ils renferment encore quelques zones de silicification.

Te.L. V (25m) : calcaires micritiques gris à silex bruns. Ces niveaux sont moins riches en spicules que les niveaux de la formation précédente.

Te. L. VI (10m) : calcaires micritiques beiges ; le grain de la roche est plus grossier que dans les formations précédentes. A ce niveau a été trouvé :

Costidiscus recticostatus d'ORB., de petite taille, appartenant au Barrémien supérieur.

Te.L. VII (30m) : calcaires micritiques blanchâtres, en bancs massifs, à aspect crayeux, renfermant dans sa partie supérieure quelques silex stratiformes, zonés.

Te.L. VIII (35m environ) : calcaires micritiques jaunes, se débitant en plaquettes et renfermant quelques zones de silicification. Ils constituent le sommet de la colline de Coustel.

Plus au Nord, j'ai pu observer au-dessus des calcaires jaunes, mais sans que le contact soit visible :

- des marnes grises, jaunes par altération, dans lesquelles s'intercalent des bancs de calcaires argileux, gris.
- des calcaires sableux à glauconie que l'on retrouve au niveau du quartier du Frayol (le Teil).

Ces deux ensembles représentent le Bédoulien sous faciès marneux. La datation de ces ensembles a été faite par W. Kilian en 1915 (p.8) qui a pu recueillir de nombreuses ammonites bédouliennes dans ces faciès. L'épaisseur totale de ces couches est d'environ une centaine de mètres.

En conclusion, cette coupe est peu précise du point de vue stratigraphique :

- la limite entre Hauterivien et Barrémien n'existe pas dans la carrière; elle est située beaucoup plus bas dans la série.
- la série de la carrière est datée du Barrémien supérieur à partir de la formation Te.L. VI, mais il est impossible de préciser à quel niveau se fait le passage Barrémien inférieur-Barrémien supérieur.
- la limite entre Barrémien et Bédoulien est également inconnue.

Une datation plus précise de la série peut être obtenue par comparaison avec les séries calcaréo-marneuses décrites précédemment. La succession lithologique observée au Teil est très proche de celle relevée à Coste Janot et sur les collines environnantes (p.59).

- calcaires micritiques beiges ou gris (formation Te.L.II).
- calcaires micritiques gris ou beiges à silex (formations Te.L. III, IV et V).
- calcaires micritiques blancs avec à la base un niveau plus beige à ammonite (formations Te.L. VI et VII).
- calcaires micritiques jaunes (formation Te.L.VIII).
- alternance de marnes et de calcaires, surmontée par des calcaires sableux à glauconie.

Par analogie lithologique, la limite entre Barrémien inférieur et Barrémien supérieur est placée au sein des calcaires micritiques situés en-dessous des calcaires à silex; elle est mise ici à la base de la formation Te.L.II.

De même, la limite entre Barrémien et Bédoulien est placée à la base des calcaires jaunes de la formation Te.L.VIII.

b) La carrière de Saint-Alban, les Hellys (fig. 29-30-31) :

J. Sornay fait mention dès 1959 de cette coupe dans une étude sur le Barrémien au Nord-Ouest de Viviers. Il précise que cette série appartient au massif calcaire exploité plus au Nord par les cimenteries Lafarge (voir coupe précédente).

La carrière de Saint-Alban est limitée sur son flanc Est par une faille de direction cévenole qui met en contact avec le Barrémien, des terrains d'âge plus récent : Gargasien, Cénomaniens (fig. 29). Sur son flanc Ouest, le massif calcaire barrémien est recouvert par le Bédoulien marneux visible au Nord/Nord-Ouest du hameau des Hellys.

La série stratigraphique est constituée dans la carrière de trois formations :

SA I (40m au moins) :

- à la base des calcaires bioclastiques beiges, à grain grossier; ils forment le plancher de la carrière.
- des calcaires micritiques gris, en bancs massifs; ils présentent au sommet de leur tiers inférieur des niveaux marneux faisant chacun 1 à 1,50 mètre d'épaisseur.

SA II (20m) deux parties :

- à la base des calcaires bioclastiques roux à grain plus fin que celui du niveau bioclastique sous-jacent.
- au-dessus des calcaires micritiques beiges se débitant en plaquettes.

SA III (25m au minimum) : calcaires micritiques gris renfermant des nodules siliceux et des silex.

La suite de la série est observée le long de la route N 102 puis sur le chemin qui conduit aux Hellys et s'éloigne vers le Nord en direction de Rocherenard, Chabert (fig. 29). Au-dessus des calcaires à silex affleurent :

- des calcaires micritiques blancs, légèrement recristallisés, visibles dans les environs du hameau des Hellys.
- des calcaires micritiques jaunâtres, plus ou moins argileux se délitant facilement; ils sont peu visibles à l'affleurement car recouverts par des formations superficielles; cependant la succession lithologique apparaît nettement au niveau du ravin de Motier, à la base du point coté 182m.
- des marnes noires dans lesquelles s'intercalent des bancs de calcaires micritiques plus ou moins sableux. Ce niveau affleure au Nord-Est du point coté 182m. Les bancs ont livré une faune d'ammonites relativement importante :

Pseudohaploceras sp.

Roloboceras sp.

Dans les marnes a été trouvé :

Pseudohaploceras gr. matheroni

- des calcaires jaunâtres, sableux, à glauconie où la faune bédoulienne est abondante.

Dans les environs de Chabert ont été recueillis :

des ammonites :

Pseudohaploceras sp.

Roloboceras sp.

Cheloniceras sp.

des oursins :

Discoides decoratus DESOR.

Toxaster ucetiae

Toxaster collegnoi SISMONDA

Heteraster n. sp.

Selon B. Clavel, les oursins indiquent un milieu légèrement différent (moins profond ?) du milieu correspondant au strato-type de la Bédoule.

des lamellibranches :

Amphidonte sp.

Ces mêmes calcaires ont fourni au Nord des fermes de Rocherenard :

Roloboceras sp.

Chelonicerias sp.

Pseudohaploceras sp.

Comme dans la série stratigraphique du Teil, la limite entre Barrémien et Bédoulien est placée à la base des calcaires jaunes.

c) Les carrières des Ciments Français à Cruas (fig. 32-33-34) :

Dès 1900, G. Sayn et F. Roman parlent des environs de Meysse et de Cruas et citent les principales espèces d'ammonites trouvées dans cette région.

En 1904, ces mêmes auteurs donnent une coupe détaillée de la carrière du "Ferrant" (sic) aujourd'hui exploitée par les Ciments Français. De bas en haut ils distinguent :

- "
- des calcaires à pierre de taille
- des calcaires marneux à Costidiscus recticostatus, terminés par un banc de calcaire blond dur et compact,
- une masse de calcaires à silex, à structure parfois subcristalline".

Cette description s'accompagne d'une liste d'ammonites qui leur a fait dater du Bédoulien, les assises exploitées.

Cette carrière est située à 2 km au Sud de Cruas, au niveau du ravin du Ferrand. Son étude s'est faite à partir :

- de sondages effectués par la société des Ciments Français qui a bien voulu m'autoriser à consulter les "carottes" ainsi que les données analytiques obtenues dans leur laboratoire.
- de l'échantillonnage en carrière des principaux types de faciès et de la récolte de quelques ammonites.

La série stratigraphique établie ici est une série synthétique obtenue à partir de plusieurs sondages mis bout à bout.

J'ai pu diviser la série en cinq formations :

Cr.F.I : calcaires micritiques, plus ou moins argileux, gris-bleuté; ils renferment des plages calcitiques et sont relativement pauvre en spicules de spongiaires.

Les bancs sont séparés par des interlits marneux peu épais (0,20m).

Cr.F. II (60m) : calcaires micritiques beiges, montrant des taches rouges de carbonate de fer; ils sont riches en débris d'organismes fortement recristallisés, seuls sont déterminables les spicules de spongiaires attribués à des éponges siliceuses. Il y a donc eu dissolution de la silice et recristallisation en calcite.

Ces calcaires sont séparés par des joints marneux d'environ 0,05m d'épaisseur.

Cr.F.III (35m) : calcaires micritiques gris ou beiges, formant des bancs massifs séparés par de petits interlits marneux. Ces calcaires sont riches en silice diffuse mais présentent également des zones grisâtres à cassure conchoïdale, traduisant une concentration préférentielle de la silice. La concentration en spicules de spongiaires est moins importante que dans la formation précédente.

Cr.F.IV (35m) : calcaires micritiques gris, en bancs massifs.

Cr.F. V (25m) ; calcaires micritiques beiges, en bancs massifs, renfermant des silex bruns et des nodules siliceux.

Cr.F.VI (55m) calcaires micritiques blancs, plus ou moins recristallisés, pauvres en spicules de spongiaires. Ces niveaux contiennent de nombreux silex; ces derniers peuvent présenter une zonation correspondant à un enrichissement progressif en silice.

Cr.F.VII (25m au moins) : calcaires micritiques blanc jaunâtre, se délitant en plaquettes, ayant un aspect plus argileux que les niveaux sous-jacents.

Dans la carrière ont été récoltées quelques ammonites :

Audouliceras sp.

Costidiscus recticostatus d'ORB.

qui compte-tenu de leur position et du faciès de leur gangue, ont été rapportées à la formation Cr.F.II. Ces ammonites indiquent un âge Barrémien supérieur.

Il semble que cette série présente une succession lithostratigraphique analogue à celle décrite à Coste Janot et au Teil. On est donc tenté, de ce fait, de placer la limite entre Barrémien et Bédoulien à la base des calcaires jaunes comme cela a été fait précédemment. La série des Ciments Français diffère des séries étudiées antérieurement par une plus grande extension des faciès à silex; ceux-ci existent jusque dans les faciès micritiques blancs.

d) Les carrières Lafarge à Cruas (fig. 32-35-36-37) :

Une première étude de la carrière exploitée par les Ciments Lafarge à Cruas a été faite par G. Sayn et F. Roman en 1904; elle est alors décrite sous le nom de carrière Valette. En 1950, cette description est reprise dans l'oeuvre posthume de F. Roman; de bas en haut, elle comprend :

- "1- calcaires bleuâtres marneux, en gros bancs à Crioceras duvali
- 2- calcaires entrecoupés de marnes argileuses avec rares Desmoceras sayni,
- 3- banc peu visible à Pulchellia favrei,
- 4- conglomérats et poudingues avec parties dures d'aspect urgonien,
- 5- calcaires fissiles à bancs relativement minces, à Hoplites tuberculés et débris d'Hamulina du Barrémien inférieur,
- 6- bancs exploités du Barrémien."

Ce niveau 6 correspond à des calcaires blancs, en bancs assez épais, renfermant Costidiscus recticostatus, Desmoceras sp., Ancylloceras aff. matheroni qui selon F. Roman appartiennent encore au Barrémien inférieur.

"Ils sont surmontés par des calcaires blancs en bancs plus compacts à Costidiscus recticostatus, formant la colline qui domine

le château de Cruas. Ainsi se termine le Barrémien, auquel se superpose une puissante masse de calcaires à silex à Parahoplites gr. deshayesi du Bédoulien."

Jadis constituée d'un seul front de taille, cette carrière a aujourd'hui beaucoup évolué et s'est étendue vers le Nord; elle comprend plusieurs fronts de taille (fig. 35):

- la carrière de la Bouillèrie, au Nord, formée de deux paliers,
- la carrière des Dignes, au Sud, constituée d'un front d'une centaine de mètres au dessus duquel s'étagent plusieurs paliers d'une dizaine de mètres chacun,
- l'ancienne carrière, encore plus au Sud, au niveau de la vallée du Crûle, aujourd'hui abandonnée.

Les observations que j'ai effectuées dans ces carrières comprennent :

- des levés de coupe le long de la route d'accès à la cimenterie, puis dans la carrière de la Bouillèrie.
- une étude des sondages effectués par la société Lafarge dans la carrière des Dignes; ces sondages fournissent une série continue, chose qu'il aurait été difficile d'obtenir par des levés sur le terrain, compte-tenu de la puissance des fronts.

La base de la coupe est formée d'une alternance de calcaires argileux, gris foncé, ayant un débit en boules plus ou moins marqué suivant l'épaisseur des bancs et de marnes noires. Cette formation, notée Cr.L.I renferme une abondante faune d'ammonites appartenant à l'Hauterivien supérieur :

Pseudothurmannia picteti SARKAR

Pseudothurmannia stanislasi TORCAPEL

Pseudothurmannia sp.

Crioceratites gr. nolani KILIAN

Crioceratites gr. percevali

Crioceratites binelli ASTIER

ainsi que des oursins :

Toxaster retusus LAMBERT

Cette faune a été ramassée dans les éboulis situés au pied de la carrière de la Bouillerie; elle provient de l'ensemble calcaréo-marneux qui constitue le front inférieur de cette carrière (fig. 36).

Il est à noter que les derniers bancs de cette alternance sont riches en glauconie.

Cr.L.II (8m) : constituée de deux parties :

- à la base un horizon fortement perturbé, composé de bancs de calcaires argileux, gris, étirés, roulés, noyés dans une matrice argileuse noire. Cette coulée boueuse fait environ 2 mètres d'épaisseur. Elle peut également renfermer des blocs de calcarénite roulés, pouvant atteindre des volumes importants (1m^3 et plus).

Dans ce niveau ont été trouvées des ammonites appartenant au Barrémien supérieur :

Costidiscus recticostatus d'ORB.

Barremites strettostoma UHLIG

- au-dessus des calcaires bioclastiques, blanc-rosé, à grain grossier, venant raviner les terrains sous-jacents. Ce niveau correspond à une tubidite associée à la coulée boueuse.

Cr.L.III (5m) : deux gros bancs massifs de calcaires micritiques beiges. Latéralement, ils passent à des bancs plus minces, plus nombreux qui constituent le remplissage de petits chenaux.

Cr.L.IV (60m) : calcaires micritiques, légèrement argileux, gris-bleuté, en bancs de 0,50m d'épaisseur, séparés par de minces joints marneux relativement calcaires.

Cet ensemble forme le front supérieur de la carrière de la Bouillerie ainsi que le grand front de la carrière des Dignes.

A partir de cette formation, la série stratigraphique est établie d'après les sondages (fig. 37).

Cr.L.V (70m) : calcaires micritiques beiges, riches en débris d'organismes indéterminables et en spicules de spongiaires recristallisés en calcite. Ces spicules appartiennent à des éponges siliceuses. Certains niveaux calcaires présentent des taches de silicification.

Cr.L.VI (50m) : calcaires micritiques beiges, pauvres en spicules de spongiaires. La silice est soit diffuse dans la roche, soit concentrée autour des débris d'organismes; enfin elle peut former de véritables silex.

Cr.L.VII (70m) : calcaires micritiques blancs, souvent recristallisés, renfermant quelques silex dans leur tiers inférieur. Les débris d'organismes sont peu abondants.

Cr.L.VIII (20m) : calcaires micritiques jaunes, en bancs massifs renfermant de gros silex noduleux.

La série des Ciments Lafarge de Cruas est donc marquée par :

- l'existence d'une coulée boueuse qui a raviné les terrains sous-jacents.
- l'absence de Barrémien inférieur, sans doute érodé lors du passage de la coulée.
- le développement des faciès à silex.

Cette révision de la série a pour conséquence, quelques modifications stratigraphiques par rapport à la description de Roman (1950).

F. Roman, 1950.		Données actuelles.	
sup.	- calcaires à silex.	8 calcaires jaunes à silex.	Barrémien supérieur
	- calcaires blancs plus ou moins compacts.	7 calcaires blancs massifs.	
	6 calcaires à silex exploités	7 calcaires blancs à silex 6 calcaires beiges à silex.	
Barrémien inf.	5 calcaires fissiles à ammonites.	5 calcaires beiges délités. 4 calcaires gris-bleuté. 3 calcaires massifs beiges.	
	4 conglomérat	2 calcarénite. coulée boueuse.	
Hauterivien	3 banc à <u>Pulchellia favrei</u>	1 alternance calcaires-marnes à <u>Pseudothurmannia</u> .	
	2 calcaires entrecoupés de marnes à <u>Desmoceras sayni</u>		
	1 calcaires bleus à grands criocères.		

e) Corrélations stratigraphiques des séries à faciès vaseux à spicules. (fig. 38).

Les corrélations qu'il est possible d'établir sont limitées, compte-tenu du manque d'éléments de datation et de la monotonie des faciès.

La limite entre Hauterivien et Barrémien n'est connue que dans les carrières des Ciments Lafarge à Cruas, grâce à la présence de la zone à Pseudothurmannia caractéristique du sommet de l'Hauterivien supérieur. Mais il n'est pas certain que cette zone soit entière, car au-dessus existe un niveau glissé daté du Barrémien supérieur qui a raviné les terrains sous-jacents. Le Barrémien inférieur et une partie du Barrémien supérieur ont été érodés.

Les séries observées dans les différentes carrières sont constituées d'un calcaire micritique beige ou blanc, souvent recristallisé, présentant de nombreux niveaux à silex. Il n'est guère possible d'établir une quelconque coupure stratigraphique au sein de cet ensemble monotone. Cependant par analogie lithologique avec ce qui a été observé à Coste Janot ou dans les environs, les calcaires micritiques jaunes plus ou moins riches des carrières pourraient être l'équivalent des calcaires jaunes bédouliens. A partir de cette hypothèse, la limite entre Barrémien-Bédoulien est placée à la base des calcaires jaunes situés au sommet des carrières.

D'autre part, on constate une disparition totale, vers le Nord, des niveaux bioclastiques connus dans la carrière de Saint-Alban.

IV CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES.

Sur le tableau de corrélations (planche hors-texte), les coupes sont placées en fonction de leur faciès, suivant une direction générale Sud-Nord.

L'absence d'ammonites dans la plupart des coupes conduit à utiliser, pour ces corrélations, soit la microfaune, soit des analogies lithologiques. Les foraminifères donnent avant tout des indications d'ordre paléocéologique, car ils subissent les influences de la nature du substrat, de l'hydrodynamisme, de la salinité de la température, de la luminosité... Ce sont pourtant les seuls critères de datation trouvés en faciès urgonien.

La première corrélation indiquée est le niveau à Pseudothurmannia angulicostata qui indique le passage Hauterivien-Barrémien. Cette ligne isochrone est constante sur l'ensemble du secteur. Dans les régions relativement éloignées de la plateforme urgonienne, les bancs à Pseudothurmannia sont riches en glauconie (séries des alternances régulières calcaréomarneuses et séries des calcaires à spicules).

Le Barrémien inférieur est caractérisé par un faciès relativement marneux, du moins pour les régions où il est connu. En effet, il n'affleure pas dans les régions à faciès urgonien et est totalement ou partiellement érodé dans les environs de Cruas.

Trois zones ont pu être distinguer avec de bas en haut :

- la zone à Spitidiscus hugii
- la zone à Fulchellia compressissima
- la zone à Heinzia ouachensis

Entre les deux dernières zones existe un hiatus. C'est à ce niveau que se place la vire à Clavihedbergella eocretacea (foraminifère) qui est caractéristique du sommet du Barrémien inférieur.

La limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur est placée au-dessus de la vire à Heinzia ouachensis caractéristique du sommet du Barrémien inférieur. Par commodité, le passage

Barrémien inférieur-Barrémien supérieur est identifié à un changement lithologique et de ce fait la limite est placée à la base des calcaires bioclastiques des formations DE IV et RT II et de la masse calcaire de la formation STH V. Par analogie lithologique, cette même limite est placée à la base du premier niveau bioclastique du Devessou et de Valgayette.

Le Barrémien supérieur n'est parfaitement défini du point de vue zonation d'ammonites que dans les régions où affleurent des alternances régulières calcaréo-marneuses. Dans ce type de faciès, il est possible de distinguer trois zones d'ammonites qui sont de bas en haut :

- la zone à Emericiceras barremense
- la zone à Hemihoplites feraudi
- la zone à Heteroceras astieri.

Par contre, lorsqu'on s'éloigne de ces régions, soit vers le Nord, soit vers le Sud, il devient impossible de retrouver cette zonation par suite de l'absence d'ammonites de zone; on peut juste dater les assises du Barrémien supérieur.

Dans les régions à faciès urgonien, on retrouve la première zone du Barrémien supérieur à Emericiceras barremense, surmontée par des calcaires à silex puis par les premiers calcaires bioclastiques. On peut donc ainsi dater l'apparition des faciès urgoniens dans la région de Viviers : elle est certainement contemporaine à la zone à Hemihoplites.

La limite Barrémien-Bédoulien est située dans la barre calcaire qui surmonte les niveaux marneux à Heteroceras. Par suite d'observations faites lors de l'établissement de la carte (voir p.58), la limite est placée à la base d'un ensemble de calcaires jaunes, argileux.

Cette limite est incertaine dans les séries à faciès urgonien car elle n'est établie que sur l'apparition de Palorbitolina (Palorbitolina) lenticularis.

Deux lignes isopiques peuvent être tracées dans le Bédoulien :

- à la base d'une alternance de marnes et de calcaires, plus ou moins sableuse ;

- à la base de calcaires sableux à glauconie.

Ces deux derniers faciès reposent sur l'urgonien par un "hard-ground", surface d'arrêt de sédimentation qui n'existe pas dans les séries à faciès hémipélagique.

Les corrélations stratigraphiques établies dans le Barrémien supérieur entre les différents faciès permettent de mettre en évidence :

- une hétérochronie des contacts entre les calcaires bioclastiques et les marnes; ces calcaires présentent une diminution d'épaisseur et un envasement du Sud vers le Nord, qui traduit une dilution progressive d'un matériel originellement bioclastique dans des sédiments hémipélagiques.

- une hétérochronie des limites du calcaire à silex, faciès de transition entre les faciès urgoniens et les faciès hémipélagiques; cette hétérochronie pourrait traduire le phénomène de progradation de la plateforme urgonienne.

V CONCLUSION

L'étude biostratigraphique permet de tracer les limites d'étages dans les divers types de faciès. Le Barrémien inférieur est caractérisé par une sédimentation de type hémipélagique relativement marneuse. La subdivision de cet ensemble en zones d'ammonites permet de constater une diminution et une condensation des séries du Sud vers le Nord. D'autre part le Barrémien inférieur est totalement ou partiellement érodé dans la région septentrionale du secteur étudié. Le Barrémien supérieur est quant à lui marqué par une sédimentation hémipélagique plus calcaire que précédemment, sauf dans la région de Viviers, où se développe le faciès urgonien.

L'apparition des faciès urgoniens, le passage entre la plateforme urgonienne et le domaine à sédimentation hémipélagique, les phénomènes de subsidence, la disparition plus ou moins complète du Barrémien posent autant de problèmes sédimentologiques.

CHAPITRE II :

ANALYSE DES FACIES.

I GENERALITES ET HISTORIQUE.

En l'absence d'une stratigraphie bien définie, trop souvent controversée par les différents auteurs, aucune étude sédimentologique sérieuse n'a pu être envisagée, pendant de nombreuses années, sur le secteur étudié. Il faut attendre le début du XX ème siècle pour voir s'amorcer les premières ébauches de la sédimentologie du Crétacé inférieur.

H. Coquand (1864) puis F. Leenhardt (1883) montrent l'équivalence entre Urgonien et Barrémien sous faciès calcaréo-argileux, dans le Ventoux, ce qui laisse présager des changements de faciès au sein d'une même assise.

En 1904, G. Sayn et F. Roman mettent en évidence des variations latérales de faciès au sein du Barrémien en Ardèche :

- au Barrémien inférieur, les calcaires à céphalopodes de Cruas passent au Sud et à l'Ouest de Saint-Remèze à des marnes et des calcaires marneux bleuâtres ou blanchâtres à échinides et ostracés. Cette variation suggère deux zones paléogéographiques

- une zone profonde au Nord

- une zone moins profonde au Sud (fig. 39 a).

- au Barrémien supérieur, cette différence persiste avec les calcaires argileux de Cruas-Saint-Thomé au Nord et les calcaires blonds subcristallins (calcaires urgoniens sensu lato) au Sud.

Ils notent également qu'au Sud les premiers calcaires à débris et les premiers calcaires construits apparaissent très tôt dans le Barrémien à l'aplomb ou intercalés dans les faciès néritiques à échinides. Les faciès à rudistes sont datés du Barrémien supérieur-Bédoulien. Cette datation est due en partie aux travaux de V. Paquier (1896, 1903, 1905) sur les faunes à rudistes.

En 1912 W. Kilian distingue pour le Barrémien-Aptien du Sud-Est de la France, plusieurs types de faciès (fig. 39 b) :

- les faciès urgoniens constitués de calcaires zoogènes à foraminifères et à rudistes, de teinte claire, durs et de marnes à orbitolines intercalées à plusieurs niveaux.
- les faciès bathyaux à céphalopodes qui sont des calcaires argileux riches en ammonites.
- les faciès dits intermédiaires qui relient les deux types précédents et qui sont représentés par des calcaires à silex et des calcaires à débris.

En 1944 J. Goguel distingue deux aspects macroscopiques principaux dans les formations urgoniennes :

- les calcaires à réquiénies dont les individus n'ont pas de fixation différenciée et qui se trouvent enchassés dans une vase riche en foraminifères.
- les calcaires graveleux, à débris, des régions bordières de récif. L'usure mécanique des grains, la stratification entrecroisée, le ciment de la roche dénotent un milieu agité, peu profond, saturé en carbonate.

Il pense que le milieu de dépôt des calcaires urgoniens est un ensemble de hauts-fonds balayés par les vagues sur leur bordure alors que dans la partie centrale se déposent des vases fines. Le faciès sédimentaire est essentiellement conditionné par des facteurs bathymétriques, climatiques et des facteurs relatifs aux courants et aux matériaux apportés des régions voisines.

En 1959 P. Rat donne une nouvelle définition des faciès urgoniens; ce sont : "des roches dues à l'activité d'organismes fixateurs de calcaire qui ont créé un milieu favorable à la précipitation du carbonate de calcium; elles sont constituées d'une phase organogène (organo-détritique ou construite) et d'une phase thalassogène (carbonate de calcium précipité); leur contenu biologique est caractérisé par les rudistes."

Il fournit également une description détaillée des divers types de formations à rudistes et établit les conditions physico-chimiques et biologiques favorables au développement des milieux urgoniens (eaux bien oxygénées, peu profondes, sans agitation violente, riches en CaCO_3 , à salinité normale, sans apports terrigènes et ayant une température élevée, enfin existence d'organismes tels que madrépores, rudistes, orbitolines...).

En 1963, J. Maillard déplore l'élargissement du terme urgonien à des formations qui, bien qu'apparentées morphologiquement à ce faciès, en diffèrent par leur structure interne (microfaciès). Ceci entraîne des confusions dans les reconstitutions paléogéographiques. Maillard distingue trois types de faciès répondant à des conditions sédimentologiques, bathymétriques et biologiques différentes (fig. 40 a) :

- les faciès types à rudistes,
- les faciès similaires ou pseudo-urgoniens avec en particulier les faciès bioclastiques,
- les faciès vocontiens de type plus profond à céphalopodes.

Après avoir observé ces variations de part et d'autre du Rhône, Maillard aboutit aux résultats suivants :

- l'apparition du faciès pseudo-urgonien est plus ancienne en Ardèche qu'ailleurs, ce qui s'explique par l'existence d'une région surélevée au Barrémien inférieur (dôme de Saint-Remèze).
- cette installation précoce peut expliquer l'absence de dépôts aptiens et la surface taraudée du sommet du Barrémien à faciès urgonien. Cette exondation du dôme de Saint-Remèze s'atténue périphériquement. Des conditions identiques se recréent à l'Aptien inférieur pour une deuxième mais brève installation de rudistes.

En conclusion jusqu'au Barrémien inférieur on observe une uniformité des conditions de dépôt; au Barrémien supérieur apparaît une tectonique d'ondulation (rides, seuils) morcelant le bassin en plusieurs unités sédimentaires et cette morphologie influe ultérieurement sur la sédimentation lors de la transgression aptienne.

En 1975, J.P. Masse et H. Chamley notent l'importance de la répartition des minéraux argileux pour la paléogéographie de l'urgonien. Ils voient une opposition nette entre la distribution de la kaolinite et celle de l'illite. La kaolinite caractérise les calcaires bioclastiques tandis que l'illite est présente dans les calcaires micritiques. Le tri mécanique semble jouer un rôle dominant dans cette différenciation alors que les variations de teneur résultent de facteurs climatiques en liaison avec la pédogenèse des milieux émergés.

En 1976, la confrontation des résultats de travaux analogues sur le Barrémien-Bédoulien dans le Sud-Est de la France (J.P. Masse en Provence, A. et H. Arnaud dans le Vercors) a permis de définir un certain nombre d'ensembles sédimentaires et d'établir une carte de leur répartition (fig. 40 b). S. Ferry a, pour sa part, montré que les sables bioclastiques accumulés en zone hémipélagique, jusqu'au bord du talus séparant cette zone du bassin vocontien profond, se répandent dans la fosse vocontienne sous forme de courants turbides en empruntant un dispositif morphologique orienté Nord-Est/Sud-Ouest et Nord-Ouest/Sud-Est. On retrouve ces directions sur la carte de J. Maillard (fig. 40 a).

J.P. Masse (1976) considère que les différents faciès des ensembles sédimentaires définis ci-dessus correspondent à quatre types d'environnement qui sont (fig. 41) :

- + un ensemble de plateforme caractérisé par une vaste étendue et une très faible profondeur avec :
 - un domaine externe, milieu ouvert, soumis à l'action des vagues (calcaires bioclastiques) ou dominé par des phénomènes de bioconstructions.
 - un domaine interne, relativement moins ouvert et plus calme (biotopes à rudistes).

- + un ensemble marginolittoral, milieu temporairement exondé, en domaine sous-aquatique, caractérisé par d'importantes variations de salinité, avec :

- un domaine assez agité, antélittoral,
- un domaine calme et abrité, postlittoral.

+ un ensemble insulaire caractérisé par l'absence de dépôt et par la modification de dépôts sous-aquatiques.

+ un ensemble pré-littoral qui se distingue de la plate-forme par sa profondeur plus grande. l'angle de raccordement des pentes sédimentaires des deux ensembles est faible. Cet ensemble correspond à la zone hémipélagique.

Tous ces ensembles sont caractérisés par des variations

- de la composition des sédiments,
- des propriétés texturales et granulométriques,
- des phénomènes diagénétiques précoces,
- des minéraux argileux,
- de la répartition des principaux groupes d'organismes,
- de la répartition des structures sédimentaires,
- des facteurs ambiants (température, chimisme des eaux, éclaircissement, agitation, profondeur du milieu, nature du substrat...).

De leur côté A. Arnaud-Vanneau et H. Arnaud (1976), après étude des sédiments du Barrémien-Bédoulien du Vercors, envisagent comme paléomilieux, deux modèles morphologiques (fig. 42) :

+ le haut-fond : relief sous-marin isolé en pleine mer dont la surface sommitale à fleur d'eau est soumise à l'action des vagues. Ce domaine est caractérisé par l'abondance des oolites qui peuvent prendre naissance sur place ou être accumulées.

Les sédiments sont constitués :

- sur la surface sommitale de sables calcaires plus ou moins grossiers où abondent les organismes (madréporaires, échinodermes, bryozoaires, orbitolines...).
- sur le talus externe, l'agitation diminuant de haut en bas : de calcaires bioclastiques à éléments remaniés ou non, de sables boueux puis de boues sableuses, de micrites à spicules de spongiaires et à radiolaires (dans le bassin).

+ la plateforme : morphologie sous-marine de superficie supérieure à celle du haut-fond; la surface sommitale sub-horizontale, à fleur d'eau, n'est affectée par l'agitation due aux vagues que sur ses bords; il existe donc de grandes variations dans les sédiments :

- faciès de rebord ou de plateforme externe correspondant à des sables calcaires à madréporaires ou à des sables bioclastiques roux et des sables oolitiques.
- faciès de plateforme interne : vases à rudistes, miliolles, puis sables grossiers à ciment asymétrique et vases azoïques à terriers.
- faciès saumâtres : vases à characées et à phanérogames.

En 1979, à l'occasion d'un colloque sur l'urgonien des pays méditerranéens, la paléogéographie des dépôts urgoniens est proposé pour tout le Sud de la France (région aquitano-pyrénéenne et delphino-provençale) à différentes époques. L'extension maximale de la plateforme carbonatée est observée au Barrémien supérieur (fig. 43).

On peut distinguer pour l'Ardèche plusieurs domaines (fig. 44) :

- un domaine de plateforme interne constitué de calcaires à rudistes avec des passées terrigènes parfois importantes (couches à orbitolines).
- un domaine de plateforme externe formé de calcaires bioclastiques et de calcaires à cnidaires.
- un domaine hémipélagique avec des calcaires à silex et des calcaires argileux à bivalves et rares céphalopodes.
- un domaine pélagique représenté par des marno-calcaires rythmés à ammonites (faciès vocontien).

Cette zonation a été établie par D. Lafarge en 1978, pour une région située dans le Sud de l'Ardèche (dôme de Saint-Remèze) puis étendue à toute l'Ardèche et au Nord du Gard (Cotillon et alii 1979).

II DESCRIPTION DES FACIES.

L'étude stratigraphique de la région comprise entre Viviers-sur-Rhône et Cruas a donc permis de distinguer plusieurs types de faciès :

- le faciès urgonien constitué de trois ensembles :
 - + les calcaires bioclastiques et oolitiques,
 - + les calcaires à cnidaires,
 - + les calcaires à rudistes.
- le faciès hémipélagique subdivisé en trois parties :
 - le faciès "mixte" formé de bas en haut :
 - + d'une alternance de marnes et de calcaires à débit en boules,
 - + de calcaires plus ou moins lités, parfois à silex.

Ces termes peuvent être interrompus, ravinés par des coulées bioclastiques.

- le faciès des alternances calcaréo-marneuses au sein duquel s'intercalent des niveaux bioclastiques, peu épais.
- le faciès des calcaires à spicules, qui peuvent présenter des niveaux très riches en silex.

L'analyse sédimentologique de ces faciès consiste en :

- une étude du microfaciès : les constituants du microfaciès sont définis d'après la nomenclature établie par R.L. Folk (1959-62) qui distingue :
 - + le ciment micritique, sparitique ou microsparitique suivant la taille des cristaux de calcite.
 - + les constituants allochimiques, matériaux précipités chimiquement ou biochimiquement dans le milieu de dépôt et ayant subi un transport; ce sont :
 - les intraclastes, fragments micritisés,
 - les agégats résultant de la coalescence de grains,
 - les oolites,
 - les pellets, éléments micritiques, arrondis, sans structure interne
 - les fossiles.

+ les constituants terrigènes s'ils représentent moins de 50% de la roche.

Cette terminologie peut être complétée par des précisions concernant l'arrangement structural; on fait alors intervenir la classification de R.J. Dunham (1962) qui utilise les termes de :

mudstone : ciment micritique avec moins de 10% de grains flottants
 wackestone : ciment micritique avec plus de 10% de grains;
 packstone : ciment micritique où les grains sont engrenés;
 grainstone : ciment sparitique où les grains sont engrenés.

- une détermination de la microfaune : L'étude de la microfaune se fait au niveau des interbanes marneux. Les fossiles sont extraits grâce à la méthode de N.V. Averborg (1962) : l'action conjuguée de l'hyposulfite de sodium et de l'eau oxygénée à 130 vol. entraîne une désagrégation des marnes; ces dernières sont ensuite lavées sur une série de tamis de 500 μ , 200 μ , 100 μ et 50 μ , afin d'éliminer la fraction argileuse. C'est le résidu recueilli sur chaque tamis qui est trié puis étudié. Cette méthode de lavage est souvent insuffisante, les organismes sont mal dégagés, les détails morphologiques permettant une détermination précise sont estompés. Le résidu de lavage obtenu par la méthode précédente est alors séché 24 heures à 40°C puis immergé dans une solution saturée de sulfate de sodium à même température; cette solution cristallise à température ambiante et est soluble vers 40°C. Le tout est placé dans un cryothermostat, appareil capable de chauffer et de refroidir périodiquement les échantillons par l'intermédiaire d'une solution composée de 1/3 d'antigel et de 2/3 d'eau distillée. Le refroidissement se fait jusqu'à -4°C pendant deux heures, le réchauffement monte jusqu'à 40°C en une heure. La durée de l'opération est plus ou moins longue selon la dureté de la roche, en moyenne huit jours. Il s'en suit une série de recristallisations répétées de la solution de Na₂SO₄ à l'intérieur des pores de la roche, entraînant un agrandissement de ceux-ci et une désagrégation de

l'échantillon avec libération de la microfaune. Le résidu est à nouveau passé sur une série de tamis, séché puis étudié.

- une analyse quantitative de la phase thalassogène :

La quantité de carbonate de calcium est dosée par calcimétrie : 1 gramme de roche broyée est attaquée par 20 cm³ d'acide chlorhydrique normal; la solution est ensuite filtrée et le filtrat est titré par de la soude normale en présence d'un indicateur coloré. Le pourcentage de carbonate de calcium est obtenu par une formule basée sur la quantité d'acide utilisée par la réaction. Trois mesures sont faites sur chaque échantillon; seule la valeur moyenne des résultats est retenue.

- une analyse des argiles : La méthode utilisée a été mise au point par le laboratoire de Strasbourg et comporte deux phases :

+ une extraction des minéraux argileux par broyage de 20 mg de marnes, attaque à l'acide chlorhydrique à N/10, lavage à l'eau distillée et centrifugation pour obtenir une défloculation des argiles.

+ un montage des minéraux argileux sur lame (pâte orientée).

Trois types d'enregistrement sur diffractomètre à rayons X sont effectués :

+ un enregistrement normal

+ un enregistrement après séjour dans une atmosphère glycolée pendant 48 heures; la présence de glycol entraîne un gonflement différentiel des minéraux argileux.

+ un enregistrement après avoir chauffé la lame dans un four à 500°C pendant quatre heures.

Les diagrammes obtenus permettent de déterminer la nature des minéraux argileux selon la position du pic de réflexion d'ordre 001 et suivant le comportement de ces mêmes pics aux différents traitements. Un pourcentage relatif de ces minéraux peut être calculé par évaluation des intensités respectives des pics.

1) Le faciès urgonien.

Ce faciès n'est connu qu'au Barrémien supérieur et au Bédoulien et il est localisé au Sud de Viviers.

a) Les calcaires bioclastiques circalittoraux (pl. I) :

description : Ce sont des calcaires beiges en bancs peu épais, 1 mètre au plus, à stratification entrecroisée, que l'on trouve au-dessus des alternances calcaréo-marneuses de la série de Viviers-gare ou à plusieurs niveaux au sein de la série de Viviers-Saint-Montant.

microfaciès : Ces calcaires sont des biopelsparites plus ou moins bien triées. Le ciment sparitique, parfois microsparitique représente une faible part de la roche, entre 10 et 20 %.

La taille des éléments varie entre 50 μ et 500 μ ; le classement qui est le rapport multiplié par 100 de la taille de l'élément le plus petit sur celle du plus gros (Masse, 1976) est relativement mauvais; les éléments sont disposés de manière quelconque dans la roche, il n'y a pas de granoclassement. L'usure des grains est nulle. Les constituants de la roche sont :

- des pellets, de petite taille (100 μ) représentant 20 à 30 % de la roche.
- des restes d'organismes comprenant :
des débris de lamellibranches, d'échinodermes (entrouques, radioles)
des fragments d'algues Dasycladacea
des foraminifères benthiques : petits Miliolidae (Quinqueloculina), Lituolidae (Haplophragmoides) et divers autres genres Neotrocholina, Pfenderina...

La fraction terrigène formée essentiellement de quartz est peu abondante (1%), voire inexistante.

remarques :

- Certains niveaux riches en débris d'échinodermes présentent des zones de silicification autour des entrouques, en particulier.

Macroscopiquement cette silicification peut se traduire par la présence de silex stratiformes.

- Les calcaires bioclastiques circalittoraux peuvent venir s'intercaler dans les alternances calcaréo-marneuses du faciès "mixte" (Valgayette). Ils se déposent sous forme de bancs métriques ou de masses ravinant les terrains sous-jacents; leur stratification peut être plane ou entrecroisée, voire ondulée.

Ces intercalations atteignent même les séries vaseuses relativement éloignées de la bordure de la plateforme, telles que les alternances calcaréo-marneuses de Saint-Thomé, du Devès, du ravin de la Traverse ou les calcaires à spicules de Saint-Alban.

Ces calcarénites sont des biopelsparites à grain fin, bien triées dénotant un transport, dans lesquelles on note une forte proportion de pellets (40 à 50 %) par rapport aux microorganismes; ces derniers sont souvent brisés, recristallisés. Le ciment lui-même est recristallisé en microsparite.

Un examen plus détaillé de ces intercalations a lieu dans le cadre de l'étude des perturbations synsédimentaires (p.).

conclusion : Ce type de faciès bioclastique est caractéristique de la bordure de la plateforme carbonatée, milieu sableux dont la partie basale peut envahir en partie l'étage circalittoral supérieur.

b) Les calcaires bioclastiques infralittoraux (pl. II):

description : Ce faciès constitue le premier stade de l'installation de la plateforme urgonienne; il apparaît relativement haut dans le Barrémien supérieur. Ces calcaires se présentent en bancs peu épais, à stratification plane, parfois entrecroisée.

microfaciès : Ce sont des biopelsparites à grain fin, homogène. Le ciment sparitique peut être plus ou moins abondant, entre 20 et 40 % de la roche.

Les éléments allochimiques ont une taille moyenne de l'ordre de 100 à 300 μ . Ils sont constitués pour moitié par des pellets, pour l'autre moitié par des restes d'organismes.

Ces derniers comprennent :

des foraminifères : Orbitolinidae, plus de 10%, de taille supérieure à 500 μ (Falsurgonina, Cribellopsis, Orbitolinopsis...) Miliolidae (Quinqueloculina), Ataxophragmidae (Verneuillina, Belorussiella...)

des fragments d'algues (Salpingoporella, Clypeina, Acicularia, Cayeuxia, Neomeris), environ 10%, d'une taille moyenne de 200 μ .

des débris d'échinodermes, 5 à 10%, quelques mollusques.

Les pourcentages sont donnés par rapport à l'ensemble des éléments constitutants. Ces derniers sont souvent entourés d'une auréole de micritisation; certains tests subissent une dissolution interne qui peut être suivie d'une recristallisation calcitique; ce phénomène correspond à la transformation de l'aragonite. L'usure des éléments est faible, voire nulle.

La fraction terrigène, relativement abondante (5 à 10%) est composée essentiellement de quartz de petite taille (50 μ), authigène.

On constate que ces sédiments sableux sont d'autant mieux classés que la taille des grains est plus fine.

Certains niveaux présentent au sein d'une matrice sparitique des agrégats micritiques provenant de l'action liante d'algues. Dans certains cas, ces agrégats montrent des structures alvéolaires du type "keystone-vugs" et renferment quelques foraminifères plus ou moins recristallisés.

On note également l'existence de structures encroûtant des tests de lamellibranches; ces structures appartiennent à des algues et à des foraminifères fixés; ces derniers sont parfois déterminables, il s'agit alors de Nubéculaires.

conclusion : Ces calcaires bioclastiques correspondent à des fonds sableux, situés sur la bordure externe de la plateforme, en milieu ouvert, dominé par des facteurs hydrodynamiques.

c) Les calcaires bioclastiques oolitiques (pl. II) :

description : Ils ne sont observables que dans la série des carrières de Viviers-Saint-Montant. Ces calcaires roux ou lie-de-vin sont formés de bancs peu épais, à stratification entrecroisée et présentent une faible puissance (8m).

microfaciès : Ce sont des oobiosparites. Le ciment sparitique est plus ou moins abondant et représente entre 20 et 50 % de la roche. Les pellets sont nombreux, 20 à 30 % des éléments allochimiques. Les oolites, en proportion identique, sont de forme ovoïde ou allongée; leur taille est d'environ 200 μ ; le nucleus est souvent un pellet ou une miliole, le cortex peu épais a une structure concentrique à laquelle se surimpose une disposition fibro-radiée mal individualisée. Certaines oolites ont subi une recristallisation interne après dissolution du nucléus; autour de ce dernier existe seulement un mince liseré micritique. D'autres oolites sont affectées d'une micritisation centripète et radiale du cortex.

La microfaune est abondante composée de foraminifères tels que : Conorboides, Pseudotextulariella, Quinqueloculina, Neotrocholina, des Nodosariidae, des Orbitolinidae (Palorbitolina, Orbitolinopsis) Ces formes sont caractéristiques de fonds sableux peu profonds, infralittoraux.

On trouve également des débris de lamellibranches, d'échinodermes (entroques, radioles), des bryozoaires, des fragments de madréporaires, d'algues (Salpingoporella, Heteroporella), des organismes encrustants des tests calcitiques.

Dans l'ensemble ces organismes subissent une micritisation relativement importante. Leur usure est plus ou moins importante certains éléments sont très usés et ont subi une oolitisation, d'autres (orbitolines) ne sont absolument pas usés. Il y a donc un mélange de faune, entre des formes provenant de milieu générateur d'oolites et des formes de milieu infralittoral, plus calme.

La fraction terrigène est peu abondante (1%), constituée essentiellement de quartz.

Les sédiments oolitiques sont relativement bien classés, le classement est d'autant plus important que les éléments sont plus fins.

conclusion : Les calcaires oolitiques sont caractéristiques de la partie sommitale du haut-fond ou des zones très agitées du bord de la plateforme (situation au vent). Ceux observés à Saint-Montant ne correspondent en fait qu'à des apports issus de ce domaine dans des sables bioclastiques situés à la limite des étages infralittoral et circalittoral. En effet les oolites sont de petite taille par rapport à celles des milieux générateurs, elles sont plus ou moins usées et sont associées à une faune de type infralittoral, non usée.

d) Les calcaires à cnidaires (pl. III) :

description : Ce sont des calcaires bioclastiques blancs, présentant des zones fortement recristallisées qui correspondent aux "constructions récifales"; ces dernières sont relativement dispersées au sein de bancs de faible épaisseur (1 à 2m).

Les madréporaires qui les constituent sont soit tabulaires, soit en boule et sont fossilisés en position de vie. Ils appartiennent pour l'essentiel, à la famille des Microsolenidae. Ces formes sont peu exigeantes du point de vue conditions de vie et se développent dans des milieux intermédiaires entre des eaux très éclairées, agitées et des eaux peu éclairées, calmes.

La surface inférieure des bancs à madréporaires correspond à un niveau de lithification précoce sous-marin. Les madréporaires se développent donc sur un fond durci matérialisant l'arrêt de sédimentation des calcaires bioclastiques sous-jacents. Ce développement est contemporain de la décantation argilo-carbonatée. La structure du banc indique que la zone où s'installent les madréporaires n'est jamais en position surélevée par rapport à l'environnant; le taux de sédimentation est donc faible.

Toutes ces observations caractérisent un milieu infralittoral calme.

Des chaetétidés sont associés à ces formations, ils occupent préférentiellement la zone de transition entre madréporaires et rudistes.

microfaciès : Ces calcaires sont des biopelsparites dans lesquelles abondent :

des foraminifères : Quinqueloculina, Palorbitolina, Orbitolinopsis, des débris d'échinodermes, de bryozoaires, de lamellibranches, de gastéropodes, des fragments d'algues (Salpingoporella, Cayeuxia, Boueina).

Tous ces organismes sont fortement micritisés, usés, brisés, parfois roulés.

Il faut noter également la présence de quartz; les orbitolines accumulent de nombreux grains dans leur test.

Les fonds à cnidaires sont assez mal classés. Ce classement s'améliore lorsque la taille moyenne des éléments augmente.

Dans certains cas, les calcaires à cnidaires sont des biomicrites de type wackestone, à débris de lamellibranches, de gastéropodes, à grain de quartz. Les tests sont affectés, là-aussi, par des phénomènes de micritisation. Les madréporaires sont recristallisés en calcite par suite de la dissolution sélective de l'aragonite et leurs vides interseptaux sont remplis d'une matrice micritique géopète, provenant du dépôt de sédiment sus-jacent.

conclusion : Les calcaires à cnidaires sont caractéristiques des fonds sableux du domaine externe de la plateforme, à la limite du domaine interne.

e) Les calcaires à rudistes et les faciès adjacents (pl. IV-V):

+ Les faciès à rudistes (pl. IV) :

description : Les calcaires à rudistes se rencontrent dans les séries de Viviers-Nord et des carrières de Saint-Montant où ils affleurent à plusieurs niveaux. Ils se présentent sous deux aspects :

- des bancs massifs d'environ 5 mètres, dans lesquels les rudistes sont composés de grandes formes (Requienidae, Monopleuridae, Caprinidae).

- des bancs métriques faisant entre 0,50 et 1 mètre, renfermant des petites formes (Requienidae à test mince, Caprotinidae)

microfaciès : Ces calcaires sont constitués de deux types de microfaciès :

- des biomicrites de type wackestone; le ciment représente entre 50 et 70 % de la roche; les débris appartiennent à :
des lamellibranches (Ostréidae, Pectinidae...)
des échinodermes.

Les tests constitués d'aragonite sont dissous puis recristallisés en calcite.

Parmi la faune on observe également des foraminifères benthiques souvent remaniés (Orbitolinidae).

- des biopelsparites dans lesquelles dominent tantôt les pellets, tantôt les microorganismes.

Selon J.P. Masse (1976) une partie des pellets dérive de l'activité nutritionnelle des rudistes par action de leur mucus sur les dépôts de micrite; ce mucus peut soit servir de liant aux particules en suspension et former des boulettes qui sont déliées lors de l'enfouissement, soit subir une altération bactérienne entraînant une précipitation de micrite et la formation de pellets.

La faune est constituée de foraminifères (Miliolidae, formes à test agglutinant), de débris d'échinodermes, de lamellibranches, d'algues Dasycladaceae, souvent fortement micritisés. Les tests aragonitiques sont dissous puis recristallisés en calcite (calcite en mosaïque).

Les fonds à rudistes sont toujours mal classés qu'il s'agisse de fonds sableux ou sablo-vaseux. La taille moyenne des éléments varie entre 100 μ et 500 μ ; l'usure de ceux-ci est pratiquement nulle.

conclusion : Les calcaires à rudistes correspondent donc à des fonds vaso-sableux ou sablo-vaseux déposés dans le domaine interne de la plateforme, domaine à agitation modérée voire nulle par rapport aux milieux externes étudiés précédemment; en effet, le sédiment n'est plus un sable mais une vase de décantation, la médiocrité du classement et la faible usure des éléments indiquent, quant à eux, l'absence de remaniement en liaison avec l'action des vagues ou de tout autre facteur hydrodynamique.

+ Les faciès adjacents aux biotopes à rudistes. (pl. IV-V) :

- calcaires bioclastiques à Orbitolinidae

Ce sont des calcaires blancs, peu épais, situés en général au-dessus d'une surface d'arrêt de sédimentation; ils sont surmontés par des calcaires à cnidaires puis des calcaires à rudistes.

Ils correspondent à des biopelsparites à foraminifères :

Orbitolinidae (Palorbitolina, Orbitolinopsis, Falsurgonina, Cribelopsis, Paracoskinolina...)

Miliolidae (Quinqueloculina)

et quelques formes à test agglutinant.

- calcaires bioclastiques à Miliolidae :

Ce sont des calcaires blancs, se présentant en bancs peu épais entre 1 et 2 mètres.

Ils correspondent à des biopelsparites à foraminifères. Les Miliolidae (Quinqueloculina, Pseudotriloculina...) constituent environ 50 % de la fraction allochimique. À leur côté, on trouve des débris d'échinodermes, de lamellibranches et quelques pellets.

- conclusion : Ce sont des milieux relativement moins vaseux donc plus agités que les biotopes à rudistes, mais ils appartiennent toujours au domaine interne de la plateforme. La forte proportion des Miliolidae dans certains faciès met en évidence l'existence de milieux à salinité vraisemblablement anormale (Arnaud-Vanneau, 1979).

f) Conclusions : analyse séquentielle.

Dans la région située au Sud de Viviers-sur-Rhône, s'installe une plateforme carbonatée sub-horizontale, à fleur d'eau, soumise sur ses bords à des facteurs hydrodynamiques. Cette disposition entraîne des variations dans les sédiments et dans la répartition de la faune.

Les faciès bioclastiques sont très développés; ils constituent l'essentiel des dépôts. Leur structure (stratification entrecroisée, ondulée, lamination...) traduit l'existence de courants. La nature de leurs constituants allochimiques est très variée : pellets, oolites, foraminifères, débris d'échinodermes, de même que leurs tailles qui s'échelonnent entre 50 μ et 1mm. Ces faciès sont situés à la limite des étages infralittoral et circalittoral et peuvent s'étendre sous forme d'épandages en milieu circalittoral vaseux.

Les faciès à cnidaires sont peu étendus et ne constituent jamais de véritables constructions récifales. Ce sont des biostromes de faible dimension, à structure interne assez serrée, formés de madréporaires tabulaires ou en dôme, peu exigeants du point de vue conditions de vie. Ces derniers sont souvent associés à des chaetétidés.

Les faciès à rudistes, peu abondants, sont situés en arrière des biotopes à cnidaires dans des zones calmes ou à agitation modérée où se développe une intense activité algale (micritisation). De part et d'autre de ces biotopes à rudistes, existent des zones où l'agitation est plus importante et où se déposent les faciès dits adjacents.

La succession horizontale des termes définis ci-dessus :

- | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------|
| - calcaires bioclastiques grossiers | = | domaine circalittoral. | |
| - calcaires bioclastiques à grain fin |) | | } infralittoral |
| - calcaires oolitiques |) | domaine externe de la plateforme, | |
| - calcaires à cnidaires |) | | |
| - calcaires à rudistes |) | domaine interne de | |
| - faciès adjacents aux biotopes |) | la plateforme. | |

correspond à la zonation théorique de la plateforme carbonatée établie par J.P. Masse en 1976 et reprise plus tard par Arnaud A. et H. en 1976 et 1979, puis Cotillon P. et alii en 1979. Cette succession constitue également la séquence fondamentale de mise en place d'une plateforme carbonatée et de son évolution.

L'analyse des séries à faciès urgonien permet de mettre en évidence une certaine évolution verticale et une certaine séquentialité dans l'enchaînement des termes définis ci-dessus.

- la série de la gare de Viviers (fig. 45 c) :

Elle montre les premiers stades de l'installation du faciès urgonien sur des sédiments de milieu plus profond circalittoral (voir p.). Seuls les sables bioclastiques circalittoraux et infralittoraux dominant; ils sont affectés de phénomènes diagénétiques tels que la silicification. Le passage d'une alternance calcaréo-marneuse à des calcaires à silex puis à des calcaires bioclastiques traduit une évolution régressive de la sédimentation par suite d'un exhaussement du fond ou d'une variation négative du niveau de la mer; l'exhaussement est lui-même lié à une subsidence peu importante, ne pouvant compenser le remblaiement sédimentaire.

- la série de Viviers-Saint-Montant (fig. 45 a) :

Cette série permet d'observer l'évolution de la plateforme urgonienne. Plusieurs séquences séparées par des discontinuités sont relevées; ces séquences sont régressives, de type klupfélien (calcaires bioclastiques, calcaires à cnidaires et calcaires à rudistes) et sont peu épaisses. La subsidence était donc faible, et le taux de sédimentation suffisamment important pour entraîner une élévation du fond.

Une première séquence est envisageable à la base de la série, mais elle est fort incomplète.

La deuxième séquence, dont la partie inférieure est inconnue, montre une évolution saccadée à tendance régressive. Les faciès à rudistes sont peu épais, les individus sont peu nombreux et isolés. Ils laissent rapidement place aux faciès adjacents ou

aux calcaires à cnidaires. La disposition rythmique de ces trois termes laisse envisager de faibles oscillations du milieu de sédimentation; l'instabilité du milieu empêche le développement des rudistes. Cette séquence est interrompue par une discontinuité traduisant un approfondissement important du milieu; en effet, au-dessus de la discontinuité se sédimentent des vases à spicules de spongiaires caractéristiques d'un milieu relativement plus profond, situé en avant du domaine de la plateforme.

La troisième séquence (50m) débute donc par des calcaires micritiques à spicules, surmontés par des calcaires bioclastiques circalittoraux. Ces deux termes représentent une faible épaisseur environ 5 mètres, laquelle témoigne d'un remblaiement rapide du milieu. Au-dessus on retrouve une succession élémentaire telle qu'elle a été décrite antérieurement.

La quatrième séquence, dont la base est inconnue est constituée essentiellement de calcaires à cnidaires. Les rudistes ne font qu'une brève apparition, leur faciès est rapidement remplacé par des faciès de type adjacent. Cette séquence se termine par une surface d'arrêt de sédimentation.

La cinquième séquence débute par un niveau bréchiq ue provenant de la destruction des termes sous-jacents. Les calcaires bioclastiques de base traduisent un milieu relativement agité (stratification entrecroisée); cette agitation décroît progressivement mais elle n'est jamais suffisamment faible pour permettre l'installation des rudistes. Un approfondissement du milieu interrompt cette évolution, il y a dépôt d'un niveau marneux.

La sixième séquence est une séquence type; on retrouve la succession fondamentale décrite par J.P. Masse en 1976. Elle renferme des niveaux oolitiques jamais rencontrés jusqu'à lors et les calcaires à rudistes sont présents sous forme de bancs massifs épais, renfermant des grandes formes.

La série de Viviers-Saint-Montant traduit des à-coups dans la subsidence et par conséquent dans la sédimentation. Chaque fois que le déséquilibre entre subsidence et vitesse de sédimentation est effacé, on voit l'installation de la plateforme urgonienne et sa tentative de diversification.

- la série de Viviers-Nord (fig. 45b) :

Elle correspond également à une évolution régressive de la sédimentation. On observe une première installation des rudistes mais un léger changement des conditions de vie (milieu devenant plus agité) interrompt leur développement et entraîne un retour des calcaires à cnidaires. L'évolution se poursuit avec une nouvelle apparition des rudistes qui marque la fin de la sédimentation urgonienne au Bédoulien. Ces calcaires sont recouverts par des alternances marno-calcaires riches en quartz et en glauconie, traduisant la mise en place d'une séquence transgressive marneuse au Bédoulien.

L'analyse séquentielle des séries à faciès urgonien nous permet de constater que :

- la plateforme se met en place à la suite d'un exhaussement du fond, la vitesse du taux de sédimentation étant supérieure à la vitesse de subsidence.
- la série urgonienne apparaît constituée d'un certain nombre de séquences de type régressif qui sont les témoins d'à-coups dans la subsidence. Après plusieurs tentatives au cours du Barémien supérieur, la plateforme carbonatée s'installe enfin, se différencie et atteint son apogée au Bédoulien.

2) Les faciès hémipélagiques.

2-1) Le faciès mixte.

Il affleure essentiellement au Sud-Ouest et à l'Ouest de Viviers et comprend :

a) Les alternances calcaréo-marneuses (pl. VI) :

description et microfaciès : Elles sont constituées d'une succession régulière :

- de bancs calcaires plus ou moins argileux, à débit noduleux. Les bancs apparaissent former d'une suite de "boules", noyaux calcaires entourés d'enveloppes de plus en plus argileuses vers la périphérie, emballées dans une matrice marneuse. L'origine de ce faciès reste problématique; diverses hypothèses sont avancées:

- thixotropie après dépôt du sédiment,
- diagenèse,
- surcharge sédimentaire (J.F. Wobber, 1967),
- compaction différentielle (M. Gottis, 1967),
- météorisation guidée par une fracturation particulière (Cotillon et alii, in L.G. Excursion Ardèche, 1977),
- reptation sur une faible pente (S. Elmi in B. Renaud, 1978).

Ces calcaires sont des biomicrites de type wackestone ou packstone. Les organismes sont des fragments d'échinodermes, des spicules de spongiaires, des foraminifères souvent recristallisés et difficilement déterminables. La fraction insoluble (quartz essentiellement) représente entre 0,2 et 0,7 % du poids de la roche.

- de joints marneux ondulés, déformés, plus ou moins continus par suite des phénomènes de compaction et de bioturbation. Ces marnes ont un aspect grumeleux: le résidu de lavage montre que les débris calcaires sont composés de petits grains micritiques unis par de la microsparite. Une partie de ce résidu est formée de quartz émoussés, luisants, dont la taille varie entre 50 μ et 500 μ .

L'étude des foraminifères, tous benthiques, en particulier à Valgayette a permis de mettre en évidence :

- la présence de formes usées, perforées, ayant subi un certain transport. Il est à noter que le degré d'usure n'est pas identique pour toutes les espèces.

- la présence de formes recristallisées mais en assez bon état de conservation.

Il semble donc qu'il y ait un mélange de faune.

- Les formes les mieux conservées : Neotrocholina infragranulata NOTH, Conorboides glabra FUCHS, Quinqueloculina sp., sont des formes de milieu vaso-sableux, peu profond, appartenant à l'ensemble pré littoral de J.P. Masse (1976) ou à la zone hémipélagique (Cotillon et alii, 1979).

- Les formes usées appartiennent à un milieu sableux, plus interne, caractéristique de la plateforme externe en avant des "récifs" à madréporaires et sont donc apportées. Ce sont : Neotrocholina friburgensis GUILLAUME ET REICHEL, Pseudotextulariella sp., Cuneolina sp., Pfenderina sp.

La région de Valgayette est donc caractérisée par une sédimentation vaso-sableuse en domaine pré littoral, soumise à des apports sableux fins provenant des régions internes. Il en est de même pour toutes les régions où l'on trouve ce type d'alternance calcaréo-marneuse.

A Viviers, la présence de Patellina, Arenobulimina, Valvulineria ainsi que l'abondance des Dorothia et des Miliolidae indique là-aussi un milieu de dépôt appartenant au domaine pré littoral. Par contre, l'existence de formes pélagiques (Hedbergella) et de formes benthiques de milieux vaseux (Falsogaudryinella, Spiroplectinata), peu nombreuses, appartenant au domaine pré littoral externe signifie que le milieu de sédimentation a évolué par suite de la progradation de la plateforme.

analyse minéralogique (fig. 46 et 47) :

Des analyses effectuées au niveau des bancs calcaires ont permis de mettre en évidence une très forte teneur en carbonate de calcium. A Valgayette, le pourcentage de CaCO_3 varie entre 85 et 90 %, par contre dans la série de la gare de Viviers, il n'est que de 60 à 80 %. La région de Viviers est donc soumise à des apports terrigènes plus importants que celle de Valgayette.

D'autre part l'analyse des résidus insolubles montre l'existence d'un certain pourcentage de quartz; il est de 1 à 8 % à Viviers et de 0,1 à 0,8 % à Valgayette, d'où une dilution des apports terrigènes à Valgayette.

Les alternances calcaréo-marneuses de Valgayette se sont donc déposées dans un milieu vaso-sableux davantage protégé des apports terrigènes que celles de Viviers.

analyse d'argiles (fig. 48) :

Des analyses d'argile ont été effectuées dans les niveaux marneux de Viviers et de Valgayette. Dans les deux cas, on remarque que la montmorillonite prédomine; elle constitue 80 à 100 % des minéraux argileux à Viviers et 50 à 70 % à Valgayette. Elle est également toujours associée à l'illite. Cette association est en fait caractéristique de l'ensemble de la plateforme et du bassin (Ferry, 1976).

D'autre part à Valgayette, on note l'existence à la base des alternances, d'un certain pourcentage de kaolinite pouvant aller jusqu'à 20 %; ce dernier varie en sens inverse de celui de la montmorillonite. Selon S. Ferry (1976) la kaolinite est un minéral hérité provenant de l'érosion de certains profils pédologiques continentaux, transporté jusqu'à la mer par des fleuves et dispersé par des courants au pied du talus. Il semble donc que la région de Valgayette ait été soumise au Barrémien inférieur, à des apports terrigènes particuliers, apports qui n'existent plus dans les assises supérieures. L'origine de ces apports est abordée dans le cadre de la répartition des minéraux argileux (p. 134).

b) Les calcaires à silex

description : Ils se présentent sous forme de bancs peu épais (0,40m) séparés par de minces joints marneux d'environ 0,05m irréguliers, déformés par la compaction et le tassement.

La silice de la roche apparait sous deux aspects :

- des zones de silicification nées à la faveur de débris d'organismes.
- des silex noduleux, stratiformes ou tubulaires.

(voir phénomènes de silicification p. 113 et fig. 55.57).

microfaciès : Ces calcaires sont des biomicrites de type packstone ou des biomicrosparites. L'essentiel de la roche est constitué par des pellets, environ 50 à 60 %. Les restes d'organismes sont des foraminifères (Ataxophragmiidae, Textulariidae, Nodosariidae), des débris d'échinodermes, des spicules de spongiaires. La roche renferme également 1 à 2 % de quartz en grains de taille inférieure à 50 μ .

conclusion : Les calcaires à silex sont proches des alternances calcaréo-marneuses décrites précédemment, par la faune qu'ils renferment. Ils correspondent à des fonds sablo-vaseux du domaine pré littoral (Masse, 1976) ou domaine de transition (Cotillon et alii, 1979). Les calcaires à silex constituent, selon P. Bernier (1968), un faciès de transition entre le faciès de plateforme et les faciès vaso-sableux de type hémipélagique (alternances calcaires-marnes). Cette hypothèse semble confirmée par le fait que les calcaires à silex n'apparaissent qu'au Barrémien supérieur, période de mise en place de la plateforme urgonienne.

c) Conclusions : analyse séquentielle.

Le milieu de dépôt du faciès mixte correspond à des fonds vaso-sableux à sablo-vaseux du domaine pré littoral. Les calcaires à silex représentent un terme plus interne de ce domaine que les alternances calcaréo-marneuses et servent de transition entre des faciès vaseux et des faciès bioclastiques de plateforme.

L'analyse séquentielle des coupes de Viviers et de Valgayette permet de voir la mise en place de la plateforme.

- la série de Viviers (fig. 49 a) : présente une évolution régressive de type klupfélien avec de bas en haut :

des alternances vaso-sableuses

des sables vaseux fins

des sables bioclastiques dans lesquels s'installent progressivement les cnidaires.

- la série de Valgayette (fig. 49b) : présente une évolution de la sédimentation analogue à celle de Viviers mais elle est perturbée par de nombreux épandages bioclastiques provenant de la plateforme.

2-2) Le faciès des alternances calcaréo-marneuses (pl. VI)

description : Ces alternances sont très nettes au Barrémien inférieur; bancs et interbancs sont bien individualisés et présentent des épaisseurs homogènes; les bancs font environ 0,30 m de puissance et les niveaux marneux entre 0,10 et 0,20 m. Ces alternances sont légèrement différentes de celles de l'Hauterivien supérieur - la teneur en CaCO_3 des bancs est de 70 % à l'Hauterivien supérieur au lieu de 85 % au Barrémien.

- les bancs hauteriviens sont caractérisés par un débit en boules qui n'existe pas au Barrémien.

Au sommet du Barrémien inférieur, l'amplitude de l'alternance augmente : les ensembles calcaires sont constitués de bancs à débit en plaquettes, séparés par de minces joints marneux; ces ensembles font entre 1 et 2 mètres d'épaisseur et sont intercalés dans des marnes ou des marno-calcaires ayant 2 ou 3 mètres de puissance. Ce type de stratonomie est caractéristique des faciès hémipélagiques.

Ces caractères peuvent être observés dans la série stratigraphique relevée à Saint-Thomé. Par contre au Devès de Giraud et dans le ravin de la Traverse, l'alternance est moins marquée; il s'agit davantage d'une succession de bancs calcaires et de marno-calcaires (marnes très riches en calcaire). Cette différence peut être en partie expliquée par une plus forte teneur en carbonate de calcium au Devès et à la Traverse (95 % au lieu de 85 % à Saint-Thomé).

Au Barrémien supérieur, l'alternance est formée de calcaires micritiques et de marno-calcaires avec une dominance très nette de la phase carbonatée par rapport au Barrémien inférieur.

microfaciès :

- Les bancs sont constitués d'une biomicrite de type wackestone silteuse, parfois argileuse. Les organismes présents dans la roche sont soit entiers, essentiellement des foraminifères parmi lesquels dominent des Nodosariidae (Lenticulina) des Ataxophragmiidae, des Miliolidae soit sous forme de fragments, tests de lamellibranches, plaques d'échinodermes, spicules de spongiaires. On note également la présence de grains de quartz de petite taille, 50 μ , en faible quantité (1 %). Très peu abondants à la base du Barrémien, ces quartz deviennent plus nombreux à partir du sommet du Barrémien inférieur.

- Les couches marneuses, quant à elles, fournissent une microfaune abondante, assez bien conservée, constituée en majorité de foraminifères. Parmi ceux-ci dominent des formes benthiques à test agglutinant : Ataxophragmiidae (Dorothia, Falsogaudryinella, Spiroplectinata, Tritaxia) Lituolidae (Haplophragmoides, Ammobaculites, Triplasia) des formes benthiques à test calcaire ; Nodosariidae (Lenticulina, Vaginulina) Osangulariidae (Conorotalites) Spirillinidae (Spirillina), des formes planctoniques Rotaliporidae (Hedbergella, Clavihedbergella) et des radiolaires. Cette faune est caractéristique de milieux vaseux relativement profonds à la limite du domaine pélagique. À leurs côtés existent des genres comme Patellina, Neotrocholina qui proviennent de milieux plus internes constitués de sables calcaires fins appartenant au domaine pré littoral.

Parmi les autres organismes observés dans les marnes on trouve des débris de lamellibranches, des plaques d'échinodermes, des bryozoaires, quelques spicules de spongiaires. L'abondance de ces organismes est caractéristique de milieux sableux fins appartenant au domaine pré littoral ou zone hémipélagique.

D'autre part le résidu de lavage des marnes montre la présence de débris calcaires, petits grains anguleux de micrite unis par un ciment microsparitique, de pyrite en cristaux d'assez grande taille (200 à 500 μ) et de quartz abondants surtout à partir

du sommet du Barrémien inférieur.

Le milieu de dépôt de ces marnes est donc un milieu vaseux sableux situé en domaine pré-littoral externe, à la limite du bassin; il est relativement éloigné du continent mais est cependant soumis à des apports terrigènes venant de ce dernier.

analyse minéralogique (fig. 50) : Le dosage de la teneur en carbonate de calcium n'apporte que peu de renseignements. Ce pourcentage en CaCO_3 est toujours très élevé (80 à 95 %) et ne varie que fort peu tout au long de la série stratigraphique. En aucun cas une variation du taux de la phase thalassogène ne peut être corrélée à un changement de faciès.

La seule remarque que l'on puisse faire est que les alternances calcaréo-marneuses de Saint-Thomé sont plus riches en argile (20 %) que celles du Devès de Giraud (10 %); il y a donc plus d'apports terrigènes sur Saint-Thomé que dans la région du Devès. Les interbancs marneux sont eux-mêmes très calcaires et contiennent entre 60 et 70 % de CaCO_3 .

analyse des argiles (fig. 51) : L'étude des argiles s'est faite essentiellement au niveau des séries alternantes du Barrémien inférieur; les interbancs marneux sont relativement nombreux et assez argileux tandis qu'au Barrémien supérieur les joints sont peu épais, souvent assez calcaires et irrégulièrement répartis au long de la série; ils sont même inexistantes dans certains faciès. Aucune analyse d'argiles n'a été faite dans les bancs calcaires compte-tenu des problèmes de décarbonatation et de la faible quantité d'argiles renfermée dans ces bancs.

Au Barrémien inférieur on constate que :

- à Saint-Thomé les argiles sont caractérisées par l'association illite-kaolinite avec une nette dominance de la kaolinite (50 %).
- au Devès c'est la montmorillonite qui domine (50 à 60 %). Elle s'accompagne d'illite (20 %) et de kaolinite (10 %) ainsi que d'un interstratifié illite-montmorillonite.

Il semble que, lorsque la teneur en montmorillonite augmente, celle de l'illite et de la kaolinite décroissent. Inversement si

les teneurs en kaolinite et en illite sont importantes, la montmorillonite voit sa teneur diminuer jusqu'à ne subsister que sous forme d'interstratifié illite-montmorillonite. Il y a donc un certain antagonisme entre l'association illite-kaolinite et l'association montmorillonite-illite (où domine la montmorillonite). Selon S. Ferry (1976), l'association montmorillonite-illite est caractéristique du domaine de la plateforme et du bassin, alors que l'illite et la kaolinite sont des minéraux hérités du continent.

La région de Saint-Thomé est donc située sur le passage d'une association argileuse à illite-kaolinite qui se mélange peu à peu à la montmorillonite de la plateforme. Cette répartition des argiles se superpose à une évolution du faciès qui devient plus argileux à Saint-Thomé que dans les régions environnantes.

Au Barrémien supérieur la montmorillonite domine (80 %); elle est toujours accompagnée de kaolinite. On peut donc penser qu'il y a une certaine pérennité des apports continentaux observés au Barrémien inférieur. L'origine de ces apports est précisée au cours de l'étude de la répartition des minéraux argileux dans l'ensemble de la région étudiée (p. 134).

conclusion : Ces alternances de marnes et de calcaires se déposent dans un milieu vaso-sableux fin, peu profond, ouvert, situé à la limite externe de la zone hémipélagique. De plus il est soumis à des apports terrigènes plus ou moins abondants mais continus.

cas particulier des niveaux glauconieux du sommet de l'Haute-rivien : Ces niveaux sont représentés par des bancs calcaires argileux, à surface durcie bosselée, perforée, mettant en évidence un arrêt de sédimentation et une lithification précoce. Les bancs sont séparés par des marnes noires, peu épaisses.

Les calcaires sont des micrites argileuses renfermant quelques foraminifères, des fragments d'échinodermes et des spicules de spongiaires; elles contiennent également des grains de quartz (2 %) et de la pyrite. D'autre part ces bancs sont très riches

en glauconie; ce minéral est authigène c'est-à-dire qu'il se présente sous forme de grains mamelonnés de taille supérieure à la taille moyenne des grains composant le sédiment; il indique un milieu plus ou moins confiné, accompagné d'un ralentissement de la sédimentation. La glauconitisation n'affecte que le ciment les bioclastes sont indemnes (pl. VI).

Du point de vue de la faune l'existence de foraminifères du genre Placopsilina caractérise des fonds durcis du talus externe de la plateforme (Arnaud-Vanneau, 1979). D'autres formes telles que Haplophragmium, Textularia, Spiroplectamina, Belorussiella, appartiennent à des milieux de sables fins situés en domaine pré littoral interne. La présence de ces formes traduit donc l'existence d'apports sableux dans un milieu vaseux. Les niveaux glauconieux correspondent donc à des fonds durcis situés en milieu vaso-sableux.

2-3) Les calcaires à spicules (pl. VI) :

description : Ils se présentent en bancs d'environ 0,50 m séparés par de minces joints marneux, riches en calcaire, faisant 0,05 m; la stratification est plane ou parfois entrecroisée. Ces calcaires sont localisés au Nord de l'Escoutay et sont connus jusqu'à Cruas.

microfaciès : Le ciment est une micrite plus ou moins recristallisée (peu recristallisée à Saint-Alban, elle l'est davantage à Cruas) au sein de laquelle on distingue presque uniquement des spicules de spongiaires et quelques débris de foraminifères benthiques indéterminables.

Les spicules sont de deux types :

- des spicules allongés monoaxones,
- des spicules sphériques ou réniformes.

Ils peuvent être rapportés à des éponges siliceuses : les démas sponges (détermination C. Gaillard).

Des restes d'éponges siliceuses s'observent principalement dans

l'ensemble pré littoral et très localement dans les sédiments vaseux marginolittoraux (Masse, 1976).

La roche renferme également 3 à 5 % de quartz.

remarque : Certains niveaux présentent des zones de silicification voire des silex. Dans ce cas, on constate que le microfaciès est nettement moins riche en spicules de spongiaires. Les taches silicifiées présentent souvent un aspect zoné et les silex sont noduleux ou en bancs plus ou moins continus.

analyse minéralogique (fig. 52) : Il s'agit ici d'analyses de roche qui m'ont été communiquées par les Ciments Français et les Ciments Lafarge.

La teneur en carbonate de calcium est toujours assez élevée (80 %) mais elle est moins importante que dans les faciès décrits précédemment. Cette diminution de la teneur en CaCO_3 se fait au profit de la silice qui représente 20 % de la roche. La silice analysée correspond à la silice totale de la roche soit : quartz, spicules s'ils ne sont pas recristallisés, débris silicifiés, silice des argiles, silice diffuse).

La fraction argileuse est, quant à elle, peu abondante.

analyse d'argiles (fig. 53) : Les analyses d'argiles ont été faites dans les bancs calcaires situés à la base de la série levée dans les carrières des Ciments Français à Cruas. On observe une légère dominance de la montmorillonite (40 %); ce pourcentage varie en sens inverse de celui de la kaolinite; la montmorillonite varie de 20 à 45% tandis que la kaolinite va de 20 à 5%. La teneur en illite reste stable, environ 20 %.

La région de Cruas est donc elle aussi soumise à des influences continentales qui viennent se mélanger à l'association montmorillonite-illite de la plateforme (voir p. 134). Ces apports sont moins importants qu'à Saint-Thomé, il y a dilution du matériel apporté dans le milieu environnant.

Une seule analyse a pu être effectuée dans les assises terminales du Barrémien supérieur, les bancs étant trop pauvres en argiles. Elle a donné 100 % de montmorillonite. On peut donc envisager

un changement des conditions de sédimentation entraînant une suppression des apports terrigènes dans la région de Cruas (voir répartition des minéraux argileux p.134).

conclusion : Les calcaires à spicules représentent l'équivalent latéral des alternances calcaréo-marneuses étudiées précédemment. Ils en diffèrent par une plus grande importance de la phase carbonatée (les joints marneux sont peu épais et très calcaires) et par une plus grande richesse en spicules de spongiaires. Ils correspondent à des fonds vaseux situés à la limite externe du domaine pré littoral qui peuvent recevoir des apports terrigènes.

3) Conclusions

L'étude sédimentologique de la région comprise entre Viviers et Cruas permet de mettre en évidence :

- la naissance d'une plateforme carbonatée dans la région méridionale, à la suite d'un exhaussement du milieu de dépôt; cet exhaussement est lié au taux de sédimentation qui comble puis annule la subsidence. La plateforme ne possède jamais de véritables constructions (biohermes ou récifs). Il semble que les conditions de milieu de vie n'aient jamais été favorables à un fort développement des rudistes ou des madréporaires : eaux trop agitées, trop froides. Rudistes et madréporaires se limitent à quelques bancs, quelques passées lenticulaires.

Les faciès à madréporaires ne sont, en aucun cas, caractéristiques du bord de la plateforme ou de la partie sommitale d'un haut-fond, milieux très agités. Ces faciès correspondent à des milieux plus calmes, protégés de la houle et des courants; ils passent latéralement vers l'intérieur de la plateforme aux sables vaseux à rudistes.

A l'intérieur de la plateforme, l'énergie diminue progressivement il y a donc possibilité d'échanges entre domaine interne et

à rudistes et domaine externe à madréporaires, d'où des intrications de faciès par action de phénomène à haute énergie (tempête). Vers l'extérieur les calcaires à madréporaires passent à des sables bioclastiques parfois oolitiques; c'est au niveau de ces derniers que l'énergie est en fait maximale; ils sont situés au sommet du talus externe de la plateforme. Compte-tenu des conditions hydrodynamiques, ces calcaires sont localisés au niveau d'une rupture de pente, mais celle-ci reste hypothétique. Cette morphologie permet d'expliquer l'existence d'épandages bioclastiques dans les milieux plus profonds.

- Le passage latéral de cette plateforme à des faciès relativement plus profonds appartenant au domaine pré littoral. Ces faciès situés au Nord et au Nord-Ouest sont représentés par :

- des calcaires à silex, faciès de transition entre les calcaires bioclastiques de la plateforme et les termes qui suivent,
- des alternances de calcaires à débit en boules et de marnes sableuses,
- des alternances calcaréo-marneuses régulières,
- des calcaires à spicules.

Dans ce domaine la subsidence est plus importante que du côté de la plateforme et elle demeure toujours supérieure au taux de sédimentation.

Cette variation latérale peut être représentée schématiquement : fig. 54 .

On constate que par rapport au schéma de la plateforme urgonienne ardéchoise établie par P. Cotillon et alii en 1979, il existe quelques petites différences :

- les madréporaires ne sont pas situés au sommet de la plateforme externe mais en arrière dans une zone plus calme.
- les calcaires bioclastiques constituent l'essentiel de la plateforme externe.
- les calcaires oolitiques blancs sont peu abondants.
- certains faciès de transition (calcarénites rousses, calcaires oolitiques roux) sont inexistantes.

- des alternances calcaréo-marneuses régulières à ammonites et foraminifères planctoniques peuvent exister à la limite externe de la zone hémipélagique.

Ces variations peuvent être liées au fait que la région de Viviers représente les bordures Nord et Est de la plateforme urgonienne ardéchoise, bordures sur lesquelles la sédimentation carbonatée est moins complexe que dans une région de haut-fond comme à Saint-Remèze. D'autre part le passage au domaine pré-littoral se fait par une rupture de pente, relativement faible aux niveaux des calcaires bioclastiques. Le domaine pré-littoral est très étendu et descend en pente douce vers le Nord-Est.

III PHENOMENES DIAGENETIQUES.

1) La silicification. (fig. 55, 56 et 57)

Selon J.P. Masse (1976) les phénomènes de silicification correspondent à des processus diagénétiques complexes et la localisation des silex semble étroitement liée à la présence de spicules de silicisponges.

Pour ma part, j'ai pu remarquer que :

- les calcaires à silex connus à Valgayette, Viviers-gare présentent un certain nombre de spicules de spongiaires toujours recristallisés,
- les calcaires à spicules du Teil et de Cruas sont toujours riches en spicules, mais les niveaux silicifiés montrent un pourcentage de ceux-ci nettement inférieurs à la moyenne.

Ces observations sont en accord avec celles de J.P. Masse (1976) :

- la formation des silex est liée à une désilicification des spicules qui est elle-même issue de l'enfouissement de fonds bioconcrétionnés à spongiaires dans des vases; cet envasement est la conséquence d'une augmentation de la profondeur et d'une diminution de l'agitation.
- les silex sont toujours localisés dans des calcaires dont la teneur en argile est faible, inférieure ou égale à 5 %, ce qui favorise la circulation des solutions siliceuses.

La silicification apparaît sous forme

- de taches présentant un aspect zoné, témoin d'un accroissement concentrique (fig. 55); ce dernier est issu d'une diffusion périodique à travers le calcaire, de la solution siliceuse (Bernier, 1968)
- d'organismes silicifiés : la silice se présente en gros cristaux par suite du remplacement de la calcite.
- de silex aux formes variées :

+ silex noduleux ayant soit un aspect uniforme, de teinte grise ou marron, soit un aspect zoné : gris beige à l'intérieur,

roux à l'extérieur, entre ces deux parties une zone rosée ou rouge, calcaire (fig.56).

+ silex stratiformes se présentant en bancs peu épais, dans des niveaux laminés situés entre des niveaux plus massifs (fig.57).

+ silex tubulaires lorsque le calcaire est plus argileux.

Selon M. Rio (1978), les silex sont liés à la présence d'anciennes zones bioturbées. La précipitation de la silice est favorisée par des sécrétions organiques.

2) La micritisation.

L'étude des microfaciès m'a permis de constater que les phénomènes de micritisation étaient très développés particulièrement dans les faciès bioclastiques. Un grand nombre de restes d'organismes subissent des transformations de leur structure interne pouvant aller jusqu'à la destruction de cette dernière. Ces restes d'organismes sont des foraminifères, des débris de tests de lamellibranches... D'autres éléments de la roche peuvent également être affectés (intraclastes, oolites).

La micritisation présente deux stades :

- apparition d'une frange périphérique externe qui peut envahir l'élément plus ou moins profondément.
- transformation totale de l'élément.

Le phénomène de micritisation peut apparaître sous différents aspects :

- une enveloppe micritique, seul témoin de la forme initiale de l'objet micritisé.
- un organisme recristallisé entouré d'une frange micritique; dans ce cas la micritisation est incomplète et il y a eu recristallisation de la structure interne de l'organisme (pl.IV, fig.3).
- un liseré micritique enveloppant un élément, le tout entouré d'une frange sparitique; cette disposition implique que la micritisation s'est faite après dépôt du sédiment mais avant toute cimentation précoce responsable de la frange sparitique.

De nombreux travaux ont été effectués pour connaître l'origine de ce phénomène de micritisation.

Depuis 1889, E. Bornet et C. Flahant pensent que ce sont des algues perforantes qui donnent naissance à la micritisation des constituants de la roche.

En 1927, G. Nadson précise le rôle de ces algues.

En 1969, T. Alexandersson admet deux étapes dans la lithification des sédiments atteints par ce phénomène :

- une élimination progressive de la trame organique des constituants bioclastiques par action d'organismes perforants,
- une précipitation de calcite magnésienne dans les perforations directement à partir de l'eau de mer.

Ceci se fait dans des eaux chaudes.

En 1974, le même auteur résume les mécanismes de cimentation dans les perforations, cimentation dont la cause réside dans les processus biologiques propres aux algues perforantes. Ces mécanismes sont :

- des précipitations physico-chimiques en période de sursaturation des eaux,
- des précipitations provenant d'organismes perforants,
- des précipitations microbiennes.
- des précipitations dues à des organismes fouissant le squelette algaire.

T. Alexandersson (1974) constate que la nature des phénomènes de micritisation est plus intense dans le domaine interne de la plateforme que dans le domaine externe. Un isolement relatif et un milieu calme favorisent la sursaturation et l'immobilité des grains. Les phénomènes de micritisation les plus intenses observés ici sont situés dans les faciès à rudistes (milieu peu agité du domaine interne de la plateforme).

IV LES PERTURBATIONS SYNSEDIMENTAIRES.

L'analyse stratigraphique des terrains d'âge Barrémien Bédoulien permet de constater qu'il existe au sein des séries hémipélagiques, des perturbations synsédimentaires.

Ces perturbations sont :

- des intercalations bioclastiques provenant d'épandages sableux par des courants, à partir de la plateforme urgonienne.
- des phénomènes de chenalisation, liés au passage d'apports continentaux.
- des glissements nés de l'irrégularité des fonds.

1) Les intercalations bioclastiques.

L'existence de faciès bioclastiques intercalés dans des séries hémipélagiques est reconnue depuis peu de temps.

En 1965, J. Maillard, après étude du couloir rhodanien, établit une carte de répartition des faciès ardéchois, localise les calcaires bioclastiques et émet l'hypothèse qu'ils peuvent s'épandre, au Barrémien inférieur, dans des zones plus profondes que la plateforme urgonienne; ces épandages seraient issus d'un haut-fond centré sur la région de Saint-Remèze.

En 1967, J. Sornay signale l'existence d'intercalations bioclastiques dans des séries alternantes situées au Sud-Ouest de Viviers.

En 1979, S. Ferry, après une étude des épandages bioclastiques en eau profonde, connus dans le bassin vocontien, propose un schéma de modalités de transport de ce sable. Il s'agit d'un transport chenalisé dans les vases "grossières" de la plateforme externe par des courants clairs descendants.

a) mode de gisement

Les intercalations bioclastiques peuvent apparaitre sous plusieurs aspects :



- des bancs peu épais, faisant entre 0,50 et 1 mètre, au sein d'une alternance calcaréo-marneuse ou d'une série marneuse.
- des ensembles de bancs faisant 2 à 5 mètres dans lesquels il est parfois possible de distinguer des passées plus fines, micritiques.
- des lits millimétriques dans les interbancs marneux d'une alternance.
- des barres massives à stratification entrecroisée, où l'épaisseur des bancs varie de 0,50 à 2 mètres. La taille des grains montre elle aussi d'importantes variations, entre 50 μ et 500 μ , mais il n'y a pas de granoclassement. Ces barres peuvent raviner les terrains sous-jacents : à Valgayette, par exemple on observe un biseautage brutal des bancs sur lesquels repose la masse bioclastique. Ces barres massives possèdent avec l'encaissant des limites très nettes, elles constituent des corps lenticulaires qui s'étendent latéralement sur plusieurs dizaines de mètres (fig. 58). A Valgayette elles forment une importante falaise qui s'interrompt latéralement pour passer à des zones au relief plus mou.

Les trois premières formes de gisement sont observées dans tout le Barrémien et dans l'ensemble des faciès hémipélagiques. Par contre les formations bioclastiques massives sont caractéristiques du Barrémien supérieur et sont localisées dans des régions proches de la plateforme urgonienne. Ces épandages bioclastiques s'intercalent dans des séries présentant des faciès variés, mais traduisant toujours des milieux de sédimentation plus profonds que celui de la plateforme urgonienne :

- alternance de calcaires à débit en boules et de marnes appartenant au faciès mixte.
- alternance régulière calcaréo-marneuse.
- calcaires à spicules de spongiaires.

b) description

Les intercalations bioclastiques sont constituées d'un calcaire assez grossier, blanc-jaunâtre, parfois rous ou "lie-de-vin". Lorsque le grain de la roche est plus fin, micritique, on note l'existence de bioturbations et de silex noduleux ou stratiformes.

Les calcaires correspondent à

- des biomicrites de type packstone souvent fortement recristallisées.

- des biosparites.

Ils sont assez mal triés mais ne présentent aucun granoclassement; par contre on constate une disposition préférentielle des éléments constitutants : certains niveaux apparaissent essentiellement formés de pellets, d'autres de microorganismes (fig. 59).

Les éléments qui constituent la roche sont :

- des pellets,

- des foraminifères benthiques parmi lesquels on distingue :

. des espèces caractéristiques de milieu de plateforme urgonienne (domaine externe) : Neotrocholina, Pfenderina, ...

. des espèces de domaine pré littoral : Quinqueloculina, Haplophragmoides, Conorboides, ...

- des débris de lamellibranches, d'échinodermes, quelques fragments d'algues dasycladales.

Certains éléments sont rares ou absents tels que les oolites, les madréporaires et les rudistes.

La fraction terrigène (1) est parfois assez importante (2 à 3 %) mais surtout elle varie d'un banc à l'autre, allant jusqu'à être nulle.

D'autre part, on constate que plus on s'éloigne des sources d'apport, plus le faciès des calcaires bioclastiques s'affine; il correspond alors à une microsparite à nombreux débris d'organismes recristallisés, indéterminables.

(1) quartz essentiellement

c) interprétation

Une observation détaillée de ces intercalations bioclastiques permet de mettre en évidence leurs caractéristiques et de comprendre ainsi les phénomènes de leur mise en place.

Ces intercalations ont toujours avec l'encaissant des limites nettes, ceci quelque soit le mode de gisement (banc ou barre massive); il n'y a jamais passage progressif comme au sein d'une alternance calcaréo-marneuse. On peut parler d'une certaine "indépendance" des faciès bioclastiques par rapport au milieu dans lequel ils se sédimentent.

Plusieurs arguments permettent de dire que ces calcaires bioclastiques résultent d'un transport par des courants marins ayant parfois une forte action érosive :

- l'étude de la microfaune renfermée dans les intercalations bioclastiques et les niveaux marneux des séries qu'elles affectent montre :

. d'une part dans les calcaires bioclastiques, un mélange de formes issues de milieux variés (depuis le domaine externe de la plateforme urgonienne jusqu'au domaine externe du domaine pré littoral).

. d'autre part au sein de la série stratigraphique, une succession de formes benthiques de milieu vaso-sableux, relativement profond, associées à des espèces planctoniques et d'espèces benthiques de milieu sableux d'avant-récif. Cette succession se fait sans qu'il y ait de phase de transition.

Si on envisage une sédimentation continue, cet enchaînement de foraminifères conduit à concevoir des phénomènes périodiques d'oscillations du niveau de la mer, ce qui est difficile à admettre. Il est donc préférable d'envisager des apports périodiques de sables bioclastiques empruntés à des milieux divers de la plateforme et de son rebord externe.

- l'existence de barres bioclastiques lenticulaires, véritables chenaux, atteste un transport par courant clair, véhiculant le sable par traction sur le fond.

- la présence de structures sédimentaires telles que :

- . figures de courant à la semelle des bancs dues à l'affouillement au voisinage d'une irrégularité du substratum ou à l'impact, le trainage sur le fond d'un objet (fig. 58),

- . lamination oblique correspondant à des rides de courant de petite taille au sommet des bancs,

- . stratification entrecroisée,

confirment un transport par courant.

d) conclusion

Les intercalations bioclastiques proviennent donc d'épandages issus de milieu peu profond (domaine externe de la plateforme urgonienne) qui se mettent en place dans le domaine pré-littoral grâce à des courants d'eau claire, tractant le sable calcaire sur le fond.

Ces épandages sont abondants au cours du Barrémien supérieur mais sont relativement localisés. Ils peuvent, dans certains cas, comme à Valgayette, constituer de véritables chenaux.

2) Les phénomènes de chenalisation

Ces phénomènes affectent essentiellement les séries à faciès hémipélagique. Outre les chenaux à remplissage bioclastique, tel que celui de Valgayette étudié précédemment, il existe des chenaux où ce sont des vases de décantation qui comblent les structures d'érosion.

L'exemple le plus caractéristique de ce type de chenalisation est celui que l'on peut voir à Saint-Thomé dans le méandre de la rivière Escoutay, 1 km en amont du village (voir série stratigraphique p. 50 et fig. 20).

Ce chenal fait environ 150 mètres de large sur 25 mètres de profondeur. Une analyse détaillée permet de dénombrer un certain nombre de phases dans l'installation de celui-ci (fig. 60) :

- les assises supérieures de l'alternance calcaréo-marneuse sous-jacente présentent un léger amincissement des couches au droit de l'axe du chenal, ce qui indique une baisse du taux de sédimentation laquelle peut être attribuée à une direction préférentielle de courant.
- les derniers bancs sont biseautés, il y a donc érosion d'une partie de la série par des courants et création d'un chenal d'axe 1.
- le chenal commence à se combler par suite d'une reprise de la sédimentation sous forme de vases décantées. Les sédiments présentent un caractère marneux dominant. Les couches ont une stratification "en cuillère" qui épouse à peu près la forme du chenal.
- ces derniers dépôts sont à leur tour légèrement érodés par un chenal qui recoupe les couches précédentes et dont l'axe est décalé vers le Sud, phénomène qui peut s'expliquer par des "divagations" du courant. Il est à noter que ce décalage est peu important (fig. 60).
- un nouveau comblement "en cuillère" fait suite. L'épaisseur des bancs varie de 0,50 mètre sur les bords à 2 mètres dans l'axe du chenal où le taux de sédimentation est plus important.

Le matériel qui constitue le remplissage du chenal est un calcaire micritique gris ou beige, à petits foraminifères, spicules ..., identiques à celui des alternances calcaréo-marneuses sous-jacentes. Au-dessus affleure un niveau de calcaires bioclastiques à grain fin.

La mise en place du chenal s'est faite au Barrémien supérieur :

- les calcaires micritiques situés au-dessus du chenal ont livré :

Dissimilites dissimilis

Emericiceras dollei SARKAR

appartenant au Barrémien supérieur (détermination R. Busnardo).

- les niveaux sous-jacents au chenal représentent les assises supérieures du Barrémien inférieur (vire à clavihedbergelles et zone à Heinzia).

Aucune mesure de direction n'a pu être effectuée au sein du chenal, compte-tenu de sa position en milieu de falaise et de l'absence de tout affleurement avoisinant. Cependant il semble que la direction de l'axe du chenal Ouest-Est.

D'autre part une analyse de la phase argileuse de la série de Saint-Thomé permet de constater l'existence d'une forte teneur en kaolinite et en illite, association caractéristique d'apports terrigènes continentaux. La position occidentale d'un continent (massif central hercynien) capable de fournir ce type de matériel est un argument favorable à l'hypothèse émise quant au sens d'écoulement dans l'axe du chenal (vers l'Est).

D'autres phénomènes de chenalisation ont été également repérés plus au Nord dans les calcaires à spicules des environs de Cruas. Dans les carrières des Ciments Français, il est possible d'observer des remplissages de chenaux faisant en moyenne 40 à 50 mètres de large, pour une épaisseur d'une dizaine de mètres. Les couches ont une stratification "en cuillère"; l'épaisseur de ces couches est multipliée par 4 ou 5 au centre du chenal. Elles sont constituées de calcaires micritiques à spicules identiques à ceux de l'ensemble de la série. La direction de ces paléochenaux est Nord 70° (mesures effectuées par les cimenteries).

3) Les coulées boueuses et les glissements

Ni coulée boueuse ni glissement n'ont jamais été signalés en Ardèche. Pour ma part, j'ai pu en observer un exemple à la

faveur de l'exploitation effectuée par les Cimenteries Lafarge, à Cruas.

Cette perturbation est très locale. Elle s'étend sur 500 mètres, à la base de la carrière des Dignes (fig. 36) et son épaisseur est de l'ordre de 2 à 3 mètres. L'aspect de cette perturbation est relativement complexe, cependant il est possible de distinguer deux parties :

- au Nord, dans la carrière de la Bouillerie (premier front de taille) et le long du chemin d'accès au deuxième front de cette carrière, on remarque au-dessus d'une alternance régulière de calcaires gris foncé et de marnes noires (fig. 61 et 62) :

. une coulée boueuse constituée d'une matrice marneuse noire plus ou moins riche en bioclastes, renfermant des éléments calcaires dont la taille varie du gravier au bloc ainsi que des fragments de couches déformées. Les éléments de la coulée sont formés de calcaires micritiques gris-beige, riches en spicules de spongiaires, identiques à ceux qui constituent le reste de la série stratigraphique de Cruas. Ces éléments sont souvent arrondis, leur surface montre des stries de frottement et est parsemée de petits graviers (fig. 63). Ceci indique que les sédiments glissés n'étaient pas encore lithifiés, lors de la déformation.

. un niveau bioclastique discontinu, surmontant la coulée. Cette couche, lorsqu'elle existe est peu épaisse, 1 à 2 mètres au maximum. La limite entre cette calcarénite et les marnes de la coulée sous-jacente est irrégulière; la base de la calcarénite renferme de nombreux galets de calcaires micritiques (fig. 64). La taille des grains est relativement importante, environ 500 μ , mais elle s'affine vers le haut; de plus on observe un léger enrichissement en argile et une lamination, à la partie supérieure du banc. Il existe donc au sein de cette calcarénite un granoclassement qui n'est pas sans rappeler les membres A et B de la séquence de Bouma (1962). Ce niveau bioclastique est donc une turbidite associée à la coulée boueuse. S. Ferry, en 1976, avait déjà observé ce phénomène dans les coulées boueuses du domaine vocontien (p. 84).

- au Sud : au pied de la carrière des Dignes, existe sur environ 160 mètres de long, des masses calcaires (fig. 65), ayant un aspect "froissé" dans lesquelles on distingue parfois une vague stratification plane ou oblique. La base de ces masses n'est pas visible; par contre leur limite supérieure est nette et irrégulière. Ces "mégablocs" atteignent environ 50 mètres de long pour une épaisseur visible de 15 mètres.

Latéralement, on observe une masse constituée de bancs faisant au minimum 1 mètre d'épaisseur, inclinés à 45°. La surface de ces bancs montre d'importantes stries de glissement.

Ces masses sont formées d'un calcaire micritique gris, jaunâtre, par altération, riche en spicules de spongiaires. Certaines d'entre elles renferment des blocs de calcarénite blanche, légèrement rosée, à grain grossier; les contours de ces blocs sont arrondis. Cette calcarénite correspond à la turbidite décrite précédemment, laquelle a été érodée et remaniée par le glissement.

Le glissement décrit dans la partie méridionale de la carrière est directement lié à la coulée boueuse située plus au Nord; cette dernière n'est jamais qu'une exagération du glissement par fragmentation des bancs et acquisition progressive d'une matrice boueuse.

Les sédiments sus-jacents ont épousé la limite irrégulière du glissement. Les parties basses situées entre les "mégablocs" présentent une structure en "chenaux" comblés progressivement par la sédimentation. Les couches sont amincies sur le bord de ces "chenaux" et ont leur épaisseur multipliée par 2 ou 3 au centre. Ce remplissage est lui aussi formé de calcaires micritiques à spicules. L'épaisseur du remplissage est d'environ 7 mètres, au-dessus les couches ont une stratification plane, commune à l'ensemble de la série.

Le glissement et la coulée boueuse qui lui est associée sont datés du Barrémien supérieur par la présence d'ammonites du Barrémien supérieur (Costodiscus recticostatus d'ORB. et Barremites strettostoma UHLIG) dans la coulée boueuse elle-même

et de formes encore barrémiennes (Emericiceras sp. de grande taille et Nautilus neocomiensis) dans les calcaires sus-jacents.

Cet ensemble glissé repose directement sur les alternances calcaréo-marneuses de l'Hauterivien (présence de Pseudothurmannia dans des calcaires glauconieux). Le Barrémien est donc totalement absent ainsi que, sans doute, une partie du Barrémien supérieur; l'ensemble a probablement été entraîné par la coulée.

Par ailleurs, je pense avoir retrouvé la turbidite associée au glissement précédent, à 4,5 km au Sud-Est des carrières, sur le chemin qui part du château du Chevalier (commune de Saint-Vincent-de-Barrès) en direction de la colline de Bondeau. A cet endroit, je n'ai pu observer le glissement soit qu'il n'affleure pas, soit qu'il n'existe pas, le ravinement pouvant être moins intense.

Une étude microscopique de cette turbidite permet de mettre en évidence sa composition, son granoclassement (pl. VII) :

- la partie basale est une biosparite mal triée, renfermant des pellets et des foraminifères benthiques tels que petits agglutinants, orbitolinidés, ... Ont été reconnus : Orbitolinopsis sp. et Palorbitolina (P.) lenticularis s. sp. ext. (détermination A. Arnaud-Vanneau) qui donnent comme âge présumé Barrémien supérieur à Bédoulien. On trouve en outre, des débris de lamellibranches, des échinodermes, d'algues et de nombreux organismes recristallisés, indéterminables. Ce niveau renferme également des galets micritiques à débris d'organismes et petits foraminifères.

- la partie médiane est une biosparite à grain plus grossier que précédemment (2 à 3 fois plus gros). Elle renferme les mêmes éléments que la partie sous-jacente : lamellibranches, échinodermes, orbitolines ... lesquels présentent d'importants phénomènes de micritisation et de recristallisation.

Ces deux parties sont riches en glauconie.

- la partie supérieure est une biosparite dont la taille des grains est intermédiaire entre celles des deux niveaux précédents. Elle contient de gros débris de lamellibranches et quelques galets plus petits que ceux de la base (10 fois plus petits environ). Les gros débris et les galets micritiques sont entourés d'une auréole de calcite palissadique. On note également la présence d'oxydes de fer.

Cette turbidite repose sur des terrains d'âge Barrémien inférieur basal, daté par ammonites : Spitidiscus hugii OOSTER caractéristique de la deuxième zone du Barrémien inférieur, Barremites difficilis d'ORB., Barremites sp., Emericiceras sp., Nicklesia sp., Puezalpella sp. Contrairement à ce qui a été observé à Cruas, le Barrémien inférieur n'est pas complètement érodé ici.

Les phénomènes de glissement sont localisés aux faciès vaseux riches en spicules lesquels appartiennent au domaine pré littoral externe. Leur présence peut être liée à des jeux de failles synsédimentaires (voir rôle des failles p. 132) ou à des phénomènes de subsidence entraînant l'irrégularité du fond le déséquilibre de certaines couches et donc leur glissement vers des zones basses.

4) Conclusion

L'ensemble des perturbations synsédimentaires affecte uniquement les faciès du domaine pré littoral. Leur action peut avoir une portée plus ou moins grande allant de l'érosion de quelques bancs à la disparition complète du Barrémien inférieur.

Ces perturbations apparaissent au sommet du Barrémien inférieur ou au cours du Barrémien supérieur; elles sont contemporaines de la mise en place d'une plateforme carbonatée dans des régions voisines, moins profondes.

Les intercalations bioclastiques sont directement liées à l'installation de hauts-fonds bioclastiques, annonciateurs de la plateforme urgonienne qui atteint son maximum au cours du Barrémien supérieur-Bédoulien; à cette période, ce sont les calcaires à rudistes qui dominent, les fonds bioclastiques, générateurs d'épandages en domaine pré littoral sont réduits, ce qui explique que les apports soient faibles ou nuls.

Les autres phénomènes de remaniement sont eux aussi liés à la mise en place de la plateforme, par suite de l'instabilité des fonds à cette période. Lorsque le faciès à rudistes se développe, il règne sur l'ensemble de la région, une certaine stabilité des fonds d'où l'absence de tout glissement.

CHAPITRE III :

REPARTITION DES FACIES,

CONSEQUENCES PALEOGEOGRAPHIQUES.

L'étude stratigraphique et sédimentologique effectuée précédemment, permet l'établissement de cartes de répartition de faciès à diverses époques; il est possible alors d'envisager une reconstitution paléogéographique de la région comprise entre Viviers-sur-Rhône et Cruas.

Une synthèse des travaux antérieurs, concernant le Barémien-Bédoulien des régions limitrophes (au Sud, D. Lafarge, 1978; au Sud-Ouest, B. Renaud, 1978) permet d'ébaucher la paléogéographie d'ensemble du domaine sud-ardéchois.

I LA REGION DE VIVIERS-SUR-RHONE A CRUAS.

1) Rappels sur les faciès

Le terme de faciès urgonien a été créé par A. d'Orbigny en 1850 et redéfini, depuis, de nombreuses fois (p.5-14).

Comme nous l'avons vu précédemment, il désigne :

- les calcaires bioclastiques circalittoraux
- les calcaires bioclastiques infralittoraux
- les calcaires à madréporaires et à chaetétidés
- les calcaires à rudistes, micritiques.

Ce faciès correspond à une sédimentation carbonatée de plate-forme sur laquelle apparaissent des constructions sans qu'il y ait de véritables récifs.

Les faciès hémipélagiques (S. Ferry, 1976) présentent des aspects variés qui sont pour l'Ardèche :

- le faciès "mixte" constitué à la base d'une alternance de calcaires argileux à débit en boules et de marnes à aspect grumeleux, surmontée par des calcaires micritiques à silex.
- le faciès des alternances régulières calcaréo-marneuses.
- le faciès des calcaires à spicules.

Ces trois faciès se différencient en fonction de la teneur en silt bioclastique. Ils varient d'une microsparite riche en bioclastes (40 %) à une micrite plus ou moins argileuse où les bioclastes représentent environ 10 % de la roche, puis

à une micrite recristallisée où les seuls éléments reconnaissables sont des spicules. Le débit en boules des bancs calcaires et la présence de silex sont caractéristiques du faciès hémipélagique.

Ce faciès est localisé au domaine pré littoral situé en avant de la plateforme urgonienne. Légèrement plus profond que cette dernière, peuplé essentiellement par des foraminifères benthiques parfois planctoniques, par des ammonites et des spongiaires.

2) Répartition actuelle des faciès (carte h.t.)

Les différences d'aspect entre faciès urgonien et faciès hémipélagique sont suffisamment nettes pour délimiter leur région de répartition. Malgré un nombre d'affleurements limité et des phénomènes d'érosion plus ou moins importants, on constate que (voir carte h.t.) :

- le faciès urgonien s'étend dans une région relativement restreinte, située au Sud de l'Escoutay et à l'Est de la vallée de la Nègue, région qui correspond essentiellement au massif de Viviers-Saint-Montant. Cette zone est limitée à l'Ouest par une faille de direction Nord 60° qui passe par Larnas-Bayne et se prolonge au Nord-Est par la faille de Marsanne (Ferry, 1976) et qui le met en contact avec le domaine hémipélagique de sorte que la transition n'a pu être observée.
- le faciès hémipélagique s'étend sur une vaste superficie. Il existe à l'Ouest de la faille de Larnas-Bayne et recouvre toute la région située au Nord de l'Escoutay, jusqu'à Cruas. Il est lui-même limité à l'Ouest par une faille de direction cévenole qui le met en contact avec des termes plus anciens (Valanginien ou Hauterivien inférieur).

Les divers ensembles qui constituent le faciès hémipélagique ont eux-mêmes des localisations précises avec du Sud au Nord :

- le faciès mixte au Sud de Valgayette;
- les alternances régulières calcaréo-marneuses dans la région de Saint-Thomé;
- les calcaires à spicules de la vallée de l'Escoutay à Cruas.

Cette disposition marque du Sud au Nord un enrichissement en spicules en relation avec un appauvrissement en bioclastes. (voir l'analyse des faciès effectuée précédemment). Elle traduit un approfondissement progressif du domaine pré littoral vers le Nord.

3) Evolution verticale de la répartition des faciès : paléogéographie de la région comprise entre Viviers et Cruas.

Malgré l'absence de certains termes par suite de l'érosion et du pendage des couches, il est possible d'observer des variations dans la répartition des faciès au cours de l'intervalle Barrémien-Bédoulien.

Le Barrémien inférieur (fig. 66 a) est caractérisé par une sédimentation hémipélagique qui était déjà installée à l'Hauterivien. Le passage entre ces deux étages est marqué par un ralentissement de la sédimentation qui se traduit par un dépôt de glauconie. La sédimentation hémipélagique est généralisée à l'ensemble de la région étudiée sauf au Sud de Viviers où le Barrémien inférieur n'affleure pas. On note sur l'ensemble des séries de la zone occidendo-méridionale (région de Valgayette) une abondance de bioclastes aussi bien dans les calcaires que dans les marnes. Cette teneur en bioclastes diminue progressivement vers le Nord. Corrélativement les céphalopodes et les foraminifères deviennent plus nombreux. Sur l'ensemble des régions Nord-Est affleurent des alternances calcaréo-marneuses régulières, riches en ammonites.

Ce type de sédimentation se poursuit au début du Barrémien supérieur, mais des épandages bioclastiques s'observent jusque dans la région de Saint-Thomé.

Au cours du Barrémien supérieur s'installent dans la région de Valgayette-Viviers des calcaires micritiques à

silex, faciès de transition vers les calcaires urgoniens, lesquels ne tardent pas à envahir cette région (fig. 66 b).

Au sommet du Barrémien supérieur, la plateforme carbonatée est parfaitement installée (fig. 66 c). Pendant ce temps, la sédimentation hémipélagique s'est déplacée vers le Nord et vers l'Ouest, avec les mêmes zones isopiques qu'au Barrémien inférieur, mais décalées. Le faciès mixte riche en éléments bioclastiques atteint presque la vallée de l'Escoutay. Par contre, les calcaires à spicules s'étendent sur un domaine de plus en plus vaste puisqu'on les retrouve jusqu'au Teil. Enfin les alternances calcaréo-marneuses à céphalopodes sont limitées à la région de Saint-Thomé.

A la base du Bédoulien, on retrouve cette même disposition. Puis au cours du Bédoulien, un réapprofondissement de l'ensemble de la région met fin à la sédimentation urgonienne. Il y a installation d'alternances calcaréo-marneuses plus ou moins détritiques, riches en glauconie.

4) Influence des accidents tectoniques (fig. 67).

La carte géologique (carte h.t.) montre une organisation de faciès en bandes parallèles orientées suivant une direction NW-SE. Cette disposition provient d'une fracturation profonde du socle pendant la sédimentation (Lafarge, 1978). Cette fracturation est à l'origine de la mise en place de haut-fond et de l'approfondissement du milieu de sédimentation vers le Nord-Est. Ce système de failles est peu marqué dans le Barrémien-Bédoulien où il se traduit par des diaclases remplies de calcite, des alignements de pitons volcaniques (injections postérieures des failles par des basaltes), ou de petits décrochements. Il intervient également au niveau des terrains supra-bédouliens et du Tertiaire dont il commande la localisation.

Cette première organisation est perturbée par des décalages post-sédimentaires, à jeu senestre. Ce phénomène s'observe particulièrement au niveau de la localisation actuelle des faciès de plateforme : massif de Saint-Montant limité à l'Ouest par une faille Nord 60°.

L'analyse structurale faite par D. Lafarge en 1978 pour la région de Saint-Remèze est applicable au domaine compris entre Viviers et Cruas. On retrouve les trois systèmes de failles :

- les accidents Nord 40 à 60° les plus abondants et les plus visibles;
- les accidents Nord 20° associés aux précédents et les décalant de manière senestre sur la bordure Ouest de la bande d'affleurement du Barrémien-Bédoulien;
- les accidents Nord 110°, peu visibles mais dont la présence est toujours ressentie.

Il existe également des plis à grand rayon de courbure décelables essentiellement le long de la vallée du Rhône. Leur axe est Nord 80 à 90°. Ces plis constituent (fig. 68) :

- le massif de Viviers-Saint-Montant : anticlinal dont l'axe est situé au niveau de la gare de Viviers;
- le massif du Teil : synclinal dont l'axe est situé au niveau de la colline du château et qui est interrompu au Nord par une faille Nord 110°;
- le massif de Rochemaure à Baix (au Nord de Cruas) : flanc méridional d'un anticlinal dont l'axe passe dans les environs de Baix.

5) Répartition des perturbations synsédimentaires.

Les premières intercalations bioclastiques apparaissent à la base du Barrémien supérieur. Leur aire d'extension affecte la forme d'un diverticule orienté Sud-Ouest/Nord-Est (Nord 20° environ) centré sur la région de Valgayette. Ces intercalations sont peu épaisses mais elles s'étendent

jusque dans des régions relativement éloignées des sources d'apport (présence de niveaux bioclastiques dans la région de Saint-Thomé).

Au cours du Barrémien supérieur, les apports bioclastiques sont plus abondants, constituant de véritables chenaux (Valgayette). Cependant ils n'envahissent pas les régions situées plus au Nord de Saint-Thomé. Ces niveaux bioclastiques se retrouvent au contraire plus à l'Est, vers Saint-Alban. Il y a donc eu changement dans la direction des apports. Le chenal de Saint-Thomé (p. 120) de direction Ouest-Est montre la possibilité pour le courant qui l'emprunte de remanier les apports bioclastiques qui venaient du Sud et de les étaler plus à l'Est (les conditions d'existence de ce chenal ont pu être détaillées grâce à l'étude des argiles, voir paragraphe suivant p. 134).

Pendant cette même période, dans les régions plus septentrionales, non touchées par les épandages bioclastiques se produisent des phénomènes de glissement (Cruas), lesquels traduisent une instabilité du fond.

Toutes ces perturbations disparaissent au sommet du Ba Barrémien et au Bédoulien. Les faciès à rudistes, micritiques ont envahis la plateforme urgonienne, il n'y a donc plus d'épandages bioclastiques à partir de cette zone. Plus au Nord, les fonds se stabilisent.

6) Répartition des minéraux argileux (fig. 69).

Le Barrémien inférieur constitué essentiellement d'alternances calcaréo-marneuses permet une étude plus détaillée de la fraction argileuse (fig. 69 a). Dans toutes les séries sédimentaires on trouve trois types de minéraux argileux :

- l'illite
- la kaolinite
- la montmorillonite.

Cependant il existe d'importantes variations dans les teneurs réciproques de chacun de ces minéraux argileux. Plus on se rapproche de Saint-Thomé, en provenance des secteurs septentrional et méridional, plus la teneur en montmorillonite décroît au point de ne subsister que sous forme d'interstratifié illite-montmorillonite. Corrélativement les teneurs en illite et en kaolinite augmentent. A l'opposé, lorsqu'on s'éloigne de Saint-Thomé en direction du Sud et du Nord, la proportion en montmorillonite croît, tandis que celles de l'illite et de la kaolinite diminuent. Il y a donc une opposition nette entre illite-kaolinite et montmorillonite. En fait, comme l'a démontré S. Ferry, en 1976, il s'agit d'un antagonisme entre l'association illite-kaolinite et l'association montmorillonite-illite.

La kaolinite étant un minéral hérité du continent, il semble donc que la région de Saint-Thomé soit située sur le passage d'une association illite-kaolinite provenant d'un continent centralien, laquelle se mélange progressivement à l'association montmorillonite-illite caractéristique du domaine marin.

Cette répartition est à relier avec l'évolution des faciès; ces derniers sont plus marneux dans la région de Saint-Thomé. Il existe donc centrée sur la région de Saint-Thomé, une voie d'apports détritiques continentaux. Or, en 1977, dans le livret-guide de l'excursion Ardèche du groupe français du Crétacé, a été émise l'hypothèse de l'existence "d'une sorte de vallée" incisant le talus ou le plateau sous-marin et débouchant dans la cuvette vocontienne au niveau de Saint-Thomé. Ce couloir aurait existé dès le Valanginien (plaquettes rousses de Lussas, p.29-31).

Plusieurs observations confirment, par ailleurs, cette hypothèse :

- présence d'épandages bioclastiques cherchant à combler cette gouttière;
- direction d'apports dans les calcaires bioclastiques, SW-NE, avec une pente locale Nord-Est.

- présence de ravinements importants dans la gouttière;
 - coïncidence entre le flanc Sud-Est de l'invagination hémipélagique et de la limite d'extension des faciès urgoniens.
- Nombres de ces observations sont possibles dans le secteur étudié, en particulier :
- épandages bioclastiques ravinants de Valgayette dirigés vers le Nord-Est;
 - remaniements des sédiments au niveau de Saint-Thomé;
 - existence d'un chenal de direction Est, à Saint-Thomé.

Au Barrémien supérieur (fig. 69 b), on constate une certaine pérennité du dispositif décrit précédemment, mais les apports terrigènes continentaux sont moins importants. L'aire d'extension de l'association à illite-kaolinite est limitée à la région de Saint-Thomé. Au delà l'association montmorillonite-illite est seule existante.

II LE DOMAINE SUD-ARDECHOIS.

De nombreux travaux concernant le Barrémien-Bédoulien en Ardèche ont été effectués ces dernières années. Une synthèse de ces résultats a été présentée, en 1979, au colloque sur l'urgonien des pays méditerranéens (Cotillon et alii, 1979). J'ai donc tenté, à mon tour, d'intégrer mes propres observations à un schéma d'ensemble de l'évolution paléogéographique du Sud de l'Ardèche. De ce fait, j'ai été amenée à compléter et modifier quelque peu les schémas paléogéographiques proposés dans ce colloque, du moins pour la région de Viviers.

1) Evolution sédimentaire.

A la fin de l'Hauterivien caractérisé par une sédimentation hémipélagique, se produit une diminution de la profondeur du milieu qui se traduit par une augmentation de la phase carbonatée. Les bancs calcaires deviennent plus nombreux, plus épais et la teneur en CaCO_3 des bancs et des interbancs augmente. De plus, dans certains secteurs, on constate un ralentissement de la sédimentation; il y a dépôt de glauconie. Ce phénomène affecte les séries à caractères hémipélagiques situées dans un domaine compris entre Saint-Thomé et Cruas. Il n'existe aucune couche glauconieuse dans les séries situées plus au Sud.

Au Barrémien inférieur (fig. 70) apparaissent les premiers sédiments bioclastiques :

- dans la région du Serre-de-Tour,
- à proximité d'un haut-fond centré sur la région de la Dent-de-Rez, Chastellas-les Hellys (Lafarge, 1978).

Au Nord du Serre-de-Tour et entourant le haut-fond se déposent des sédiments hémipélagiques caractérisés par des alternances de marnes à aspect grumeleux et de calcaires micritiques à

débit en boules (faciès mixte), à rares céphalopodes et à microfaune du domaine pré littoral interne à intermédiaire. Au delà s'étend une zone à faciès hémipélagique constituée d'alternances régulières calcaréo-marneuses, riches en céphalopodes et en foraminifères du domaine pré littoral externe. ce faciès s'enrichit progressivement vers le Nord en spicules de spongiaires. Corrélativement les céphalopodes deviennent moins abondants.

On constate dès cette période, une disposition des faciès en bandes parallèles orientées NW-SE, disposition perturbée au niveau de la région de Valgayette; dans cette région, les lignes isopiques sont déplacées vers le Nord-Est par le jeu d'un décrochement dextre de direction cévenole. Cet accident a sans doute joué pendant le Barrémien-Bédoulien, ce qui expliquerait l'absence de faciès intermédiaire entre la plateforme urgennienne et les faciès hémipélagiques, comme on le verra plus loin.

A partir des hauts-fonds naissent de longs diverticules bioclastiques qui s'intercalent dans les séries hémipélagiques (Pont-de-Laval, Plaine du Bauzu, Rimouren...). Localement, ces intercalations peuvent raviner les termes sous-jacents. D'autre part, on constate une diminution dans l'épaisseur des bancs bioclastiques et dans la taille des éléments constitutants lorsqu'on s'éloigne des sources d'apports.

A la fin du Barrémien inférieur (fig. 71) on observe ;

- une jonction des deux hauts-fonds par suite d'un comblement bioclastique. Les premiers cnidaires s'installent au Serre-de-Tour;
- une progradation du faciès mixte vers le Nord;

La région de Cruas est caractérisée par une érosion de tout le Barrémien inférieur ou d'une partie seulement.

A la base du Barrémien supérieur on note (fig. 72) : un développement des faciès de plateforme carbonatée : calcaires à cnidaires, calcaires à rudistes, au niveau des hauts-

fonds du Serre-de-Tour et de la Dent-de-Rez; on retrouve ces faciès au Nord-Est dans la région de Saint-Montant, décalés par une faille cévenole. La zone des calcaires bioclastiques est réduite à une mince bande située en avant des faciès à cnidaires (c'est-à-dire plus au Nord). Le passage aux faciès hémipélagiques s'effectue par des vases carbonatées à silex (Roche-colombe, le Bauzu, Valgayette, Viviers-gare...).

Le faciès hémipélagique de type mixte se déplace vers le Nord dans la région de la Haute vallée de l'Ibie. Les alternances régulières calcaréo-marneuses sont limitées au secteur de Saint-Thomé car elles passent rapidement vers le Nord (Le Teil) aux calcaires à spicules.

Le secteur de Valgayette est caractérisé par la présence de diverticules bioclastiques venant s'épandre jusqu'à Saint-Thomé. De là, ces sédiments bioclastiques sont repris et canalisés vers l'Est par la gouttière centrée sur Saint-Thomé et la vallée de l'Ibie (voir répartition des minéraux argileux dans le paragraphe suivant).

Le Barrémien supérieur est caractérisé par une généralisation des faciès urgoniens à tout le domaine méridional (fig. 73). Les calcaires à rudistes envahissent tout le Sud de la plateforme ardéchoise (Gour de la Sompe, Serre-de-Tour, Dent-de-Rez, Saint-Montant, Viviers), repoussant vers le Nord les faciès externes : calcaires à cnidaires et calcaires bioclastiques, lesquels sont réduits à un mince liseré. Les calcaires à silex qui servaient de transition vers les faciès hémipélagiques sont réduits. Les alternances régulières calcaréo-marneuses se cantonnent uniquement dans la région de Saint-Thomé. Par contre les faciès à silex s'étendent sur toute la région située au Nord de l'Escoutay.

L'évolution sédimentaire est interrompue au moins à deux reprises au cours du Barrémien supérieur par des discontinuités. L'étude des faciès déposés lors des reprises de sédimentation montre l'existence de modifications bathymétriques soit négatives, soit positives (arrivées de faciès

plus externes sur la plateforme et plus internes en bordure de celles-ci). Au-dessus de la deuxième discontinuité, il y a dépôt d'un niveau marneux à orbitolines.

Le passage au Bédoulien est marqué par une nouvelle discontinuité. Dans les régions les plus méridionales de la plateforme urgonienne se dépose un deuxième niveau marneux à orbitolines (absent du côté de Viviers). Le Bédoulien est marqué par une certaine stabilité des limites de la plateforme.

Au cours du Bédoulien, une nouvelle discontinuité survient marquée par l'approfondissement du milieu. Se sédimentent alors des alternances calcaréo-marneuses riches en quartz et en glauconie puis des calcaires grésoglaucosieux. Il pourrait s'agir d'une transgression mais il n'en existe aucune preuve.

2) Répartition des minéraux argileux

Une synthèse des travaux d'analyse faites sur les argiles du Barrémien-Bédoulien du Sud de l'Ardèche permet de mettre en évidence une évolution de la teneur réciproque des divers minéraux argileux et de préciser les variations qualitatives et quantitatives de ceux-ci, variations

a) l'évolution verticale

- au Barrémien inférieur on constate une diminution du pourcentage de montmorillonite puis une brusque augmentation au sommet du Barrémien inférieur. Corrélativement, les teneurs en kaolinite varie en sens inverse. Seule l'illite voit ses pourcentages demeurer à peu près constants.

- au Barrémien supérieur la teneur en kaolinite diminue fortement jusqu'à devenir parfois inexistante, dans certains niveaux. Inversement les pourcentages en montmorillonite sont très élevés.

b) l'évolution horizontale

- au Barrémien inférieur (fig. 74), l'établissement d'une carte de répartition des minéraux argileux permet de constater :

- . l'existence de très fortes teneurs en kaolinite dans la région de la vallée de l'Ibie et de Saint-Thomé.
- . la diminution progressive de cette même teneur lorsqu'on s'éloigne de cette région.
- . l'absence totale de kaolinite dans le domaine environnant la Dent-de-Rez.

Ces observations permettent donc de préciser la zone de passage de l'association à kaolinite-illite citée précédemment et par conséquent de mieux localiser "la vallée sous-marine" qui a permis ces apports continentaux. Cette vallée traverserait donc le domaine pré-littoral au niveau de la vallée de l'Ibie (1) et de Saint-Thomé et déboucherait plus à l'Est dans le domaine vocontien où elle canalise une partie des glissements sableux issus de la plateforme carbonatée ardéchoise en voie d'installation.

De part et d'autre de cet axe existent des auréoles de dilution correspondant à des concentrations décroissantes en kaolinite. L'absence de kaolinite au niveau de la Dent-de-Rez est liée à l'existence d'un haut-fond qui n'est pas soumis aux apports continentaux.

- au Barrémien supérieur (fig. 75); on constate que la majorité du domaine ardéchois est caractérisée par l'association montmorillonite-illite. Cependant, il existe toujours dans la région de la vallée de l'Ibie et de Saint-Thomé une certaine quantité de kaolinite (nettement inférieure à ce qu'elle était au Barrémien inférieur : 10 à 25 % au lieu de 50 à 70 %), témoin de la pérennité de la structure sous-marine existant au Barrémien inférieur.

°°°

(1) Des observations identiques à celles décrites p. 135, sur l'existence éventuelle de cette vallée, ont été faites au niveau de la vallée de l'Ibie.

CHAPITRE IV :

LES TERRAINS SUPRA-BEDOULIENS.

I GENERALITES.

Les terrains d'âge Gargasien, Albien, Cénomaniens, Turonien ont depuis longtemps été étudiés en Ardèche.

Dès 1872, J.B. Dalmas donne une description de la colline du Teil, principal affleurement des terrains supra-bédouliens de la région comprise entre Viviers et Cruas.

Quelques observations sont faites en 1883 par A. Torcapel puis en 1888 par A. Toucas qui donne une coupe de la rive droite du Rhône entre Baix et Viviers, coupe Nord-Sud comprenant les couches allant du Valanginien au Cénomaniens.

Sarran d'Allard en 1889, puis C. Jacob en 1907 font une étude comparative entre les stratotypes et les faciès d'Ardèche.

En 1939, le travail de J. Arnaudon aboutit à une étude détaillée des terrains qui constituent les collines environnant le Teil (Ardèche).

En 1944, J. Sornay fait quelques remarques sur la transgression du "Crétacé moyen" en Ardèche; il note la présence d'un niveau à fossiles remaniés à la base du Cénomaniens et précise que cette transgression est plus tardive au Nord qu'au Sud. En 1950, dans sa thèse, il compare le Cénomaniens et le Turonien d'Ardèche à ceux de la Drôme et du Gard.

II DESCRIPTION DES TERRAINS SUPRA-BEDOULIENS.

Les terrains Gargasien à Turonien compris affleurent dans trois régions précises (carte h.t.) :

- le Teil : il s'agit d'un synclinal dissymétrique allongé Nord-Sud. A l'Ouest, le pendage est assez relevé tandis qu' à l'Est il est plus faible.

- Viviers : au Nord (quartier d'Eymieux), c'est une cuvette irrégulière limitée sur son bord occidental par une faille.

au Sud (entre Valfeury et Bayne) c'est un synclinal de direction Nord-Ouest/Sud-Est, coupé par de nombreuses failles, s'élargissant au Nord et comprimé au Sud.

Ces trois régions forment une bande allongé du Nord au Sud, décalée par des accidents cévenols. Les terrains supra-bédouliens ne sont conservés dans les compartiments abaissés et sont recouverts en discordance par des terrains tertiaires qui sont soit des encroutements calcaires blanchâtres soit des conglomérats à gros galets liés par une matrice argileuse rose. Le Tertiaire peut également reposer directement sur le Barrémien et le Bédoulien.

1) Le Gargasien :

Le Gargasien recouvre le Bédoulien décrit précédemment en contact normal. La coupe la plus complète que l'on puisse trouver est située au Teil, le long de la route conduisant au château puis au lieu-dit la Sablière (fig. 76 et 77).

La série type régionale est formée de bas en haut :

1- de marnes noires à rares fossiles (bélemnites indéterminées). Dans ces marnes s'intercalent des bancs de calcaires argileux riches en quartz et en glauconie, de plus en plus nombreux vers le haut.

2- de marnes noires, plus sableuses, riches en oursins :

Discoïdes decoratus DESOR.

Toxaster breyniusianus DESOR.

3- D'une alternance de marnes noires et de calcaires sablo-glaucוניeux d'abord en bancs noduleux puis en bancs continus. Ce niveau renferme également :

Discoides decoratus DESOR.

4- d'un banc de calcaire plus massif mais encore argilo-sableux
5- d'une "barre zoogène" (Sornay, 1950), calcaire d'aspect noduleux par suite de phénomènes de bioturbation, devenant mieux stratifié vers le haut. Cette couche est riche en :

Discoides decoratus DESOR.

Holaster martensis DESOR.

6- de sables jaunes à grain fin, bien trié, à litage oblique. Vers le haut de cet ensemble s'intercalent des grès en boules de dimension variable; le diamètre des boules varie entre 0,50 et 1 mètre. Les derniers mètres de cette formation sont constitués de bancs gréseux à stratification entrecroisée (6'). Les sables renferment quelques bélemnites silicifiées.

Le Gargasien affleure également dans les environs du Teil (carte hors-texte) :

- au Nord du château
 - à la Montagnole, colline à l'Ouest du château de Joviac.
 - dans le ravin de Teillaret.
- au Sud du château
 - dans les champs vers la ferme de Pinet, à l'Ouest de Mélas.

Dans la région de Viviers on le retrouve (carte h.t.) :

- dans le quartier d'Eymieux
 - le long de la route de Pommeyras,
 - dans les champs vers Roumanas, Roche-Condrie, au Nord de la route N 102; les seuls fossiles trouvés sont des oursins :

Discoides decoratus DESOR.

- vers le hameau de Valfeury et celui de Hautes-Rives
 - le long de la route allant de Valfeury à Hautes-Rives
- affleure la barre calcaire à Discoides decoratus DESOR.

- le long de la route conduisant au hameau d'Esclé.

A la base affleurent les bancs calcaires à Discoides decoratus DESOR. et Toxaster breyniusianus DESOR. Au-dessus viennent les sables jaunes qui forment le plateau d'Esclé et qui s'étendent vers le Nord en direction des Prés-des-Mouillères. Cette formation est surmontée par les calcaires cénomaniens couronnant la colline cotée 273 m.

- plus au Sud, dans la région de Bayne, le Gargasien est comprimé par un système de failles cévenoles. Les termes inférieurs sont invisibles, seuls affleurent au niveau des maisons de Bayne, les sables jaunes surmontés par les calcaires cénomaniens. Selon J. Sornay (communication orale) ces sables appartiendraient à l'Albien. Pour ma part je n'ai pu trouver aucun critère de datation aussi bien sur le plan de la macrofaune que sur le plan de la microfaune.

Dans la région de Larnas, le Gargasien affleure sous forme de lambeaux coincés dans un réseau de failles. Cependant, en certains points, il est possible de relever la succession lithologique normale. Ainsi au Sud-Ouest de la ferme d'Eybrugeas (carte h.t.) on observe :

- au niveau des champs les marnes noires qui deviennent rapidement sableuses, dans lesquelles s'intercalent des bancs de calcaires sablo-glaucosieux. Elles renferment :

des oursins : Discoides decoratus DESOR.

Toxaster breyniusianus DESOR.

des lamellibranches : Plicatula placunea LAMARCK

Aetostreon cf. latissimus LAMARCK

ainsi que Serpula cf. glomerula GOLDFUSS

- au-dessus vient la barre calcaire à Discoides decoratus qui forme les points cotés 293 m et 317 m.

- au delà on trouve les sables jaunes recouverts par le Cénomani visible au niveau de la ferme du Moure. La partie supérieure des sables jaunes constituée de grès à stratification entrecroisée n'est pas visible ici.

2) L'Albien :

L'Albien est absent dans la région de Viviers et du Teil car les assises cénomaniennes reposent directement sur les sables gargasiens. Cependant, il existe à la base du Cénomanien un conglomérat peu épais (1 à 5 m) formé de galets roulés, de silex, de quartz usés, de grès glauconieux et renfermant des galets de phosphate et des fossiles phosphatés, usés, remaniés. Ces fossiles représentent la faune de l'Albien, il faut donc en conclure que les couches albiennes se sont bien déposées mais ont été érodées ultérieurement.

3) Le Cénomanien :

Il débute donc par un conglomérat qui renferme outre la faune albienne, des espèces typiquement cénomaniennes (Jacob, 1907; Sornay, 1944). Ce niveau n'a pas pu être repéré sur l'ensemble du secteur étudié.

Au Teil, la coupe de la colline du château (fig. 76 et 77) a permis de constater que cette formation (7) présente deux bancs :

7-1 le banc inférieur riche en grains de quartz, galets de silex noirs, avec des brachiopodes, des dents de poissons du genre Otodus sp.

7-2 le banc supérieur présentant un matériel relativement plus fin, où la faune est plus diversifiée mais mal conservée; elle est composée d'ammonites, d'oursins, de brachiopodes, de lamelli-branches, phosphatés; qui sont indéterminables.

Seul un lamellibranche du genre Ceratostreon sp. a pu être déterminé.

Par dessus vient une importante formation calcaire. Au niveau de la colline du château du Teil (fig. 76 et 77) elle est composée de bas en haut par :

8- des calcaires à entroques roux, à stratification entrecroisée qui font environ 5 mètres,

9- des calcaires rognoneux blanchâtres (2m).

En 1936, A. Arnaudon a daté du Cénomaniens le poudingue à fossiles remaniés ainsi que tous les terrains sus-jacents :

- calcaire blanchâtre à quartz
- calcaire à entroques, brun,
- calcaire rognoneux à moules internes et dents de squales,
- alternance grès et calcaire gréseux à ostracés et brachiopodes,
- calcaire à débris = lumachelle
- calcaire blanc sublithographique à Turritella et Inoceras.

En 1944, J. Sornay attribue la partie supérieure de cet ensemble, soit les trois dernières formations, au Turonien. La datation Cénomaniens est conservée pour la partie inférieure mais il n'existe aucune preuve formelle pour confirmer cette hypothèse. En fait le Cénomaniens pourrait être réduit au poudingue de base.

Le Cénomaniens constitue le sommet de toutes les collines dominant le Teil: la Montagnole, la colline de la Vierge...

(carte h.t.). Il se poursuit vers le Sud-Est et affleure le long de la route N 540 au moulin de Charonsac. On le retrouve au delà du torrent du Frayol, au-dessus de la ferme de Pinet. Dans cette région seuls affleurent les calcaires à entroques.

Dans la région de Viviers (carte h.t.) :

- à l'Ouest du quartier d'Eymieux, il couronne les points cotés 238m et 224m. Le conglomérat de base n'est pas visible dans ce secteur même mais j'ai pu le retrouver un peu plus au Nord, vers Jargnas; il est constitué d'un matériel à grain fin, à quartz usés riche en dents de poissons (Otodus sp.) et en ammonites phosphatées : Turrilites sp. (Albien)

Hypacanthoplites sp. (base de l'Albien)

Acanthoplites sp. (Clansayésien).

- au Sud de Viviers, il forme le coeur du synclinal situé entre les hameaux de Valfeury et de Bayne. Observé dans un des virages de la route en dessous de Bayne, le conglomérat de base est ici

un calcaire roux à petits graviers de quartz, riche en dents de poissons et grosses entroques. Dessus vient une puissante série de calcaires sableux blanchâtres faisant environ 40 m, qui pourrait être en partie du Turonien, mais il n'existe aucun critère précis de datation.

Le Cénomaniens réapparaît au Nord-Est de Larnas au quartier d'Eylieu sous un faciès de calcaires roux à entroques; le conglomérat de base n'a pas pu être observé dans cette région. Entre Eylieu et Larnas, le Cénomaniens est recouvert par le Turonien.

4) Le Turonien :

Entre Viviers et Cruas, le Turonien est assez incomplet et n'a pu être observé qu'en deux points :

- le Teil, colline du château (fig. 76 et 77) :

Il repose en contact normal sur les calcaires cénomaniens et est formé de bas en haut par :

10- des grès grossiers à petits lits d'argile alternant avec des calcaires sableux (7m),

11- un calcaire relativement moins sableux, riches en lamelli-branches et brachiopodes,

12- un calcaire blanc à grain fin, lité..

Les termes supérieurs apparaissent plus à l'Ouest entre Couloubre au Nord et Estagnol au Sud (carte h.t.). Ce sont :

- des grès jaunes graveleux à petits galets siliceux noirs.

La série est interrompue au Sud-Ouest par une faille; par contre au Nord, le Turonien est recouvert en discordance par le Tertiaire constitué ici d'un sable jaune-orangé renfermant des silex noirs et quelques ammonites fortement usées. Ces caractères traduisent un certain remaniement du Turonien. On note la présence d'encroutements calcaires dans les sables.

- Larnas : dans le ravin qui longe la route Saint-Montant-Larnas, dépression orientée N.E.-S.W., nommée Vallat des Canaux et limitée par deux failles, affleure le Turonien constitué de bas en haut par :

une dizaine de centimètres de marnes contre la faille septentrionale,

0,50 m de grès grossier à graviers de silex noirs,

5 m de calcaires gréseux blancs ayant livré une ammonite du Turonien inférieur : Pseudoaspidoceras sp. Ces calcaires renferment également des terriers et des silex noirs.

des sables grossiers, jaunes, azoïques appartenant peut-être encore au Turonien.

Cette coupe a été étudiée en détail par C. Signolles en 1980.

5) Conclusion :

La série stratigraphique des terrains supra-bédouliens de la région comprise entre Viviers-sur-Rhône et le Teil est résumé par la coupe de la colline du Teil (fig. 76) :

Au-dessus du Bédoulien se déposent des sédiments caractéristiques d'un milieu marin soumis à d'abondants apports continentaux.

Le Gargasien seul étage relativement complet par rapport à ce qui est connu en Ardèche et dans les régions voisines, traduit un milieu marin, peu profond, subsident; les apports continentaux sont cependant suffisamment importants pour permettre la formation de glauconie. Dans la partie supérieure du Gargasien, les apports continentaux dominant, il y a des dépôts de sables et de grès. L'Albien est érodé et n'est représenté que par sa faune remaniée dans le conglomérat de base du Cénomaniens.

Le Cénomaniens et le Turonien sont incomplets, ils sont essentiellement constitués de calcaires sableux et de grès.

III DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES.

Quelques analyses ont été faites au niveau des sables ou des grès des étages supra-bédouliens :

- dans les sables jaunes (6) du Gargasien,
- dans les grès grossiers (10) du Turonien,
- dans les sables jaunes-orangé (15) du Tertiaire.

1) La composition minéralogique :

Elle donne une notion relative des pourcentages en carbonate de calcium, en oxyde de fer et en fraction détritique :

	% CaCO ₃	% Fe ₂ O	% fraction argileuse 2 μ	% fraction sableuse 50 μ
6	4,38	3,09	9,53	82,88
10	42,77	1,46	2,93	51,50
15	5,18	1,76	9,69	83,34

2) La granulométrie :

Le passage d'un échantillon (environ 200 g) (1) sur une colonne de tamis A.F.N.O.R., de raison $\sqrt{10}$ et de base 0,05 mm permet le calcul du pourcentage pondéral pour chaque refus de tamis et l'établissement d'une courbe granulométrique cumulative visualisant le classement de l'échantillon considéré. Une allure sigmoïde redressée de la courbe traduit un bon tri.

Chaque échantillon est caractérisé par un certain nombre de paramètres :

- la médiane Q 50
- les quantiles Q 25 et Q 75

(1) Le sable a été au préalable décarbonaté, déferruginisé puis passé à l'hexamétaphosphate de sodium (110 g/l) pour défloculer les argiles.

- le classement $\frac{Q\ 25}{Q\ 75} = So$
- l'asymétrie $\frac{(Q\ 25) (Q\ 75)}{(Q\ 50)^2} = As$

	Q 25	Q 50	Q 75	So	As
6	0,17	0,15	0,14	1,10	1,05
10	0,82	0,50	0,28	1,71	0,91
15	0,78	0,48	0,30	1,61	1,00

Ce qui signifie :

- les sables gargasiens (6) sont fins et très bien classés; le grain de diamètre inférieur à la médiane Q 50 sont mieux triés que ceux de diamètre supérieur.
- les grès turoniens ont un grain grossier; ils sont assez bien classés avec un tri maximal des grains grossiers.
- les sables tertiaires (15) ont un grain moyen et sont assez bien classés; le tri existe aussi bien pour les gros grains que pour les moyens.

Tous ces paramètres sont représentés sur la figure 78 .

L'identité des caractéristiques granulométriques entre 10 et 15 serait en faveur de l'hypothèse du remaniement du Turonien par le Tertiaire.

3) La morphoscopie :

Il s'agit de l'étude des grains composant le résidu de tamisage pour certaines fractions de taille.

On considère deux fractions :

- celle dont la taille des grains est comprise entre 0,8 et 0,535 mm,
- celle dont la taille des grains varie entre 0,5 et 0,4 mm.

On s'intéresse essentiellement au quartz.

Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau suivant ;

		% Quartz			% Feldspath	
		émoussés ronds luisants mats		polycris- tallins		monocris- tallins
10	0,8-0,635	98	2	60	40	1
	0,5-0,4	100	6	43	57	0
15	0,8-0,635	89	11	64	36	0,5
	0,5-0,4	96	4	60	40	5

La présence d'émoussés luisants avec des traces de picotement traduit un phénomène d'éolisation suivi d'un remaniement en milieu marin.

Pour les grès turoniens (10) on observe une inversion des pourcentages de quartz polycristallins par rapport aux quartz monocristallins entre les deux fractions, ce qui implique un fractionnement des polycristallins au niveau de la fraction fine.

D'autre part, pour les niveaux 10 et 15, on note un pourcentage identique des polycristallins, ce qui signifie sans doute une origine identique du matériel. (roche mère métamorphique).

4) Les minéraux lourds :

Il s'agit de l'étude des minéraux de densité supérieure ou égale à 2,9. Ces minéraux ne forment qu'une très faible part de la fraction sableuse comprise entre 0,5 et 0,05 mm. Ils sont constitués de minéraux opaques : pyrite essentiellement et de minéraux transparents : tourmaline, zircon, oxydes de titane, disthène, andalousite, grenat, staurotide ...

Les observations effectuées sont résumées sur le tableau suivant :
le signe + indique la présence du minéral considéré.

	6	10	15
tourmaline	+	+	+
zircon	+	+	+
oxydes de titane (1)	+	+	+
disthène		+	+
staurotide		+	+
andalousite		+	+
grenat		+	+
glaucophane			+
épidote			+

(1) oxydes de titane = anatase, rutile et brookite.

En conclusion on distingue trois populations de minéraux lourds - la plus abondante, composée de tourmaline, zircon et oxydes de titane. Tourmaline et zircon sont les plus abondants et sont ubiquistes. Les oxydes de titane sont connus dans le Trias de la région de Valence (Courel, 1973) et sont abondants dans le Crétacé supérieur de la région de Vallon-Pont-d'Arc. (Signolles, 1980).

- celle formée du disthène, de la staurotide et de l'andalousite. Ces minéraux n'apparaissent qu'avec le Crétacé supérieur et indique une origine nordique (migmatites du Velay) pour une partie du matériel détritique (Signolles, 1980).

- celle constituée du glaucophane et de l'épidote, observée uniquement dans le Tertiaire. Cette association est caractéristique du Miocène du Sud-Est de la France et traduit une origine alpine des apports détritiques.

Le Crétacé supérieur est donc caractérisé par une origine centralienne de ses sédiments. Les apports peuvent provenir d'une part de l'Ouest (schistes des Cévennes), d'autre part du Nord (migmatites du Velay) Par contre le Tertiaire a une origine alpine incontestable.

CONCLUSION GENERALE

L'étude géologique de la région comprise entre Viviers-sur-Rhône et Cruas concerne les terrains d'âge Barrémien-Bédoulien les plus septentrionaux que l'on connaisse en Ardèche. Ces couches sont limitées à l'Est par la vallée du Rhône et à l'Ouest par une faille de direction cévenole qui les met en contact avec des terrains plus anciens tels que le Valanginien ou l'Hauterivien inférieur.

Le Barrémien-Bédoulien présente deux principaux types de faciès :

- le faciès urgonien constitué de calcaires bioclastiques, de calcaires à cnidaires et de calcaires à rudistes.
- le faciès hénipélagique lui-même subdivisé en trois ensembles
 - . le faciès "mixte" formé d'alternances de calcaires à débit en boules et de marnes, surmontées par des calcaires à silex;
 - . le faciès des alternances régulières calcaires-marnes riches en céphalopodes et renfermant des foraminifères planctoniques;
 - . le faciès des calcaires à spicules, équivalent latéral du faciès précédent mais recristallisé et beaucoup plus riche en spicules de spongiaires.

L'absence d'amonites dans la plupart des séries a nécessité l'utilisation de foraminifères et d'analogies lithologiques pour établir les corrélations stratigraphiques entre les différents faciès.

- La limite Hauterivien-Barrémien est située au-dessus de la zone à Pseudothurmannia angulicostata. Dans les séries constituées d'alternances régulières calcaires-marnes ou de calcaires à spicules, cette zone est soulignée par un niveau remarquable.

- Le Barrémien inférieur n'a pu être observé que dans les séries constituées par les alternances régulières calcaires-marnes (région de Saint-Thomé). Trois zones de ces séries sont distinguées :

- . la zone à Spitidiscus hugii
- . la zone à Fuchellia compressissima
- . la zone à Heinzia ouachensis

Entre la zone à Pulchellia et celle à Heinzia existe un hiatus caractérisé non par la présence d'un genre d'ammonite mais par l'existence d'une vire à Clavihedbergella eocretacea (foraminifère), marqueur du sommet du Barrémien inférieur.

Dans les régions situées au Sud de Saint-Thomé, le Barrémien inférieur n'affleure pas; par contre dans les régions situées plus au Nord, il a été totalement ou partiellement érodé par suite de glissement synsédimentaire.

- Le Barrémien supérieur est également subdivisé en trois zones d'ammonites :

- . la zone à Emericiceras barremense
- . la zone à Hemihoplites feraudi
- . la zone à Heteroceras astieri

mais il n'a pas été possible de retrouver cette zonation dans les séries calcaires à spicules, par suite de la monotonie des faciès et de l'absence d'ammonites de zone.

Le faciès urgonien s'installe au-dessus de la zone à Emericiceras barremense et se développe jusque dans le Bédoulien.

- Au cours du Bédoulien s'opère un mouvement transgressif marqué par l'installation d'alternance calcaires-marnes grésoglaucוניeuses, riches en ammonites de la partie supérieure de cet étage.

- Les terrains supra-bédouliens correspondent à une sédimentation marine soumise à des apports détritiques sur l'ensemble de la région.

Les deux principaux types de faciès indiquent deux milieux de dépôt :

- un milieu de plateforme carbonatée à fleur d'eau caractérisée par l'absence de véritables formations récifales et de milieux générateurs d'oolites.
- un milieu pré littoral plus profond se raccordant à la plateforme par une pente douce. Ce milieu s'approfondit progressivement depuis la partie interne (faciès "mixte") jusqu'à la partie externe située à la limite du bassin (faciès des calcaires à spicules).

Des perturbations synsédimentaires sont mises en évidence essentiellement au cours du Barrémien supérieur :

- des intercalations bioclastiques : ce sont des épandages sableux issus de la plateforme qui sont entraînés dans le domaine pré-littoral par des courants d'eau clair. Ces épandages existent dans l'ensemble du faciès hémipélagique;
- des phénomènes de chenalisation liés au passage d'apports terrigènes provenant du massif centralien hercynien. Ce chenal est localisé à la région de Saint-Thomé;
- des phénomènes de glissement existent uniquement dans les calcaires à spicules; ils sont nés de l'irrégularité des fonds.

Ces données stratigraphiques et sédimentologiques ont permis de reconstituer l'histoire paléogéographique de la région.

- Le Barrémien inférieur est caractérisé par un léger approfondissement du milieu par rapport à l'Hauterivien. La sédimentation est de type hémipélagique du moins là où elle est connue. Les trois ensembles qui constituent ce type de faciès présentent une organisation en bandes parallèles, orientées NW-SE; cette disposition est liée au jeu de failles synsédimentaires N110. Ces trois ensembles correspondent d'une part à une diminution de la teneur en bioclastes du Sud vers le Nord, d'autre part à une augmentation du pourcentage en spicules également du Sud vers le Nord. Ces deux évolutions dépendent d'une augmentation de la profondeur du milieu pré-littoral du Sud vers le Nord.

- Ce type de sédimentation se poursuit au début du Barrémien supérieur. C'est à cette époque que se manifestent les premiers épandages bioclastiques qui affectent l'ensemble du domaine pré-littoral; ces épandages présentent une direction Nord-Est. Au niveau de Saint-Thomé, ils sont repris et détournés vers l'Est par le chenal ("vallée sous-marine") que suivent les apports terrigènes centraliens.

- Au cours du Barrémien supérieur s'installent dans la région méridionale, des calcaires à silex, faciès de transition vers les calcaires urgoniens; ces derniers ne tardent pas à envahir

cette région.

- Au sommet du Barrémien supérieur, la plateforme carbonatée urgonienne est parfaitement installée mais elle est toujours affectée par une instabilité périodique due à la subsidence saccadée. Pendant ce temps la sédimentation hémipélagique s'est déplacée vers le Nord avec la même disposition interne que précédemment; le faciès "mixte" atteint presque la région de Saint-Thomé.

- Au cours du Bédoulien, l'évolution de la plateforme est brutalement interrompue par une transgression généralisée, matérialisée en faciès urgonien par le "hard-ground" situé à la base des alternances calcaires-marnes grése-glauconieuses.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ARNAUD H. (1979) : Caractères sédimentologiques et paléogéographiques du haut-fond du Vercors méridional (S.E. de la France); le problème des corrélations séquentielles haut-fond/bassin. Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979, Geobios, Lyon, mém. sp. n°3, p.103-111, 5 fig., 1 pl.
- ARNAUD H. et ARNAUD-VANNEAU A. (1976) : L'évolution paléogéographique du Vercors au Barrémien et à l'Aptien inférieur (chaînes subalpines septentrionales, France). Géologie alpine, Grenoble, t.52, p.5-30, 12 fig.
- ARNAUD H., ARNAUD-VANNEAU A. et THIEULOY J.P. (1976) : Bases nouvelles pour la stratigraphie des calcaires urgoniens du Vercors (massifs subalpins septentrionaux, France). Newsl. Stratigr. Berlin, Stuttgart, vol.5, n°2-3, p.143-159, 5 fig.
- ARNAUD-VANNEAU A. (1976) : Reflexions sur le mode de vie de certains orbitolinidés barrémo-aptiens de l'urgonien du Vercors. C.R. Séan. Soc. phys. Hist. Nat. Genève, vol. 10, fasc. 2-3, p.126-130, 2 pl.
- ARNAUD-VANNEAU A. (1979) : Répartition de la microfaune benthique dans les différents paléomilieus urgoniens. Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979, Geobios, Lyon, mém. sp. n°3, p.255-275; 4 fig., 2 pl.
- ARNAUD-VANNEAU A. et ARNAUD H. (1975) : Le Vercors au Barrémien inférieur. Naissance et progradation d'un haut-fond à sédimentation bioclastique, préfiguration de la plateforme urgonienne ultérieure. C.R. Acad. Sci. Paris, t;281, série D, p.695-698.
- ARNAUD-VANNEAU A. et ARNAUD H. (1979) : La plateforme urgonienne et son passage au bassin vocontien (Vercors et régions voisines, chaînes subalpines septentrionales). Tome I :

- Stratigraphie, paléogéographie, paléomilieux et microfaune.
Tome II : Atlas photographique. Lab. Géol. Boussens S.N. E.A.(P.), t.1:167 p., 47 fig., 6 tabl.; t.2:107 pl. (inédit).
- ARNAUD-VANNEAU A., ARNAUD H., CHAROLLAIS J., CONRAD M.A., COTILLON P., FERRY S., MASSE J.P. et PEYBERNES B. (1979) :
Paléogéographie des calcaires urgoniens du Sud de la France. Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979. Géobios, Lyon, mém. sp. n°3, p.363-383, 7 fig.
- ARNAUD-VANNEAU A., ARNAUD H. et MASSE J.P. (1978) : Les discontinuités sédimentaires du Barrémien supérieur et du Bédoulien sur le pourtour de la zone vocontienne. Livre Jubil. J. Flandrin, Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, h.s., n°4, p.11-27, 5 Fig.
- ARNAUDON J. (1936) : Etude stratigraphique et paléontologique des terrains sédimentaires de la colline du Teil. D.E.S. Sci. Nat. Fac. Sci. Lyon, 123 p., 1 carte géol. (inédit).
- BLANC J. (1958) : L'Aptien de la Bédoule (Bouches-du-Rhône) : stratigraphie et sédimentation. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 6, t.8, p.487.
- BLANC J.L. et GUIEU G. (1965) : L'urgonien du massif du Puget (S.E. de Marseille). Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 7, t.7, p.593-599, 2 fig., 1 tabl.
- BLANCHET F. (1918) : Etude micrographique des calcaires urgoniens Ann. Univ. Grenoble, t.29, n°3, 62 p., 14 fig., 2 pl.
- BOUMA A.H. (1962) : Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. Elsevier ed., Amsterdam, 168 p.
- BUSNARDO R. (1965)a : Le stratotype du Barrémien: lithologie et macrofaune. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.101-116, 2 fig., 2 tabl., 1 dpt.
- BUSNARDO R. (1965)b : Rapport sur l'étage Barrémien. Coll. crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.161-169, 2 tabl.

- BUSNARDO R. et alii (1977) : Livret guide de l'excursion Ardèche du Groupe Français du Crétacé, le 13-14-15 Mai 1977.
Dép. Sci. Terre, Univ. Claude Bernard, Lyon, 76 p., 21 fig.
- CAREZ L. (1882) : Sur l'Aptien et le Gault des départements du Gard et de l'Ardèche. Bull. Soc. Géol. Fr., Paris, série 3, t.11, p.100-102.
- CAREZ L. (1882)b: Observations sur la note de M. torcapel sur l'urgonien du Languedoc. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 3, t.11, p.96-99, 1 tabl.
- CAREZ L. (1883) : Note sur l'urgonien et le Néocomien de la vallée du Rhône. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 3, t.11, p.351-356, 4 fig.
- CAROZZI A. (1953) : Méthode d'analyse de la sédimentation rythmique. C.R. Congrès géol. intern., Alger, section 13, p.71-80
- COTILLON P. (1964) : Phénomènes de silicification dans l'Haute-rivien inférieur à la limite des départements du Var, des Basses-Alpes et des Alpes Maritimes. 89 ème Congrès Soc. sav., Lyon, p.113-129, 10 fig.
- COTILLON P. (1971) : Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var : stratigraphie et sédimentologie. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°68, 313 p., 105 fig., 8 pl.
- COTILLON P., FERRY S., BUSNARDO R., LAFARGE D. et RENAUD B. (1979): Synthèse stratigraphique et paléogéographique sur les faciès urgoniens du Sud de l'Ardèche et du Nord du Gard (France). Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979. Géobios, Lyon, mém. sp., n°3, p.121-139, 9 fig., 1 tabl.
- COUREL L. (1973) : Modalités de la transgression mésozoïque Trias et Rhétien de la bordure Nord et Est du Massif Central français. Mém. Soc. Géol. Fr., Paris, n.s., t.LII, n°118, 150 p., 31 fig., 19 tabl., 8 pl.
- CUVILLIER J. (1961) : Etude et utilisation rationnelle des micro-faciès. Rev. Micropaléontol. Fr., Paris, vol. 4, n°1, p.3-6.

- DELFAUD J. (1972) : Application de l'analyse séquentielle à l'exploration lithostratigraphique d'un bassin sédimentaire: exemple du Jurassique et du Crétacé inférieur de l'Aquitaine. Coll. Méthodes et tendances de la stratigraphie, Orsay, 1970. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°77, p.593-611.
- DELFAUD J. et GAUTHIER J. (1968) : Contribution à la connaissance de l'environnement des dépôts carbonatés de plateforme. Bull. Centre Rech. Pau, S.N.E.A.(P.), vol.2, N°2, p.347-383, 8 fig. 7 tabl., 2 pl.
- DONZE P. et LAFARGE D. (1979) : Subsidence différentielle dans le Barrémien inférieur de la région de Saint-Remèze (Ardèche, France). Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979. Géobios, Lyon, mém. sp., n°3, p.141-148, 4 fig.
- DREYFUSS M. (1953) : Les méthodes d'analyse et de représentation graphique des séries sédimentaires. Ann. Soc. Géol. Nord, Lille, t.73, p.84-88.
- DUEE G. et PAQUET J. (1960) : Observations sur le complexe faillé des Cévennes et autres accidents (Ardèche et Gard). Essai interprétation profonde du sillon d'Alès. Ann. Soc. géol. Nord, Lille, t.80, p.169-175, 4 fig.
- DUFAURE P. (1958) : Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Néocomien de l'Aquitaine à la Provence. Rev. Micropaléontol. Fr., Paris, vol. 1, n°2, p.87-115, 1 fig., 6 pl.
- DULEMBA J.L. (1963) : Méthodes d'analyse des carbonates dans les sédiments. Rev. Géogr. phys. Géomorph. dynam., Paris, vol.14, n°4-5-6, p.62-71.
- DUMAS E. (1876) : Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique de département du Gard. Lombard-Dumas éd., Paris, t.1:518 p. 32 fig.; t.2:721 p.; 46 fig., 9 pl. 5 cartes h.t. + coupes h.t.

- DUNHAM R.J. (1962) : Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Amer. Ass. Petrol. Géol., Tulsa, Oklahoma, mém.1, p.108-121, pl.1-7.
- DUPONT G. (1980) : Les communautés de foraminifères au Barrémien et au Bédoulien dans le bassin vocontien (chaines subalpines méridionales). Leur évolution lors du passage du bassin aux plateformes bordières. Thèse en cours.
- FABER J. (1965) : Caractères micrographiques et principaux foraminifères du Néocomien de l'Ardèche et de la Drôme occidentale. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963; Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.733-747.
- FABRE-TAXY S., MOLAIDE M. et THOMEL G. (1965) : Le Bédoulien dans sa région type, la Bédoule-Cassis (Bouches-du-Rhône). Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.173-199, 10 fig., 1 tabl.
- FAURE D. (1965) : Le Barrémien du Sud du couloir rhodanien. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.139-146, 2 pl.
- FERRY S. (1976) : Cônes d'épandages bioclastiques en eaux profondes et glissements sous-marins dans le Barrémien et l'Aptien inférieur vocontien de la Drôme. Implications paléostratigraphiques. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon, n°?, fasc.1:144 p.; fasc.2: 48 fig. (inédit).
- FERRY S. (1978) : Les calcaires à débris barrémo-aptiens de la Drôme vocontienne (France, S.E.): des cônes d'épandages bioclastiques en eau profonde. Livre Jubil. J. Flandrin, Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, h.s., n°4, p.273-303, 6 fig., 4 pl.
- FERRY S. (1979) : Les turbidites bioclastiques péri-urgoniennes modalités de transport du sable calcaire depuis les plateformes jusque dans le bassin profond. Exemple de la cuvette vocontienne (S.E. de la France). Coll. urgonien des pays méditerranéens, Grenoble, 1979. Géobios, Lyon, mém. sp., n°3, p.149-158, 4 fig.

- FLANDRIN J., MOULLADE M. et PORTHAULT B. (1962) : Microfossiles caractéristiques du Crétacé inférieur vocontien. Rev. Micropaléontol. Fr., Paris, vol.4, t.4, p.211-228, 2 fig., 1 tabl.
- FLANDRIN J. (1965) : Rapport sur l'étage Aptien. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.227-234.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1946) : Nomenclature stratigraphique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble, n°25, p.59-88.
- GOGUEL J. (1936) : Extension des faciès urgoniens dans l'Ardèche. C.R. somm. Soc. géol. Fr., Paris, vol.10, p.162-164.
- GOGUEL J. (1938) : Quelques observations sur la faille des Cévennes (feuille de Privas et du Vigan à 1/80000). Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, n°197, t.39, p.164-170, 5 fig.
- GOGUEL J. (1938) : Glissements sous-marins dans le Crétacé inférieur. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 5, t.8, p.251-256.
- GOGUEL J. (1944) : Contribution à l'étude paléogéographique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, n°215, t.44, 62 p., 43 fig.
- GUERIN R. (1973)a : Liaison entre karst et tectonique dans le Bas-Vivarais calcaire. C.R. Acad. Sci., Paris, t.277, série D, p.1617-1620, 4 fig.
- GUERIN R. (1973)b : Un exemple du rôle de la tectonique et de la microtectonique dans la géométrie des écoulements karstiques fossiles et actuels: le Bas-Vivarais calcaire. Thèse 3 ème cycle, Univ. Sci. et Tech., Montpellier, 105 p., 132 fig., annexe: 8 p., 15 fig., 2 cartes h.t.
- HAUG E. (1905) : Sur les dislocations de la bordure du plateau central entre la Voulte et les Vans. C.R. Acad. Sci., Paris, t.143, p.705-708.
- HEBERT E. (1871) : Le Néocomien dans le Midi de la France (Drôme et Basses-Alpes). Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 2, t.28, p.137.

- HEBERT E. (1872) : Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 2, t.29, p.393.
- JACOB C. (1905) : Etude sur les ammonites et sur l'horizon stratigraphique de Clansayes. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 4, t.5, p.399-438, 9 fig., 2 pl.
- JACOB C. (1907)a : Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. Thèse et Trav. Lab. géol. Grenoble, t.8, 314 p., 14 fig., 6 pl. h.t.
- JACOB C. (1907) : Notes préliminaires sur la stratigraphie du Crétacé moyen. Trav. Lab. géol. Grenoble, t.8, fasc. 1, p.32-59.
- KILIAN W. (1889)a Système Crétacé. Ann. Géol. Universel, Paris, t.5, 1888, p.339-423.
- KILIAN W. (1889)b : Description géologique de la Montagne de Lure. Masson G. éd., Paris, 458 p., 59 fig., 4 pl. h.t., 3 cartes h.t.
- KILIAN W. (1896) : Notice sur la Montagne de Lure. Trav. Lab. géol. Grenoble, t.3, fasc. 2, p.49-76, 11 fig., 8 pl. h.t.
- KILIAN W. (1907)a : Revision des feuilles de Grenoble et Vizille au 80000, Lyon au 320000, Privas au 80000. Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, t.17, n°115, 5 p., 1 fig.
- KILIAN W. (1907)b : Lethaea geognostica. Teil II: das Mesozoicum, 3 Kreide. Schweizerbart éd., Stuttgart, 398 p., pl. A-D, 1-14, nb. tabl., 3 cartes.
- KILIAN W. (1912) : Sur une carte de la répartition des faciès urgonien dans le Sud-Est de la France. Ass. Fr. Avanc. Sci. Congrès Nîmes, p.361-375.
- KILIAN W. (1918) : Remarques nouvelles sur la faune des étages Hauterivien, Barrémien, Aptien et Albien dans le Sud-Est de la France. C.R. Acad. Sci., Paris, t.166, p.403.

- KILIAN W. et LEENHART F. (1900) : Le Mont Ventoux et la Montagne de Lure. Livre guide, 8^{ème} Congrès géol. intern., Paris, p.25-42, 14 fig.
- LAFARGE D. (1978) : Etude géologique du plateau de Sint-Remèze, Ardèche. Stratigraphie, cartographie, sédimentologie, tectonique. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon, n°?, 119 p., 52 fig., 5 pl. (inédit).
- LEENHART F. (1885) : Quelques observations au sujet des calcaires du Teil et de Cruas. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 3, t.14, p.64-67, 1 fig.
- MAILLARD J. (1965) : Le passage Barrémien-Aptien et ses rapports avec l'Urgonien dans le couloir rhodanien. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.147-156, 5 pl.
- MASSE J.P. (1966) : Etude lithologique et paléocéanographique de la série marine d'Orgon. Hauterivien moyen et supérieur, Barrémien. Bull. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, vol.40, fasc. 56, p.267-297.
- MASSE J.P. (1968) : Etude sédimentologique des faciès calcaires associés aux formations construites barrémiennes de Notre-Dame-de-Beauregard, Orgon (Bouches-du-Rhône). Bull. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, vol.43, fasc. 59, p.411-419, 5 fig.
- MASSE J.P. (1976)a : Les calcaires urgoniens de Provence. Valanginien-Aptien inférieur. Stratigraphie, paléontologie, les paléoenvironnements et leur évolution. Thèse Doc. Sci., Univ. Aix-Marseille II, UER Sci. Mer et Environnement, n° CNRS:A012390, t.I et II:445 p., 124 fig.; t.III:60 pl.
- MASSE J.P. (1976)b : Les constructions à madrépores des calcaires urgoniens (Barrémien-Bédoulien) de Provence (Sud-Est de la France). Extr. "?", p.322-335, 8 fig.
- MASSE J.P. et CHAMLEY H. (1975) : Sur la signification des minéraux argileux dans les sédiments Barrémien et Bédoulien de Provence. 9^{ème} Congrès intern. Sédiment., Nice, p.25-30, 3 fig.

- MATHERON P. (1842)a : Catalogue méthodique et description des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône. Répertoire Trav. Soc. Statistique Marseille, t.6, 264 p., 41 pl.
- MATHERON P. (1842)b : Réunion extraordinaire de la société géologique de France à Aix. C.R. de la course à Cassis. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 1, t.13, p.511.
- MOULLADE M. (1965)a : Révision des stratotypes de l'Aptien : Gargas (Vaucluse). Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.201-214, 4 fig., 1 tabl.
- MOULLADE M. (1965)b : Révision des stratotypes de l'Aptien : Clansayes (Drôme). Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.215-222, 4 fig.
- MOULLADE M. (1966) : Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la fosse vocontienne. Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, n°15, 369 p., 17 pl.
- ORBIGNY (d') A. (1840) : Paléontologie française. Terrains crétacés. I : céphalopodes. "??", 631 p.
- ORBIGNY (d') A. (1850-52) : Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle. "??", vol.1:349 p.; vol.2:427 p.; vol.3:188 p.
- PAQUET J. (1960) : Observations sur la partie septentrionale de la faille des Cévennes (Ardèche). Ann. Soc. géol. Nord, Lille, t.80, p.81-85, 3 fig.
- PAQUIER V. (1896)a : Sur quelques rudistes nouveaux de l'urgonien. Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble, t.4, fasc. 1, p.73-77.
- PAQUIER V. (1896)b : Sur la présence de caprininés dans l'urgonien. Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble, t.4, fasc.1, p.77-80.
- PAQUIER V. (1898) : Sur le parallélisme des calcaires urgoniens avec les couches à céphalopodes dans la région delphino-rhodanienne. C.R. somm. Acad. Sci., Paris, "??", p.1-3.

- PAQUIER V. (1900) : Recherche géologique dans le Diois et les Baronnies orientales. Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble, thèse, 402 p.
- PAQUIER V. (1901) : Observations au sujet de la communication de MM Sayn et Roman : composition du Barrémien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 4, t.1, p.541.
- PAQUIER V. (1903) : Les rudistes urgoniens. Mém. Soc. géol. Fr. Paléontol., Paris, t.11, fasc.1, n°29, p.5-46, 4 fig., 6 pl.
- PAQUIER V. (1905) : Les rudistes urgoniens. Mém. Soc. géol. Fr. Paléontol., Paris, t.13, fasc.4, n°29, p.49-102, 8 fig., 7 pl.
- PURSER B.H. (1972) : Subdivision et interprétation des séquences carbonatées. Coll. méthodes et tendance de la stratigraphie, Orsay, 1970, Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°77, p.679-698, 12 fig.
- RAT P. (1959)a : Les milieux urgoniens cantabriques. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 7, t.1, p.378-384, 2 fig.
- RAT P. (1959)b : Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne). Publ. Univ. Dijon, t.18, 525 p., 5 pl., 2 cartes h.t.
- RAT P. (1962) : Structures et faunes dans les calcaires urgoniens pyrénéo-cantabriques. Contribution à l'analyse d'un faciès. 4^{ème} Congrès intern. Etude Pyrénées, Pau, p.105-116.
- RAT P. (1965) : Rapport sur les faciès urgoniens. Coll. Crétacé inférieur, Lyon, 1963. Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n°34, p.156-159.
- RAT P. (1968) : Milieux récifaux fossiles et genèse des calcaires Rev. Soc. géol. Bulgare, vol.29, fasc. 1, p.63-72, 6 fig.
- REINECK H.E. et SINGH I.B. (1973) : Depositional sedimentary environments. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 439 p., 579 fig.
- RENAUD B. (1978) : Le Crétacé inférieur de la vallée de l'Ibie et de la région de Lagorce-Rochecolombe, Ardèche : stratigraphie, sédimentologie, cartographie. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon, n°?, t.I:149 p., t.II:78 fig., 1 carte.

- REYNES P. (1861) : Etude sur le synchronisme et la délimitation des terrains crétacés du Sud-Est de la France. Mém. Soc. Emul. Provence, n°1, 32 p.
- REYNIER E. (1934) : Le pays de Vivarais. Charpin et Reyne éd., Valence, 272 p., 53 fig., 28 pl.
- RIO M. (1978) : Relations entre la bioturbation et les phénomènes de silicification: exemple pris dans la craie et les calcaires crétacés du Diois et des Baronnies. Livre Jubil. J. Flandrin, Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon, h.s. n°4, p.407-413, 2 fig., 1 pl.
- ROCH E. (1927) : Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bédoule (près Cassis, Bouches-du-Rhône). Mém. Soc. géol. Fr., Paris, N.S., série 4, t.5, fasc.1, n°8.
- ROCH E. (1958) : Le Barrémien du Nord-Ouest et du Sud-Est de la France. C.R. somm. Soc. géol. Fr., Paris, n°5-6, p.3.
- ROMAN F. (1929) : Etude des terrains jurassiques et crétacés de l'Ardèche et des terrains quaternaires des environs de Valence. Bull. Soc. géol. Bretagne, Rennes, t.10, p.13-42, 9 fig.
- ROMAN F. (1950) : Le Bas-Vivarais. Actu. Sci. Ind. Géol. Région. France, Hermann et Cie éd., Paris, n°1090, 150 p., 35 Fig., 1 tabl.
- ROMAN F. et GOGUEL J. (1936) : Les failles des environs de Privas. C.R. somm. Soc. géol. Fr., Paris, n°1, p.14-16.
- ROMAN F., LANGCHAMBON H. et VIRET J. (1937) : Excursion géologique interuniversitaire à Lyon dans la Drôme et dans l'Ardèche. Bosc Frères et Riou éd., Lyon, 31 p., 9 fig.
- SAYN G. (1910) : Excursion dans le Crétacé inférieur, rive droite et rive gauche du Rhône faite sous la présidence de G. Sayn. Réunion extraordinaire Alès-Valence-Nîmes. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 4, vol.10, t.9, p.857-908, 8 fig.
- SAYN G. et ROMAN F. (1900) : Sur le Néocomien de la rive droite du Rhône. C.R. somm. Soc. géol. Fr., Paris, n°15, p.126-127.

- SAYN G. et ROMAN F. (1901) : Composition du Barrémien sur la rive droite du Rhône dans la région de Viviers.Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 4, t.1, p.443.
- SAYN G. et ROMAN F. (1904) : L'Hauterivien et le Barrémien de la rive droite du Rhône et du Bas-Languedoc.Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 4, t.4, p.607-640, 5 fig., 1 tabl.
- SIGNOLLES C. (1980) : Le Crétacé supérieur du département de l'Ardèche (S.E. de la France): stratigraphie, sédimentologie, paléogéographie.Thèse 3 ème cycle, Univ. Claude Bernard Lyon, fasc.I:94 p.; fasc.II:55 fig., 5 pl., 2 cartes (inédit).
- SORNAY J. (1950) : Etude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon et des régions voisines.Imp. Allier, Grenoble, 254 p., 31 fig., 12 pl.
- SORNAY J. (1958) : Observation sur le Tithonique supérieur de la région du Pouzin et sur le Cénomaniens et l'Aptien des environs de Viviers-sur-Rhône.Bull. Serv. Carte géol. Fr. Paris, n°257, t.56, p.167-171.
- SORNAY J. (1959) : Le Barrémien et l'Aptien au Nord-Ouest de Viviers-sur-Rhône.Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, n°261, t.57, p.411-413.
- SORNAY J. (1962) : Remarques sur le Bédoulien de Viviers-sur-Rhône. Feuille de Privas au 80000.Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, n°269, t.59, p.209-213.
- SORNAY J. (1967) : Remarques sur le Crétacé inférieur entre Viviers-sur-Rhône et le Teil. Feuille de Privas au 80000.Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, n°279, t.61, p.391-394.
- THIEULOY J.P. (1959) : Etude micrographique des "calcaires à débris" barrémo-aptiens sur le pourtour méridional du Vercors.Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Grenoble, t.35, p.39-99.
- TORCAPEL A. (1882) : L'urgonien du Languedoc.Rev. Sci. Nat. Montpellier, p.4-20, 1 pl.
- TORCAPEL A. (1894) : Le plateau infracrétacé des environs de Nîmes.Bull. Serv. Carte géol. Fr., Paris, n°39, t.6, p.147-168, 1 fig., 1 pl.

- TOUCAS A. (1888) : Notes sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, série 3, t. 16, p. 903-927, 4 fig., 1 tabl. h;t.
- VERMEIJ P.B. (1937) : L'évolution morphologique du bassin de l'Ardèche. Géogr. géol. Recks, n° 15, N.V.A. Oosthoek's uitgeverij, Utrecht, 78 p., 31 fig., 1 carte h.t.
- YAPAUDJIAN L. (1972) : Une approche actualiste en géologie sédimentaire (quelques données d'interprétation des séquences de plateforme). Coll. méthodes et tendance de la stratigraphie, Orsay, 1970, Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris, n° 77, p. 715-744, 23 fig., 11 pl.