



**HAL**  
open science

**Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le  
Jura français et sur les pourtours de la "fosse  
vocontienne" (Massifs subalpins septentrionaux,  
Ardèche, Grands-Causse, Provence, Alpes-Maritimes)**

Pierre Donze

► **To cite this version:**

Pierre Donze. Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la "fosse vocontienne" (Massifs subalpins septentrionaux, Ardèche, Grands-Causse, Provence, Alpes-Maritimes). Stratigraphie. Université Claude Bernard - Lyon I, 1956. Français. NNT: . tel-00814640

**HAL Id: tel-00814640**

**<https://theses.hal.science/tel-00814640>**

Submitted on 17 Apr 2013

**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.

N° D'ORDRE

**THÈSES**

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

Pierre DONZE

1<sup>re</sup> THESE : Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la « fosse vocontienne » (Massifs subalpins septentrionaux, Ardèche, Grands - Causses, Provence, Alpes-Maritimes).

2<sup>me</sup> THESE : Propositions données par la Faculté.

*Soutenues le 13 Décembre 1956 devant la Commission d'Examen.*

MM. J. FLANDRIN.....	Président
R. CIRY .....	} Examineurs
H. GAUTHIER .....	
J. VIRET .....	

LYON  
1958

N° D'ORDRE

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

Pierre DONZE

1<sup>re</sup> THESE : Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la « fosse vocontienne » (Massifs subalpins septentrionaux, Ardèche, Grands - Causses, Provence, Alpes-Maritimes).

2<sup>me</sup> THESE : Propositions données par la Faculté.

*Soutenues le 13 Décembre 1956 devant la Commission d'Examen.*

MM. J. FLANDRIN.....	Président
R. CIRY .....	} Examineurs
H. GAUTHIER .....	
J. VIRET .....	

1958

# UNIVERSITÉ DE LYON - FACULTÉ DES SCIENCES

## Doyen Honoraire

M. LONGCHAMBON, O. \*, ☉, Médaille Résistance, ☉ I., ✖.

## Professeurs Honoraires

MM. FROMAGEOT, ☉ I.  
LOCQUIN, \*, ☉ I., Correspondant de l'Institut.  
DE LARAMBERGUE, ☉ A.

## Doyen

M. DOUIN, O. \*, ☉, ☉ I.

## Assesseur

M. EYRAUD H., \*, ☉ I.

## Professeurs

MM. LONGCHAMBON, O. \*, ☉, Médaille Résistance, ☉ I., ✖, *Minéralogie*.  
DOUIN, O. \*, ☉, ☉ I., *Botanique*.  
SOLLAUD, \*, ☉ I., *Zoologie*.  
DÉJARDIN, O. \*, ☉ I., *Physique Générale*.  
EYRAUD H., \*, ☉ I., *Calcul différentiel et intégral*.  
THIBAUD, ☉ I., *Physique atomique*.  
X..., *Chimie organique*.  
CORDIER, \* O., ☉ I., Chevalier du Mérite Agricole, ✖, *Physiologie*.  
KÜHNER, \*, ☉ I., *Botanique*.  
PRETTE, \*, ☉ I., *Chimie industrielle*.  
DUFAY, \*, ☉ I., *Astronomie*.  
AUMÉRAS, ☉ I., *Chimie*.  
COURTY, ☉ I., *Chimie-Physique*.  
COLONGE, ☉ I., *Chimie*.  
X..., *Chimie minérale*.  
MALÉCOT, ☉ I., *Mécanique rationnelle et appliquée*.  
BERNARD, ☉ A., *Physique*.  
JANIN, ☉ A., *Physique*.  
MENTZER, *Chimie biologique*.  
FLANDRIN, *Géologie Appliquée*.  
NIGON, *Zoologie expérimentale*.  
VIRET, \*, ☉ I., *Géologie*.  
MOUSSA, ☉ A., *Systématique des noyaux atomiques*.  
BRACONNIER, *Mathématiques*.  
WAUTIER, *Zoologie*.

## Maitres de Conférences

MM. CUEILLERON, <i>Chimie</i> .	MM. LONGCHAMP, <i>Physique</i> .
BOUTILLIER, ☉ I., Méd. Résistance, <i>Minéralogie</i> .	EYRAUD Ch., <i>Chimie minérale</i> .
GAUTHIER H., <i>Géologie du Quaternaire</i> .	LAFUCRIÈRE, <i>Physique nucléaire</i> .
BOIDIN, <i>Botanique</i> .	LAVIOLETTE, <i>Zoologie expérimentale</i> .
CHOPIN, <i>Chimie biologique</i> .	DESSAUX, <i>Physiologie</i> .
JAFFARD, <i>Mathématiques</i> .	

## Chargés de cours complémentaires

M <sup>me</sup> FIASSON, <i>Zoologie</i> .	MM. STRIFFLING, <i>Météorologie et Physique du Globe</i> .
MM. MESNARD, <i>Physique</i> .	MAZENOT, <i>Géologie</i> .
PENNANEAC II, ☉ A., <i>Mathématiques</i> .	MURET, <i>Botanique</i> .
GAUTHIER J., <i>Chimie</i> .	FIASSON, <i>Zoologie</i> .
DAVID L., <i>Géologie</i> .	TRANCHAT, <i>Physique</i> .

## Secrétaire

M. ROUX, ☉ I.

## AVANT-PROPOS

Depuis bientôt cent ans, les dépôts de la limite jurassico-crétacée posent aux géologues de difficiles problèmes. En 1866 déjà, de vives controverses s'élevaient à propos du Jurassique supérieur de faciès tithonique. Ces dernières années, les recherches pétrolières ont attiré l'attention sur les niveaux d'émersions qui, en de nombreux points de l'Europe, affectent le sommet du Jurassique et la base du Crétacé.

En 1948, à la suite d'un Diplôme d'Etudes supérieures sur les Périssphinctidés tithoniques de la Collection Blondet, MM. les Professeurs M. THORAL et J. VIRET me proposèrent comme sujet de thèse de Doctorat ès Sciences naturelles, l'étude des couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura et les massifs subalpins septentrionaux. Par ailleurs, M. le Professeur GIGNOUX m'avait montré l'intérêt qu'il y avait d'étendre ces recherches jusqu'à la bordure méridionale de la « fosse vocontienne » c'est-à-dire en Provence et dans les Alpes-Maritimes.

Cette étude n'aurait pu être menée à bien, si je n'avais bénéficié du concours de nombreuses personnes.

M. le Professeur THORAL ne cessa de me prodiguer directives et conseils, que sa très grande érudition et sa vaste expérience rendaient particulièrement précieux. Je lui garde une très profonde reconnaissance.

En son absence, M. le Professeur FLANDRIN voulut bien accepter la lourde charge de revoir le manuscrit et d'assurer la présidence de thèse. Qu'il trouve ici l'expression de ma vive gratitude.

J'ai à cœur de dire aussi combien ma tâche fut facilitée par l'accueil et l'aide que j'ai reçus au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon. A ce titre, je tiens à remercier MM. les Professeurs J. VIRET, Directeur du Museum d'Histoire naturelle de Lyon, et H. GAUTHIER, ainsi que M. L. DAVID.

J'ai beaucoup appris auprès de M. R. CIRY, Professeur à l'Université de Dijon, au cours d'entretiens fructueux ; il m'a notamment fait bénéficier de sa grande compétence en ce qui concerne les phénomènes de sédimentation marine.

Je remercie vivement M. le Professeur P. PRUVOST, membre de l'Institut, pour les encouragements qu'il m'a donnés, et l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à mes recherches.

Je dois une gratitude particulière au regretté Professeur GIGNOUX, membre de l'Institut, ainsi qu'à M. le Doyen L. MORET, membre de l'Institut, dont les conseils et les enseignements m'ont été si profitables.

M. G. CORROY, Professeur à l'Université de Marseille et M. l'abbé A.-F. de LAPPARENT, Professeur à l'Institut catholique de Paris, m'ont communiqué divers renseignements.

M. M. DREYFUSS, Professeur à l'Université de Besançon, m'a fait découvrir, à l'occasion de sorties dans le Jura, de belles coupes purbeckiennes.

M. l'abbé R. MOUTERDE, Professeur aux Facultés catholiques de Lyon, m'a toujours été de précieux conseil. A maintes reprises je me suis entretenu de mes recherches avec M. G. MAZENOT.

Dans les cas de déterminations difficiles, il m'a souvent fallu faire appel au savoir des spécialistes : M. M. BREISTOFFER et le Général COLLIGNON pour les Ammonites crétacées, MM. M. PELLETIER et M. GOTTIS pour les Ammonites du Jurassique supérieur, M. J. FAVRE pour les Gastropodes purbeckiens, MM. F.-W. ANDERSON et N. GRÉKOFF pour les Ostracodes, MM. H. BARTENSTEIN, M. LYS, W. MAYNC, P. RAT, J. SIGAL, C.-A. WICHER pour les Foraminifères, A. CAROZZI pour les Dasycladacées, MM. T.-M. HARRIS et K. MADLER pour les Carophytes.

J'ai plus d'une fois mis à contribution la compétence et le dévouement de MM. R. BUSNARDO, J. COMBIER, R. ENAY et J. PATRICOT.

Mon souvenir va encore à tous mes compagnons de courses : MM. P. CHAUVE et S. MARCHAND, M<sup>lle</sup> S. FRANÇOIS, M. l'abbé J. ROSSET, et à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre m'ont aidé dans ma tâche.

Je n'ai garde, enfin, d'oublier que ce travail a été réalisé grâce au concours du Central National de la Recherche Scientifique ; je lui exprime ici ma vive reconnaissance.

## INTRODUCTION

---

### CADRE GÉOGRAPHIQUE

Les diverses régions qui entrent dans le cadre de ce travail, Jura français, bordure est du Massif Central, Massifs subalpins septentrionaux, Provence et Alpes Maritimes, ne constituent pas un ensemble géographique bien défini. Leur unité découle d'un fait purement paléogéographique : leur ordonnance par rapport au grand bassin de subsidence que fut la « fosse vocontienne », dont elles constituaient les abords plus ou moins immédiats.

Ce vaste terrain d'étude intéresse 17 départements ; il englobe la plus grande partie du SE de la France.

### OBJET ET MÉTHODE

Dans toutes ces régions, les dépôts de la limite jurassico-crétacée posent de nombreux problèmes non encore résolus. En particulier, que représente au juste le Purbeckien du Jura ? Peut-on le comparer à celui d'Angleterre et d'Allemagne du NW, et d'autre part, quel est son équivalent alpin ? Comment se termine la série sédimentaire sur les Grands-Causse et la Séranne ? Quelle est l'ampleur et quel est l'âge des niveaux laguno-lacustres de Provence et des Alpes-Maritimes ?

La réponse à ces questions nécessite :

1° *Une étude stratigraphique* portant sur les 3 faciès, marin, lagunaire et lacustre. La stratigraphie des niveaux marins est

basée sur les Ammonites, ou, à leur défaut, sur des associations de microorganismes.

En milieu lacustre, ce sont les Ostracodes qui ont servi de repères. La signification stratigraphique des diverses espèces est connue grâce aux travaux, la plupart récents, consacrés au Purbeckien d'Angleterre et d'Allemagne du NW (Pl. 1).

2° Une étude de pétrographie sédimentaire portant sur :

- a) La nature des sédiments ;
- b) La structure macroscopique et microscopique des divers niveaux ;
- c) Les microorganismes (microflore et microfaune).

Il ne pouvait être question de décrire ici tous les affleurements des niveaux de la limite jurassico-crétacée. Sauf dans les régions où ils sont rares, comme par exemple au N du Jura, seules ont été retenues les coupes complètes, susceptibles de nous fournir des renseignements précis sur l'évolution dans le temps de la série sédimentaire. Par ailleurs, lorsqu'il existe dans une même région plusieurs bonnes coupes présentant les mêmes caractères, la meilleure seulement a été décrite en détail, les autres n'étant mentionnées que pour mémoire.

Dans chaque coupe, tous les niveaux mentionnés ont fait l'objet d'une étude micrographique complète, et cela n'a été possible qu'à la suite d'un important travail de préparation microscopique. En effet, si le simple examen à la loupe peut fournir rapidement d'utiles indications, seules les lames minces peuvent nous renseigner d'une manière complète sur la nature du dépôt, et sur l'ensemble des organismes qu'il contient.

En outre, la détermination spécifique de nombreux microorganismes n'est possible que sur des individus dégagés.

### TECHNIQUES

1° L'étude macroscopique des sédiments n'a pas posé, du point de vue technique, de problèmes particuliers. En ce qui concerne les Ammonites, on se reportera, entre autres, aux indications données par G. MAZENOT (1939, p. 9).

### PLANCHE I

ANGLETERRE DU S						
LOWER PURBECK	MIDDLE PURBECK	UPPER PURBECK	WEALD			
				Cypris purbeckensis F. Candona ? ansata J. Candona ? bononiensis J. Cypridea adjuncta J. C. dunkeri J. C. fasciculata F. C. posticalis J. C. propunctata S. B. C granulosa J  Pseudocypridina setina rectidorsata S.-B. Pseudocypridina setina setina S.-B.		
ALLEMAGNE DU N W						
BUNDESEN MORGENL	SRECHLIT	WEALDEN 1	WEALDEN 2	WEALDEN 3	WEALDEN 4	WEALDEN 5
Cypris purbeckensis F. Cypridea fasciculata F. C. granulosa J. C. posticalis J. C. propunctata S.-B. Pseudocypridina setina rectidorsata S.-B. Pseudocypridina setina setina S.-B.  Scabriculocypris trape- zoides A.						

Répartition stratigraphique de quelques espèces d'Ostracodes dans le Purbeckien-Wealdien d'Angleterre du S et d'Allemagne de NW (D'après les travaux récents d'ANDERSON, BARTENSTEIN, GREKOFF, MARTIN, SYLVESTER-BRADLEY, WICHER et WOLBURG).

2° Les études microscopiques, plus délicates, nécessitent la confection de lames minces, et le dégagement des organismes.

a) *Lames minces.* — La confection des lames, sans difficulté majeure quand la roche est dure, devient difficile dans les sédiments tendres, où la consolidation du matériel est toujours nécessaire.

b) *Dégagement des organismes.* — Le dégagement des organismes est facile dans les sédiments meubles par les moyens habituels : eau chaude, solutions alcalines, chauffage en autoclave, liquides détergents, etc...

Mais dans le cas d'une roche dure, par exemple un calcaire pur ou faiblement argileux, les difficultés sont toujours considérables ; les résultats les moins décevants ont été obtenus par broyage ou écaillage à l'étau.

Cependant, quand la proportion d'argile devient plus forte (à partir d'environ 15 %), je vais indiquer le principe d'une méthode qui, dans bien des cas, m'a donné satisfaction.

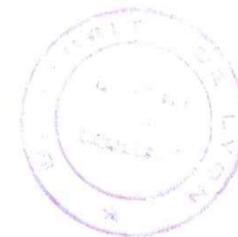
#### Méthode par désagrégation au moyen de l'acide acétique pur.

Fragmenter l'échantillon préalablement desséché, en morceaux de 1 à 2 cm<sup>3</sup>. Les placer dans un flacon et les recouvrir par de l'acide acétique rigoureusement anhydre. Dans ces conditions, l'attaque par l'acide est pratiquement nulle. Refermer le flacon au moyen d'un bouchon de papier. Au bout d'un certain temps, variable selon l'échantillon (de 1 à plusieurs jours), celui-ci se désagrège et se transforme en une sorte de poudre. Si la quantité d'acide a été bien réglée, il n'y aura qu'un faible excès d'acide quand la désagrégation est achevée. Cette quantité dépend du volume et de la nature de l'échantillon et ne peut être déterminée que par l'expérience.

Il est nécessaire, avant tout lavage, de neutraliser par des bases concentrées le contenu du flacon ; en effet, la moindre trace d'eau provoque l'attaque rapide de la roche, marquée par une vive effervescence.

Vider le flacon, laver soigneusement et tamiser.

Si l'opération a été bien conduite, les organismes calcaires ne sont que peu attaqués.



#### PLAN

La première partie de ce travail est une description stratigraphique détaillée des niveaux de la limite jurassico-crétacée dans les régions étudiées. Leur extension dans le temps, variable selon les régions, peut aller du Kiméridgien jusqu'à l'Albien. En cinq chapitres, sont étudiés successivement : les massifs subalpins septentrionaux et la région de Berrias, le Jura et la Bresse, la Provence et les Alpes-Maritimes, les Grands-Causse et la Séranne. La deuxième partie, composée de deux chapitres, est consacrée à l'étude systématique des microorganismes et des sédiments.

En ce qui concerne la présentation matérielle, il y a lieu de faire quelques remarques.

— Les coupes ont été figurées et décrites de haut en bas, c'est-à-dire conformément à leur disposition actuelle sur le terrain. Toutefois, les interprétations qui suivent certaines coupes respectent l'ordre historique des dépôts.

— Les épaisseurs indiquées ne sont parfois qu'approximatives. En effet, souvent, et principalement dans les niveaux marneux purbeckiens, l'épaisseur d'une même couche ne reste pas constante dans tout l'affleurement. Le chiffre indiqué marque alors l'épaisseur moyenne.

— Les divers signes utilisés pour la figuration des coupes ont été réunis une fois pour toutes dans la légende générale de la figure 1. On voudra donc bien se reporter à cette figure pour la compréhension des signes figuratifs utilisés dans la suite de ce travail.

1		Calcaire	13		"Calcaire grossier"
2		Calcaire oolithique ou pseudolithique	14		Brèche calcaire
3		Calcaire rognoneux	15		Microbrèche
4		Calcaire à grain fin	16		Poudingue
5		Calcaire marneux	17		Calcaire à "cailloux noirs"
6		Argile ou marne	18		Calcaire à "cailloux multicolores"
7		Calcaire dolomitique			Brèche ou poudingue à "cailloux multicolores"
8		Marne dolomitique	20		Poudingue ou brèche marneuse à éléments calcaire
9		Calcaire gypseux	21		Faciès lacustre
10		Marne gypseuse	22		Faciès pélagique
11		Niveau gloconieux	23		Banc érodé
12		Calcaire brechique	24		Surface à litophages

FIG. 1. — Légende générale des figurés utilisés pour les divers lithofaciès.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette liste a été dressée suivant l'ordre alphabétique des noms d'auteurs, conformément aux règles internationales utilisées actuellement et exposées dans les comptes-rendus sommaires des séances de la Société géologique de France (n° 16, 15 décembre 1952, p. 366).

Elle comprend, d'une part, les travaux directement relatifs aux régions étudiées, d'autre part les principaux ouvrages de paléontologie et de paléobotanique concernant les organismes des niveaux décrits, enfin divers traités importants.

PRINCIPALES ABRÉVIATIONS.

- A.F.A.S. : Association Française pour l'Avancement des Sciences.  
 Arch. Sc. Genève : Archives des Sciences éditées par la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève.  
 Eclog. Helv. : Eclogae Geologicae Helvetiae.  
 J. of P. : Journal of Paleontology.  
 M.S.P. Suisse : Mémoire de la Société paléontologique suisse.  
 Q.J.G.S. : Quaterly Journal of the Geological Society of London.  
 T.L.G. Grenoble : Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.  
 B.S.G.F. : Bulletin de la Société géologique de France.  
 C. R. somm. S.G.F. : Compte Rendu sommaire des Séances de la Société géologique de France.  
 C. R. Ac. Sc. : Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences.

- ABRARD R. (1944) — Les relations entre le bassin d'Aquitaine et le Jura au Portlandien inférieur. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 2<sup>e</sup> s., n° 5.  
 AGALÈDE H. (1944). — Mode de formation des calcaires dolomitiques du Jurassique moyen et supérieur dans la région des Causses-Majeurs. *Bull. Soc. Hist. nat.*, Toulouse, t. 79, p. 177-198.  
 AIRAGHI C. (1928). — Contributo allo studio delle Ammoniti del Guirae dell'Infracretaceo in Lombardia. *Atti della Soc. Ital. Sc. Nat.*, vol. 67, p. 284-289.  
 ALEXANDER Ch. I. (1929). — Ostracoda of the Cretaceous of North Texas. *Bull. Univ. Texas*, n° 8, p. 1-114, pl. I-X.  
 ANDERSON F. W. (1939) — Wealden and Purbeck Ostracoda. *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, s. 11, vol. 3, p. 291-310, pl. XII-XIII.  
 — (1940). — Ostracoda from the Portland and Purbeck beds at Swindon. *Proc. of the geol. Assoc.*, vol. LI, p. 373-384, pl. 18-19.  
 — (1951). — Note sur quelques Ostracodes fossiles du Purbeckien de Suisse. *Arch. Sc. Genève*, vol. 4, p. 209-212.

- AYMÉ J. M. (1949). — Contribution à l'étude géologique de l'extrémité septentrionale de l'anticlinal du Mont du Chat (Savoie). D.E.S. Lyon, p. 1-117 + 1 vol. de planches.
- ARKELL W. J. (1933). — The Jurassic system in Great-Britain. Oxford, Clarendon Press, p. 1-681, fig. 1-97, pl. I-XLI, in-8°.
- (1940). — The Gastropods of the Purbeck beds. *Quater. Journ. Geol.* London, p. 79-128, fig. 1-64.
- (1947). — The geology of Oxford. Oxford, Clarendon Press, p. 1-267, 49 fig.
- AUBERT D. (1947). — Rapport entre les faciès des terrains secondaires et les plissements jurassiens. *Bull. Lab. Géol. Géogr.*, Lausanne, n° 84, p. 1-28, fig. 1.
- (1949). — Nouvelles observations sur le conglomérat de Montfaucon (Doubs). *C. R. somm. S.G.F.*, p. 148-149.
- BARTENSTEIN H. (1952 a). — Taxonomische Revision und Nomenklator zu Franz E. Hecht « Standard Gliederung der Nordwestdeutschen Unterkreide nach Foraminiferen » (1938). *Senckenbergiana*, 33, p. 173-183 et p. 297-312.
- (1952 b). — Taxonomische Memerkungen zu den *Ammobaculites*, *Haplophragmium*, *Lituola*, und verwandten Gattungen (For.). *Senckenbergiana*, 33, p. 313-343, 2 fig., 1 tableau, pl. 1-7.
- (1954). — Revision von Berthelin's Memoire 1880 über die Alb-Foraminiferen von Montcley. *Senckenbergiana*, 35, p. 37-50, pl. 1.
- BARTENSTEIN H. et BRAND E. (1951). — Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Valendis. *Abhand. der Senckenb. Natur. Gesell.*, p. 239-336, pl. 1-20.
- BARTENSTEIN H. et BURRI F. (1955). — Die Jura-Kreide-grenzschichten im schweizerischen Faltenjura und ihre Stellung im mitteleuropäischen Rahmen. *Eclog. Helv.*, p. 426-443, fig. 1-4, pl. XXVIII-XXIX.
- BAUMBERGER E. (1901). — Ueber facies und transgressionen der untern Kreide am Nordrande der mediterrano-helvetischen Bucht im westlichen Jura. *Wiss. Beil. Bericht.*, p. 1-44, pl. I-II.
- (1903). — Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXX, p. 1-60, pl. I-III.
- BAUMBERGER E. et MOULIN H. (1898). — La série néocomienne à Valangin. *Bull. Soc. Neuchatel. Sc. nat.*, t. XXVI, p. 152-210, fig. 1-6, pl. I-II.
- BENOIT (1879). — Extension du Purbeckien dans le Jura. *B.S.G.F.*, (3), VII, p. 485-496.
- BERSIER A. (1937). — Les oolithes noires du récif kimméridgien de Valfin et leur genèse. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, vol. 59, n° 244.
- BERTRAND L. (1953). — Le Valanginien de la région de Saint-Dizier (Haute-Marne). *B.S.G.F.*, (6), III, p. 261-275, fig. 1-2, pl. VI b.
- BERTRAND M. (1883). — Le Jurassique supérieur et ses niveaux coralliens entre Gray et Saint-Claude. *B.S.G.F.*, (3), t. 11, p. 164-191.
- BLANCHET F. (1923). — La faune du Tithonique inférieur des régions subalpines et ses rapports avec celle du Jura franconien. *B.S.G.F.*, (4), XXIII, p. 70-80.
- (1929). — Etude paléontologique d'un nouveau gisement fossilifère dans le Tithonique intra-alpin entre Briançon et Château-Queyras. *T.L.G. Gren.*, t. 15, p. 48-86.

- BOURGEAT E. (1887). — Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. *Thèse*, Lille, J. LEFORT, p. 1-181, pl. I-VII, fig. 1-11.
- BRAND E. (1949). — Neue Ergebnisse zur mikropaläontologischen Gliederung des nordwestdeutschen Dogger und Valendis. *Erdöl und Tektonik*, p. 335-348, 5 fig.
- BRONGNIART A. (1829). — Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe. Paris, F. G. LEVRULT, p. 1-435, 1 tableau général + 12 tabl. particuliers + 1 tableau hors texte.
- BRUCKNER W. et PIA J. (1935). — Characeenreste im untere Teil der Zementsteinschichten (oberer Malm) der Greisstock-Decke am Klausenpass (Kt. Uri). *Eclog. Helv.*, vol. 28, n° 1, p. 115.
- BURCKHARDT C. (1903). — Beiträge zur kenntniss der Jura und kreideformation der Cordillère. *Paleontographica*, vol. 5, 144 p., pl. 1-16.
- (1906). — La faune jurassique de Mazapil. Avec un appendice sur les fossiles du Crétacé inférieur. *Bol. Inst. Geol. Mexico*, n° 23, p. 1-216, pl. 1-53.
- (1912). — Faunes jurassiques et crétaciques de San Pedro del Gallo. *Bol. Inst. Geol. Mexico*, n° 29, p. 1-264, pl. 1-46.
- (1919-1921). — Faunas jurassicas de Symon (Zacatecas) y faunas cretácicas de Zumpargo del Rio (Guerrero). *Bol. Inst. Geol. Mexico*, n° 33, vol. I (texte), p. 1-135, 1919 ; vol. II (Atlas), pl. 1-32, 1921.
- (1930-1931). — Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *M.S.P. Suisse*, vol. 49 (1930), p. 1-123 ; vol. 50 (1931), p. 125-280.
- CANAVARI M. (1899). — *Hopliti titoniani dell'Appennino centrale. Atti della Soc. Tosc. di Sc. nat.*, Mém. 17, p. 95-103.
- CAROZZI A. (1946). — Sur la découverte d'oogones de Fucacées dans le Purbeckien de Noirmont (Jura vaudois). *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 62, n° 2, p. 67-68.
- (1946). — Sur quelques Dasycladacées du Purbeckien du Jura. *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 63, n° 1, p. 24-26, fig. 1.
- (1947). — La microflore du Purbeckien du Jura (note préliminaire). *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 64, n° 1, p. 13-15.
- (1948). — Etude stratigraphique et micrographique du Purbeckien du Jura suisse. *Thèse*, Genève, Kundig, p. 1-175, fig. 1-56, pl. I-VI.
- (1950). — Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation. *Arch. Sc. Genève*, vol. 4, p. 1-48, fig. 1-8, (Extrait) vol. 3, p. 1-76, fig. 1-13.
- (1951 a). — Tectonique et rythmes de sédimentation. *Arch. Sc. Genève*, vol. 4, p. 1-48, fig. 1-8.
- (1951 b). — « Turbidity currents » et brèches multicolores du Purbeckien du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, vol. 5, p. 39-42.
- (1952 a). — Les phénomènes de courants de turbidité dans la sédimentation alpine. *Arch. Sc. Genève*, vol. 5, p. 35-39.
- (1952 b). — Microfaune déplacée dans les niveaux « remaniés » du Malm supérieur de la Nappe de Morcles (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, vol. 5, p. 39-42.
- (1953). — Découverte du genre *Salpingoporella* dans le Jurassique supérieur marin du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, vol. 6, p. 382-386.

- (1954). — L'organisme « C » J. Favre (1927) est une *Vaginella* portlandienne. *Arch. Sc. Genève*, vol. 7, p. 107-111.
- (1955). — Dasycladacées du Jurassique supérieur du Bassin de Genève. *Eclog. Helv.*, vol. 48, n° 1, p. 31-37, fig. 1-19, pl. V-VI.
- CAROZZI A. et VERDAN J. (1950). — Faits nouveaux dans le Jurassique supérieur du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, vol. 3, p. 455-458.
- CARPENTIER A. (1950). — Observations sur le Purbeckien de la Mouille (Jura). *C. R. somm. S.G.F.*, n° 9, p. 170.
- (1951). — Faciès kiméridgien à plantes dans la vallée de la Valsérine. Remarques générales sur la flore dans le Kiméridgien du Jura. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 9, p. 142-144.
- CATULLO A. (1847). — Prodromo di geognosia paleozoica delle Alpi Venete. Modena, p. 1-158, pl. 1-13.
- CAYEUX L. (1916). — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. Paris, Imprimerie Nationale, p. 1-524, Atlas, pl. I-LXI.
- (1935). — Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (calcaires et dolomies). Paris, Masson, p. 1-463, pl. I-XXVI.
- CHOFFAT P. (1876). — Note sur les soi-disants calcaires alpins du Purbeckien. *B.S.G.F.*, (3), V, p. 564-566.
- (1885). — Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système crétacique du Portugal. 1<sup>re</sup> étude, p. 1-68, pl. I-III.
- CIRY R. (1955). — Les milieux marins fossiles. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, vol. 52, p. 1-18.
- COLLET L. W. (1936). — Les brèches du Jurassique supérieur et la limite Jurassique-Crétacé. *Eclog. Helv.*, vol. 29, n° 1, p. 283-290.
- COLLET L. W. et CAROZZI A. (1947). — Sur la découverte de débris de Characées dans les brèches du Malm supérieur au Mont Ruan (Nappe de Morcles). *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 64, n° 1, p. 10-12.
- COLLET L. W. et CAROZZI A. (1954). — Sur la présence de *Salpingoporella annulata* Car. dans le Portlandien-Purbeckien des Alpes-Maritimes. *Arch. Sc. Genève*, vol. 7, fasc. 4.
- COLLOT L. (1886). — Description géologique des environs d'Aix-en-Provence. Montpellier, Imprimerie Grollier, p. 1-233, pl. I-II + 1 carte hors-texte.
- (1889). — Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence. *B.S.G.F.*, (3), XVIII, p. 49-102, fig. 1-4.
- COLOM G. (1948). — Fossil Tintinnids : loricated infusoria of the order of the *Olotricha*. *J. of P.*, vol. 22, n° 2, p. 233-263, 14 fig.
- (1950). — Los Tintinnidos fosiles. Infusorios loricatedos del orden de los Oligotricos. *Estudios geologicos*, 11, Consejo sup. invest. cientif., Madrid, p. 105-171, 7 fig., pl. XXVII-XL. Résumé français, anglais, allemand.
- COQUAND H. (1858). — Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique du département de la Charente. Besançon, Imprimerie Dodivers, t. 1, p. 1-542, 80 fig., 1 carte.
- (1863). — Du terrain jurassique de la Provence, et surtout des étages supérieurs de ce terrain. *B.S.G.F.*, (2), XX, p. 563-570.

- (1864). — Description géologique du Massif de la Sainte-Baume (Provence). Marseille, Typographie Armond et Cie, p. 1-114, 13 fig.
- (1868). — Note sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'Oxfordien supérieur et l'étage valenginien (base du terrain crétacé). *B.S.G.F.*, (2), XXVI, p. 100-129, 4 fig.
- (1869 a). — Nouvelles considérations sur les calcaires jurassiques à *Diceras* du Midi de la France, en réponse à la note de M. Hébert du 9 novembre 1868. *B.S.G.F.*, (2), XXVII, p. 73-106.
- (1869 b). — Sur les relations qui existent entre les formations jurassiques et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de St-Hippolyte et de Sumène (Gard). *B.S.G.F.*, (2), XXVI, p. 834-878.
- (1875). — Notes sur les calcaires coralliens à *Terebratulina Repliana* de la Basse-Provence et du Languedoc. *B.S.G.F.*, (3), III, p. 670-686.
- CORNUEL J. (1841). — Mémoire sur les terrains Crétacé inférieur et Supra-jurassique de l'Arrondissement de Vassy (Haute-Marne). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, t. 4, p. 229-290, pl. XIII-XIV.
- CORROY G. (1925). — Le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris. Nancy, Imprimerie Coubé et Fils, p. 1-339, 33 fig., pl. I-XI, 10 cartes.
- (1939). — Le Massif de la Sainte-Baume. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, p. 1-124, fig. 1-38, pl. I-VII, 2 cartes.
- (1943). — Structure générale du massif de Sainte-Victoire. *C. R. Trav. Fac. Sc. Marseille*, t. 1, 1<sup>re</sup> s., p. 113-115.
- (1945). — Présence du Valanginien dans le Massif de Sainte-Victoire, près d'Aix-en-Provence. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 173-174.
- ✓ CORROY et BAILLY A. (1946). — L'océanographie du Crétacé inférieur dans les environs du chaînon de Concors, près d'Aix-en-Provence. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 330-331.
- CORROY C. et DENIZOT G. (1935). — Guide géologique de la Provence occidentale. Imprimerie marseillaise, p. 1-172, fig. 1-34, pl. I-IV.
- CUSHMAN J. A. (1933). — Foraminifera. Their Classification and Economic Use, p. 1-349, pl. 1-31.
- (1933). — An illustrated Key to the genera of the Foraminifera, pl. 1-40.
- DEBELMAS J. (1949). — Sur la présence de fossiles pyriteux dans le Berriasien de la Grande-Chartreuse, près de Grenoble. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 294.
- DEFLANDRE G. (1941). — Le microplancton kiméridgien d'Orbagnoux et l'origine des huiles sulfurées naturelles. *Mém. Acad. Sc. Inst. France*, t. LXV.
- (1939). — Sur les Dinoflagellés des schistes bitumineux d'Orbagnoux (Jura). *Bull. Soc. Fr. Microsc.*, t. VIII.
- DENIZOT G. (1934). — Description des Massifs de Marseilleveyre et du Puget. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille*, V, t. XXVI, p. 1-236.
- (1939). — Notice sur les recherches de géologie. Marseille, Imprimerie Marseillaise, p. 1-108, pl. I-XI.
- (1947). — Sur l'extension du faciès urgonien entre Marseille et Toulon. *C. R. Ac. Sc.*, t. 225, p. 756.

DESOR E. (1854). — Quelques mots sur l'étage inférieur du groupement néocomien (étage Valanginien). *Bull. Soc. Sc. nat. Neuchatel*, t. III, p. 1-11.

DESOR E. et GRESSLY A. (1856). — Etudes géologiques sur le Jura Neuchâtelois. Neuchatel, Imprimerie Ch. Leidecker, p. 1-159, 4 pl., 2 cartes.

DIEULAFAIT L. (1870). — Etude sur les couches comprises entre la formation jurassique moyenne et la formation crétacée dans les Alpes, de Grenoble à la Méditerranée. *B.S.G.F.*, (2), XXVII, p. 649-664.

DONZE P. (1947). — Etude sur les Périssphinctidés et quelques autres genres de la Collection Blondet, en provenance de Saint-Concours près Chambéry (Savoie). *D.E.S.*, Lyon, p. 1-180, pl. I-XX (non publié).

— (1948 a). — Les Périssphinctidés du Tithonique inférieur de la Croix-de-Saint-Concours près Chambéry (Savoie). *C. R. somm. S.G.F.*, p. 183-184.

— (1948 b). — *Paraberriassella*, nouveau genre de Périssphinctidés. *B.S.G.F.*, (5), XVIII, p. 237-239. pl. IX b.

— (1950 a). — Le Purbeckien dans le chaînon jurassien Montagne des Princes-Gros Foug-Mont Clergeon-Chambotte-Corsuet (Savoie, Haute-Savoie). *C. R. Acad. Sc.*, t. 230, p. 1475-1476.

— (1950 b). — Les calcaires à coprolithes de Crustacés du Jurassique de la Montagne des Princes et de la Chambotte (Savoie). *C. R. somm. S.G.F.*, n° 7, p. 121-122.

— (1951 a). — Présence de calcaires lacustres dans le Virgulien de la Montagne-de-l'Epine (Jura méridional). *C. R. somm. S.G.F.*, n° 16, p. 297-298.

— (1951 b). — Les formations de la limite Jurassique-Crétacé dans les massifs subalpins des Bauges et de la Chartreuse. *C. R. Ac. Sc.*, t. 232, p. 862-864.

— (1951 c). — Existence du faciès purbeckien sur la Causse Méjean dans la région de la Parade (Lozère). *C. R. Ac. Sc.*, t. 233, p. 1044-1045.

— (1952). — Présence d'une phase d'émersion dans le Jurassique supérieur des Causses Méjean et Sauveterre (Lozère). *C. R. Ac. Sc.*, t. 234, p. 1297-1298.

— (1953). — Sur des particularités remarquables de la microfaune dans certaines formations peu profondes jurassico-crétacées du Jura méridional. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 5, p. 70-71.

— (1955 a). — Les formations de la limite jurassico-crétacée dans la Provence et les Alpes-Maritimes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 241, p. 1798-1800.

— (1955 b). — Sur la répartition des zones de faciès et sur l'âge des dépôts purbeckiens dans le Jura français. *C. R. Ac. Sc.*, t. 241, p. 1964-1965.

— (1955 c). — Nouvelles espèces de Charophytes dans les niveaux de la limite jurassico-crétacée du Jura, des Alpes-Maritimes et de la Provence. *B.S.G.F.*, (6), V, p. 287-290, pl. XIII.

DONZE P. et GOTTIS M. (1954). — Observations stratigraphiques et paléogéographiques dans le Jurassique supérieur des Grands-Causses et de la Séranne. *C. R. Ac. Sc.*, t. 238, p. 369-371.

DONZE P. et GRÉKOFF N. (1953). — Une coupe du Purbeckien dans la région du Poizat (Jura méridional). *C. R. somm. S.G.F.*, p. 264-266.

— DONZE P. et ROSSET J. (1952). — Présence de « calcaires grossiers » dans le Berriasien de la chaîne des Aravis (Hte-Savoie). *C. R. somm. S.G.F.*, n° 15, p. 323-324.

DOUVILLÉ R. (1910). — Céphalopodes argentins. *Mém. Soc. géol. Fr.*, vol. 19, n° 43, p. 1-24, 4 fig., 3 pl.

DUMORTIER et FONTANNES (1876). — Description des ammonites de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques, p. 1-161, 19 pl.

DREYFUSS M. (1954). — Les méthodes d'analyse et de représentation graphique des séries sédimentaires. *Ann. Soc. géol. Nord*, LXXIII, p. 84-88.

— (1954). — Considérations sur la genèse des bancs dans les sédiments marins. *Ann. Soc. géol. Nord*, p. 95-105.

EBRAY Th. (1868). — Sur les couches à *Terebratula diphyia* de la Porte de France. *B.S.G.F.*, (2), XXV, p. 346-354.

— (1872). — Sur les calcaires à *Terebratula janitor* de Talloires (Haute-Savoie). *B.S.G.F.*, (2), XXIX, p. 137-142.

ETALLON M. A. (1857). — Esquisse d'une description géologique du Haut-Jura et en particulier des environs de St-Claude. Paris, J.-B. Baillière et Fils, p. 1-108, 1 carte hors-texte.

FALLOT P. et CORROY G. (1932). — Note stratigraphique préliminaire sur la région comprise entre Baume-les-Dames et Brémoucourt. *Bull. Serv. Carte*, n° 18, t. XXXIV, p. 1-31.

FAURE-MARGUERIT G. (1918). — Monographie paléontologique des assises coralligènes du promontoire de l'Echaillon (Isère). *T.L.G. Gren.*, t. 12, fasc. 1, p. 9-108.

FAVRE F. (1875). — Description des fossiles du terrain jurassique de la Montagne des Voirons (Savoie). *M.S.P. Suisse*, vol. 2, p. 1-79, pl. 1-7.

— (1877). — La zone à *A. acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. *M.S.P. Suisse*, vol. 4, p. 1-113, pl. 1-10.

— (1880). — Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. *M.S.P. Suisse*, vol. 6, p. 1-75, pl. 1-5.

FAVRE J. (1932). — Présence d'une nouvelle espèce d'algue calcaire siphonée dans le Valanginien du Jura central, *Clypeina inopinata* n. sp., *Eclog. Helv.*, vol. 25, n° 1, p. 11-16, 3 fig.

FAVRE J. et RICHARD A. (1927). — Etude du Jurassique supérieur de Pierre-Chatel et de la Cluse de la Balme (Jura méridional). *M.S.P. Suisse*, vol. 46, p. 1-38, 14 fig., pl. I-III.

FONTANNES F. (7819). — Description des Ammonites des calcaires du Château de Crussol (Ardèche). Lyon, Georg, p. 1-124, pl. 1-13.

FROLLO M. (1938). — Sur un nouveau genre de Codiaccé du Jurassique supérieur des Carpathes orientales. *B.S.G.F.*, (5), VIII, p. 269-271, pl. XVIII.

GEMMELLARO C. G. (1868-1876). — Studi paleontologici sulla Fauna del Galiace a *Terebratula janitor* del Nord di Sicilia. Pt. I, 56 p., 12 pl.; pt. II, 92 p., 16 pl.; pt. III, 36 p., 5 pl.

GEVREY M. A. (1891). — Note préliminaire sur le gisement tithonique d'Aizy-sur-Noyerey. *T.L.G. Gren.*, t. 1, p. 49-55.

- GÈZE B. (1948). — Révision de la feuille de Séverac au 80.000 s. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 225, t. 47, p. 135-144.
- GIDON P. (1948). — Sur l'extension des faciès coralligènes dans le Berriasien des environs de Chambéry. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 284-285.
- GIGNOUX M. (1950). — Géologie stratigraphique, 4<sup>e</sup> édition. Paris, Masson, p. 1-735, 155 fig.
- (1952). — La bordure subalpine au N. de Cannes entre Grasse et Vence (Alpes-Maritimes). *T.L.G. Gren.*, t. 30, p. 110-115, 1 pl. photo.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1937). — Sur l'extension des lagunes purbeckiennes dans le Sud-Est de la France. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 116-117.
- (1946). — Nomenclature stratigraphique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. *T.L.G. Gren.*, t. 25, p. 59-88.
- (1952). — Géologie dauphinoise, 2<sup>e</sup> édit., Paris, Masson, p. 1-391, fig. 1-91, 3 cartes hors-texte.
- GINSBURG L. (1954). — Feuilles de Castellane et Roquesteron au 50.000<sup>e</sup>. Région d'Andon et de Thorenc (Alpes-Maritimes). *Bull. Carte géol. Fr.*, p. 145-159.
- GIBARDOT A. (1885). — Le Purbeckien de Pont-de-la-Chaux. *B.S.G.F.*, (3), XI, p. 747-772.
- (1890). — Note sur le Purbeckien inférieur de Narlay (Jura). *Mém. Soc. Emul. Jura* (Extrait), p. 1-35.
- GOGUEL J. (1944). — Contribution à l'étude paléogéographique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. 44, n° 215, p. 457-518, 43 fig.
- (1953). — Les Alpes de Provence. Paris, Hermann, p. 1-123, 45 fig.
- GOVERNET Cl. (1955). — Structure de la région toulonnaise. *Thèse*, Fac. Sc. Paris (Manuscrit), p. 1-549.
- GRAMBAST L. et N. (1953). — Révision de quelques Charophytes tertiaires du Bassin de Paris. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 14, p. 289-291.
- GRAMBAST L. et N. (1955). — Les *Raskyelloideae*, sous-famille fossile des *Characeae*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 240, n° 9, p. 999-1001, fig. 1-3.
- GREKOFF N. (1953). — Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continentaux). *Revue Inst. fr. Pétrole*, vol. VIII, p. 362-379, 11 fig.
- (1954). — Sur l'évolution et la répartition de quelques genres d'Ostracodes dans la série post-paléozoïque. *C. R. somm. S.G.F.*, p. 333-336.
- GREPPIN J.-B. (1870). — Jura Bernois et districts adjacents. Matériaux pour Carte géol. Suisse, Berne, p. 1-357, pl. I-VII, 1 tableau.
- HARRIS T. M. (1939). — British Purbeck Charophyta. London. *British Museum Natural History*, p. 1-84, 16 fig., pl. I-XVII.
- HAUG E. (1898). — Portlandien, Tithonique et Volgien. *B.S.G.F.*, (3), XXVI, p. 197-228.
- (1907-1911). — Traité de géologie. Paris, Armand Colin, t. II.
- HECHT F. E. (1938). — Standard-Gliederung der Nordwestdeutschen Unterkreide nach Foraminiferen. *Abhand. Senckenb. Natur. Gesells.*, p. 1-42, 1 fig., 4 tabl., pl. 1-24.

- HENSON F. R. S. (1947). — Foraminifera of the Genus *Trocholina* in the Middle East. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, n° 115, s. 11, vol. XIV, p. 446-459, pl. XI-XIII.
- HÉBERT F. (1866). — Observations sur les calcaires à *Terebratula diphya* du Dauphiné, et en particulier sur les fossiles des calcaires de la Porte de France (Grenoble). *B.S.G.F.*, (2), XXIII, p. 521-533.
- (1867). — Deuxième note sur les calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte de France. *B.S.G.F.*, (2), XXIV, p. 389-395.
- (1868). — Observations sur un mémoire de J.-F. Pictet intitulé : « Etude provisoire des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc ». *B.S.G.F.*, (2), XXV, p. 824-833.
- (1869). — Observations sur les caractères de la faune des Calcaires de Stramberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'Etage tithonique. *B.S.G.F.*, (2), XXVI, p. 588-604.
- (1874). — Age relatif des calcaires à *Terebratula moravica* et du *Diphya* Kalk, ou calcaire à *T. janitor*, et à *T. diphya*. *B.S.G.F.*, (3), II, p. 148-163.
- HOLLANDE M. D. (1880). — Les terrains jurassiques supérieurs et les terrains crétacés inférieurs aux environs de Chambéry. Chambéry, Imprimerie savoissienne, p. 1-57.
- (1885). — La Société géologique de France dans le Jura méridional. Annecy, Imprimerie Abry, p. 1-12.
- (1887). — Histoire géologique de la Colline de Lémenc de 1865 à 1886. Chambéry, Imprimerie Chatelain, p. 1-70.
- (1887). — L'Infra-Néocomien au Mont Saint-Michel. *Bull. Soc. Hist. nat. Savoie*, t. I, p. 144.
- (1892). — Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry (Savoie). *Bull. Carte géol. Fr.*, vol. 4, n° 29, p. 1-27, fig. 1-23.
- (1904). — La zone subalpine aux environs de Chambéry. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 101, t. XV, p. 1-19, 6 fig., 1 carte.
- (1911). — Extrémité Nord du Massif de la Grande-Chartreuse. *B.S.G.F.*, (4), XI, p. 195-211, 15 fig.
- HOVELACQUE M. (1900). — Album de microphotographies de roches sédimentaires. Paris, Gauthier-Villars, p. 1-14, pl. I-LXIX.
- IMLAY R. W. (1938). — Ammonites of the Tarais Formation of northern Mexico. *Bull. of the geol. Soc. America*, vol. 49, p. 539-602, 4 fig., 15 pl.
- (1939). — Upper Jurassic Ammonites from Mexico. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 50, p. 1-78, 7 fig., 18 pl.
- (1942). — Late jurassic fossils from Cuba and their economic significance. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 53, p. 1417-1478, 4 fig., 12 pl.
- (1943). — Upper Jurassic Ammonites from the placer de Guadalupe district Chihuahua, Mexico: *J. of P.*, vol. 17, n° 5, p. 527-543, pl. 87-95.
- JACCARD A. (1884). — Le Purbeckien du Jura. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, t. XI, p. 504-510, pl. III.
- JACQUEMIN M. E. (1891). — Etudes sur les terrains secondaires du département de l'Ain. Bourg, Imprimerie du « Courrier de l'Ain », p. 1-470, pl. I-XV.

- JONES T. R. (1895). — On the Ostracoda of the Purbeck Formation ; with notes on the Wealden Species. *Q.J.G.S.*, vol. XLI, n° 163, p. 311-353, pl. VIII-IX.
- JOUKOWSKY E. et FAVRE J. (1913). — Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie). *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, vol. 37, fasc. 4, p. 295-523, pl. XXXIV.
- KILIAN W. (1889). — Description de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). *Thèse*, Paris, Masson, p. 1-454, 4 pl., 3 cartes.
- (1889). — Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie. Le gisement tithonique de Fuente, de Los Frailes. Mission d'Andalousie. *Mém. Acad. Sc.*, t. XXX, p. 581-751, pl. 26-37.
- (1892). — Note sur les couches les plus élevées du terrain jurassique et la base du Crétacé inférieur dans la région delphino-provençale. *T.L.G. Gren.*, t. I et II, p. 161-180.
- (1894). — Réflexions sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale. *C. R. somm. S.G.F.*, p. XIV-XV.
- (1895). — Note stratigraphique sur les environs de Sisteron, *B.S.G.F.*, (3), XXIII, p. 659-805.
- (1895). — Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (Basses-Alpes). *B.S.G.F.*, (3), XXIII, p. 885-900.
- (1898). — Observation au mémoire de M. Haug sur le Portlandien, le Tithonique et le Volgien. *B.S.G.F.*, (3), XXVI, p. 429-430.
- (1910). — Allgemeines über Palaeocretacicum ; Unterkreide im südöstlichen Frankreich, Einleitung. *Lethaea geognostica*, II, Mesozoicum, Stuttgart.
- KILIAN W. et BAUMBERGER E. (1898). — Etude sur le Néocomien du Jura suisse. Présence de *Hoplites euthymi* Pict. *B.S.G.F.*, (3), XXVI, p. 580.
- KILIAN W. et GUEBARD A. (1902). — Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes. *B.S.G.F.*, (4), II, p. 737-828, pl. XLVIII-L.
- KILIAN W. et HAUG E. (1906). — Sur les dislocations des environs de Mouthier-Hautepierre (Doubs). *Bull. Carte géol. Fr.*, t. 17, n° 112, p. 1-22.
- KILIAN W. et LEENHARDT F. (1895). — Sur le Néocomien des environs de Moustiers-Ste-Marie (Basses-Alpes). *B.S.G.F.*, (3), XXIII, p. 970-981.
- KILIAN W. et LORY P. (1900). — Notice géologique sur divers points des Alpes françaises. *T.L.G. Gren.*, t. 5, p. 557-635.
- KILIAN W. et ZÜRCHER Ph. (1895). — Notice sur la région d'Escragnoles (Alpes-Maritimes). *B.S.G.F.*, (3), XXIII, p. 952-969, fig. 1-3.
- KOECHLIN E. (1942). — *Pseudocyclammina virguliana* n. sp. aus den Virgula-Mergeln des Berner Jura. *Eclog. Helv.*, vol. 35, n° 2, p. 195-199, pl. VI.
- (1947). — Chaetetiden aus den Malm des Berner Jura. *M.S.P. suisse*, vol. II, p. 1-15, 2 fig., pl. 1-4.
- KUENEN Ph. H. (1950). — Marine geology. New-York, John Wiley, p. 1-568, fig. 1-246.

- KUENEN H. et CAROZZI (A.) (1953). — Turbidity currents and sliding in geosynclinal basins of the Alps. *Journ. of Geol.*, vol. 61, p. 363-373.
- LAHUSEN J. (1883). — Die fauna der Jurassischen Bildungen des Rjasanschen Gouvernements. *Mém. Comm. Géol. St-Petersbourg*, vol. I, n° 1-94, pl. I-II, 1 carte.
- LANQUINE A. (1935). — Le Jurassique moyen et supérieur des chaînes provençales. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. XXXVIII, p. 183-314, 1 fig., pl. J-L et XIII-XX.
- LAPPARENT A. F. de (1938). — Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 198, t. XL.
- LEANZA A. F. (1945). — Ammonites del Jurassico superior y del Cretaceo inferior de la Sierra Azul en la parte meridional de la provincia de Mendoza. *Ann. del Museo de la Plata*, nouvelle série, p. 1-99, 23 pl.
- LEUPOLD W. et MAYNC W. (1935). — *Das auftreten von Choffatella, Pseudocyclammina, Lovcenipora (Cladocoropsis) und Clupeina im alpinen Faziesgebiet.* *Eclog. Helv.*, vol. 28, n° 1, p. 129-139, 3 fig.
- LEUPOLD W. et BIGLER H. (1935). — *Coscinoconus*, eine neue Foraminiferenform aus Tithon-Unterkreide-Gesteinen der helvetischen Zone der Alpen. *Eclog. Helv.*, vol. 28, n° 2, p. 606-624, pl. XVIII.
- LOMBARD A. (1932). — Géologie de la région du Fer-à-Cheval (Sixt, Haute-Savoie). *Thèse, Eclog. Helv.*, vol. 25, n° 2, p. 163-198, 9 fig., pl. V-VII.
- (1937). — Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin. *Eclog. Helv.*, vol. 30, n° 2, p. 320-331, pl. XIX-XX, 1 fig.
- (1945). — Attribution de microfossiles du Jurassique supérieur à des Chlorophycées (Proto et Pleurococeacées). *Eclog. Helv.*, vol. 38, n° 1, p. 163-173, 3 fig.
- LOMBARD A. et COAZ A. (1932). — La limite entre le Jurassique et le Crétacé du Col des Aravis au Col de Sageroux (Haute-Savoie). *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 49, n° 2, p. 110-114.
- DE LORIOI J. P. (1954). — Observations sur le Purbeckien du Vuache (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, n° 2, p. 118-121.
- DE LORIOI P. et JACCARD A. (1865). — Etude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura et en particulier de Villers-le-lac. *Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, (extrait), p. 1-68, pl. I-III.
- DE LORIOI P. et PELAT E. (1867). — Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, t. XIX, p. 1-200, pl. I-XI.
- LORY Ch. (1852). — Essai géologique sur le groupe de montagnes de la Grande-Chartreuse, p. 1-82, 1 tableau.
- (1857). — Mémoire sur les terrains crétaqués du Jura. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, 3, II, p. 235-290, 1 tableau.
- (1860). — Description géologique du Dauphiné. Paris, F. Savy, p. 1-747, fig. 1-31, pl. I-V.
- (1876). — Sur le gisement à *Terebratula dyphia* dans les calcaires de la Porte de France, aux environs de Grenoble et de Chambéry. *B.S.G.F.*, (2), p. 517-521, XXIII.

- LYELL C. (1856). — Manuel de géologie élémentaire, 5<sup>e</sup> édition. Paris, Langlois et Leclercq, vol. I, p. I-XXVI et 1-492, fig. 1-397.
- MAILLARD G. (1884 a). — Etude sur l'étage purbeckien dans le Jura. Thèse, Zurich, p. 1-77, pl. I-II.
- (1884 b). — Invertébrés du Purbeckien du Jura. *M.S.P. suisse*, vol. XI, p. 1-156, pl. I-III.
- (1885 a). — Supplément à la monographie des Invertébrés du Purbeckien du Jura. *M.S.P. Suisse*, vol. XII, p. 3-22, pl. I.
- (1885 b). — Note sur le Purbeckien de la Cluse de Chailles, entre le Pont-de-Beauvoisin et les Echelles-sur-Guiers. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 890-894.
- (1885 c). — Note sur le Purbeckien. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 844-849.
- MARCOU J. (1858). — Sur le Néocomien dans le Jura et son rôle dans la série stratigraphique. *Arch. Sc. Genève*, p. 1-66, pl. I.
- (1869). — Notes sur l'origine de l'étage tithonique. *B.S.G.F.*, (2), XXVI, p. 669-670.
- MARTIN GERALD P. R. (1940). — Ostracoden des norddeutschen Purbeck und Wealden. *Senckenbergiana*, 22, p. 275-361, pl. 1-13.
- MAYNC W. (1938). — Die Grenzsichten von Jura und Kreide in der Titliskette. *Eclog. Helv.*, vol. 31, n° 1, p. 21-70, 8 fig., pl. I-IV.
- (1949). — The foraminiferal genus *Choffatella* Schlumberger in the lower Cretaceous (Urgonian) of the Caribbean Region (Venezuela, Cuba, Mexico and Florida). *Eclog. Helv.*, vol. 42, n° 2, p. 529-547, 1 fig., pl. XI-XII.
- MAZENOT G. (1933). — Les Hoplitidés du Tithonique inférieur (zone supérieure) de la Croix de St-Concours près Chambéry (Savoie). *A.F.A.S.*, Chambéry, p. 246-248.
- (1939). — Les Palaehoplitidae tithoniques et berriasiens du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. 18, n° 41, p. 1-303, fig. 1-8, pl. I-XI.
- MÄDLER K. (1952). — Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge. *Geolog. Jahr.*, 67, p. 1-41, fig. 1-8, pl. VII-VIII.
- (1953). — Ein neues System der fossilen Charophyten. Iena, Flora, p. 474-484, fig. 1-17.
- (1955). — Die taxionomischen Prinzipien bei der Beinteilung fossiler Charophyten. *Paläont. Z.*, 29, p. 103-108.
- (1955). — Zur taxionomie der tertiären Charophyten. *Geol. Jb.*, n° 70, p. 265-328, pl. 23-26, 3 tableaux.
- MICHELIN H. (1840-1847). — Iconographie zoophytologique. Paris, Bertrand, p. 1-348, 1 atlas, pl. 1-79.
- MOHLER W. (1938). — Micropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. *Abhand. Schweiz. Palaeon. gesell.*, LX, p. 1-53, 10 fig., pl. I-IV.
- MONGIN D. et TROUVÉ Ph. (1953). — Le Valanginien inférieur calcaire du Grand Canon du Verdon (Basses-Alpes). *B.S.G.F.*, (6), III, p. 223-239, fig. 1-4, pl. III.
- MORELLET J. (1950). — Contribution à l'étude de *Glypeina jurassica* J. Favre (Algue siphonnée calcaire), d'après de remarquables échantillons du Jurassique d'Algérie. *B.S.G.F.*, (5), XX, p. 399-402, pl. XXII.
- MORELLET L. et MORELLET J. (1913). — Les Dasycladacées du Tertiaire parisien. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. XXI, p. 1-41, 24 fig., pl. I-III.

- MORELLET L. et MORELLET J. (1922). — Nouvelle contribution à l'étude des Dasycladacées tertiaires. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. XXV, p. 1-33, pl. IX-X.
- MORET L. (1925). — Une coupe du « Bord subalpin » au nord de Grenoble, succession des faciès lithologiques. *A.F.A.S.*, Grenoble, p. 1-3.
- (1926). — Existence du Purbeckien dans les chaînes jurassiennes des environs de Voreppe (Isère). *A.F.A.S.*, Lyon, p. 293-294.
- (1931). — Découverte du Purbeckien dans la chaîne du Semnoz près Annecy (Haute-Savoie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 192, p. 431.
- (1932). — Sur la géologie de l'extrémité méridionale du Semnoz près Annecy. *Revue savoisienne*, Annecy, p. 3-8, fig. 1-3.
- MORET L. et PACHOUD A. (1948). — Sur l'âge du « calcaire grossier » de Montagnole, près Chambéry (Savoie). *C. R. somm. S.G.F.*, p. 97-99.
- MURAT R. (1952). — Découverte de débris de Characées dans les calcaires valanginiens de la paroi de Scex (Autochtone de Saint-Maurice, Valais). *Arch. Sc. Genève*, vol. 5, p. 401-403.
- NEUMAYR M. (1873). — Die fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. *Jahr. kais. Königl. geol. Reich.*, vol. 5, p. 141-257, pl. 31-43.
- OPPEL A. (1863-1865). — Paläontologische Mitteilungen, vol. II, p. 267-288, pl. 75-82; p. 289-334, pl. 83-88.
- (1865). — Geognostische Studien im Ardeche Departement. *Pal. Mitteil.*, 5, p. 305-322.
- (1865). — Die tithonische Etage. *Zeit. Deutsch. Geol. Gesell.*, vol. 17, p. 547-555.
- PAQUER V. (1892). — Contribution à la géologie des environs de Grenoble. *Bull. Soc. Statist. Isère*, (Extrait), p. 1-28, 3 fig.
- (1900). — Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. Grenoble, Albin Frères, p. 1-402 et p. I-VIII, pl. I-VII.
- PARÉJAS E. (1948). — Sur quelques coprolithes de Crustacés. *Arch. Sc. Genève*, vol. 1, p. 513-520.
- PAVLOW A. et LAMPLUGH (1851). — Argiles de Speeton et leurs équivalents. *Bull. Nat. Moscou*, V, p. 181-276 et 455-570, pl. IV-XVIII.
- PECK R. E. (1938). — A new family of Charophyta from the lower Cretaceous of Texas. *J. of P.*, vol. 12, n° 2, p. 173-176, pl. 28 fig. 1.
- (1941). — Lower cretaceous rocky mountain nonmarine microfossils. *J. of P.*, vol. 15, n° 3, p. 285-304, pl. 42-44.
- (1946). — Fossil Charophyta. *Amer. midl. nat.*, vol. 36, n° 2, p. 275-278.
- (1947). — Cretaceous and lower Cenozoic Charophyta from Peru. *Amer. museum Nov.*, p. 1-6, p. 1-27.
- (1953). — Fossil Charophytes. *The Botanical Review*, vol. 19, n° 4, p. 209-227.
- PELLETNER M. (1953). — Observations stratigraphiques sur les formations coralligènes du Bugey (Ain). *C. R. Ac. Sc.*, t. 237, p. 1540-1542.
- PERRON E. (1856). — Note sur l'étage portlandien dans les environs de Gray, et sur les causes de la perforation des roches de cet étage. *B.S.G.F.*, (2), XIII, p. 799-817.

- PETERHANS E. (1929). — Algues de la famille des Solenoporacées dans le Malm du Jura bâlois et soleurois. *M.S.P. Suisse*, vol. II, p. 1-15, pl. I-VII.
- PFENDER J. (1926). — Les Mélobésiées dans les calcaires crétacés de la Basse-Provence. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. III, n° 6, p. 1-32, 10 pl.
- (1927). — Sur la présence de *Clypeina* Michelin dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé, en Basse-Provence calcaire; de son identité avec l'Organisme A du Purbeckien marin au Salève (Favre et Joukowsky). *B.S.G.F.* (4), XXVII, p. 89-94, 4 fig., pl. V.
- (1931). — Sur la présence de Stromatoporiés du genre *Burgundia* dans les calcaires portlandiens de Grand-Corent, près de Villereversure (Ain). *B.S.G.F.*, (4), I, p. 739.
- (1932). — Sur la présence de *Natica Leviathan* Pict. et Camp. dans les calcaires portlandiens de la région marseillaise. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 9, p. 117-118.
- (1936). — Sur la répartition stratigraphique de *Coscinoconus* Leupold. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 12, p. 209-211.
- (1937). — A propos du Purbeckien du S.-E. de la France. *C. R. somm. S.G.F.*, n° 12, p. 181-183.
- (1938). — Les Foraminifères du Valanginien provençal. *B.S.G.F.*, (5), VIII, p. 231-242, pl. XIII-XVI.
- PIA J. (1936). — Calcareous green Algae from upper Cretaceous of Tripoli. *J. of P.*, vol. 10, p. 3-13, pl. 1-5.
- PILLET L. (1859). — Description géologique des environs d'Aix en Savoie. *Mém. Ac. Savoie*, 2<sup>e</sup> s., III, p. 1-117, pl. I-XV, 1 tableau.
- (1863). — Description géologique des environs d'Aix (Savoie), 2<sup>e</sup> édition. Chambéry, Puthod, p. 1-124.
- (1865). — Description géologique des environs de Chambéry. Chambéry, Puthod, p. 1-66.
- (1875). — Note sur la constitution géologique de la colline de Lémenc. *B.S.G.F.*, (3), III, p. 687-690.
- (1886). — Nouvelle description géologique et paléontologique de la Colline de Lémenc sur Chambéry. Chambéry, Chatelin, 1 atlas, pl. I-VII, et *Mém. Ac. Savoie*, t. XIII, p. 35-69.
- PILLET L. et FROMENTEL E. (1875). — Description géologique et paléontologique de la colline de Lémenc sur Chambéry. Chambéry, Chatelin, 1 atlas, pl. I-IV, et 1 vol. (extrait *Mém. Ac. Savoie*), p. 1-193.
- PRUVOST P. (1924). — Les subdivisions du Portlandien boulonnais d'après les Ammonites. *Ann. Soc. géol. Nord*, n° 49, p. 187-215, fig. 1, pl. II.
- RAVEN Th. (1932). — Etude géologique de la région de Morez-les-Rousses (Jura). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, 17, p. 1-124, 1 pl., 1 carte.
- RECH-FROLLO M. (1939). — Etude pétrographique des séries sédimentaires de la Vallée du Bicaz, Carpathes orientales. Rodez, Imprimerie Subervie, Thèse, p. 1-179, 13 fig., pl. I-XI.
- REID C. et GROVES J. (1916). — The Charophyta of the Lower Headon Beds of Hordle (Hordwell) Cliffs (South Hampshire). *Q.J.G.S.*, n° 307, vol. LXXVII, p. 175-192, pl. IV-VI.
- RENEVIER E. (1897). — Chronologie géologique. Texte explicatif suivi d'un répertoire stratigraphique polyglotte. Zurich, *C. R. Congr. géol. intern.*, 6<sup>e</sup> session, 1894, p. 523-693.

- RENZ C. et REICHEL M. (1949). — Neue Fossilfunde in Griechenland und Vorderasien. *Eclog. Helv.*, vol. 42, n° 2, p. 557-573, 2 fig. pl. XIII-XIV.
- RÉVIL J. (1911). — Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. Tome I, Thèse, *Mém. Ac. Savoie*, t. I, p. 142-774 (Extrait p. 1-622).
- (1913). — Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. Tome II, Chambéry, Imprimerie Savoisiennne, p. 1-304, fig. 1-64, pl. I-IV.
- RIEDEL L. et WIGHER C. A. (1942). — Zur Grenze Jura-Kreide in Nord-west Deutschland. *Oel und Kohle*, n° 34, p. 1019-1021.
- REUSS A. (1862). — Die Foraminiferen des norddeutschen Hils und Gault. *Sitzungs. Kaiser. Akad. Wissensch.*, p. 1-100, pl. I-XIII.
- ROMAN F. (1897). — Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. Thèse, *Ann. Univ. Lyon*, vol. XXXIV, p. 1-342, fig. 1-45, pl. I-IX.
- ROMAN F. et MAZENOT G. (1937). — Découverte d'une faune pyriteuse d'âge lithonien supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche). *B.S.G.F.*, (5), VII, p. 51-53.
- SAUTIER M. A. (1854). — Notice sur les dépôts néocomiens et wealdiens, et sur les dolomies portlandiennes dans les hautes vallées du Jura aux environs des Rousses. *Mém. Soc. Emul. Doubs*, p. 25-44, pl. 5.
- SCHARDT H. (1890). — Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (Chaîne du Reculet-Vuache). *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, vol. XXVII, p. 1-92, pl. 4-8 (Extrait).
- SCHLUMBERGER Ch. (1904). — Note sur le genre *Choffatella* n. g. *B.S.G.F.*, (4), IV, p. 763-764.
- SCHLUMBERGER Ch. et CHOFFAT P. (1904). — Note sur le genre *Spirocyclus* Munier-Chalmas et quelques autres genres du même auteur. *B.S.G.F.*, (4), IV, p. 358-368, 3 fig., pl. IX-X.
- SCHMIDT G. (1954). — Stratigraphisch wichtige Ostracodes im « Kimeridge » und « Portland » N-W Deutschlands. *Paläont. Z.*, 28, p. 81-101, fig. 1, pl. 6-8.
- SCHNEID Th. (1915). — Die Ammoniten Fauna der obertitonische Kolke von Neuburg. *Geol. Pal. Abhand. n. Folge*, Bd. 13, 5, p. 1-114, pl. 1-18.
- SIEMIRADSKI J. (1899). — Monographische Beschreibung der Ammonitengattung Perisphinctes. *Palaeontographica*, vol. 45, p. 69-296, pl. 20-25 et p. 297-352, pl. 26-27.
- SPATH L. F. (1924). — On the Blake Collection of Ammonites from Kachh, India. *Palaeontologia Indica*, vol. IX, Mém. n° 1, p. 1-278, 47 pl.
- (1927-1933). — Revision of the Jurassic Cephalopod Fauna of Kachh (Cutch). *Palaeon. Indica*, Calcutta, n. s., vol. IX.
- STASTNY V. (1930). — Etude pétrographique de l'affleurement le plus méridional de Jurassique supérieur à faciès purbeckien: la Buisse près Grenoble. *T.L.G. Gren.*, t. 15, p. 547-591, 1 pl.
- STCHÉPINSKY V. (1955). — Le Crétacé inférieur de l'Est du Bassin de Paris d'après les données nouvelles. *B.S.G.F.*, (6), IV, p. 597-608.
- (1955). — Etude des Ostracodes du Crétacé inférieur de la Haute-Marne. *B.S.G.F.*, (6), IV, p. 485-500, pl. I-V et XXII.
- STEGHAUSS H. (1953). — Über die Möglichkeit einer Gliederung des Weiss-Jura von Dalum. *Ber. Nat. Gessel.*, Freiburg Brisgau, 43, p. 39-46, fig. 1, pl. I-II.

- STEIGER P. (1914). — Additional Notes on the Fauna of the Spiti Shales. *Pal. Ind. Himalayan Fossils*, vol. IV, p. 457-511, pl. 101-104.
- SYLVESTER-BRADLEY P. C. (1940). — The purbeck beds of Swindon. *Proceed. geol. Assoc.*, vol. 41, p. 349-372.
- (1941). — Notes on the age of the Swindon purbeck beds. *Proceed. geol. Assoc.*, vol. 52, p. 321-327.
- (1949). — The Ostracod genus *Cypridea* and the zones of the upper and middle Purbeckian. *Proceed. geol. Assoc.*, vol. 60, p. 125-153, fig. 17-25, pl. 3-4.
- TEN DAM A. (1948). — Les espèces du genre *Epistomina* Terquem 1883. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, p. 161-170, pl. I-II.
- THIRRIA M. E. (1936). — Mémoire sur le terrain Jura-Crétacé de la Franche-Comté. *Ann. des Mines*, t. X, p. 1-51.
- TOUCAS A. (1888). — Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *B.S.G.F.*, (3), XVI, p. 903-927.
- (1890). — Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *B.S.G.F.*, (3), XVIII, p. 560-629, pl. 13-18.
- TOURNIER (l'Abbé) (1887). — Présence des couches purbeckiennes dans la vallée inférieure du Suran. *B.S.G.F.*, (3), XV, p. 170-172.
- TRIEBEL E. (1954). — Malm-Ostracodes mit amphidontem Schloss. *Senckenbergiana*, vol. 35, p. 3-16, pl. 1-4.
- TWENHOFEL W. H. (1939). — Principles of sedimentation. New-York, Mc Graw-Hill Book Company, p. 1-650, fig. 1-44.
- UHLIG V. (1903-1914). — Himalayan Fossils, vol. IV. The fauna of the Spiti Shales. *Palaeontol. Indica*. Série XV. Memoirs of the geological Survey of India, fasc. 1-5.
- VERNIORY R. (1954). — *Eothrix alpina* Lombard., Algue ou Crinoïde ? *Arch. Sc. Genève*, vol. 7, fasc. 4, p. 327-333, pl. 1.
- VETTERS H. (1905). — Die fauna der Juraklippen zwischen Donau und Taya. Die Tithoklippen. *Beitr. z. Pal. und Geol. Osterreich Ungarns*, XVII, p. 223-259, pl. 21-22.
- VEYRETOUT P. (1952). — Etude stratigraphique et tectonique de la région de Champfromier-Giron. D.E.S., Lyon, p. 1-82, 1 carte.
- WAAGEN W. (1873-1875). — Jurassic fauna of Kutch. The Cephalopoda. *Palaeont. Indica*, vol. 5.
- WICHER C. A. (1940). — Zur Stratigraphie der Grenzsichten Jura-Kreide Nordwestdeutschlands. *Oel und Kohle*, 36, n° 22, p. 263.
- (1952). — *Involutina*, *Trocholina* und *Vidalina*. Fossilien des Riffbereichs. *Geol. Jahrb.*, 66, p. 257-284, 4 fig.
- WOLBURG J. (1943). — Ergebnisse der Biostratigraphie nach Ostracoden im nordwestdeutschen Wealden. *Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland*, Celle, p. 349-360, 7 fig.
- (1950). — Vergleichende stratigraphische Untersuchungen der brackischlimnischen Ablagerungen Europas an der Wende Jura-Kreide. *Geol. Landesanstalt*, Geol. Jahrbuch für 1943-1948, 64, p. 159-171, pl. 1-2.
- YIN TSAN-HSUN (1931). — Etude de la faune du Tithonique coralligène du Gard et de l'Hérault. *Trav. Lab. Géol.* Lyon, p. 1-200, pl. I-XVIII.
- ZITTEL K. A. (1968). — Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. *Pal. Mitteil.*, vol. II, p. 1-118, atlas de 24 pl.
- (1870). — Die fauna der älteren Cephalopoden führenden Tithobildungen. *Palaeontographica*, p. 1-192, atlas de 15 pl.

## PREMIÈRE PARTIE

# Descriptions stratigraphiques

Si l'on se base sur des critères d'ordre sédimentaire, on peut facilement distinguer, dans les régions qui nous occupent, deux domaines paléogéographiques.

Dans le premier, qui comprend la « fosse vocontienne », les massifs subalpins septentrionaux, l'Ardèche, une partie de la Provence et des Alpes-Maritimes, le passage du Jurassique au Crétacé s'est effectué par une suite continue de sédiments marins. Au Tithonique, formé généralement par des calcaires de faciès pélagique, succède le Berriasien, puis le Valanginien, pélagiques ou parfois néritiques. Dans l'autre, au contraire, qui englobe le Jura, ainsi qu'une partie de la Provence et des Alpes-Maritimes, on se trouve en présence de dépôts bien moins profonds, dans lesquels sont intercalés des niveaux lagunaires et lacustres, désignés par le terme « Purbeckien », qu'il importe tout d'abord de définir.

## HISTORIQUE

Ce vocable tire son origine d'un nom du lieu, la presqu'île de Purbeck sur la côte anglaise du Dorset, où, depuis fort longtemps, sont exploités des bancs calcaires, les « Purbeck stone » de R. Hooks (1668) et les « Purbeck strata » de J. MIDDLETON (1812), qui fournissent un marbre de bonne qualité. En 1816,

WEBSTER (Letter from Dorset) y signale des fossiles d'eau douce et rattache les « Purbeck beds » au Wealdien, tandis que MANTELL (1812) les place à la partie supérieure de la série oolithique.

En France, cette expression apparaît pour la première fois en 1829, dans l'ouvrage d'Al. BRONGNIARD sur les « terrains qui composent l'écorce du globe ». Celui-ci, reprenant l'opinion de WEBSTER, considère le « calcaire lumachelle purbeckien » comme la partie inférieure du sous-groupe « wealdien », c'est-à-dire la base du Crétacé : « cependant, la considération du dépôt argileux et calcaire qui s'y trouve comme intercalé, et qui renferme presque uniquement des débris de corps organisés lacustres, nous engagera à présenter séparément la liste des animaux et des végétaux qui se rapportent à ce sous-groupe dont l'argile wealdienne, le sable ferrugineux et le calcaire lumachelle purbeckien sont les roches principales » (p. 217).

Dans cette énumération, BRONGNIARD n'utilise le mot « purbeckien » que dans le sens bien limité de faciès calcaire zoogène lacustre. Cependant, quelques années plus tard, dans les localités-types du sud de l'Angleterre, FORBES découvrait des bancs à Mollusques marins, intercalés dans les formations lacustres purbeckiennes. Le Purbeckien fut, dès lors, considéré comme un ensemble de sédiments argileux, marneux, sableux, gypseux, avec lumachelles, où sont représentés les trois faciès, lacustre, lagunaire et marin, au-dessus des calcaires oolithiques et des lumachelles du Portland stone, qui surmontent eux-mêmes les marnes et les sables des Portland sands. En outre, on le dissocia du Wealdien par une limite, d'ailleurs conventionnelle, marquée par la disparition des intercalations marneuses et calcaires. A l'heure actuelle, on considère le Purbeckien comme le sommet du Jurassique, et l'on fait du Wealdien la base du Crétacé.

Dans l'île de Portland, comme dans celle de Purbeck, la partie supérieure du Portland stone est fossilifère ; elle contient en particulier un banc riche en *Titanites giganteus*, séparé des sédiments purbeckiens par quelques mètres seulement de calcaire sublithographique à Crustacés, ce qui fournit une limite inférieure nettement définie (1).

A l'intérieur du Purbeckien, les subdivisions ont été réalisées grâce aux Ostracodes, petits Crustacés dont les carapaces existent

(1) Voir à ce sujet : W. J. ARKELL, The Jurassic system in Great Britain, 1933, p. 485.

en abondance dans les divers niveaux. Inaugurée par FORBES (1850) et RUPER JONES (1885), l'utilisation des Ostracodes comme fossiles stratigraphiques est devenue courante aujourd'hui, où elle rend de grands services pour la chronologie des couches en milieu saumâtre et lacustre.

#### LE PURBECKIEN DU JURA

Dès 1847, PIDANCET reconnaissait dans les départements du Doubs et du Jura l'existence d'une assise marneuse, parfois gypsifiée, entre le Jurassique supérieur et le Néocomien. Charles LORY (2) qui, à la même époque, en avait constaté la présence plus au S, y découvrit près de Charix, des fossiles d'eau douce : Planorbis, Physes, Corbules (1857, p. 235-290). Il considère alors cette assise comme wealdienne (1857, p. 239). Mais, ayant eu connaissance des travaux de LYELL (3), lequel, pour la première fois, « conformément à l'opinion de feu le Professeur FORBES » considérait les « lits du Purbeck » comme la partie la plus élevée de l'Oolithe, il l'assimila au Purbeckien et la rattacha au Jurassique supérieur (4).

Plus tard, P. de LORIOU et A. JACCARD (1865) distinguent dans le Purbeckien de Villers-le-Lac (Doubs) le sous-groupe des calcaires d'eau douce, le sous-groupe des marnes à gypse et celui des dolomies portlandiennes, qu'ils synchronisent avec la partie moyenne et inférieure du Purbeckien d'Angleterre.

Dans son étude sur l'étage purbeckien dans le Jura, et sa monographie des « Invertébrés du Purbeckien du Jura », MAILLARD reprend cette distinction, mais il détache les dolomies saccharoïdes du Purbeckien pour les rattacher au Portlandien. De plus, il esquisse une limite méridionale des faciès purbeckiens; d'après lui, cette limite devait probablement suivre une ligne Voreppe-Le Banchet-Mont du Chat-Salève. Sa monographie pré-

(2) Ces deux auteurs ne purent pas s'entendre pour une publication commune et, après arbitrage de MM. GRENIER et COQUAND, Ch. LORY publia seul, en 1857, à la Société d'Emulation du Doubs.

(3) Manuel de géologie élémentaire, 1856, p. XI et 453.

(4) Cette opinion avait été émise d'une manière indépendante par RENEVIER, la même année.

sente surtout un grand intérêt paléontologique : 75 espèces de Poissons, Crustacés, Mollusques et Foraminifères sont déterminées, décrites et figurées.

Des coupes détaillées données par GIRARDOT (1885) et RÉVIL (1911), il ressort que dans le Jura, comme en Angleterre, le Purbeckien est un complexe de formations lacustres, saumâtres et marines. Cependant, l'étude complète de chaque niveau ne pouvait être réalisée que grâce aux méthodes micrographiques. Leur emploi par E. JOUKOWSKY et J. FAVRE (1913) au Salève, par J. FAVRE et A. RICHARD (1927) à La Cluse-de-Pierre-Chatel, enfin par L. MORET (1927) et V. STASTNY (1930), a montré la complexité du faciès purbeckien dans le Jura méridional.

Récemment, l'utilisation systématique de ces méthodes pour tous les niveaux purbeckiens du Jura suisse et du Salève par A. CAROZZI (1948, 1950) lui permit de découvrir de nouveaux procédés de recherches pétrographiques, et de tracer d'une manière précise la paléogéographie de ces régions à la fin de l'époque jurassique.

Pour le Purbeckien du Jura français, aucun travail analogue d'ensemble n'avait été entrepris. De plus, dans les régions de faciès alpin, de même qu'en Provence et les Alpes-Maritimes, le passage du Jurassique au Crétacé restait, du point de vue micrographique, assez peu connu.

Dans la première partie de ce travail, j'étudierai successivement : les massifs subalpins septentrionaux (Chap. I), le Jura et la Bresse (Chap. II), les Alpes-Maritimes et la Provence (Chap. III), les Grands-Causse et la Séranne (Chap. IV).

---

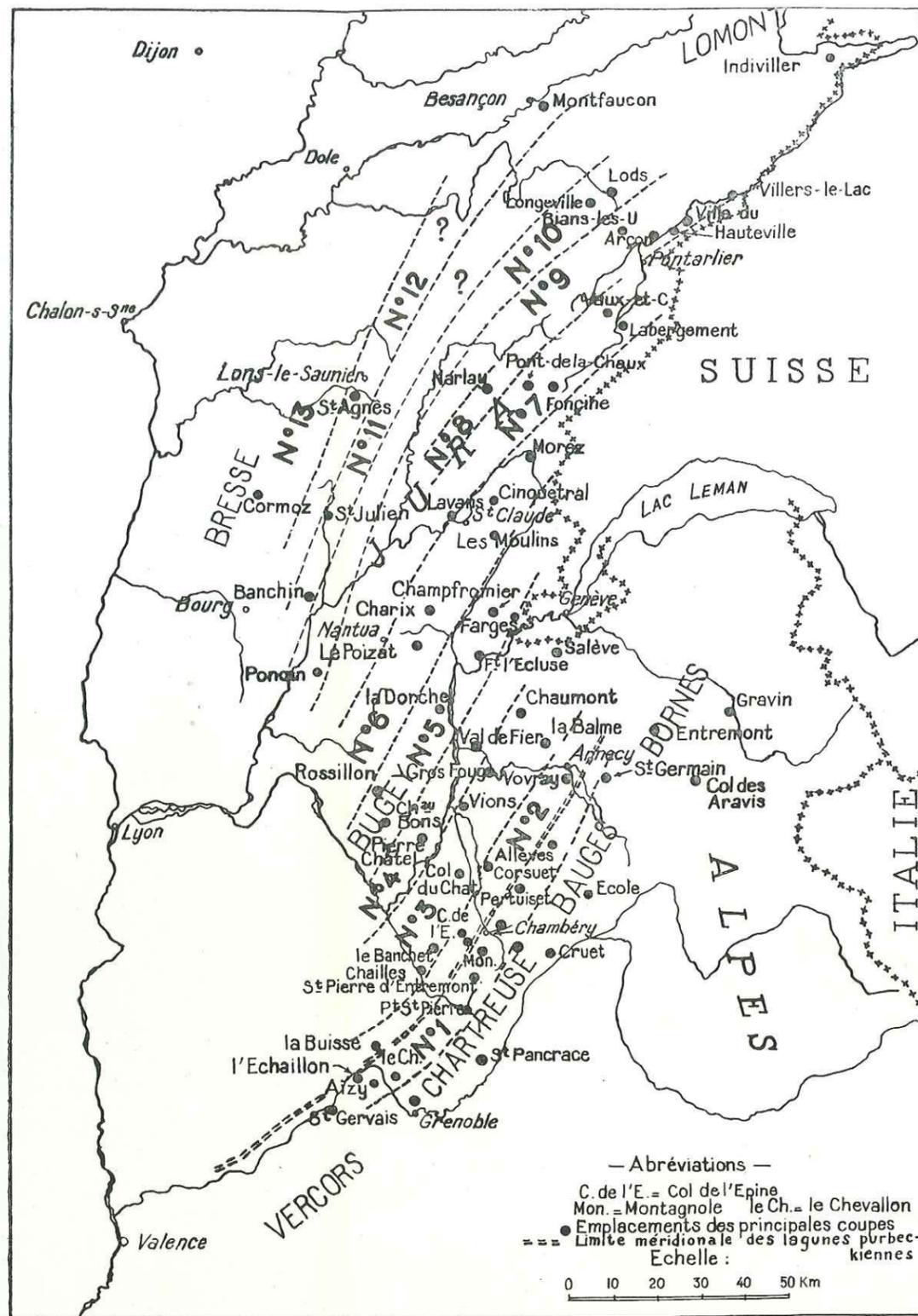


PLANCHE II

CHAPITRE I

*Le passage du Jurassique au Crétacé  
 dans les massifs subalpins septentrionaux  
 et la région de Berrias (Ardèche)*

Introduction.

Les massifs subalpins septentrionaux et la région de Berrias sont assurément des régions-clés pour résoudre les problèmes qui concernent la limite jurassico-crétacée. On sait, en effet, surtout depuis les travaux de KILIAN et de V. PASQUIER, que, dans ces régions, le passage du Jurassique au Crétacé s'effectue par une suite continue de niveaux marins. Ces auteurs ont publié de nombreuses coupes détaillées, riches en Ammonites, et cette continuité, que tous les travaux postérieurs sont venus confirmer, n'est plus discutée.

Au point de vue sédimentaire, on admet d'autre part que le Tithonique supérieur marque le minimum de la profondeur marine, et que la mer devient plus profonde dès le début du Berriasien. Or, l'étude micrographique détaillée montre qu'en réalité le Berriasien n'y peut être considéré comme uniformément profond : si, du côté des Alpes, son faciès est effectivement pélagique, dans toute la partie qui fait face au Jura, il prend un très net caractère littoral.

*Répartition des zones de faciès à la limite jurassico-crétacée dans les chaînes subalpines septentrionales et le Jura français.*

I. — LE PASSAGE DU JURASSIQUE AU CRETACE  
DANS LES ZONES DE FACIES PELAGIQUE

a) Chartreuse.

De Grenoble à Barraux (Isère), le Jurassique supérieur forme une corniche presque continue qui supporte les calcaires argileux berriasiens. Près de Grenoble, ces assises se terminent à la Porte-de-France, où elles sont subverticales, puis passent sous l'Isère et réapparaissent dans la partie septentrionale du Vercors.

Une coupe en a été donnée par V. PAQUIER (1892), sur la rive droite de l'Isère, le long de la route des Eymes à Saint-Pancrasse. Les pseudobrèches du Tithonique inférieur affleurent au niveau du grand tunnel et supportent des calcaires lithographiques à *Holcostephanus groteanus* Opp., localement subcoralligènes, puis les bancs rognoneux du Tithonique supérieur à *Berriasella privasensis* Pict. et *B. microcanthus* Opp. Lorsqu'on arrive sur le plateau, les bancs calcaires font place aux calcaires argileux noirâtres ou grisâtres du Berriasien inférieur.

En 1925, la construction du funiculaire des Petites-Roches permit à L. MORET d'entreprendre l'étude micrographique du « bord subalpin » dans une série continue du Kiméridgien au Berriasien. Jusqu'au Tithonique on n'observe que des Radio-laires et quelques débris de Spongiaires. Les Calpionelles apparaissent au Tithonique inférieur, associées à de nombreux organismes pélagiques ; les Foraminifères benthiques sont rares, mais deviennent plus abondants à la partie supérieure de l'étage.

Vers Grenoble, les bancs berriasiens sont exploités comme pierre à ciment au pied du Jalla et de la Bastille, où ils surmontent les célèbres « calcaires de la Porte-de-France ». Ce sont des marnes et des calcaires argileux compacts à Calpionelles, légèrement pyriteux et bitumineux. Les assises calcaires sous-jacentes, dont la stratigraphie de détail est difficile par suite du manque d'Ammonites, ont un faciès uniformément pélagique, comme dans la région de Saint-Pancrasse.

b) Bauges.

Le passage Tithonique-Berriasien est particulièrement visible le long de la bordure Sud-Ouest du massif des Bauges, depuis Cruet jusqu'à Ugine (Savoie).

J. RÉVIL (1911, p. 357) a montré la présence constante à la base du Tithonique de formations pseudo-bréchiques, repère utile pour séparer cet étage du Kiméridgien. Aux bancs compacts gris-bleuâtre à Calpionelles du Tithonique supérieur, succèdent les assises marneuses à *Berriasella Boissieri* Pict., fossilifères vers Curienne (Savoie) ; M. D. HOLLANDE y signale (1887, p. 144), près de Bellegarde : *B. privasensis* Pict. ; *B. Malbosi* Pict. ; *Neocosmocerat euthymi* Pict., *Terebratula diphyoides* Pict..

Un contact net existe sur la route de la Thuile, au niveau du pont qui traverse, vers la cote 714, le ruisseau de Cruet (1). Au Tithonique brun-foncé compact, à Calpionelles, succèdent des calcaires berriasiens très sombres, puis des marnes et des calcaires argileux à petits grains de quartz clastiques. Les bancs marneux sont affectés de nombreux replis (2) sans direction définie : ils ont manifestement glissé sur le Tithonique sous-jacent à fort pendage ouest.

Après Montoux, sur la route de la Thuile-Curienne, le même Tithonique compact, gris-bleuté, à Calpionelles, surmonte des bancs marneux et rognoneux fossilifères de la base de l'étage : *Aptychus beyrichi* Opp., *Lytoceras* cf. *sutile* Opp., *Haploceras elimatum* Opp., *Virgatosphinctes* sp., *Opplia* sp..

On retrouve d'ailleurs les mêmes faciès pélagiques dans le centre et la partie orientale des Bauges.

c) Vercors.

Sur la bordure ouest du Vercors, le Jurassique supérieur n'est que rarement visible. En montant de Rovon (Isère) au col de Romeyère, on rencontre peu après Saint-Gervais le Tithonique compact à Calpionelles, surmonté par un Berriasien de

(1) Le contact est visible dans le lit même du ruisseau.

(2) J. RÉVIL, 1913, p. 131.

type pélagique. Les affleurements sont malheureusement trop couverts pour une étude détaillée.

d) Bornes.

Des successions de ce type existent dans les parties occidentale et centrale du massif des Bornes. La route de Menton (Haute-Savoie) au col de la Forclaz traverse, peu avant Saint-Germain, les bancs compacts du Tithonique supérieur, puis les calcaires argileux berriasiens, dont les assises sont visibles dans le lit du ruisseau qui descend du col de Nantet. En l'absence d'Ammonites, la limite entre les deux formations est ici, comme dans presque toutes les Bornes, impossible à définir nettement. Les calcaires du Malm supérieur font progressivement passage aux calcaires argileux bleutés de la base du Crétacé. Dans l'ensemble, le faciès reste pélagique, malgré la présence de surfaces mamelonnées et rubéfiées à la partie supérieure des bancs, et quelques niveaux pseudoolithiques.

II. — LE PASSAGE DU JURASSIQUE AU CRÉTACÉ  
DANS LA ZONE DE FACIÈS NÉRITIQUE

ZONE DE FACIÈS N° 1.

A) Région Chambérienne.

1. — COLLINE DE LÉMENC.

L'anticlinal du Nivolet, qui termine à l'ouest le massif des Bauges, subit un abaissement d'axe très marqué vers le sud : les calcaires du Jurassique supérieur qui culminent à 1.000 m. au niveau du Pertuiset viennent passer sous la ville de Chambéry, puis se relèvent pour former la partie septentrionale de la Chartreuse. Entre le village de la Croix-Rouge et Chambéry, ils dessinent une ligne d'abrupts, où l'on a ouvert depuis longtemps de nombreuses carrières. Lorsqu'elles étaient en activité, ces carrières ont fourni un abondant matériel paléontologique, dont l'étude permit aux géologues locaux de jeter les bases de la stratigraphie

du Kiméridgien et du Tithonique inférieur dans la région chambérienne.

Dans leur Mémoire de 1875, L. PILLET et de FROMENTEL reconnaissent trois niveaux différents, qu'ils désignent sous les noms d'*Etage des carrières*, *Etage du Calvaire* et *Etage de la Vigne Droquet*. Le premier constitue la base et la partie moyenne des carrières et la présence du *Streblites tenuilobatus* Opp. signalé par L. PILLET, ainsi que de l'*Aulacostephanus pseudomutabilis* de Lor. par J. RÉVIL (1911, p. 495), indique qu'il comprend le Kiméridgien dans sa totalité.

La partie supérieure des carrières constitue l'Etage du Calvaire. Sa superposition aux assises kiméridgiennes, ainsi que la découverte par PILLET de *Pygore janitor* Piet. dans des couches calcaires situées entre le sommet de la carrière et l'oratoire de Lémenc, en font du Tithonique.

Cet auteur cite, en outre, dans le même niveau, quelques Ammonites : *Berriasella richteri* Opp., *Perisphinctes achilles* d'Orb., *Virgatosphinctes transitorius* Opp. Au moins pour les deux premières, il s'agit manifestement, d'après les figurations de l'Atlas (pl. VI-VII), de déterminations erronées. De même, les déterminations de RÉVIL, sans doute influencées par le travail de FONTANNES sur les faunes de Crussol, sont sujettes à caution. Les espèces citées, *Perisphinctes ardescicus* Font., *P. capillaceus* Font., *P. roubyanus* Font., *P. lictor* Font., etc... indiquent des niveaux plus anciens. Une révision de cette faune aurait été désirable, mais elle n'a malheureusement pas été conservée ; le gisement est d'ailleurs pratiquement épuisé.

Les calcaires de Saint-Concors constituent le premier niveau bien daté du Tithonique. A l'extrémité nord de la « colline de Lémenc », à proximité d'une croix, affleurent des bancs pseudo-bréchiques, de pendage ouest, très fossilifères. On peut y accéder soit par la route dite « des Monts », que l'on suit jusqu'au terrain militaire, où des panneaux indiquent l'emplacement de la croix, soit en gravissant le sentier qui débouche au nord des carrières de la Croix-Rouge.

PILLET et de FROMENTEL rangent ces calcaires dans leur Etage du Calvaire (*Z. à S. tenuilobata*) et RÉVIL (1911, p. 495) à la partie inférieure du Tithonique. Mais dans leurs déterminations toutes les espèces sont ramenées soit à celles de Crussol ou du Pouzin, soit à celles de Stramberg.

En 1923, F. BLANCHET décrit quelques espèces provenant de la collection Blondet, et remarqua la grande affinité de la faune de Saint-Concours avec celle de Neubourg en Bavière, étudiée par Th. SCHNEID (1915, p. 1-114).

Dans son étude de 1939 sur les *Palaehoplitidae* tithoniques et berriasiens du sud-est de la France, G. MAZENOT a décrit et figuré les Berriasellidés de la même collection : *B. ciliata* Schn., *B. pergrata* Schn., *B. adeps* Schn., *B. praecox* Schn., qui sont des espèces bien représentées dans le gisement de Neubourg. Par comparaison avec la faune de Chomérac plus évoluée et celle du Pouzin, plus primitive, le gisement de Saint-Concours doit être placé à la partie supérieure du Tithonique inférieur.

J'ai moi-même entrepris l'étude des Périssphinctidés de la collection Blondet, en 1947, à l'occasion d'un Diplôme d'Etudes Supérieures. Ce riche matériel, déposé au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, m'a permis d'identifier les genres et espèces suivants :

- Perissphinctes* ? *pseudocolubrinus* Kilian
- *pseudocolubrinus* (Kilian) Schn.
- Aulacosphinctes* *dicratus* Schn.
- *kyphosus* Schn.
- Aulacosphinctes* ? aff. *neoburgensis* Schn.
- *racemosus* Schn.
- aff. *callizonus* Schn.
- Pseudovirgatites* *seorsus* Opp.
- *diffusus* Schn.
- *silvescens* Schn.
- aff. *silvescens* Schn.
- Pseudovirgatites* ? *dacquei* Schn.
- aff. *dacquei* Schn.
- *spurius* Schn.
- Anavirgatites* *advena* Schn.
- Virgatosphinctes* *contiguus* (Toucas) Steiger
- Virgatosphinctes* *contiguus* Toucas
- aff. *subdanubiensis* Schn.
- *schlosseri* Schn.
- aff. *basilicae* Favre
- *denseplicatus* (Waagen) Spath
- *tortuosus* Schn.
- Lithacoceras* *ulmenis* Opp.
- aff. *ulmenis* Opp.
- *geron* Zitt.
- aff. *geron* Zitt.
- Sublithacoceras* *coesposus* Schn.
- *penicillatus* Schn.
- *jubatus* Schn.
- aff. *jubatus* Schn.
- Sublithacoceras* ? *senex* Opp.
- Aspidoceras* *cyclotum* Opp.
- *neoburgense* Opp.

- Phylloceras* *semisulcatum* d'Orb.
- aff. *kochi* Opp.
- *serum* Opp.
- Lyfoceras* *quadrisulcatum* d'Orb.
- *montanum* Opp.
- Lissoceras* *carachteis* Zeusch.
- *subelimalum* Font.
- *staszycii* Zeuch.
- Taramelliceras* aff. *waageni* Zitt.
- Streblites* *weinlandi* Opp.
- Nautilus* *vilmoe* Loesch
- Paraberriassella* *blondeti* Donze
- nov. sp. (8 espèces inédites)

Sur les 49 espèces de Périssphinctidés, 5 sont connues dans le Tithonique inférieur français (*P. pseudocolubrinus*, *P. contiguus*, *P. basilicae*, *P. geron*) ou même dans le Kiméridgien (*P. ulmesis*) ; 2 seulement dans le Tithonique supérieur (*P. senex*, *P. seorsus*). Il y a 17 espèces communes avec la faune de Neubourg, une espèce et une autre douteuse connues dans le Tithonique de l'Inde, tandis que 23 sont nouvelles.

L'affinité de la faune de Saint-Concours avec celle de Neubourg paraît donc évidente. Les deux gisements ne sont cependant pas exactement contemporains. En effet, les espèces les mieux représentées à Saint-Concours sont celles des niveaux les plus inférieurs de Neubourg ; celles des niveaux supérieurs sont rares. En outre, les espèces communes paraissent ici plus primitives : sections nettement plus larges et moins hautes, ombilic plus grand, bandes siphonales atténuées. Les niveaux de Neubourg sont donc légèrement postérieurs et l'on doit situer le gisement de Saint-Concours, comme l'a bien vu G. MAZENOT (1933, p. 246-248), dans le Tithonique inférieur, au-dessus des niveaux du Pouzin.

Les relations de la pseudobrèche avec le niveau dit de la « Vigne Droguet » sont difficiles à établir. Il s'agit de calcaires fins, localement dolomitiques, qui avaient livré, lors du défoncement d'une vigne près de l'ancienne ferme Droguet, une abondante faune de caractère subrécifal, décrite et figurée par L. PILLET (1875). Quand on suit les affleurements de la pseudobrèche le long de la bordure ouest de la colline, on se rend compte qu'elle passe très peu au-dessous des niveaux subrécifaux. Ceux-ci pourraient donc constituer l'horizon supérieur du Tithonique inférieur.

La partie supérieure de l'étage est formée de calcaires clairs, compacts, apparemment sans fossiles. Ces calcaires constituent la

superstructure du plateau, et ce sont eux que PILET désignait sous le nom d'« Etage de la Vigne Droquet ». Les bancs les plus élevés sont traversés par la route de Lémenc à Saint-Saturnin, au-dessous du préventorium de Saint-Louis-du-Mont. Ce sont encore des calcaires compacts, en bancs de 0,25 à 0,30 m., séparés par des surfaces mamelonnées ; on ne peut dire si le Tithonique supérieur est complet, car le contact avec le Berriasien n'est pas visible ici.

Une telle suite de niveaux bien datés par des Ammonites est exceptionnelle dans le Jurassique supérieur des massifs subalpins ; son étude micrographique détaillée présentait, de ce fait, un intérêt évident.

On observe de haut en bas :

— Berriasien.

— Tithonique.

2° Tithonique supérieur :

b) *Partie supérieure.* — Calcaire compact parfois pseudolithique, à microfaune benthique assez abondante : Miliolidés, Textularidés, rares Nautiloculines et Trocholines. Les organismes pélagiques sont surtout représentés par des Calpionelles (*C. alpina* L., *C. elliptica* C.) et de fins débris cristallisés de carapaces d'Ostracodes. On remarque aussi de rares *Eothrix alpina* L.

a) *Partie inférieure.* — Calcaire sublithographique, quelquefois légèrement dolomitique, à Calpionelles (*C. alpina* L., *C. elliptica* C.), Radiolaires, et quelques *Eothrix alpina* L., sans microfaune benthique.

1° Tithonique inférieur :

c) *Horizon supérieur (niveau de la Vigne Droquet).* Calcaire compact à Radiolaires et rares Calpionelles, avec d'assez nombreux fragments d'*Eothrix alpina* L. La microfaune benthique, très faiblement représentée, n'est cependant pas inexistante : Miliolidés, *Ammobaculites* sp..

b) *Horizon moyen (niveau de Saint-Concors).* D'aspect pseudobrèchique, les calcaires sont ici sublithographiques, à Radiolaires, et contiennent en abondance des Chlorophycées inférieures et des fragments de Crinoïdes pélagiques (*Eothrix*

*alpina* L., *Globochaete alpina* L.). Les Calpionelles paraissent avoir disparu.

a) *Horizon inférieur.* Calcaire fin, parfois pseudolithique. Rares Foraminifères benthiques et organismes pélagiques : *Eothrix alpina* L., Ostracodes, Fibrosphères.

— Kiméridgien.

2° Supérieur :

Calcaire compact à Radiolaires, Ostracodes, nombreux filaments et petites boules cristallisées, représentant probablement des algues pélagiques ; quelques rares Miliolidés.

1° Inférieur :

Calcaire sublithographique, où l'on retrouve, avec moins d'abondance, les organismes du niveau supérieur.

On remarquera que les Calpionelles font leur apparition dans le Tithonique inférieur. Ces organismes pélagiques, d'une détermination facile, ont un intérêt stratigraphique certain. Ils permettent en l'absence d'Ammonites, cas fréquent, de séparer commodément cet étage du Kiméridgien. Sur la bordure sud-est du massif de Chartreuse, L. MORET (1925, p. 1-3), a fait la même constatation et, dans les Baléares, G. COLOM (1948, p. 251) note que leur arrivée coïncide avec le dépôt des « fausses-brèches » du Tithonique inférieur.

A l'intérieur du Tithonique, leur utilisation conjointe à celle d'*Eothrix alpina* L. et *Globochaete alpina* L. permet dans la région de distinguer la partie supérieure de la partie inférieure de l'étage.

## 2° PLATEAU DE MONTAGNOLE.

Le contact Tithonique-Berriasien est bien visible au sud-ouest de Chambéry, sur le plateau de Montagnole, extrémité septentrionale de la Chartreuse. De nombreuses galeries ont été ouvertes par la Société des Ciments Chiron (1) dans le Berriasien inférieur, dont la teneur en argilite (21 à 24 %) convient parfaitement à la fabrication des ciments naturels. Le toit des

(1) Je remercie M. Ed. RIVOLLIER, ingénieur à la Société, pour les renseignements qu'il a bien voulu me communiquer.

exploitations est un calcaire spathique zoogène, très dur, auquel on a donné le nom de « calcaire grossier de Montagnole ».

Dès 1875, L. PILLET remarquait dans les marnes à ciment « des lits nombreux et souvent épais d'un calcaire lumachellique parfois fort dur qui semble néanmoins appartenir à la même formation ».

Pour HOLLANDE, cette lumachelle ainsi que les marnes à ciment sous-jacentes, est d'abord de l'Infra-néocomien (1888, tableau), puis du Jurassique terminal (1911, p. 210), conclusion adoptée par J. RÉVIL (1911, p. 351). Par la suite, A. PACHOUD y découvre *Natica leviathon* Pict. et Camp., ainsi qu'un galet noir, dont l'examen micrographique par L. MORET montre qu'il s'agit d'un calcaire lacustre contenant des débris de Charophytes (1948, p. 97-99). Elle est dès lors considérée comme berriasienne. La même année, P. GIDON (1948, p. 284-285) confirme cette attribution par la découverte d'une faune typiquement berriasienne dans les « calcaires grossiers » du Pertuiset, prolongement de ceux de Montagnole.

J'ai réalisé l'étude micrographique de toutes les assises, du Berriasien supérieur au Tithonique. Ce dernier offre de beaux affleurements dans la carrière Serpolet, au sud-ouest de Bellecombette (fig. 3).

La partie la plus élevée de la coupe s'observe dans le tunnel d'exploration de la carrière à ciel ouvert, près de la forge. Des prélèvements ont été effectués banc par banc ; leur examen en lames minces permet de diviser le Berriasien inférieur en deux complexes, de haut en bas :

- 2. Marno-calcaires très zoogènes : *C. alpina* L., *C. elliptica* C., Ostracodes, Miliolidés, Textularidés, *Haplophragmium* sp., *Ammobaculites* sp. et Dasycladacées (*Clypeina jurassica* F., *Actinoporella podolica* Alth.) ..... 8 m
- 1. Marnes et marno-calcaires zoogènes : *C. alpina* L., *C. elliptica* C., Ostracodes sp., Miliolidés, Textularidés, Lituolidés, fragments de *B. boissieri* Pict. et de *B. callisto* d'Orb. .... 15 m

Les « calcaires grossiers » forment le toit des exploitations, mais ils affleurent aussi un peu partout sur le plateau de Montagnole dont ils constituent la superstructure. On peut les étudier commodément sur la route conduisant au village. Ce sont des calcaires échinodermiques, à nombreux débris organiques, pseudoolithiques, localement oolithiques ; leur épaisseur maxima

atteint une quinzaine de mètres. La macrofaune est abondante : Echinodermes, Pectinidés, Gastropodes, Céphalopodes, d'ailleurs abondamment cités par L. PILLET et J. RÉVIL (1911, p. 364). Au microscope, on observe une très grande quantité d'organismes :

- . Foraminifères : *Trocholina alpina* L. et B.  
— *elongata* L. et B.  
— *infragranulata* Noth  
*Haplophragmium* sp.  
*Haplophragmoides* sp.  
*Nautiloculina oolithica* Moehler  
*Valvulina* cf. *fusca* W.  
*Dentalina communis* d'Orb.  
*Lenticulina* cf. *cultrata* M.  
— *münsteri* R.
- . Calpionelles : *C. alpina* L.  
*C. elliptica* C.
- . Ostracodes : *Cytheridea* sp.  
*Bairdia* sp.  
*Cytherella* sp.  
*Protocythere* sp.  
*Cytheropteron* sp.  
*Cypridea* sp.  
*Dictyocythere retirugata* J.
- . Gastropodes sp.
- . Dasycladacées : *Acicularia* sp.  
*Actinoporella podolica* Alth.  
*Clypeina jurassica* F.  
*Clypeina* sp.
- . Charophytes : débris de tiges et de gyrogonites, les uns inclus dans le ciment, les autres dans les pseudoolithes.

— *Tithonique supérieur*. Dans la carrière Serpolet, on note de haut en bas :

- 6. Calcaire gris-clair, localement pseudoolithique : Miliolidés, Textularidés, débris d'Echinodermes, *Calpionella alpina* Lorenz, *C. elliptica* Cadisch. La partie supérieure est mamelonnée et quelque peu rubéfiée, comme on peut s'en rendre compte près du ruisseau du Vard.
- 5. Calcaire sublithographique clair, à taches bleues et roses ; *Belemnites* sp., *Virgatosphinctes* aff. *transitorius* Opp., *C. alpina* L. et *C. elliptica* C. .... 3 m
- 4. Calcaire clair, par endroit rognoneux et pyriteux, avec passées marneuses riches en Bélemnites. Il s'agit au microscope, d'un calcaire à grain fin, localement pseudoolithique, renfermant des Miliolidés, Textularidés, Bryozoaires, *C. alpina* L. et *C. elliptica* C. .... 1,50 m
- 3. Calcaire sublithographique clair à *C. alpina* L., *C. elliptica* C. et débris de Spongiaires siliceux. .... 2 m
- 2. Calcaire bleuâtre, compact, à taches sombres pyriteuses : *Haploceras elmatum* Opp., nombreux Aptychus et débris d'Ostracodes ..... 4 m

1. Calcaire à grain fin, avec Radiolaires et quelques rares Miliolides et Textularidés. On remarque aussi des débris d'*Eoehrix alpina* L. et de menus fragments cristallisés de carapaces d'Ostracodes pélagiques.

Ce dernier niveau constitue la base de la carrière, et les bancs inférieurs ne sont pas visibles.

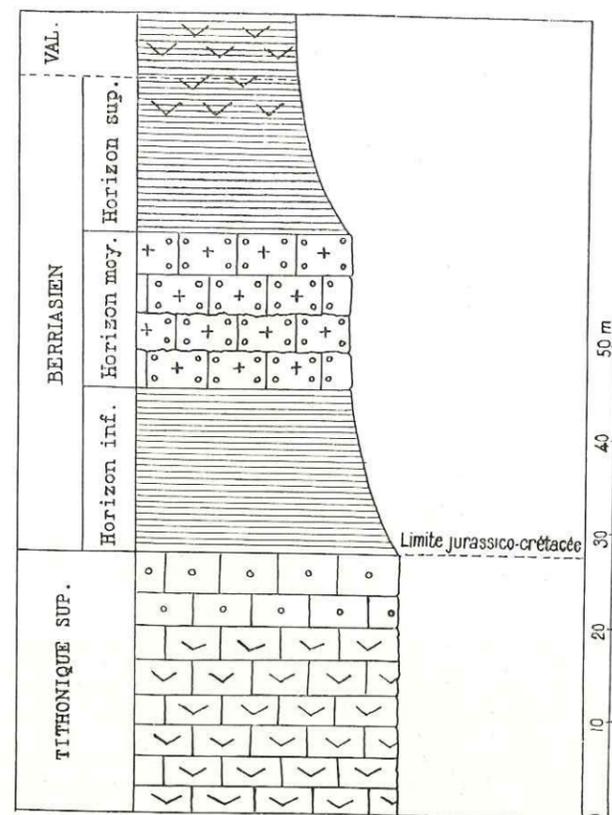


FIG. 2. — Coupe des couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la région de Montagnole.

### 3° COL DU PERTUISET.

Ces « calcaires grossiers » existent aussi à proximité du Col du Pertuiset. Au-dessus du village de Méry, le flanc ouest du

Nivolet présente une succession d'assises à pendage est, du Kiméridgien à l'Hauterivien. Lorsqu'on suit le sentier conduisant au col, on remarque, à l'aplomb de Sérarges, que les calcaires clairs tithoniques formant falaise sont surmontés par une vingtaine de mètres de marno-calcaires et de marnes ; puis, au-dessus, affleurent, en abrupt, des calcaires roux, spathiques, entremêlés de marnes, dont Révil faisait du Valanginien supérieur, ce qui l'obligeait à envisager un repli secondaire valanginien dans le Berriasien.

Il s'agit, en réalité, du faciès « calcaire grossier », dont l'âge berriasien ne peut faire aucun doute depuis la découverte par P. GIDON (1948, p. 28) des fossiles caractéristiques de l'étage : *Neocosmoceras* (*Protacanthodiscus*) *euthymi* Pict., *Neocosmoceras* aff. *curalense* Kil., *Berriasella* (*Subthurmania*) *boissieri* Pict., *Spirifer* *subducale mutabile* Cr., *Neocomites occitanicus* Pict., *Lytoceras honoratianus* d'Orb.; *Nautilus dumasi* Pict.; *Nautilus neocomiensis* d'Orb.

Les organismes sont abondants :

- . Foraminifères : *Agathamina* sp.  
*Haplophragmoides* sp.  
*Lagena* sp.  
*Lenticulina* cf. *cultrata* M.  
— *münsteri* R.  
*Pseudocyclammina* sp.  
*Lituola* cf. *inflata* L. (1)
- . Ostracodes : *Bairdia* sp.  
*Cytheridea* cf. *thorensis* T.  
*Cytheropteron* sp.  
*Paracypris* cf. *siliqua* J. et H.  
*Protocythere* sp.
- . Bryozoaires sp.
- . Gastropodes sp.
- . Vertébrés : dents de Poissons. (2)
- . Charophytes : *Porochara maxima* D.  
— cf. *hildesiensis* M.
- . Algues diverses : *Solenopora* sp.  
*Terquemella* sp.  
*Clypeina jurassica* Favre.

Ces « calcaires grossiers » sont encore visibles au-dessus du village de Verel, sur le plateau de Montbasin. Ils forment, parmi

(1) Détermination de W. MAYNC.

(2) P. GIDON a trouvé à cet endroit une vertèbre de Saurien.

les prairies et les taillis du Berriasien, des affleurements rous-  
sâtres, qui s'individualisent vers le sud en une falaise continue  
et disparaissent sous les assises quaternaires de la vallée de  
Chambéry.

B) Chartreuse.

1. RÉGION DE ST-PIERRE-D'ENTREMONT.

La route d'Entremont-le-Vieux à Saint-Pierre-d'Entremont  
traverse, 400 mètres environ après le pont du Cozon, le noyau  
jurassique supérieur d'un anticlinal renversé, puis les calcaires  
argileux du Crétacé inférieur. On remarque dans le Berriasien,  
à la hauteur du caniveau d'écoulement d'eau, des calcaires  
argileux et gréseux, gris-sombre, apparemment sans fossiles, mais  
qui se révèlent très zoogènes au microscope : il s'agit d'un équi-  
valent latéral des « calcaires grossiers » sous un faciès particu-  
lier. Ils sont surmontés par les marnes et calcaires argileux du  
Berriasien supérieur.

A partir de ces bancs et en descendant :

— Berriasien.

Horizon supérieur :

Calcaire argileux et marnes avec Textularidés, Miliolidés,  
*Haplophragmoïdes* sp., *Lenticulina münsteri* R., *L. cultrata* M.,  
*Lagena* sp., *Calpionella alpina* L., *C. elliptica* C.

Horizon moyen :

Complexe de calcaire gris-sombre plus ou moins spathique  
et de calcaires argileux zoogènes :

- . Foraminifères : Miliolidés  
Textularidés  
*Lenticulina* sp.  
*Ammobaculites* sp.  
*Agathamina* sp.  
*Haplophragmoïdes* sp.  
*Marsonella* sp. (1)  
*Trocholina alpina* L. et B.  
— *elongata* L. et B.
- . Calpionelles : *Calpionella alpina* L.  
— *elongata* C.

(1) Déterminations du D<sup>r</sup> H. BARTENSTEIN.

- . Ostracodes : *Apatocythere* sp. (1)  
*Cyprideis* sp.  
*Paracypris* cf. *siliqua* J. et H.  
*Cytheropteron* sp.  
*Bairdia* sp.  
*Protoocythere* sp. (1)

Horizon inférieur :

Marnes et calcaires argileux contenant de rares Textularidés  
et *Berriasella subrichteri* R.

— Tithonique.

2° Bancs de calcaire massif, puis banc moins épais séparés  
par des lits marneux, à *C. alpina* L. et *C. elliptica* C. et fins  
débris cristallisés de carapaces d'Ostracodes.

Au-dessous, bancs calcaires, parfois marneux et rognoneux,  
gris, avec quelques Calpionelles et rares débris d'Ostracodes,  
*Haploceras* sp. ... 12 m.

1° Calcaire compact avec *Phylloceras* cf. *ptychoicum*  
Quenst., *Haploceras carachteis* Zeusch., *H. elimatium* Opp., *Apty-  
chus beyrichi* Opp.

2. RÉGION DE LA GRANDE-CHARTREUSE.

En plein cœur de la Chartreuse, 20 km. plus au sud, le Guiers-  
mort recoupe transversalement tous les plis du massif. Le long  
de la route qui conduit de Fourvoirie à Saint-Pierre-de-Char-  
treuse, on peut effectuer deux coupes intéressantes : l'une sur  
la rive gauche du Guiers, au niveau des exploitations de ciment  
Vicat, l'autre sur la rive droite, aux alentours du Pont-Saint-  
Pierre.

a) Coupe au niveau des exploitations de ciment Vicat.

Les formations détritiques du Berriasien sont ici assez peu  
visibles. En descendant la route, on observe sur la gauche, une  
quarantaine de mètres avant les rails du chemin de fer d'exploit-  
ation, quelques pointements de calcaire échinodermique roux ;  
l'exploration est rendue difficile par l'abondante végétation.

Au microscope, ces calcaires se révèlent très zoogènes : Mili-  
olidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et  
B., *Clypeina jurassica* F., débris de tiges de *Charophytes*.

D'après KILIAN (1892, p. 161-180), on peut aussi les observer  
dans les exploitations où ils sont en lentilles au-dessus des

(1) Déterminations du D<sup>r</sup> H. BARTENSTEIN.

couches à ciment épaisses ici d'une quarantaine de mètres. Celles-ci passent vers la base à un calcaire compact, contenant quelques Miliolidés et Textularidés, ainsi que des Calpionelles et des débris de carapaces d'Ostracodes, et que KILIAN (1892, p. 175) semble avoir pris pour du « calcaire grossier ». Ce calcaire, simple récurrence du faciès tithonique, est berriasien car des marnes sous-jacentes m'ont livré plusieurs exemplaires de *Berriasella paramencilata* M. typiques.

Le Tithonique débute au niveau du tunnel. C'est un calcaire compact à Calpionelles, parfois un peu dolomitique, avec de petits débris d'Echinodermes.

b) *Coupe à proximité du Pont-Saint-Pierre.*

En aval du Pont-Saint-Pierre, la route traverse en une série de tunnels le noyau tithonique d'un anticlinal déversé vers l'ouest, puis tous les bancs de son flanc est. Au Pont-Saint-Pierre, le Guiers-Mort creuse son lit dans le Berriasien. Les « calcaires grossiers » affleurent des deux côtés du torrent : sur la rive gauche, ils forment des escarpements roux entremêlés de marnes ; sur la rive droite, ils donnent le long de la route des dalles curieusement craquelées. Leur épaisseur ne paraît pas inférieure à 40 m.

La coupe est prise en descendant la route :

— *Berriasien.*

*Horizon moyen :*

Calcaire spathique roux et marnes grossières très zoogènes.

- . Foraminifères : *Agathammina* sp. (1)
- Cytharina* sp.
- Cornuspira* sp. (1)
- Eogutulina* sp. (1)
- Lenticulina münsteri* R.
- *crepidularis* R.
- sp.
- Marsonella* sp.
- Pseudocyclammina* sp.
- Trocholina alpina* L. et B.
- *elongata* L. et B.
- Valvulinaria* sp. (1)
- Verneuilina cf. tricarinata* (1)

- . Spongiaires : spicules d'Eponges.
- . Echinodermes : radioles d'Oursins.

(1) Déterminations du D<sup>r</sup> H. BARTENSTEIN.

- . Ostracodes : *Bairdia* sp.
- Cythere concentrica* (1)
- Cytheridea ?* sp.
- Cyprideis* sp.
- Cytheropteron* sp.
- Macrodentina* sp.
- Macrocypris ?* sp.
- . Mollusques : Gastropodes sp. et débris de tests de Brachiopodes.
- . Vertébrés : dents de Poissons.
- . Charophytes : *Porochara* sp.
- Clavator reidi* Groves
- . Dasycladacées : *Acicularia* sp.
- Clypeina jurassica* F.
- Clypeina* sp.

*Horizon inférieur :*

Les bancs de calcaire argileux, presque parallèles à la route, affleurent sur une longue distance. Ils contiennent vers le sommet : *Lenticulina münsteri* R., *L. cultrata* M., *Paracypris ?* sp.

— *Tithonique.*

Les dernières assises de cet étage forment la voûte du premier tunnel. On peut les étudier très commodément à la sortie est où elles sont inclinées vers le sud en grandes dalles que longe la route. Ce sont des calcaires généralement compacts, dépourvus de microfaune benthique : les organismes pélagiques sont représentés par des Calpionelles (*C. alpina* L. et *C. elliptica* C.), des fragments cristallisés de carapaces d'Ostracodes et des débris filamenteux indéterminables.

3° EXTRÉMITÉ MÉRIDIONALE DE LA CHARTREUSE.

Les « calcaires grossiers » affleurent encore à l'extrémité méridionale de la Chartreuse. On connaît depuis longtemps dans les carrières à ciment du Chevallon, près de Voreppe (Isère), des calcaires zoogènes, comparables par leur position et leur faciès à ceux de Montagnole. Ils se prolongent, de l'autre côté de l'Isère, dans le Berriasien d'Aizy-sur-Noyerey, au nord du Vercors.

(1) Déterminations du D<sup>r</sup> H. BARTENSTEIN.

C) Vercors.

Lorsqu'on se rend d'Aizy-sur-Noyerey à Trucherelle, on remarque sur la droite, peu après le pont sur le ruisseau d'Aizy, les affleurements du Berriasien.

La partie supérieure de l'étage est faite, comme d'ordinaire, de marno-calcaires à Calpionelles (*C. alpina* L., *C. elliptica* C.), avec quelques Textularidés et débris d'Ostracodes. Au-dessous, la formation devient plus calcaire, et l'on passe au faciès habituel des « calcaires grossiers » : microbrèche et calcaire spathique zoogène à Miliolidés, Textularidés, Nautiloculines, fragments d'Echinodermes, de Lamellibranches, de Gastropodes et gros grains de quartz clastiques. On ne trouve cependant ni Charophytes, ni Dasycladacées.

La partie inférieure est visible vers le pont, mais le contact avec le Tithonique est couvert par la végétation. Il faut, pour l'observer, se rendre plus au sud, sur le vieux chemin d'Aizy. Par endroit, les bancs tithoniques pseudobrèchiques ou rogneux viennent passer sous les marno-calcaires berriasiens ; ils en sont séparés par une surface d'abrasion sous-marine où l'on remarque de nombreuses empreintes d'Ammonites. Ce gisement, célèbre pour l'importance qu'il eut dans la « querelle » du Tithonique, constitue, d'après G. MAZENOT, l'horizon supérieur du Tithonique supérieur (Z à *Berriasella chaperi* et *B. aizyensis*).

Cette surface d'abrasion souligne la puissance des courants, laquelle se traduit encore par l'apport de nombreux grains de quartz clastiques et par une texture localement pseudoolitique. Mais le faciès pélagique subsiste toujours : abondance des Calpionelles dans les parties fines, microfaune benthique très pauvre dans les parties pseudoolithiques.

D) Région de Berrias (Ardèche).

A Berrias même, localité-type du Berriasien, il n'existe pas de coupe continue du Tithonique au Valanginien. La faune classique décrite et figurée par PICTET (1867) provient de petits affleurements discontinus situés principalement au nord-est du château de MM. de Malbos. A ces niveaux, qui se différencient par leur

faune, aussi bien des calcaires inférieurs que des marnes supérieures, il donna le nom de « couches à *Terebratula diphoïdes* ».

KILIAN hésita et crut reconnaître, parmi les échantillons de Berrias, des espèces de Stramberg. Ultérieurement G. MAZENOT (1939, p. 24) montra que cette faune était bien homogène, et tout à fait représentative du Berriasien.

Au nord-ouest de Berrias, près du hameau des Pleux, le Tithonique à *Virgatosphinctes transitorius* Opp. et *Pygope janitor* Pict., affleure dans le lit du Thégoul. Il conserve uniformément jusqu'au sommet l'allure d'un sédiment pélagique, sous la forme de calcaire compact à Radiolaires et Calpionelles (*C. alpina* L., *C. elliptica* C.). Le contact avec le Berriasien est très visible grâce au faible pendage des bancs et à l'action abrasive de l'eau qui les a découpés sur de vastes surfaces.

La base du Berriasien est encore pélagique, et il n'est pas possible de voir quel est le faciès des bancs supérieurs car la coupe s'interrompt à ce niveau, dissimulée sous les alluvions modernes de la plaine de Berrias. Mais on peut la continuer sur la route menant de Chadouiller à Saint-André-de-Cruzières. Les calcaires argileux du Berriasien inférieur affleurent immédiatement après le petit pont. Environ 50 mètres plus loin, en direction de Saint-André, on remarque, à gauche de la route, des bancs d'un calcaire roux, spathique, parfois marneux, zoogène, dans lesquels on reconnaît :

- Trocholina infragranulata* N.
- *alpina* L. et B.
- Lenticulina münsteri* R.
- Ammodiscus gaullinus* B.
- Cytheropteron* sp.
- Macrocypris* ? sp.
- Pentacrinus* sp.
- Radioles d'Oursins
- Dents de Poissons.

Il s'agit donc d'un sédiment rappelant les « calcaires grossiers » des massifs subalpins. On notera cependant l'absence des Clypéines et celle des Charophytes, ce qui traduit un faciès plus profond.

#### E) Bordure Est du Massif des Bornes.

Alors que, sur la bordure ouest et dans le centre des Bornes, le Malm supérieur et le Berriasien sont pélagiques, il n'en est pas de même dans l'est du massif.

Dans la région des Aravis, le Malm inférieur et moyen ne contient que de rares organismes pélagiques (A. LOMBARD, 1932) ; la microfaune benthique n'apparaît qu'à la partie supérieure, accompagnant les faciès finement pseudoolithiques. Elle y est mêlée aux organismes pélagiques habituels : *Eothrix alpina* L., *C. alpina* L., *C. elliptica* C., et les Calpionelles restent abondantes dans les premiers bancs marneux qui font suite au Malm. On retrouve donc, à peu de choses près, la même évolution des microfaciès que dans le Tithonique de la région chambérienne. Au-dessus des bancs à *Berriasella callisto* Z. et *B. privasensis* Pict., existe un banc de calcaire zoogène, pseudoolithique, à grains de quartz clastiques, contenant surtout de petits Lituolidés limonitisés.

Ce faciès détritique et zoogène du Berriasien prend un grand développement vers le nord. Ainsi, sur la rive gauche de l'Arve, près de Magland, le torrent de Gravin, dans le lit duquel affleure un calcaire spathique roux, zoogène, très dur, il s'agit, au microscope, d'un calcaire pseudoolithique, contenant de nombreux organismes roulés : *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Nautiloculina oolithica* M., *Acicularia* sp., *Clypeina jurassica* F., débris d'Echinodermes et de Bryozoaires, fragments de calcaire à petits grains de quartz clastiques ou à Calpionelles. Le contact avec les niveaux stratigraphiques inférieurs n'est pas visible ici ; mais à un kilomètre plus à l'est, sur le chemin de Saxel, on peut voir la partie terminale du Malm avec son faciès habituel bathyal d'un calcaire compact gris-sombre à organismes pélagiques (P. DONZE et J. ROSSET, 1952).

#### F) Conclusion.

Les coupes précédentes montrent que le Berriasien pélagique caractérise les parties internes des massifs subalpins, tandis qu'il est néritique et même localement saumâtre du côté du Jura.

Dans les Bornes cependant, cet approfondissement vers les Alpes paraît en défaut, puisque le faciès pélagique est à l'ouest, face aux chaînons jurassiens de La Balme et du Salève, alors qu'il existe des « calcaires grossiers » sur la bordure orientale, aux Aravis et à Gravin, comme d'ailleurs de l'autre côté de l'Arve, dans la Nappe de Morcles (L.-W. COLLET et A. CAROZZI, 1947). Leur présence doit être mise en relation avec des mouvements d'émersion qui marquèrent, dès la fin du Jurassique, la région du Mont Ruan sur la frontière franco-suisse (A. CAROZZI, 1952, p. 245).

D'autre part, la considération des microfaciès permet de suivre, jusque dans le détail, les étapes de la régression dans la zone néritique des massifs subalpins (fig. 3).

La microfaune benthique, presque absente dans les niveaux inférieurs, apparaît timidement dans les pseudobrèches du Tithonique, disparaît à la partie moyenne de l'étage, et ne devient appréciable qu'à la partie tout à fait terminale. Son développement se poursuit à la base du Berriasien, alors qu'apparaissent les premières Dasycladacées. Ces algues vertes ne descendent guère dans les mers actuelles au-dessous de 30 m. ; nous pouvons ainsi nous faire une idée de la profondeur marine dans cette zone, au début du Berriasien. Les Charophytes sont absentes ; je n'ai rencontré à ce niveau qu'un seul fragment de gyrogonite de *Porochara* sp., vers le Pont-Saint-Pierre en Chartreuse.

Dans l'horizon à *B. boissieri*, en plein Berriasien, la régression continue. Parmi les très nombreux Foraminifères benthiques, on remarque l'importante contribution des gros arénacés. Les formes de dessalure ne manquent pas, surtout parmi les Ostracodes. Les organismes récifaux sont, bien entendu, abondamment représentés.

Signalons en particulier l'importance des Trocholines en milieu calcaire : les « calcaires grossiers » contiennent en abondance aussi bien *T. alpina* L. et B. que *T. elongata* L. et B. Dans ces derniers, les algues vertes se développent au maximum : les Actinoporelles et les Clypeines pullulent par endroit. Enfin, les Charophytes ne sont point rares. Ce sont les espèces des niveaux purbeckiens, et elles se présentent sous le même aspect : fragments de tiges, gyrogonites, bien conservés ou usés, entiers ou fragmentaires, utricule de *Clavator*, inclus soit dans le ciment soit dans les pseudoolithes.

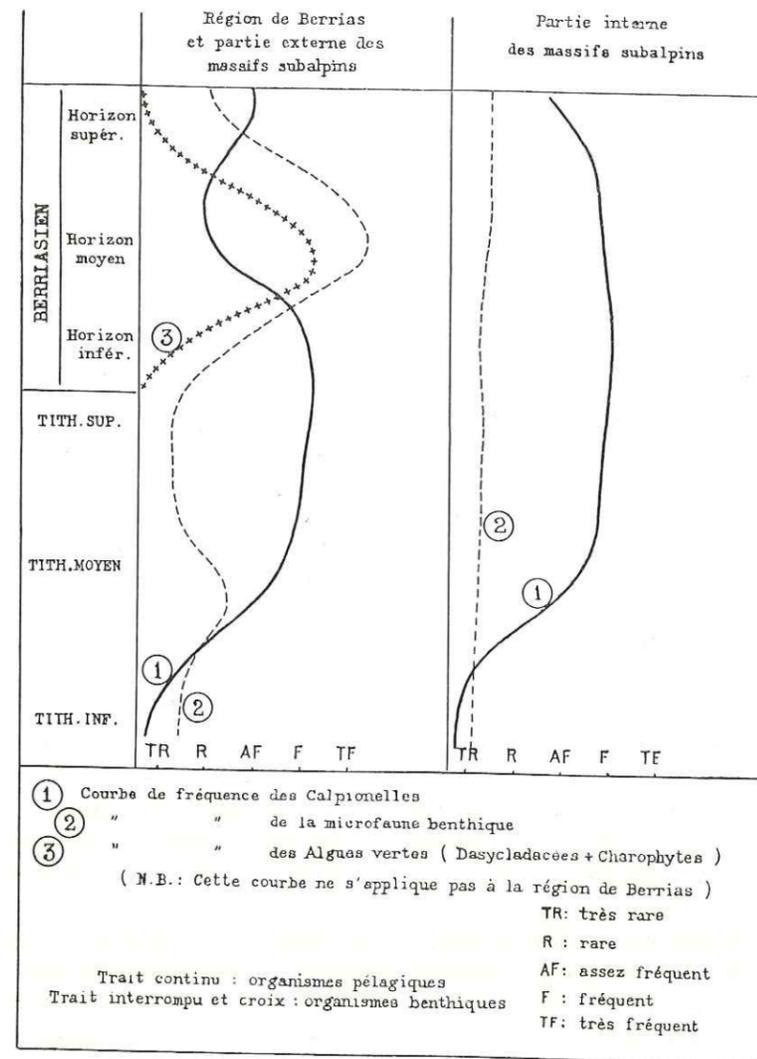


FIG. 3. — Courbes relatives de fréquence des microorganismes dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé des massifs subalpins septentrionaux et de la région de Berrias.

A la partie supérieure du Berriasien, le faciès redevient plus pélagique : les Charophytes et les Dasycladacées ont disparu, la microfaune benthique s'est appauvrie. On ne trouve plus ni formes de dessalure, ni espèces récifales et les Calpionelles redeviennent abondantes.

La figure 4 met en regard les couches indiquant la fréquence des microorganismes pélagiques et benthiques, depuis le Tithonique inférieur jusqu'au Valanginien, d'une part dans la région de Berrias et la partie externe des massifs subalpins septentrionaux (sauf les Bornes), d'autre part dans la partie interne de ces massifs.

Il est donc clair qu'une régression générale s'est manifestée au cours du Berriasien sur un vaste territoire. Celui-ci comprenait la plus grande partie de nos massifs subalpins septentrionaux ainsi que la bordure est du Massif Central.

La profondeur de la mer a décliné sans cesse depuis le Tithonique moyen jusqu'à la zone à *B. boissieri*, où se sont déposés les « calcaires grossiers ». Nulle part il n'y eut d'ailleurs d'émergences véritables : on ne décèle pas de sédiments lacustres, mais seulement des formations côtières ou lagunaires, qui ne peuvent s'expliquer que par la présence, à cette époque, en direction du Jura et du Massif Central, de territoires exondés.

Si, dans la région de Berrias, on ignore où se trouvaient les rivages, on peut s'en faire une idée par comparaison avec ce qu'on observe dans les massifs subalpins. Les « calcaires grossiers » y dessinent une frange dont la largeur ne dépasse pas 15 kilomètres. On peut donc penser qu'en Ardèche les rivages de la mer berriasienne ne devaient guère dépasser la bordure actuelle des terrains cristallins.

## CHAPITRE II

---

### *Le Purbeckien du Jura et de la Bresse*

---

#### Introduction.

Dans son étude sur le Purbeckien du Jura, MAILLARD (1884, pl. A) distingue deux domaines paléogéographiques : celui des marnes à gypse et celui des couches saumâtres supérieures.

L'utilisation systématique des méthodes micrographiques me permet de décrire d'une manière plus précise la grande variété des faciès et leur distribution dans l'ensemble du Jura français.

Les nombreuses coupes étudiées se groupent autour d'une douzaine de types moyens dont les représentants ne sont pas répartis au hasard, mais selon des zones parallèles à une direction privilégiée. Celle-ci, sensiblement sud-sud-ouest nord-nord-est dans le Jura méridional, s'infléchit quelque peu vers l'est à la hauteur de Saint-Claude pour devenir sud-ouest-nord-est dans le Jura central et septentrional. Ainsi, lorsqu'on franchit le Jura du sud-est au nord-ouest, d'Annecy à Lons-le-Saunier par exemple, on recoupe les différentes zones de faciès, caractérisées chacune par la nature et l'importance qu'y prennent les dépôts d'émersion. On distinguera 13 zones de faciès, qui seront étudiées successivement.

I. — ZONE DE FACIÈS N° 2

LE PURBECKIEN DANS LA ZONE DE TRANSITION  
ENTRE LE FACIÈS JURASSIEN ET LE FACIÈS SUBALPIN

A) Le Purbeckien de la Montagne de Corsuet (fig. 4).

Dans sa description géologique des environs d'Aix-les-Bains, L. PILLET (1863, p. 18) décrit sur le versant ouest de l'anticlinal de la Chambotte, au-dessus du village de Grésine, des assises minces d'un calcaire compact, tacheté de noir, souvent « veine d'une terre argileuse verte », passant à des brèches à marnes vertes. Il signale comme fossiles une petite Physe et un fragment de Gastropode. Les recherches ultérieures de L. RÉVIL (1911, p. 325) n'apportèrent aucun élément nouveau.

Aux alentours de la grotte des Fées, les bancs du Portlandien supérieur, quoique recouverts par les broussailles, restent relativement bien visibles, surtout vers la bifurcation des deux sentiers qui descendent sur le flanc ouest. On observe de haut en bas :

— Berriasien (Z. sup.) (Pro parte Valanginien auct.).

19. Calcaire pseudoolithique zoogène à Miliolidés et Textularidés.

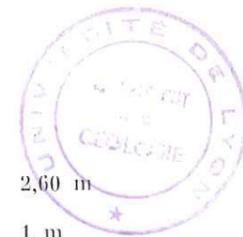
— Purbeckien (Portlandien auct).

- 18. Calcaire lacustre à Ostracodes, tiges et gyrogonites de *Porochara* sp. .... 0,90 m
- 17. Calcaire à tendance pseudoolithique : débris d'Ostracodes, de Charophytes et de *Clypeina jurassica* F. .... 2 m
- 16. Calcaire à Miliolidés, Textularidés, petits Gastropodes et Dasycladacées (*Actinoporella podolica* Alth, *Clypeina jurassica* F.), avec quelques Ostracodes. .... 1,50 m
- 15. Calcaire sublithographique à nombreux Ostracodes. .... 1,30 m
- 14. Microbrèche multicolore à tiges et gyrogonites de *Clavator reidi* G. .... 0,10 m
- 13. Calcaire fin, à petits cailloux noirs et traînées de matière organique brune .... 0,80 m
- 12. Calcaire à petits cailloux noirs, avec Ostracodes, *Agathamina* sp., *Haplophragmium* sp., petits Gastropodes, *Actinoporella podolica* H. .... 1,20 m
- 11. Calcaire compact, localement pseudoolithique, à petits cailloux noirs, peu fossilifère. A la partie supérieure, on trouve

- quelques organismes : *Trocholina alpina* L. et B., débris d'Ostracodes et de Charophytes. .... 2,60 m
- 10. Calcaire à petits cailloux noirs, pseudoolithique, à Ostracodes, Miliolidés et tubes de vers. .... 1 m
- 9. Brèche calcaire à gros éléments. .... 0,50 m
- 8. Calcaire fin, en petits bancs, avec Ostracodes, *Agathamina* sp., et débris de Charophytes. .... 0,20 m
- 7. Brèche calcaire à éléments multicolores : *Agathamina* sp., Ostracodes, débris de Charophytes. .... 0,20 m
- 6. Banc calcaire contenant des débris de Charophytes, d'Ostracodes, de Gastropodes et de *Clypeina jurassica* F. .... 0,15 m
- 5. Calcaire fin ou pseudoolithique à Miliolidés, *Agathamina* sp., débris d'Ostracodes, tubes d'Annélides, *Clypeina jurassica* F. et gyrogonites de *Porochara* sp. englobés dans des éléments hétérogènes .... 1 m
- 4. Calcaire à petits cailloux noirs, avec Miliolidés, *Nautiloculina oolithica* M., *Clypeina jurassica* F. .... 0,80 m
- 3. Calcaire, parfois pseudoolithique, à petits cailloux noirs : Miliolidés, *Haplophragmoides* sp., *Clypeina jurassica* F., *Coprolithus salevensis* P., *Coprolithus* cf. *prusensis* P., *Munieria baconica* Hauth. .... 2,70 m
- 2. Bancs massifs d'un calcaire pseudoolithique et oolithique : Miliolidés, Textularidés, *Clypeina jurassica* F. .... 3 m
- 1. Banc de calcaire pseudoolithique zoogène : Miliolidés, Textularidés, Nautiloculines, petits Gastropodes, Solénopores et Dasycladacées (*Clypeina jurassica* F., *Salpingoporella annulata* C.).

Cette coupe, dont l'intérêt réside dans sa proximité du domaine subalpin, suggère plusieurs remarques. Ce qui frappe d'abord, c'est le peu d'importance qu'y tiennent les sédiments marneux ; les bancs sont uniformément calcaires et les argiles vertes, en particulier, sont presque inexistantes. Pas de brèches à gros cailloux noirs, mais seulement des microbrèches à éléments multicolores, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 0,30 m.

L'unique émergence véritable se situe à la partie tout à fait supérieure du Portlandien, immédiatement sous les bancs massifs du « Marbre bâtard ». Au-dessous, quelques oscillations se traduisent par des niveaux bréchiques (niveau 14, 9, 7), mais le régime lacustre ne parvient jamais à s'instaurer. La mer vient sans cesse envahir la lagune, où règne un milieu hyposalin, dont s'accommodent fort bien les Dasycladacées. La présence des Charophytes témoigne, par contre, de la proximité des rivages. A cette époque, nous le verrons, d'importantes émergences avaient lieu dans les chaînons du Jura très proche du Corsuet. Ces Algues, qui prospéraient au bord des côtes, et les débris venus de l'intérieur par l'intermédiaire des fleuves, étaient disséminés



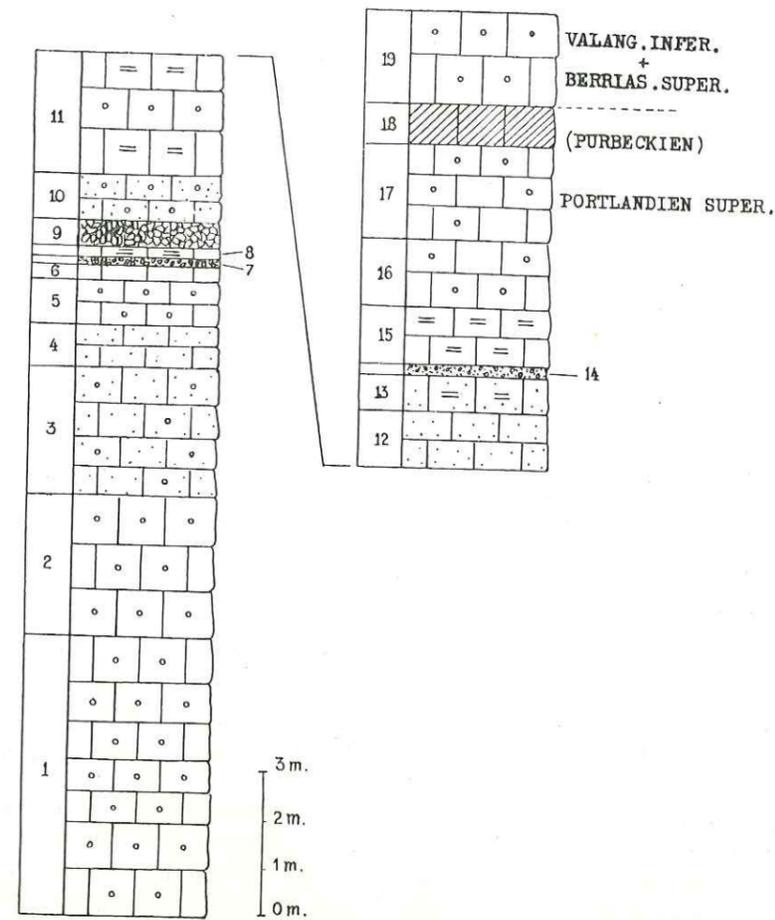


FIG. 4. — Le Purbeckien du Corsuet.

au large par les courants ; leur présence dans le Berriasien des chaînes subalpines indique que le trajet dans la mer pouvait être relativement important.

En résumé, au Corsuet, le passage du Jurassique au Crétacé se fait par une série de bancs calcaires, dont le faciès est presque uniquement saumâtre ou marin.

B) Le Purbeckien du flanc Ouest de la Montagne de l'Epine (fig. 5).

A l'aplomb du village de Nances, la route de Novalaise au Col de l'Epine est taillée dans les bancs presque verticaux du flanc ouest de l'anticlinal, ce qui permet le relevé d'une coupe très détaillée, du Virgulien au Valanginien (P. DONZE, 1951, p. 297). En remontant la route, c'est-à-dire en se dirigeant vers le sud, on note de haut en bas :

— Berriasien (Z. sup.) (Pro parte Valanginien auct.)

21. Bancs calcaires pseudobréchiques, rognoneux, ferrugineux, localement argileux, généralement pseudoolithiques, zoogènes : Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina* sp., *Haplophragmoides* sp., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Pseudocyclammia lituus* Y. et H., Ostracodes, débris de Brachiopodes et d'Echinodermes, spicules de Spongiaires, Gastropodes, Dasycladacées (*Salpingoporella annulata* C.).

— Purbeckien (Portlandien auct.).

- |                                                                                                                                                                                                                                                        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 20. Calcaire clair, pseudoolithique, zoogène, à petits Gastropodes, Miliolidés et nombreux <i>Coprolithus salevensis</i> P. ....                                                                                                                       | 7 m    |
| 19. Calcaire pseudoolithique zoogène : Miliolidés, Textularidés, <i>Nautiloculina oolithica</i> M., <i>Trocholina alpina</i> L. et B., Gastropodes et nombreuses Dasycladacées ( <i>Actinoporella podolica</i> H., <i>Clypeina jurassica</i> F.) ..... | 2,50 m |
| 18. Calcaire fin, parfois grumeleux ou pseudoolithique, avec <i>Agathamina</i> sp., Ostracodes, <i>Clypeina jurassica</i> F. et <i>Coprolithus salevensis</i> P. ....                                                                                  | 3,80 m |
| 17. Calcaire dolomitique gris-clair, en petits bancs.....                                                                                                                                                                                              | 1,50 m |
| 16. Calcaire pseudoolithique et oolithique avec Miliolidés, Textularidés, <i>Trocholina alpina</i> L. et B., <i>Clypeina jurassica</i> F. et <i>Coprolithus salevensis</i> P., passant à un calcaire dolomitique .....                                 | 3,60 m |
| 15. Calcaire compact, à tiges et gyrogonites de Charophytes et débris de carapaces d'Ostracodes.....                                                                                                                                                   | 0,80 m |
| 14. Bancs de calcaire clair, localement oolithique et pseudoolithique, séparés par des surfaces rubéfiées, avec Miliolidés et <i>Clypeina jurassica</i> F. ....                                                                                        | 3 m    |
| 13. Calcaire à grain fin, sans fossiles.....                                                                                                                                                                                                           | 1,80 m |
| 12. Calcaire localement pseudoolithique contenant des Miliolidés, Textularidés et <i>Clypeina jurassica</i> F. ....                                                                                                                                    | 1,70 m |
| 11. Calcaire dolomitique en petits bancs.....                                                                                                                                                                                                          | 0,20 m |
| 10. Calcaire dolomitique à Miliolidés, avec quelques gyrogonites de <i>Porochara</i> sp. La surface supérieure est rubéfiée.....                                                                                                                       | 0,50 m |
| 9. Calcaire gris-clair, dolomitique.....                                                                                                                                                                                                               | 1,30 m |
| 8. Calcaire à rares <i>Agathamina</i> sp. ....                                                                                                                                                                                                         | 1 m    |
| 7. Calcaire beige, en plaquettes vers la base, contenant de rares Miliolidés et quelques petits cailloux noirs.....                                                                                                                                    | 1 m    |

6. Calcaire beige à Nérinées et Miliolidés..... 0,50 m
5. Calcaire de teinte claire, avec Miliolidés, Textularidés et rares gyrogonites de *Porochara* sp. .... 1,30 m
4. Calcaire sublithographique crème, avec débris de Charophytes, Ostracodes et rares Miliolidés..... 0,60 m
3. Calcaire oolithique et pseudoolithique à Miliolidés, Textularidés, *Clypeina jurassica* F. et petits cailloux noirs disséminés ..... 0,30 m
2. Calcaire de couleur claire, généralement pseudoolithique, parfois en petits bancs : Miliolidés, Textularidés, *Ammobaculites* sp., *Trocholina alpina* L. et B., petits Gastropodes, Ostracodes et *Clypeina jurassica* F. .... 9 m
1. Calcaire clair pseudoolithique, à Miliolidés, Textularidés et rares débris de tiges de Charophytes

La coupe s'arrête au niveau de la borne, à 17 kilomètres de Chambéry. En ce point, les bancs forment de grandes dalles à pendage ouest de 75°-80°. Sur l'une d'elles, on remarque des traces fort curieuses et d'origine énigmatique, en forme de sillons brusquement recourbés vers l'extrémité.

L'analogie de cette coupe avec celle du Corsuet réside dans l'importance minime qu'y tiennent les formations lacustres. C'est à peine si l'on peut parler ici de faciès purbeckien : pas de brèches calcaires ni à cailloux multicolores, pas de marnes vertes, mais seulement quelques petits cailloux noirs disséminés çà et là dans les bancs calcaires. Un seul niveau marque une véritable émergence (n° 15) ; son épaisseur ne dépasse pas 1 m. Partout ailleurs le faciès reste saumâtre ou marin. La présence des Charophytes à de nombreux niveaux (1, 4, 10, 5) indique toutefois que les terres émergées n'étaient pas éloignées.

Cette absence de sédiments lacustres peut s'expliquer tout naturellement par la proximité de la mer alpine. Mais, si cette explication était la seule, on devrait retrouver les mêmes caractères marins, encore plus accusés, dans le Purbeckien du col de l'Épine, plus proche des massifs subalpins. On verra qu'il n'en est rien : au sommet de l'anticlinal de l'Épine, le nombre d'émergences est important, et corrélativement l'épaisseur totale des sédiments lacustres, les marnes vertes, les brèches calcaires et à cailloux noirs sont bien visibles. Tout se passe comme si la partie supérieure de l'anticlinal avait été protégée des incursions marines, alors que les flancs étaient immergés. Des faits de cet ordre pourraient être interprétés, comme on l'a fait déjà pour le

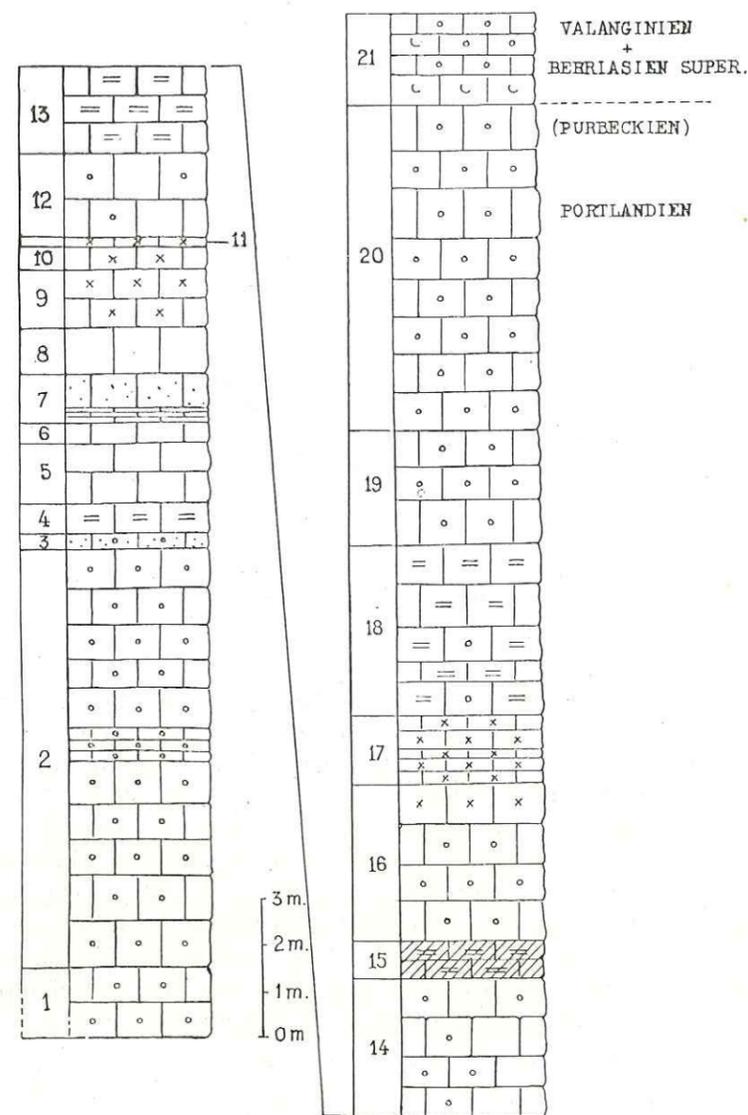


FIG. 5. — Le Purbeckien du flanc ouest de la Montagne de l'Épine.

Purbeckien du Jura suisse (1), comme l'effet d'une tectonique embryonnaire préfigurant la tectonique actuelle (2).

Revenons à la coupe du flanc ouest. On remarque qu'il est difficile d'y préciser le début de la transgression néocomienne. Cette difficulté n'existe pas ailleurs, où les bancs du « marbre bâtard » tranchent nettement sur les formations purbeckiennes sous-jacentes. Ici, sauf l'épisode lacustre du niveau 15, le passage du Jurassique au Crétacé se fait par une suite continue de sédiments marins. Il pourrait sembler logique de considérer les niveaux marins surmontant immédiatement le niveau lacustre comme des équivalents de ce « marbre bâtard ». Mais ils contiennent en abondance *Coprolithus salevensis* P. ; or, ces coprolithes de Crustacés, très fréquents dans les niveaux purbeckiens du Jura méridional, disparaissent radicalement dans les niveaux supérieurs : je n'en ai jamais trouvé un seul dans le « marbre bâtard » de ces régions. On est donc fondé à penser que, dans cette coupe aussi, la zone supérieure du Berriasien débute après la disparition des Coprolithes.

En poursuivant vers le bas, l'on traverse ensuite les bancs du Portlandien moyen et inférieur, souvent dolomitisé, parfois pseudoolithique, à *Trocholina alpina* L. et B., *T. feifeli* Paalzow, Miliolidés, Textularidés et Gastropodes.

Au-dessous, fait suite l'importante formation récifale virgulienne. Ce sont d'abord des calcaires massifs à stratification confuse, puis un banc de calcaire sublithographique à nombreux gyrogonites de *Porochara* sp. sans trace de Foraminifères. Ces gyrogonites, très petits, d'une taille comprise entre 160 et 200 µ, sont à rapprocher de *Porochara thörenensis* var. *minor* M. du Kiméridgien d'Allemagne du nord-ouest. Il s'agit indubitablement d'un calcaire d'eau douce, en plein Virgulien. On sait d'ailleurs qu'à ce niveau, les calcaires en plaquettes bitumineux du Jura méridional (Orbagnoux, Col de la Lèbe, etc...) contiennent des plantes terrestres (*Zamites feneonis* B.), signalées depuis longtemps par les géologues locaux, et récemment révisées par A. CARPENTIER (1951, p. 142).

(1) CAROZZI, A. (1948). *Ibid.*, p. 132-134.

(2) On peut considérer comme une coupe du même type celle décrite par J. P. DE LORIOU à l'extrémité septentrionale du Vuache (Hte-Savoie). (*Arch. Sciences*, Genève, 1954, p. 118).

Au-dessous, les bancs de calcaire pseudoolithique sont très zoogènes : *Pseudocyclamnina virguliana* K., *P. cf. sequana* M., *Conicospirillina basiliensis* M., *Nautiloculina colithica* M., *Trocholina feifeli* P., *Trocholina* sp., *Ammobaculites* sp., *Haplophragmoides* sp., Gastropodes, tubes d'Annélides et nombreuses Algues (Codiacées, Solénoporacées, Lithothamniées, *Lithoporella melobesoides* F., *Clypeina jurassica* F.) (1)..

C) Le Purbeckien de l'extrémité Septentrionale du Semnoz (Haute-Savoie)

A l'extrémité septentrionale de l'anticlinal du Semnoz, entre les fours à chaux des Balmettes et le hameau de Vovray, L. MORET (1931, p. 431) a montré qu'il existe, au-dessous du Valanginien à faciès « marbre bâtard », des lits de marnes vertes et des bancs de calcaire à cailloux noirs renfermant des débris de Charophytes. L'épaisseur réelle en est difficile à définir, car, à ce niveau, les couches sont étirées et broyées dans un contact anormal avec l'Urgonien du flanc inverse. Quoi qu'il en soit, nous avons à faire ici à un faciès du type jurassien.

Par contre, à l'extrémité méridionale de l'anticlinal, les mêmes niveaux ont un aspect très différent. Près d'Allèves, par exemple, le Jurassique, qui affleure dans le lit du Chéran, se présente sous son faciès tithonique de gros bancs de calcaire compact à Calpionelles. Au-dessus, les calcaires argileux berriasiens forment un talus herbeux qu'entame la route des Bauges. La partie inférieure n'en est pas visible, mais on peut constater que la partie moyenne est faite de calcaires argileux détritiques zoogènes, assez analogues au « calcaire grossier » du Pertuiset.

La sédimentation calcaire reprend au Valanginien supérieur. Celui-ci forme une falaise que l'érosion a partiellement démantelée en monolithes très pittoresques (Tours St-Jacques). Comme L. MORET l'a déjà remarqué, nous avons donc ici, le long d'une même anticlinal, le passage du faciès jurassien au bassin subalpin. Il aurait été d'un grand intérêt d'étudier la manière dont s'effectue ce passage. On ne connaît malheureusement que les

(1) La présence d'*Anthracoporella* signalée précédemment (P. DONZE, 1951, p. 297) paraît douteuse. Ces formes semblent plutôt se rattacher aux *Vaginella*.

deux parties extrêmes ; entre elles, le long de l'anticlinal, tout est recouvert par les éboulis et la végétation.

D) Le Purbeckien de la Buisse près Grenoble.

Dans la partie inférieure de la grande carrière de la Buisse près de Grenoble, L. MORET (1926, p. 293) a, depuis longtemps, signalé la présence de couches à cailloux noirs analogues à celles que l'on observe dans le Purbeckien du Jura. V. STASTNY (1930, p. 547-591) en a réalisé l'étude micrographique dans un travail auquel je renvoie pour les détails.

Nous retiendrons seulement que le Purbeckien de la Buisse présente les plus grandes affinités avec celui du Corsuet, non seulement par les organismes qu'il contient, mais surtout par la faible part qu'y tiennent les sédiments lacustres. Une seule couche (n° 22) peut être considérée comme un véritable dépôt d'eau douce ; le reste est saumâtre ou marin.

E) Le passage du Jurassique au crétacé dans la région de l'Echaillon (Isère).

Au S de la Buisse, les influences marines sont encore plus marquées. Un cas extrême nous est fourni par le Jurassique supérieur de l'Echaillon, dans lequel toute formation lacustre a disparu. En face de Voreppe, sur la rive gauche de l'Isère, le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur dominant en promontoire la plaine de l'Isère.

Au niveau de l'ancien établissement balnéaire de l'Echaillon-Bains, affleurent des couches à Polypiers et Brachiopodes, parfois marneuses, que l'on considère comme valanginiennes, et qui forment un petit replat dit « Balcon de l'Echaillon ». Elles surmontent des calcaires massifs récifaux, de teinte blanche et rose, où les géologues locaux s'accordent à voir du Berriasien sous le faciès « marbre bâtard » à la partie supérieure, et du Portlandien à la partie moyenne et inférieure.

Ainsi, dans la région de Voreppe, sur une distance d'à peine 10 kilomètres, le passage du Jurassique au Crétacé s'ef-

fectue de trois manières différentes. A la Buisse, au nord, l'émer-sion purbeckienne se traduit par quelques bancs de calcaire lacustre. Au même moment, les récifs coralligènes s'établissaient à l'Echaillon tandis que, plus au sud encore, vers Noyerey, se déposaient les vases calcaires du Tithonique et les marnes berriasiennes.

Au maximum de la régression purbeckienne, la ligne de rivage passait entre Voreppe et la Buisse, se dirigeait vers les Echelles, Saint-Jean-de-Coux, passait un peu à l'ouest de Saint-Cassin, puis sous la vallée de Chambéry. A partir d'Aix-les-Bains, cette ligne s'infléchissait vers l'est, traversait le Semnoz à quelques kilomètres au sud d'Annecy, et gagnait la Suisse par la Région de Reignier et de Thonon. Vers le sud-ouest, au delà de Voreppe, elle devait suivre approximativement le cours actuel de l'Isère, et, par Valence, atteindre le Massif Central (pl. II).

II. — ZONE DE FACIÈS N° 3

A) Le Purbeckien du Col de l'Epine (fig. 6).

Vers le Col de l'Epine, la route de Chambéry à Novalaise traverse les assises valanginiennes et purbeckiennes du flanc est de l'anticlinal. Peu après le tournant, on relève la coupe suivante, de haut en bas :

— Berriasien (Z. sup.) (Pro parte Valanginien auct.).

28. Bancs de calcaire pseudolithique clair à Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina* sp., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B. A la base, ce calcaire devient très spathique, plus ferrugineux ; il contient de nombreux débris de tests de Mollusques, ainsi que *Natica leviathan* P. et C.

— Purbeckien.

27. Calcaire sublithographique, beige à gris, avec quelques passées ferrugineuses et, vers la base, de rares petits cailloux noirs ; peu fossilifère : débris d'Ostracodes et *Agathamina* sp. .... 2,60 m

26. Calcaire lacustre gris-cendré, avec petits cailloux noirs à la base, et nombreux débris de tiges et gyrogonites de *Porochara* sp. .... 0,70 m
25. Petits bancs de calcaire marneux et ferrugineux à petits cailloux noirs disséminés, avec délités de marnes vertes, contenant : *Valvata* sp., « *Candona* » *bononiensis* J., *Clavator reidi*, G. .... 0,30 m
24. Calcaire gris à petits cailloux multicolores ; le ciment calcaire contient lui-même des micro-éléments sombres. .... 0,30 m
23. Calcaire beige, pseudoolithique à *Coprolithus salevensis* P. .... 0,50 m
22. Calcaire beige, devenant rognoneux avec petits cailloux noirs à la base, et marnes vertes ; rares débris de gyrogonites de *Porochara* sp. .... 1,40 m
21. Calcaire brun-clair avec rares petits Miliolidés et Textularidés ..... 1,30 m
20. Micropoudingue multicolore et marnes vertes. .... 1,50 m
19. Calcaire à micro-éléments hétérogènes, localement grumeleux, avec rares débris d'Ostracodes et de Charophytes et petits cailloux noirs. .... 1 m
18. Calcaire gris, grumeleux ou pseudoolithique, avec rares Textularidés et *Clypeina jurassica* F. Petits cailloux noirs à la base ..... 0,50 m
17. Calcaire gris-clair pseudoolithique contenant quelques Foraminifères ..... 0,20 m
16. Brèche calcaire et marnes ..... 0,10 m
15. Marnes ..... 0,60 m
14. Calcaire gris-beige contenant des micro-éléments sombres hétérogènes, avec de rares gyrogonites de *Porochara* sp. et des petits cailloux noirs. .... 1,20 m
13. Calcaire beige pseudobrèchique, à passées de marnes vertes ; rares Foraminifères ..... 0,30 m
12. Calcaire gris à rares débris de tiges de Charophytes et petits cailloux noirs ..... 0,30 m
11. Calcaire sublithographique ou grumeleux, à taches rosées, rares *Agathamina* sp. .... 0,70 m
10. Calcaire lacustre gris-clair, avec minces délités de marnes vertes : Ostracodes, tiges et gyrogonites de *Porochara* sp. ... 1,30 m
9. Calcaire beige-clair, spathique, à zones ferrugineuses, pseudoolithique, avec Foraminifères et *Clypeina jurassica* F. ... 0,90 m
8. Calcaire gris, compact, à débris d'Ostracodes et rares Foraminifères, se terminant par une brèche à éléments multicolores ..... 0,05 m
7. Brèche calcaire et marnes, avec débris de Gastropodes. .... 1,10 m
6. Bancs calcaires, de teinte gris-jaunâtre à marron, devenant brèchique vers le sommet, avec débris d'Ostracodes. .... 1 m
5. Calcaire marneux gris-sombre devenant progressivement plus calcaire, avec Miliolidés, Textularidés, débris de Mollusques et d'Ostracodes, et surmonté par un mince lit brèchique. .... 0,20 m
4. Brèche et poudingue calcaire avec marnes contenant *Chofatella* cf. *decepiens* Schl. ....
3. Calcaire fin, en bancs de 0,20 à 0,40 m, devenant pseudoolithique vers le sommet : Textularidés, Ostracodes, *Coprolithus salevensis* P. Quelques délités marneux ont livré

- Cypris purbeckensis* F., *Porochara* cf. *hildesiensis* M., *Clavator fieri* D. et de petits Gastropodes. .... 2,60 m
2. Calcaire beige à taches ferrugineuses, avec Ostracodes et nombreux gyrogonites de *P.* cf. *hildesiensis* M. .... 1 m
1. Calcaire clair, fin ou pseudoolithique, localement subcrayeux, en bancs de 0,40 à 0,60 m, parfois rubéfié, contenant : *Trocholina alpina* L. et B., *Nautiloculina* sp., *Clypeina jurassica* F., *Coprolithus salevensis* P. .... 9 m

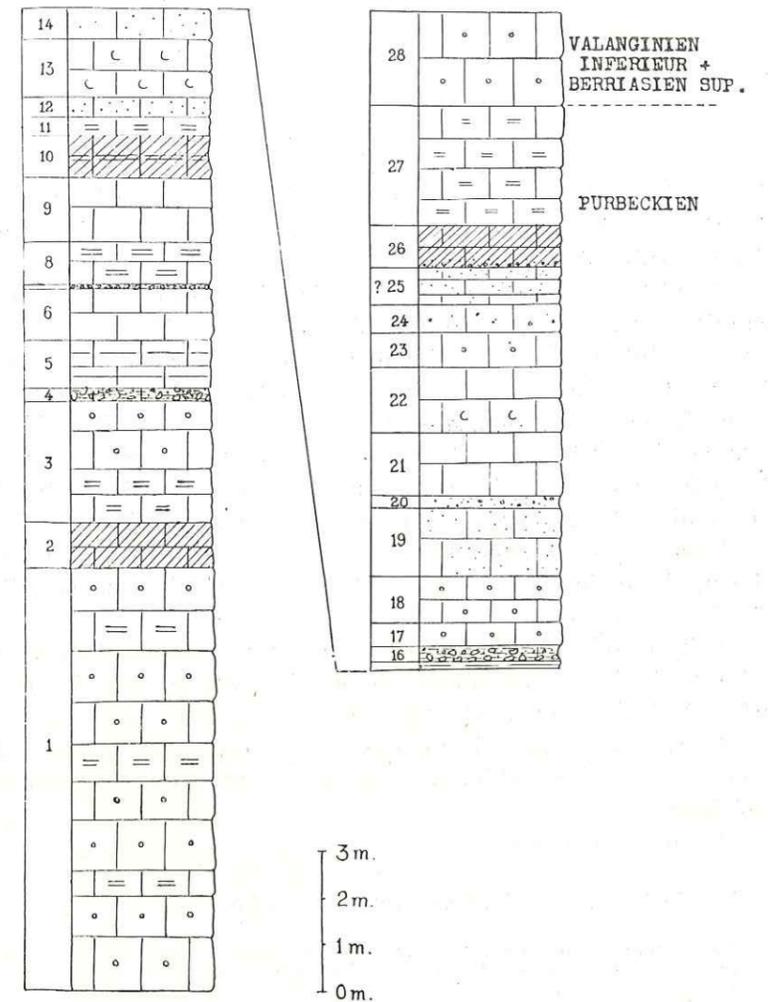


FIG. 6. — Le Purbeckien du Col de l'Épine.

Le première émersion se fait sentir au niveau 2. Elle est suivie par un assez long épisode saumâtre (3-9) et une série de petites oscillations marquées par des calcaires lacustres, des brèches et des sédiments de lagune (10-20). Après un bref épisode marin (21), nouvelles séries d'oscillations (22-25) se terminant par un épisode lacustre (26). Un faciès de lagune assez prolongé (27) précède le Valanginien marin (28).

B) Le Purbeckien de la Cluse de Chailles (fig. 7).

Parmi les coupes du Purbeckien du Jura, celle de la Cluse de Chailles est sans doute la plus célèbre ; son influence fut décisive sur le choix d'un parallélisme entre les faciès jurassiens et subalpins à la fin du Jurassique.

L'existence de niveaux d'émersion à Chailles, soupçonnée par Ch. LORY (1857, p. 283), fut démontrée par M. D. HOLLANDE (1885, p. 10), lequel y découvrit des fossiles d'eau douce et des fragments d'Ammonites. Au cours de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura de 1885, MAILLARD (1885, p. 892) fit part d'une coupe détaillée prise au milieu de la partie horizontale, 40 m. en amont de la maisonnette du cantonnier et signalait, à la partie supérieure, « Ammonites » cf. *lorioli*. Par la suite, RÉVIL (1911, p. 321) cita, du même niveau, *Perisphinctes* cf. *lorioli* Zitt., *P. richteri* Opp., *Hoplites* cf. *privasensis* Pict.

L'étude micrographique de cette coupe s'imposait donc. Je l'ai relevée à l'emplacement même où MAILLARD l'avait effectuée (1). La maison cantonnière a disparu, mais son emplacement reste encore visible au bord de la route. Au sommet de l'ancienne carrière affleurent les gros bancs du Valanginien inférieur.

De haut en bas :

— Berriasien (Z. sup.) (Pro parte Valanginien auct.).

- 25. Bancs massifs beige-clair. A la base, on trouve localement un niveau marneux, d'épaisseur variable, contenant *Clypeina jurassica* F.

(1) Une autre coupe, complètement dégagée, s'observe dans le lit même du Guiers, à la sortie E de la cluse.

— Purbeckien.

- 24. Calcaire fin gris-beige, à petits Miliolidés, Ostracodes, *Clypeina jurassica* F. et *Salpingoporella annulata* C. .... 0,50 m
- 23. Marnes grises empâtant des fragments anguleux de calcaire contenant des débris d'Ostracodes et de rares Foraminifères. Dans les marnes, on trouve : *Clypeina jurassica* F., Ostracodes sp., *Lenticulina münsteri* R., *Lituo'la* sp., *Ammomarginulina* sp., *Verneulinoides* sp. (1) ..... 0,10 m
- 22. Bancs de calcaire gris à Miliolidés et *Clypeina jurassica* F. .... 0,50 m
- 21. Calcaire sublithographique gris à Ostracodes et *C. jurassica* F. Les Ammonites signalées par MAILLARD, HOLLANDE et RÉVIL proviennent de cette couche..... 0,70 m
- 20. Marne verte et brèche à éléments calcaires rubéfiés..... 0,10 m
- 19. Banc de calcaire gris à petits Gastropodes et petits cailloux noirs. *Lenticulina* sp., Ostracodes sp., *Actinoporella podolica* H. et nombreuses *Clypeina jurassica* F. .... 0,60 m
- 18. Marne verte enrobant des fragments de calcaire gris argileux à passées stratiformes, sublithographique, contenant des Ostracodes, des Miliolidés et des débris de tiges de Charophytes ; dans les marnes, on trouve *Cypridea dunkeri* J. et *Cypridea* sp. .... 0,15 m
- 17. Banc de calcaire gris-foncé, spathique, à Miliolidés et *Clypeina jurassica* F. .... 0,25 m
- 16. Petits bancs pseudobrèchiques et marnes vertes contenant quelques débris d'Ostracodes ..... 0,25 m
- 15. Calcaire gris à rares débris de tiges de Charophytes..... 0,60 m
- 14. Marnes vertes ..... 0,15 m
- 13. Banc de calcaire gris-clair, compact ou pseudoolithique, à Miliolidés, Textularidés et débris de Charophytes..... 0,50 m
- 12. Marnes vertes emballant des fragments anguleux du calcaire sous-jacent, ainsi que des éléments rognoneux..... 0,20 m
- 11. Bancs de calcaire sublithographique gris à brun foncé, avec petits Gastropodes, Ostracodes et *Pseudocyclamina* sp. ... 0,70 m
- 10. Brèche marneuse ..... 0,15 m
- 9. Bancs de calcaire gris-clair : Gastropodes, *Haplophragmoides* sp., Ostracodes, *Porochara* cf. *hildesiensis* M. .... 1,50 m
- 8. Poudingue à éléments multicolores et brèche marneuse : Ostracodes, *Porochara* sp., *Clavator reidi* G. .... 0,30 m
- 7. Calcaire sublithographique à Ostracodes et *Agathamina* sp. .... 0,60 m
- 6. Calcaire beige contenant de gros cailloux noirs à la base : Gastropodes, Ostracodes, Miliolidés, *Haplophragmoides* sp. et *Clypeina jurassica* F. .... 0,45 m
- 5. Calcaire sublithographique à rares débris d'Ostracodes et cailloux noirs à la base..... 1,50 m
- 4. Calcaire argileux et marnes vertes à petits Gastropodes, Ostracodes, tubes d'Annélides et *Porochara* cf. *hildesiensis* M. .... 0,04 m
- 3. Calcaire lacustre beige à petits cailloux noirs disséminés : petits Gastropodes et *P.* cf. *hildesiensis* M. A la base, brèche

(1) Déterminations J. SIGAL.

- calcaire et marnes vertes contenant « *Candona* » *bononiensis* J., *Cypridea* cf. *dunkeri* J., *Valvata helicoides* F. et *Clypeina jurassica* F. .... 0,55 m
- 2. Bancs de calcaire beige-clair à *Agathamina* sp., Textulari-  
dés, Ostracodes et *P.* cf. *hildesiensis* M. .... 1,30 m

La coupe se poursuit de l'autre côté de la route, en descendant l'abrupt qui domine le Guiers.

- 1. Calcaire beige-clair à gris, fossilifère : Miliolidés, Textulari-  
dés, Ostracodes, débris de *Clypeina jurassica* F., *Actinoporella* sp., gyrogonites de *Porochara* sp.

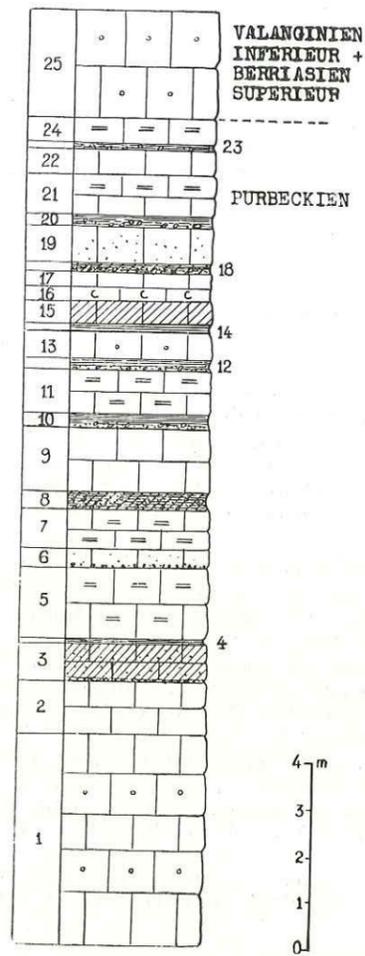


FIG. 7. — Le Purbeckien de la Cluse de Chailles.

Dans cette coupe, la première émergence se manifeste au niveau 3, après un épisode saumâtre (n° 2). Trois autres suivent (n° 8, 15, 18), entre lesquelles s'intercalent des sédiments marins ou saumâtres. On passa progressivement au Valanginien auct. par des niveaux saumâtres.

C) Le Purbeckien du Mont-du-Chat.

C'est vers le Col du Chat que furent signalés, pour la première fois en Savoie, des niveaux lacustres à la base du Néocomien : lors de la session d'août 1863, l'abbé Vallet et L. PILLET en firent communication au Congrès scientifique de France.

Plus tard, HOLLANDE (1880, p. 30), puis RÉVIL (1911, p. 323) s'occupèrent à nouveau de cette formation. Ce dernier reconnut notamment que les couches marines alternaient avec les couches saumâtres ; mais son travail, basé seulement sur la macrofaune, restait encore bien incomplet.

Une coupe de détail a été relevée vers le kilomètre 15. En ce point la route du col traverse successivement le Portlandien, le Purbeckien et le Valanginien.

Je n'en indiquerai simplement que les caractères principaux. On y retrouve, en effet, le même faciès qu'à la Cluse de Chailles : alternance de niveaux lacustres, saumâtres et marins. Trois émergences relativement brèves précèdent une quatrième émergence, plus importante, et un dernier niveau saumâtre fait passage au Valanginien (auct.), où des niveaux bréchiques témoignent de la violence des courants.

D) Le Purbeckien du Banchet (fig. 8).

Sur l'anticlinal du Mt-Tournier, les couches purbeckiennes sont visibles au col de la Latte, à l'ouest du village de Gerbaix, et au Col de la Crusille, à l'ouest de Novalaise ; mais c'est au « passage » du Banchet que l'on observe la coupe la plus complète. L'affleurement signalé par HOLLANDE (1892, p. 8) fut étudié par RÉVIL (1911, p. 318) qui, le premier, y découvrit des fossiles d'eau douce.

La route d'intérêt communal qui relie Novalaise au Pont-de-Beauvoisin franchit, peu après le village d'Ayn, la terminaison méridionale de l'anticlinal, et traverse, dès le premier lacet sur le flanc ouest, les bancs calcaires du Valanginien inférieur. A partir de ce point, et en descendant, on relève successivement :

— *Berriasien* (Z sup.) (*Pro parte Valanginien auct.*).

23. Calcaire beige à Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina oolithica* M., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Ammobaculites* sp. Vers la base, on trouve, en outre, *Clypeina jurassica* F.

Une zone couverte sur 2 mètres environ sépare ces calcaires des bancs sous-jacents.

— *Purbeckien*.

22. Calcaire gris clair à rares petits cailloux noirs, contenant : *Trocholina elongata* L. et B., *T. alpina* L. et B., Gastropodes sp., Ostracodes sp. .... 0,60 m
21. Calcaire sublithographique gris clair, localement bréchique, à rares petits cailloux noirs : *Agathamina* sp., Ostracodes sp., Gastropodes sp. et *Clypeina jurassica* F. .... 1,80 m
20. Calcaire sublithographique gris à débris d'Ostracodes, et brèche à cailloux noirs. .... 0,40 m
19. Calcaire compact crème, contenant de nombreux Ostracodes ainsi que des gyrogonites de *Porochara* sp. .... 0,70 m
18. Microbrèche zoogène de teinte gris-verdâtre, avec petits cailloux noirs. Les éléments sont presque tous des débris organiques : tests de Mollusques brisés et oxydés, fragments de Charophytes, parmi lesquelles on reconnaît *P. cf. hildesiensis* M. et *Clavator thoralis* D. .... 0,03 m
17. Calcaire brun à petits Gastropodes. .... 0,15 m
16. Marnes emballant des fragments de calcaire oxydé lacustre à débris de *P. cf. hildesiensis* M., *Valvata* sp., *Planorbis* sp. .... 0,05 m
15. Banc de calcaire localement rogneux et bréchique. Il s'agit, au microscope, d'un calcaire pseudoolithique zoogène à Miliolidés, Textularidés, Lituolidés, Ostracodes, Gastropodes et *Clypeina jurassica* F. .... 0,70 m
14. Calcaire fin ou pseudoolithique à *Agathamina* sp., Ostracodes, Gastropodes et *Clypeina jurassica* F. Petits cailloux à la base .... 1,50 m
13. Brèche ferrugineuse et marnes vertes contenant *Planorbis loryi* C., *Valvata helicoides* F. et *Clavator thoralis* D. .... 0,20 m
12. Calcaire fin, localement pseudoolithique, à Ostracodes, tubes de vers et débris de tiges de Charophytes. .... 0,30 m
11. Brèche ferrugineuse .... 0,02 m
10. Calcaire compact, localement pseudoolithique, à Ostracodes, débris de Charophytes et rares petits Lituolidés. .... 0,70 m
9. Calcaire lacustre à Ostracodes et *P. cf. hildesiensis* M., passant latéralement à des brèches à cailloux noirs. .... 1,50 m

8. Calcaire pseudoolithique zoogène, localement bréchique, à cailloux noirs : Gastropodes, Foraminifères et *Clypeina jurassica* F. .... 0,75 m
7. Brèche calcaire à cailloux noirs et tubes d'Annélides. .... 0,20 m
6. Calcaire gris contenant de rares *Agathamina* sp. .... 0,60 m
5. Brèche à cailloux multicolores. Certains éléments sont constitués par un calcaire lacustre à Charophytes, d'autres par un calcaire marin à Miliolidés, Ostracodes, débris de tests de Mollusques et *Clypeina jurassica* F. .... 0,20 m

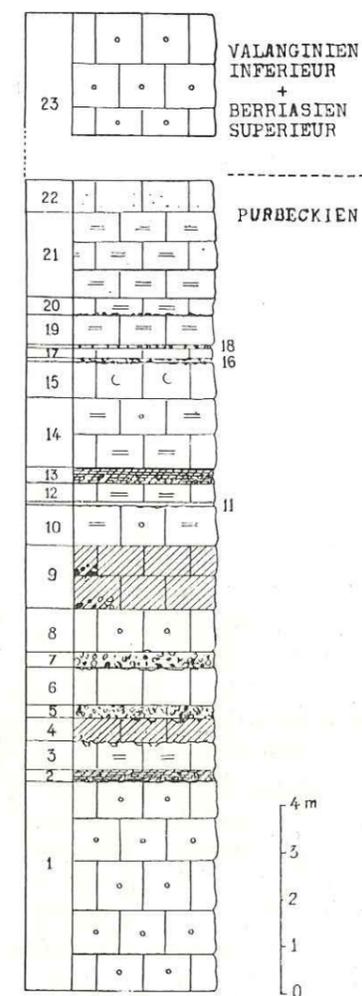


FIG. 8. — Le Purbeckien du Banchet.

- 4. Calcaire lacustre gris contenant *P. cf. hildesiensis* M. et Ostracodes. A la partie supérieure, de petites poches contiennent des éléments du niveau supérieur. Petits cailloux noirs à la base ..... 0,45 m
- 3. Banc de calcaire fin gris-clair, bréchiqne vers le sommet, à débris d'Ostracodes et rares *Agathamina* sp. .... 0,60 m
- 2. Marnes vertes et brèche calcaire contenant de petits Gastropodes d'eau douce : *Planorbis loryi* C., *Valvata helicoides* F. .... 0,20 m
- 1. Calcaire pseudoolithique zoogène à Miliolidés, Textularidés, *Coprolithus salevensis* P., Gastropodes et *Clypeina jurassica* F.

La coupe se termine vers le deuxième lacet de la descente.

A la partie supérieure des formations marines du Portlandien, l'émersion purbeckienne débute au Banchet par un niveau de marnes vertes à Gastropodes d'eau douce (n° 2). Le faciès lacustre réapparaît ensuite à 4 reprises (4, 9, 12-13, 16-19), entrecoupé par des épisodes saumâtres et marins.

E) Le Purbeckien dans la partie Septentrionale de l'Anticlinal du Mont-du-Chat.

Lors de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans le Jura, HOLLANDE publia deux coupes du Purbeckien, l'une prise sur la rive gauche du canal de Savières, l'autre le long de la partie méridionale du Mollard-de-Vions. Il y décrit une succession de marnes vertes et de calcaires gris à petits fossiles d'eau douce, sur une épaisseur d'environ 6 mètres, situés entre les calcaires gris du Portlandien et le calcaire bicolore du Valanginien. Mais RÉVIL (1913, p. 29), au sujet de la même coupe, se montra moins affirmatif ; il se contente de noter : « quant aux assises purbeckiennes, elles n'offrent pas, à l'heure actuelle, de bons affleurements et paraissent se présenter sur une épaisseur d'environ 8 mètres ». De fait, dans un travail récent sur l'extrémité septentrionale de l'anticlinal du Mont-du-Chat, J.-M. AYMÉ (1949, p. 55) a l'impression que le Purbeckien n'existe pratiquement pas dans cette région.

Ce fait, assez surprenant, demandait à être vérifié par l'étude d'une série bien dégagée et complète. Une telle coupe existe dans la partie septentrionale du Mollard de Vions, en face de Culoz. En ce point, les bancs tranchés nets par l'érosion glaciaire et fluviale, dominant le cours du Rhône, et l'accès de

la coupe est facile grâce au sentier reliant le pont du chemin de fer au hameau de Mollard dessus.

Sans entrer dans le détail, je dirai simplement que le Purbeckien rappelle ici dans ses grands traits celui du Col du Chat : bref épisode lacustre à la base, suivi par une période assez longue de transgression marine, marquée par des calcaires à Miliolidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Nautiloculina* sp., *Salpingoporella annulata* C. et *Clypeina jurassica* F., avec cependant quelques récurrences du faciès saumâtre, sous forme de calcaires, parfois marneux, à petits Miliolidés, Ostracodes et *Coprolithus salevensis* P.

Les émerisions principales se situent à la partie supérieure de la coupe, où se succèdent les épisodes lacustres à Charophytes, Ostracodes, tubes d'Annélides, Gastropodes et saumâtres à petits Miliolidés. Le passage au Valanginien (auct.) se fait graduellement par des assises de caractère saumâtre.

Cette coupe dissipe donc tous les doutes quant à l'existence du Purbeckien dans la région septentrionale du Mont-du-Chat.

F) Le Purbeckien du Gros-Foug.

Une bonne coupe est visible sur le chemin qui relie le hameau de Nivellard à l'ancien camp 3 du Chantier de Jeunesse n° 7, 6 kilomètres environ au sud du Val de Fier. Il traverse, peu avant les baraquements, les bancs portlandiens très redressés du flanc est de l'anticlinal. La partie supérieure du Purbeckien, masquée ici par la végétation, peut s'étudier 600 mètres plus au sud, à proximité des baraquements forestiers, sous l'abrupt valanginien.

La coupe rappelle en gros celle de la Cluse du Fier, mais en diffère cependant par plusieurs caractères : si les calcaires marins à petits cailloux noirs apparaissent assez tôt, les formations lacustres proprement dites sont plus tardives. Au-dessus du Portlandien à Miliolidés, Textularidés, *Clypeina jurassica* F., *Salpingoporella annulata* C. et *Coprolithus salevensis* P., le faciès lacustre se manifeste sous la forme de calcaires et de marnes grises charbonneuses contenant : « *Candona* » *boniniensis* J., *Metacypris forbesii* J., *Scabriculocypris trapezoïdes* A., *Cypridea* sp., *Clavator fieri* D., *Clavator thoralis* D., *Porochara*

*maxima* D., *Clavator reidi* G. Entre ce niveau et la base du Néocomien, on peut évaluer l'épaisseur à une vingtaine de mètres.

Dans la région comprise entre Frangy et Annecy, de beaux affleurements purbeckiens sont visibles en deux endroits, l'un au-dessus de la Balme de Sillingy, découvert par L. MORET (1), l'autre à l'extrémité méridionale de la Montagne de Vuache, non loin du village de Chaumont.

Bien qu'il ne soit pas possible, dans les deux cas, d'effectuer des coupes complètes vers le bas, on y retrouve les caractères principaux du Purbeckien du Banchet ou du Mont-du-Chat, avec peut-être, un caractère marin plus marqué qui le rapprocherait de celui de la Cluse de Chailles. A la partie supérieure, en particulier, on observe une réduction du faciès lacustre au profit du faciès saumâtre. La microflore et la microfaune sont identiques ; on remarque cependant la présence de *Clypeina parvula* C., inconnue plus au sud.

III. — ZONE DE FACIÈS N° 4

A) Le Purbeckien de la Cluse du Fier (fig. 9).

Le Fier traverse en cluse l'extrémité septentrionale du Gros-Foug qu'il a entaillé profondément, jusqu'à son noyau kiméridgien. A la sortie du « Val », côté Rhône, la route franchit les bancs presque verticaux de la retombée ouest de l'anticlinal, ce qui fournit une admirable coupe du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur (2).

Le premier tunnel est ouvert dans les calcaires bicolores du Valanginien supérieur ; un lit marneux m'a livré *Cytherella* cf. *staringi* v.V., *Dictyocythere* sp., *Protocythere* sp., *Cytheridea* cf. *thörenensis* Tr., *Bairdia* sp., *Cytherella* sp., *Lenticulina münsteri*

(1) Bull. Carte géol. Fr., n° 151, t. XXVII.  
(2) A la sortie est, le Purbeckien affleure aussi, mais la coupe est plus couverte.

R., *Pseudocyclamina* cf. *sequana* (Merian) var. *minor* Mohler (1).

Le Valanginien moyen est fait d'un calcaire argileux curieusement plissé, de marnes bleues et de calcaires détritiques bleus et roux. On y trouve de nombreuses Térébratules et l'on remarque des tubulures rameuses à la surface des bancs. Les microfossiles sont abondants : *Protocythere* sp., *Protocythere* cf. *franquei* T., *Dictyocythere* sp., *Cytheridea* sp., *Cytheridea* cf. *thörenensis* T., *Cytherella* cf. *staringi* v.V., *Cytheropteron* cf. *purum* Schn., *Marsonella* sp., *Lenticulina cultrata* M., *L. subangulata* R., *Ammobaculites* sp., *Haplophragmoides* sp., *Lituola* sp.; *Lituola* cf. *nautiloidea* L. (1), *Pseudocyclamina* cf. *sequana* (Mérian) var. *minor* Mohl. (1), *Verneuilinoides* sp. (2), *Tritaxilina* sp. (3), Gastropodes sp., dents de Poissons. On y trouve aussi des Charophytes (*Clavator thorali* D., *Porochara* sp.) dont la présence nous indique qu'une tendance à l'émersion se manifestait à cette époque dans le Jura méridional.

Vers le bas, le Valanginien est constitué par une grosse masse de calcaire gris-clair qui contient à la partie inférieure *Natica leviathan* P. et C. On passe au purbeckien sous-jacent par un banc de calcaire marneux à dents de Poissons (*Pycnodus* ?) ; les 10 mètres suivants, masqués par les éboulis, ont été relevés beaucoup plus haut, sur le chemin de la Tassonière, au-dessus du Val du Fier, et le reste dans la grande carrière au bord de la route (3).

De haut en bas :

— *Berriasien* (Z. sup.) (*Pro parte Valanginien auct.*).

53. Calcaire compact ou pseudoolithique à Miliolidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B. et *Clypeina jurassica* F.

— *Purbeckien*.

- 52. Calcaire sublithographique à Ostracodes et petits Miliolidés. 0,70 m
- 51. Marnes vertes contenant *Planorbis loryi* C. et « *Candona* » *bononiensis* J. .... 0,70 m
- 50. Bancs de calcaire sublithographique contenant des Ostracodes, de petits Miliolidés, des tubes d'Annélides et quelques petits cailloux noirs disséminés ..... 4,50 m

(1) Déterminations W. MAYNC.  
(2) Déterminations J. SIGAL.  
(3) Cette coupe est signalée par J. RÉVIL dans : Compte rendu d'une excursion au Val-du-Fier. *Revue Savoissienne*, 1881, p. 22.

49. Marnes vertes .....	0,20 m
48. Calcaire fin à débris d'Ostracodes et tubes d'Annélides....	2,20 m
47. Calcaire lacustre à Ostracodes, <i>Clavator thoralis</i> D., <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M. ....	0,40 m
46. Alternance de bancs à <i>Clavator reidi</i> G., <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M. et de bancs calcaires à Ostracodes .....	3 m
La suite de la coupe est prise dans la carrière.	
45. Calcaire lacustre à <i>Clavator reidi</i> G., <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M. et Ostracodes.	
44. Marnes et calcaire argileux grisâtres contenant : « C. » <i>bononiensis</i> J., <i>Cypridea</i> sp., <i>Cypridea dunkeri</i> J., <i>C. inversa</i> M., <i>Clavator fieri</i> D., <i>Clavator thoralis</i> D., <i>Cl. reidi</i> G., <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M., <i>Perimneste horrida</i> H., <i>Valvata</i> cf. <i>sabaudiensis</i> M., <i>Planorbis loryi</i> C. et de nombreux autres petits Gastropodes indéterminables.....	2 m
43. Alternance de bancs calcaires pseudoolithiques à <i>Coprolithus salevensis</i> P., séparés par de minces délits marneux.	3 m
42. Calcaire peu dolomitique à <i>Coprolithus salevensis</i> P. ....	2 m
41. Calcaire bicolore, jaune et bleu, en petits bancs.....	1,30 m
40. Calcaire pseudoolithique à Miliolidés, passant vers la base, par l'intermédiaire d'un mince délit marneux, à un petit banc à cailloux noirs .....	1,40 m
39. Mince lit de marnes vertes emballant des éléments calcaires.	0,05 m
38. Calcaire gris, à passées bleues, et petits cailloux noirs disséminés : <i>Clavator reidi</i> G., petits Gastropodes et débris d'Ostracodes.	
37. Marnes vertes et brèche calcaire.....	0,05 m
36. Calcaire compact, ferrugineux, bicolore (brun et bleu), à <i>Clavator reidi</i> G. et débris de carapaces d'Ostracodes.....	0,35 m
35. Calcaire à Ostracodes .....	0,35 m
34. Bancs calcaires localement oolithiques à <i>Clavator reidi</i> G., petits Gastropodes, et petits Miliolidés.....	0,80 m
33. Calcaire pseudoolithique à <i>Coprolithus salevensis</i> P. ....	0,80 m
32. Bancs calcaires moyennement à très dolomitiques.....	6,60 m
31. Mince lit de marnes vertes très dolomitiques.....	0,05 m
30. Calcaire jaune-crème très dolomitique.....	2 m
29. Calcaire beige à Miliolidés, Textularidés, <i>Clypeina jurassica</i> F. et petits Gastropodes. Gros cailloux noirs à la base et petits cailloux noirs disséminés.....	0,35 m
28. Brèche calcaire .....	0,40 m
27. Brèche à petits cailloux multicolores et débris de Charophytes .....	0,05 m
26. Calcaire beige : <i>Porochara</i> sp., Miliolidés et petits Gastropodes .....	1,10 m
25. Calcaire gris-beige à petits Miliolidés et rares débris de carapaces d'Ostracodes .....	3,20 m
24. Calcaire brun-clair à <i>Clavator reidi</i> G., petits Gastropodes, Ostracodes et petits cailloux noirs disséminés.....	0,50 m
23. Bancs de calcaire fin à petits Miliolidés, séparés par de minces lits marneux .....	3 m
22. Calcaire gris-clair moyennement dolomitique en petits bancs séparés par des surfaces rubéfiées.....	0,90 m

21. Calcaire beige-clair très dolomitique.....	3,90 m
20. Calcaire peu dolomitique beige-clair contenant des Miliolidés, <i>Nautiloculina</i> sp., <i>Trocholina alpina</i> L. et B., des Ostracodes et <i>Clypeina jurassica</i> F. ....	0,30 m
19. Lit de marne verte et bleue, avec cailloux multicolores....	0,10 m
18. Calcaire compact gris-bleuté devenant bréchique et marneux vers le bas .....	0,30 m
17. Calcaire beige dolomitique à débris d'Ostracodes.....	5 m
16. Lit de marne verte très dolomitique.....	0,05 m
15. Calcaire localement pseudoolithique zoogène : Miliolidés, Textularidés, petits Gastropodes, Ostracodes et Dasycladacées ( <i>Salpingoporella annulata</i> C.) .....	4 m
14. Brèche à cailloux multicolores et lit de marne noire très dolomitique contenant <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M., <i>P.</i> cf. <i>hildesiensis</i> M. et <i>Clypeina jurassica</i> F. ....	0,15 m
13. Calcaire très dolomitique à petits cailloux noirs disséminés.	1,20 m
12. Bancs de calcaire gris-clair très dolomitique, séparés par de minces lits marneux .....	4 m
11. Calcaire jaune-clair moyennement dolomitique : <i>Clavator reidi</i> G., <i>Porochara</i> sp. ....	1,30 m
10. Brèche à cailloux multicolores et marnes vertes.....	0,10 m
9. Calcaire argileux jaune-clair, ferrugineux, contenant de petits Gastropodes .....	0,60 m
8. Calcaire brun-clair, ferrugineux, avec cailloux noirs alignés à la base .....	0,55 m
7. Calcaire jaune-clair et marnes très dolomitiques.....	0,10 m
6. Brèche à cailloux multicolores et marnes.....	0,10 m
5. Calcaire gris et marnes dolomitiques.....	3 m
4. Calcaire localement microbréchique à débris de carapaces d'Ostracodes .....	0,70 m
3. Calcaire compact beige à Textularidés.....	7 m
2. Calcaire dolomitique gris contenant de petits cailloux noirs à la base .....	6 m
1. Brèche calcaire et marnes ; les éléments de la brèche sont eux-mêmes microbréchiques à micro-éléments très anguleux cimentés par de la calcite.....	0,05 m

Dans ces quelque 70 mètres de sédiments, s'inscrit un régime très complexe de petites transgressions et de régressions. Cette complexité traduit l'instabilité du niveau marin durant les temps purbeckiens.

On peut y distinguer plusieurs complexes :

1° Couches marines inférieures (n° 1-10).

Elles sont essentiellement constituées par des calcaires à Foraminifères et des calcaires dolomitiques. Certains bancs contiennent des cailloux noirs. La brèche multicolore du niveau 10 marque le passage du milieu marin au milieu lacustre.

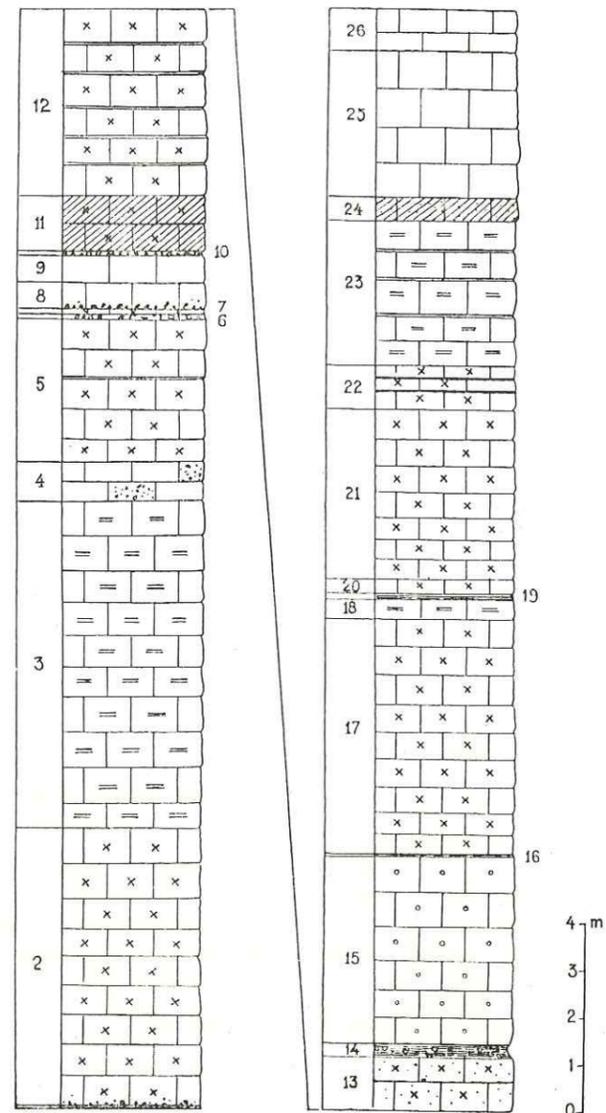
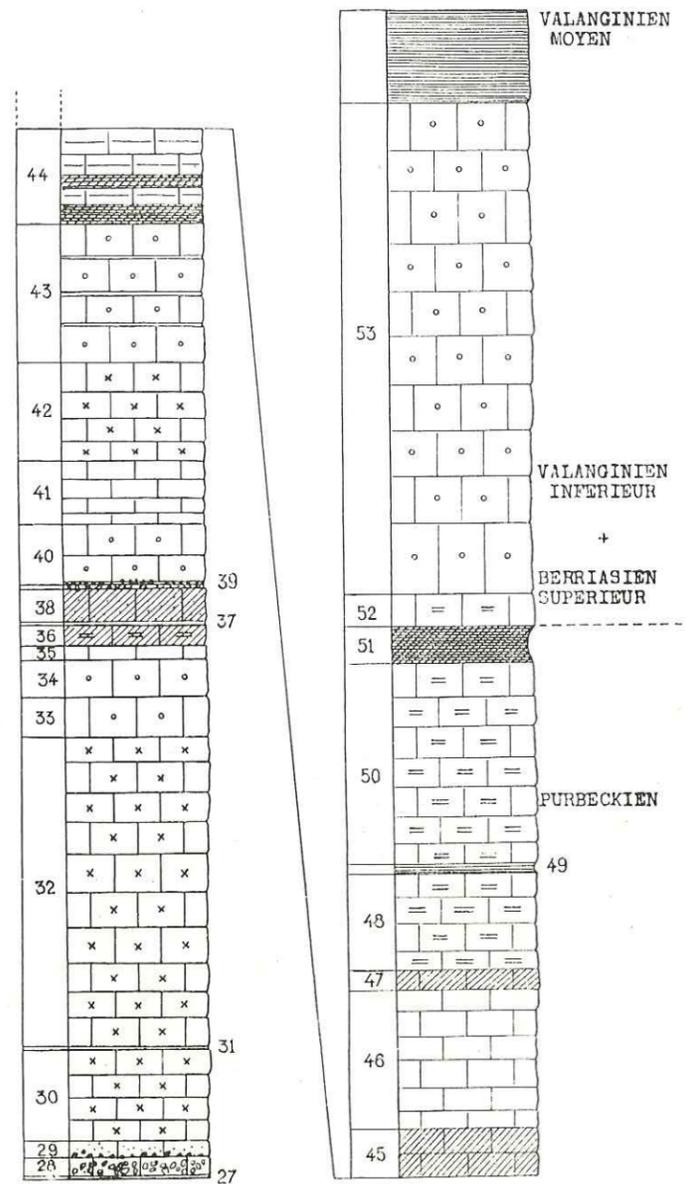


FIG. 9. — Le Purbeckien de la Cluse du Fier.



2° Couches lacustres et saumâtres inférieures (n° 11-14).

A partir du niveau 11, le faciès lacustre apparaît sous la forme de bancs calcaires à Charophytes. On notera, fait exceptionnel, que ce calcaire est magnésien. Si la magnésie a bien pris naissance in situ, on pourrait peut-être alors la considérer comme un produit d'élaboration des Charophytes, ces algues ayant la propriété de la concentrer d'une manière appréciable parmi les matières minérales qu'elles élaborent en vertu de leur activité organique (1).

Vers le sommet, cette formation devient peu à peu lagunaire, avec important dépôt de dolomie. Puis, une nouvelle brèche à cailloux multicolores annonce le retour de la mer.

3° Couches marines moyennes (n° 15-43).

Elles débutent par une formation massive de calcaires à Miliolidés, suivie de dépôts dolomitiques. Ça et là, des niveaux bréchiques indiquent des élévations temporaires du fond marin, pouvant aller jusqu'à l'émersion. Voici d'ailleurs le détail :

a) *Episode marin* (15-23). Calcaire zoogène à Miliolidés.

b) *Episode lacustre* (24). Calcaire à Charophytes.

c) *Episode marin* (25). Calcaire à Foraminifères.

d) *Episode saumâtre et lacustre* (27-28). La mer se retire peu à peu ; le faciès, d'abord lagunaire à la fin du niveau 25, devient franchement lacustre dès le niveau 26.

e) *Episode marin* (28-32). Une brèche calcaire précède des bancs de calcaire à Foraminifères, ainsi qu'un important dépôt de calcaire dolomitique.

f) *Episode saumâtre et lacustre* (34-38). Une nouvelle émer-sion, marquée par des calcaires à Charophytes et Ostracodes, est entrecoupée par un bref épisode lagunaire : brèche et marnes à Foraminifères (37).

g) *Episode marin* (39-43). La mer envahit de nouveau la lagune : après une brèche marneuse, se déposent des calcaires à Foraminifères et des calcaires dolomitiques.

(1) Ch. A. DAVIS, A contribution to the natural History of Marl, *Journal Geol.*, vol. 8, 1900, p. 492.

4° Couches lacustres supérieures (n° 44-51).

Une dernière émer-sion inaugure une période très instable, marquée par une alternance de marnes, de calcaires lacustres à Charophytes et de calcaires saumâtres à Ostracodes et petits Miliolidés.

5° Niveau saumâtre supérieur et récurrence marine (52-53).

Le milieu devient peu à peu saumâtre (52), puis la mer envahit la lagune et le faciès marin franc reprend avec des calcaires à Foraminifères et Dasycladacées, qui marquent le début de la transgression néocomienne.

B) Le Purbeckien de Pierre-Chatel.

En aval d'Yenne (Savoie), le Rhône traverse l'anticlinal du Mont-Tournier en se frayant une voie dans les assises du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur : c'est la Cluse de la Balme, ou défilé de Pierre-Châtel. En 1857, Ch. LORY y découvre une Paludine et entrevoit ainsi la vaste extension du faciès purbeckien, dont il avait déjà reconnu l'existence dans le Département du Doubs et à Charix.

Cette région de Pierre-Châtel devint par la suite un lieu classique pour l'étude du Purbeckien dans le Jura méridional. A l'occasion de son séjour dans le Jura, la Société géologique de France y fit, en 1885, une excursion, et le compte-rendu par L. PILLET en mentionne les principaux caractères. Après l'intéressante coupe fournie par HOLLANDE (1892, p. 9), où sont précisées les épaisseurs, et à laquelle celle de RÉVIL (1911, p. 10) n'ajoute pratiquement rien, il faut attendre 1927, avec la Monographie de J. FAVRE et A. RICHARD (1927), pour avoir une étude micro-graphique détaillée concernant tous les niveaux.

Il était inutile de reprendre ce travail, exécuté avec autant de précisions. J'en mentionnerai donc simplement les principales conclusions, afin de comparer cette coupe avec celle de la Cluse du Fier, dont elle se rapproche étroitement.

D'après ces auteurs, le premier niveau d'eau douce apparaît 50 mètres environ au-dessous du Valanginien, sous forme d'une marne gris-verdâtre fortement dolomitique à *Valvata helicoides*

F et *Magalostoma* sp. Suivent des calcaires dolomitiques des dolomies grenues, des calcaires compacts ou oolithiques à Foraminifères et *Coprolithus salevensis* P., parfois avec Charophytes, et entrecoupés par des niveaux de calcaire bréchique et des brèches à cailloux multicolores. La partie supérieure est presque exclusivement lacustre, avec cependant de brèves récurrences du faciès marin.

Si l'on se reporte à la coupe de la Cluse du Fier, on ne manquera pas d'être frappé par le parallélisme qui relie les deux successions.

Dans les deux cas, les brèches à cailloux noirs et à cailloux multicolores apparaissent peu avant le premier niveau d'eau douce. Celui-ci revêt d'ailleurs, au Val de Fier comme à la Balme, le même aspect exceptionnel d'un sédiment lacustre dolomitique.

Si l'on ajoute qu'une épaisseur comparable sépare ce niveau du Valanginien, que le nombre d'oscillations est concordant, enfin que, dans les deux coupes, la majeure partie des formations lacustres se trouve vers le sommet, on devra conclure que ces deux régions occupaient des positions paléogéographiques similaires par rapport au rivage de la mer tithonique.

IV. — ZONE DE FACIÈS N° 5

A) Le Purbeckien du Ravin de la Dorche (fig. 10).

Au sud du village de Chanay près Seyssel (Ain), la Dorche, affluent de la rive droite du Rhône, a profondément creusé les assises valanginiennes et portlandiennes du flanc est de l'anticlinal du Colombier. Le Purbeckien affleure dans le lit du torrent ; il est bien visible grâce au faible pendage des couches et à l'action abrasive de l'eau qui a dénudé d'importantes surfaces. Cependant le contact avec les bancs massifs du Valanginien est invisible ici, et la coupe débute par les niveaux saumâtres de la partie supérieure du Purbeckien.

De haut en bas :

- 31. Calcaire compact en petits bancs séparés par des surfaces rubéfiées et mamelonnées : Ostracodes, petits Miliolidés, débris de coquilles de Mollusques et de tiges de Charophytes. 0,40 m
- 30. Brèche calcaire à cailloux noirs. Les éléments sont constitués par un calcaire lacustre à Gastropodes et débris de tiges de Charophytes.
- 29. Calcaire sublithographique en petits bancs contenant des Ostracodes et des petits Miliolidés. 1 m
- 28. Calcaire pseudoolithique à petits cailloux noirs et débris de Charophytes. 0,70 m
- 27. Calcaire pseudoolithique et oolithique contenant *Porochara* cf. *hildesiensis* M., des Ostracodes, des tubes d'Annélides et de rares petits Miliolidés. 0,45 m
- 26. Calcaire lacustre à cailloux multicolores, puis calcaire gris-cendré : *Planorbis loryi* C., *Clavator reidi* G., *Porochara* sp. 1,15 m
- 25. Calcaire fin, parfois en petites plaquettes, avec rares Ostracodes et *Haplophragmoides* sp. 1 m
- 24. Calcaire argileux microbréchique contenant des Ostracodes et *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. 0,10 m
- 23. Bancs de calcaire compact dont la surface supérieure est percée par les Lithophages : Ostracodes, rares petits Miliolidés, débris de Charophytes. 0,60 m
- 22. Calcaire sublithographique beige à Ostracodes et *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. 1,80 m
- 21. Calcaire compact en petits lits, parfois rognoneux, avec *Aclistochara* sp., rares petits Miliolidés et Ostracodes. 4 m
- 20. Poudingue à cailloux multicolores. 0,15 m
- 19. Calcaire beige à petits cailloux noirs : Ostracodes, rares petits Miliolidés, *Clypeina jurassica* F. et tubes d'Annélides. 0,45 m
- 18. Brèche à cailloux multicolores contenant des débris de Charophytes. 0,30 m
- 17. Calcaire beige foncé à Ostracodes, débris de Charophytes, tubes d'Annélides et rares petits Miliolidés. 1,30 m
- 16. Poudingue à éléments multicolores, et calcaire bréchique, formé lui-même par un micropoudingue à éléments multicolores : Ostracodes, *Clavator reidi* G., *Porochara* cf. *hildesiensis* M., *Clypeina parvula* C. 0,30 m
- 15. Calcaire sublithographique beige à petits cailloux noirs et rares débris de Charophytes. 1 m
- 14. Calcaire brun-sombre et marnes vertes à petits cailloux noirs, Ostracodes et nombreux débris de Charophytes. 0,20 m
- 13. Calcaire bréchique et poudingue à éléments multicolores : *Porochara maxima* D., *Clypeina parvula* C. 0,80 m
- 12. Calcaire gris contenant de petits cailloux noirs à la base : rares petits Miliolidés, tubes d'Annélides, *Coprolithus salevensis* P., débris de Charophytes. 2,30 m
- 11. Calcaire dolomitique de teinte claire et zone couverte. 3 m
- 10. Calcaire brun-clair à petits cailloux noirs : petits Miliolidés, *Clavator reidi* G., *Clypeina parvula* C. 0,50 m
- 9. Bancs de calcaire brun-clair à Ostracodes, petits Gastropodes, *Porochara* cf. *hildesiensis* M., *Porochara* sp. et *Clavator reidi* G. 1 m

- 8. Brèche calcaire et poudingue à cailloux multicolores. Les éléments de la brèche forment parfois des poches dans le banc sous-jacent. Ils sont formés par un calcaire lacustre à petits cailloux noirs contenant : *Planorbis* sp., *Clavator reidi* G., *Porochara* cf. *hildesiensis* M. et *Clypeina parvula* C. 0,20 m
- 7. Calcaire beige localement pseudoolithique, à débris de Charophytes et rares petits Miliolidés. 2,40 m
- 6. Banc de calcaire brun-clair contenant de petits cailloux à la base : *Clavator reidi* G., tubes d'Annélides et rares petits Miliolidés 0,20 m
- 5. Brèche à cailloux multicolores et mince lit de marne verte. 0,05 m
- 4. Formations dolomitiques argileuses de teinte claire. A cet endroit, la coupe est interrompue par une faille qui fait réapparaître toute la série purbeckienne, dont seule manque la partie supérieure. La base en est, par contre, bien visible et l'on peut continuer la coupe au niveau des marnes dolomitiques.
- 3. Complexe de marnes et de calcaire argileux dolomitique gris-clair, et lits de marno-calcaire brun-foncé bitumineux ; certains bancs contiennent de très nombreux *Coprolithus salevensis* P. 2,50 m
- 2. Marnes dolomitiques 3 m

En remontant le cours du ruisseau, on rencontre ensuite, sur une trentaine de mètres environ, des calcaires dolomitiques et des dolomies, puis :

- 1. Calcaire à petits cailloux noirs avec Miliolidés et *Salpingoporella annulata* C. ; quelques assises contiennent de petits Gastropodes et des débris de Charophytes. 3 m

La base du Portlandien, constituée surtout par des calcaires peu zoogènes à Miliolidés, *Coprolithus salevensis* P., tubes d'Annélides, et des bancs de calcaire dolomitique, repose sur les calcaires bitumeux en plaquettes, à empreintes de Poissons, végétaux et Dinoflagellés (1) du Virgulien.

Cette coupe de la Dorche met en évidence deux faits nouveaux. C'est d'abord l'importance que prennent les marnes dolomitiques à la partie inférieure du Purbeckien. C'est ensuite la faible part que tiennent les formations marines franches, auxquelles on ne peut attribuer qu'un seul niveau (n° 7). On n'observe donc pratiquement, au dessus de la dolomie, que des niveaux lacustres et saumâtres.

(1) G. DEFLANDRE, Sur les Dinoflagellés des schistes bitumineux d'Orbagnoux. *Bull. Soc. Fr. Microsc.*, t. VIII, 1939.

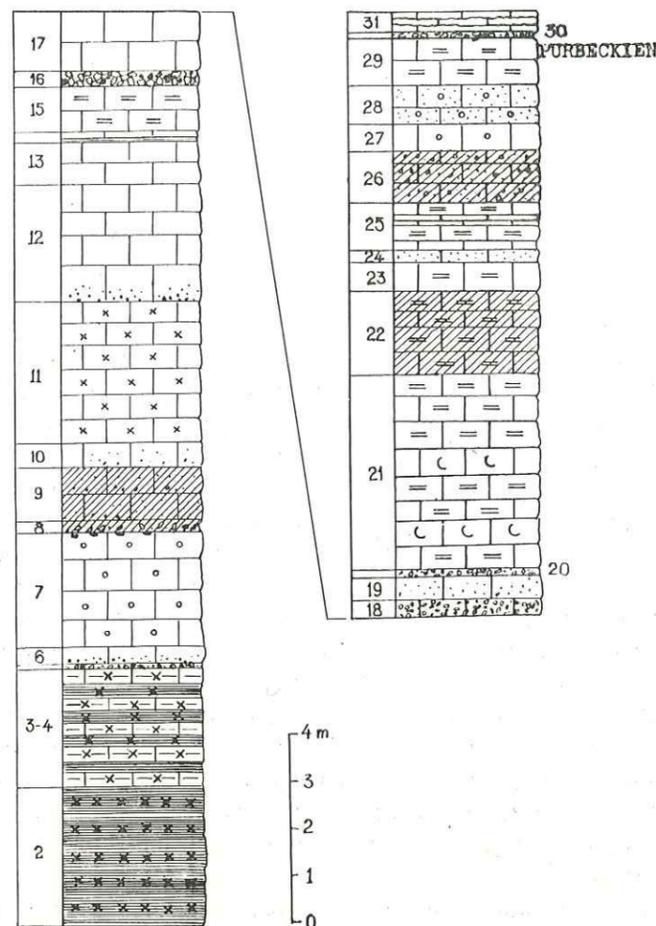


FIG. 10. — Le Purbeckien du ravin de la Dorche.

Ce nouveau type de faciès purbeckien peut être schématisé de la manière suivante de haut en bas :

- 1) Complexe de formations saumâtres et lacustres,
- 2) Formations marines très réduites,
- 3) Marnes dolomitiques,
- 4) Calcaire saumâtre, parfois lacustre.

B) Le Purbeckien de Rossillon en Burbanche.

En suivant le sentier qui monte au village d'Armix (Ain), on traverse, au-dessus de Rossillon, les assises du Jurassique supérieur, puis celles du Crétacé inférieur. En contrebas du Valanginien en falaise, les formations purbeckiennes, relativement bien visibles, forment un talus où l'on a planté quelques vignes.

Une coupe banc par banc a été relevée à cet endroit ; je n'en exposerai que les caractères principaux.

A la base du Valanginien on trouve des calcaires grossièrement pseudoolithiques ferrugineux à Miliolidés, Textularidés *Nautiloculina oolithica* M., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Pseudocyclammia* sp., *Haplophragmium* sp., *Clypeina jurassica* F. et *Salpingoporella annulata* C.

Le passage au Purbeckien se fait par un délit de marnes vertes bitumineuses emballant des fragments calcaires dont quelques-uns sont des cailloux noirs très anguleux contenant des gyrogonites de *Porochara* sp., des Ostracodes et *Clypeina parvula* C., et surmontant des bancs calcaires à tubes d'Annélides, Ostracodes, *Pseudocyclammia* sp. et Charophytes (*Porochara* cf. *kimeridgensis* M.), de faciès saumâtre.

Puis, sur une quinzaine de mètres, alternent des sédiments lacustres à Charophytes (*Clavator reidi* G., *P.* cf. *hildesiensis* M.), Gastropodes (*Planorbis* sp.), Ostracodes et saumâtres à tubes d'Annélides, Ostracodes, petits Miliolidés, Lituolidés (*Pseudocyclammia* sp), débris de charophytes, *Clypeina parvula* C., *Coprolithus salevensis* P.

Plus bas, la coupe est interrompue çà et là par la végétation : on observe toutefois des affleurements de marnes vertes à concrétions ferrugineuses puis de marnes dolomitiques, et enfin de calcaires marins à Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina oolithica* M., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Lenticulina* sp. Ensuite, toujours en descendant, le sentier franchit une épaisse formation dolomitique : dolomie, parfois pulvérulente, calcaires dolomitiques à Miliolidés. Il existe à la base une zone plus ferrugineuse, dans laquelle on remarque une brèche à cailloux noirs, des marnes vertes dolomitiques et des calcaires pseudoolithiques à Miliolidés, Textularidés, *Salpingoporella an-*

*nulata* C., auxquels succèdent les calcaires marins du Portlandien.

D'une manière générale, on distingue donc dans cette coupe, de haut en bas :

a) *Valanginien* (auct.).

b) *Purbeckien*.

- 1° Un épisode saumâtre bref,
- 2° Un ensemble laguno-lacustre important,
- 3° Un épisode marin bref,
- 4° Un ensemble dolomitique marin important,
- 5° Un épisode saumâtre bref.

c) *Portlandien marin*.

Nous avons observé à la Dorche une succession presque identique, à cela près que l'épisode saumâtre n° 5 de Rossillon y est lacustre et que l'importance relative des formations lacustres franches de l'ensemble n° 2 paraît plus grande. Leurs positions paléogéographiques étaient donc comparables, mais peut-être la région de Rossillon était-elle un peu plus proche de la mer alpine.

C) Le Purbeckien du Reculet (Ain).

Dans son étude géologique sur la chaîne du Reculet-Vuache, H. SCHARDT (1890) pense que les faciès d'eau douce y font défaut à la limite jurassico-crétacée ; on passerait ainsi du Portlandien au Valanginien par des niveaux exclusivement marins.

J'ai montré qu'il n'en était pas ainsi à l'extrémité méridionale du Vuache, où existent, près de Chaumont, des sédiments lacustres et lagunaires au-dessous du Valanginien. Récemment J.-P. de LORIOU (1954) a signalé des niveaux lacustres, d'ailleurs très réduits, au nord du Vuache, sur la route Chevrier-Arcine. En est-il de même dans la chaîne du Reculet ?

La meilleure coupe que l'on puisse observer de ces niveaux se trouve à la partie supérieure du chemin forestier qui s'élève au-dessus de Farges. A 300 mètres environ du lacet coté 1.069 m. sur la feuille au 1/20.000 n° 6 de Saint-Julien-en-Genevois, affleu-

rent les marnes grises et rousses de la base du Néocomien à *Natica leviathan* P. et C. et très nombreuses Térébratules. Elles contiennent en outre une très riche microfaune, en particulier *Lenticulina subangulata* R., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *T. infragranulata* N., *Conorbis* cf. *hofkeri* B. et B., *Ammobaculites* sp., *Marginulina* sp., *Lituola* sp. et de nombreuses Ostracodes. On remarque de plus quelques exemplaires dégagés de *Clypeina jurassica* F. et de *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M.

La partie supérieure du Purbeckien, saumâtre, est constituée, sur une épaisseur d'un mètre environ, par de petits bancs de calcaire beige-clair à petits cailloux noirs et des lits de marnes grises, où se mêlent les organismes saumâtres et marins : *Planorbis loryi* C., *P. coquandi* de L., *Valvata helicoides* F., *Physa bristovi* F., *Lioplax inflata* S., *Ammobaculites* sp., *Pseudocyclammina* cf. *lituus* Y. et H., *Dictyocythere* sp.

Le premier épisode lacustre est marqué par des calcaires rubannés en petits lits, qui ont livré *Clavator reidi* G., *Porochara* cf., *kimeridgiensis* M., *Clavator fieri* D. Puis vient une succession de niveaux saumâtres et lacustres, argile ferrugineuse ocre, calcaire gris plus ou moins marneux, marnes grises et vertes, brèches et calcaires à cailloux noirs dans lesquels, en plus des fossiles déjà cités, figurent *Cypris purbeckensis* F. et « *Candona* » *bononiensis* J.

Après une intercalation bréchique, la coupe devient très ouverte, et les observations sont difficiles ; mais au dernier lacet affleurent les dolomies de base, surmontées par des niveaux de marnes blanches dolomitiques. Il n'est pas possible de poursuivre plus bas l'étude de cette coupe. L'épaisseur de la formation laguno-lacustre ne peut être évaluée que d'une manière approximative ; elle ne doit cependant pas dépasser 25 m.

Si l'on juge par ce qui est visible, le Purbeckien présente ici les mêmes caractères qu'à la Dorche et à Rossillon. Au-dessus des dolomies et des marnes blanches dolomitiques, les formations laguno-lacustres ont une épaisseur comparable et, si le manque d'affleurements ne permet pas de vérifier la présence de niveaux saumâtres ou lacustres au-dessous de la dolomie, il n'en va pas de même quelques kilomètres plus au sud.

Le sentier qui relie le village de Collonges au Fort de l'Ecluse traverse les assises du flanc est de l'anticlinal du Reculet. Au-dessous du Valanginien, les bancs meubles de la partie supérieure

du Purbeckien sont complètement masqués par les éboulis, mais la suite est bien visible. Or, on observe en dessous des dolomies, et à plusieurs reprises, des récurrences des faciès saumâtres à petits Miliolidés, tubes d'Annélides, *Coprolithus salevensis* P., *Coprolithus* sp., Ostracodes, et lacustre à Gastropodes et Charophytes (1).

Lorsqu'on poursuit la coupe en direction de l'ouest, on traverse ensuite des calcaires marins, fins ou pseudoolithiques, parfois dolomitiques, à Miliolidés, Textularidés, Ostracodes et rares *Clypeina jurassica* F. Les calcaires bitumineux en plaquettes n'existent pas ici, mais en arrivant vers le Fort, on trouve de nouveau des niveaux de faible profondeur à *Coprolithus salevensis* P., *Clypeina jurassica* F., Solénoporacées, *Haplophragmium* sp., *Nautiloculina oolithica* M., dont certains contiennent des Charophytes. Nous avons déjà remarqué que, sur la Montagne de l'Epine, les calcaires en plaquettes du Virgulien d'Orbagnoux passaient latéralement à des calcaires à Charophytes ; peut-être en est-il de même au Fort de l'Ecluse, où ces niveaux marqueraient aussi le Virgulien.

#### V. — ZONE DE FACIÈS N° 6

##### A) Le Purbeckien dans la région de Charix et du Poizat.

C'est au Moulin de Charix, près Nantua (Ain), que Ch. LORV signala pour la première fois, en 1848, des fossiles d'eau douce à la partie inférieure du Néocomien. Cette localité est, de ce fait, devenue classique quand on fait mention du Purbeckien, bien qu'en réalité les affleurements purbeckiens y soient médiocres.

Lorsqu'on quitte la route nationale pour monter au village de Charix, on traverse, peu après le premier lacet, des marnes claires, en grande partie masquées par la végétation. La partie supérieure, plus dégagée, m'a fourni : *Perimneste horrida* H.,

(1) MAILLARD mentionne une brèche à cailloux noirs vers le Fort de l'Ecluse, sans préciser l'emplacement exact (*Invertébrés*, p. 22-23).

*Clavator thoralis* D., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M. L'assise immédiatement sous-jacente au Valanginien inférieur massif contient un mélange d'organismes lacustres et marins : *Planorbis loryi* C., Gastropodes sp., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Clypeina jurassica* F., *Perimneste horrida* H., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. et *P.* cf. *hildesiensis* M.

On trouve d'autres affleurements après le village d'En-haut-de-Charix sur le chemin conduisant à Echallon. Des niveaux marneux contenaient : *Cypris purbeckensis* F., *Cypridea* sp., *C. inversa* M. et *Clavator thoralis* D.

Par contre, 3 kilomètres plus au sud, il existe une très bonne coupe sur la route du Poizat aux Neyrolles, peu avant le pont traversant le bief de la Dame (P. DONZE et N. GREKOFF, 1953). On relève de haut en bas (fig. 11) :

— *Berriasien* (Z. sup.) (*Pro parte Valanginien auct.*).

25. Bancs de calcaire jaunâtre ou roux, pseudoolithique, avec Miliolidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Pseudocyclammia lituus* Y. et H., *Nautiloculina oolithica* M., *Haplophragmium* sp., *Lituola* sp., *Clypeina jurassica* F.

A la base, calcaire bréchiq ue roux pseudoolithique, contenant la même microfaune, avec des poches de marnes emballant des fragments anguleux du calcaire sous-jacent, et dans lesquelles on trouve des Ostracodes : *Cytheridea politula* J. et S., *Macrocypris horatiana* J. et S., *Dictyocythere retirugata* J., *Cypris purbeckensis* F., « *Candona* » *bononiensis* J., des Gastropodes parmi lesquels *Planorbis loryi* C., des Foraminifères (*Lenticulina* sp.) et des tiges de Charophytes.

— *Purbeckien*.

- 24. Calcaire argileux bréchiq ue gris-clair, à rares petits cailloux noirs, contenant *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M., des débris d'Ostracodes et de nombreux petits Lituolidés ..... 0,70 m
- 23. Brèche calcaire et marnes vertes : « *Candona* » *bononiensis* J., *Cypridea dunkeri* J., *Cypridea dolabrata* A., *Cyprideis polita* M., ? *Macrocypris horatiana* J. et S., *Ammobaculites* sp., *Haplophragmoides* sp., *Lenticulina* cf. *cultrata* M., *Lenticulina saxonica saxonica* B. et B., *Planorbis loryi* C., *Valvata helicoides* F., *Megalostoma caroli* M., *Hydrobia chopardi* de L., *Clavator thoralis* D., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *Porochara maxima* D. .... 0,70 m
- 22. Calcaire lacustre gris, en petits bancs, avec tiges de Charophytes, *Clypeina parvula* C. et Ostracodes : « *C.* » *bononiensis* J., *Cypridea dunkeri* J., *C. dolabrata* A. .... 0,50 m
- 21. Calcaire sublithographique gris contenant des Ostracodes et de petits Miliolidés ..... 0,70 m

- 20. Calcaire gris-clair, bréchiq ue vers le sommet, avec petits Miliolidés ..... 1 m
- 19. Marnes et calcaire argileux gris-clair à petits cailloux noirs, zoogènes : *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M., des tubes d'Annélides, « *C.* » *bononiensis* J., *C. dunkeri* J., *Eucypris* ? sp. M., et rares Textularidés. .... 0,20 m
- 18. Calcaire à cailloux multicolores ..... 0,60 m
- 17. Calcaire beige sublithographique, à tiges et gyrogonites de *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M. et *Porochara* sp., à Ostracodes et très rares petits Miliolidés. . . 0,50 m
- 16. Calcaire bréchiq ue à *Clavator reidi* G., *Porochara* cf. *hildesiensis* M., tubes d'Annélides et rares petits Miliolidés. .... 0,20 m
- 15. Calcaire compact, de teinte grise, à petits cailloux noirs et rares petits Miliolidés. .... 1 m
- 14. Calcaire gris, grumeleux, à passées vertes, contenant des tubes d'Annélides, des Ostracodes et de petits Miliolidés. .... 0,30 m
- 13. Calcaire sublithographique brun-clair, à débris de gyrogonites de *Porochara* sp., Ostracodes et petits Miliolidés. .... 0,40 m
- 12. Calcaire gris, à petits cailloux noirs, parfois feuilleté, passant à une microbrèche multicolore : *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M., tubes d'Annélides, Ostracodes et petits Miliolidés. .... 0,60 m
- 11. Brèche calcaire, poudingue à éléments lacustres renfermant *Clavator reidi* G., et marnes grises à *Cypris* cf. *purbeckensis* F., « *C.* » *bononiensis* J., *Porochara maxima* D., *Cypridea dolabrata* A., *Metacypris forbesii* J. .... 0,40 m
- 10. Marnes et calcaire fin gris-clair à petits cailloux noirs, tubes d'Annélides, tiges de Charophytes, Ostracodes et petits Miliolidés ..... 0,40 m
- 9. Calcaire gris-clair, en petits bancs, à petits Miliolidés, et marnes contenant *Porochara maxima* D. .... 0,80 m
- 8. Bancs de calcaire beige renfermant de petits Miliolidés. .... 2 m
- 7. Marnes vertes et bleues dolomitiques, puis alternance de dolomie, dolomie sableuse et calcaire dolomitique. .... 14-16 m
- 6. Zone couverte ..... 12-15 m
- 5. Calcaire localement dolomitique, avec Miliolidés et Bryozoaires ..... 3 m
- 4. Banc calcaire dont la surface supérieure est percée de trous de lithophages, et délits de marnes vertes, renfermant des gyrogonites de *Porochara* sp. et de petits Miliolidés. .... 1 m
- 3. Calcaire lacustre à cailloux noirs et gyrogonites de *Porochara* sp. .... 0,10 m
- 2. Calcaire gris, parfois dolomitique, localement pseudoolithique, contenant de rares débris d'Ostracodes. .... 5-7 m

— *Portlandien*.

1. Calcaire marin, localement pseudoolithique, avec rares débris d'Ostracodes, Miliolidés, Textularidés et *Nautiloculina oolithica* M.

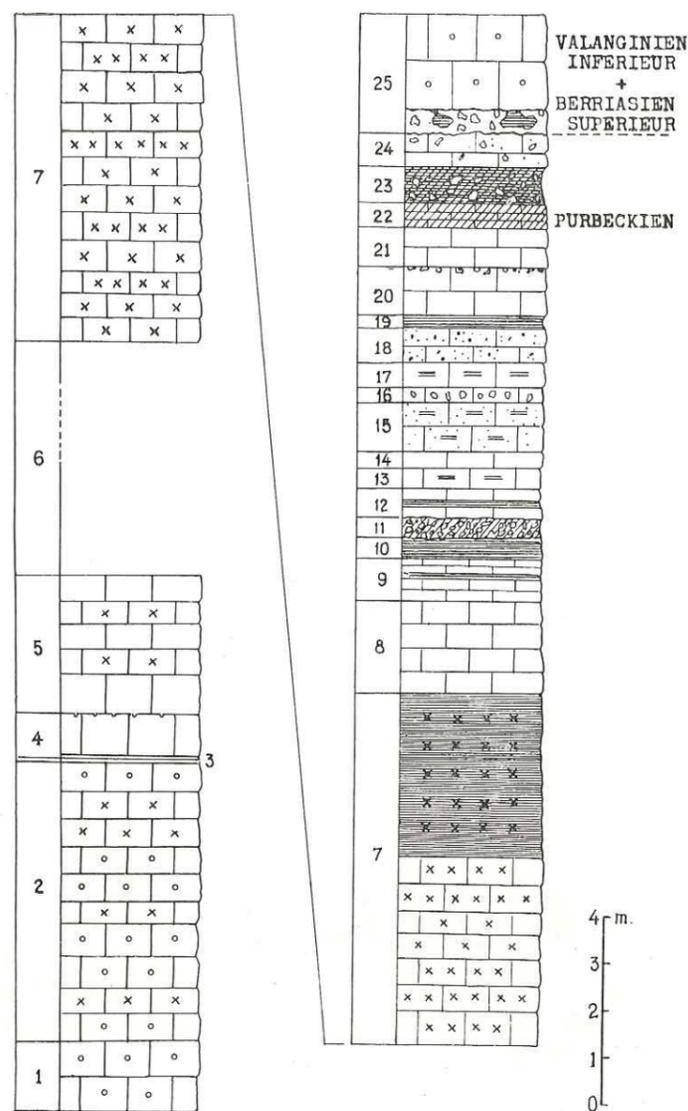


FIG. 11. — Coupe du Purbeckien du Poizat.

L'ensemble de cette coupe permet de distinguer 3 ensembles dans le Purbeckien du Poizat :

1° Au sommet (8-24), alternance de formations saumâtres et lacustres, sans formations marines franches.

2° Au-dessous (5-7), un complexe dolomitique comprenant des marnes dolomitiques, des dolomies sableuses, des dolomies et des calcaires dolomitiques, le tout sur 20 mètres d'épaisseur environ.

3° A la base (2-4), quelques bancs de calcaire lacustre surmontant les formations marines du Portlandien.

B) Le Purbeckien dans la région de Champfromier (Ain).

Dans la région de Champfromier, le Purbeckien présente beaucoup d'analogies avec celui de Charix et du Poizat. Lorsqu'on suit le chemin qui conduit de la Combe d'Evuaz à Giron, on traverse vers le Crêt des Ordières les assises purbeckiennes faiblement inclinées. D'après P. VEYRETOUT (1952), au-dessus des calcaires pseudoolithiques et oolithiques du Valanginien inférieur, on observe, sur une vingtaine de mètres, une alternance de sédiments lagunaires et lacustres sans formations marines franches. Ces couches surmontent un ensemble dolomitique, marnes, cargneules, dolomies, calcaires dolomitiques, puis des calcaires sublithographiques à petits cailloux noirs.

La partie supérieure du Jurassique est particulièrement bien visible sur la route de Champfromier à Chézery, au niveau du Pont-du-Dragon, sur la Valserine. Aux assises laguno-lacustres et aux dolomies supérieures, en partie couvertes, succèdent des gyrogonites et des débris de tiges de *Porochara* sp. La suite du Portlandien diffère peu de ce que nous connaissons déjà : calcaires et calcaires dolomitiques à *Miliolidés*, *Textularidés*, *Nautiloculina oolithica* M., *Coprolithus salevensis* P., *Salpingoporella annulata* C.

Lorsqu'on poursuit la coupe vers le bas, on remarque, un peu au-dessus de la formation récifale attribuée au Virgulien, des bancs calcaires contenant d'assez gros cailloux noirs. Il s'agit de dépôts vraisemblablement lagunaires, dans lesquels on ne

discerne au microscope que quelques débris indéterminables. Ils sont encadrés par des calcaires pseudoolithiques à Miliolidés, *Coprolithus salevensis* P. et *Clypeina jurassica* F.

On retrouve donc dans la région de Champfromier l'essentiel de ce que nous avons observé au Poizat, à savoir : un ensemble laguno-lacustre à prédominance lagunaire, un ensemble dolomitique, un épisode lacustre auquel fait suite le Portlandien marin. Une différence cependant : l'épaisseur de l'ensemble lacuno-lacustre supérieur n'excède pas 12 mètres au Poizat, alors qu'elle n'est pas inférieure à 20 mètres vers Champfromier.

C) Le Purbeckien dans la région de St-Claude (Jura) (fig. 12).

Près de Saint-Claude, de beaux affleurements sont visibles en deux points : d'une part, sur la route de la Faucille, au-dessous du « Chapeau de gendarme », d'autre part sur la route de Cinquétral, au niveau des lacets supérieurs.

1° Coupe sur la route de Saint-Claude au Col de la Faucille (1).

A proximité du hameau des Moulins, la Nationale 436 traverse les assises du Jurassique supérieur et celles du Crétacé inférieur. Le Valanginien inférieur conserve ici son faciès habituel de bancs massifs clairs, parfois roux ou bicolores, pseudoolithiques et oolithiques, à Miliolidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B. Cette formation massive est surmontée par des niveaux bréchiques plus ou moins marneux à faune marine du Valanginien moyen, contenant de nombreux et volumineux grains de quartz élastiques.

On passe au Purbeckien par l'intermédiaire de bancs calcaires gris-bleutés et roux, parfois avec cailloux noirs, et de lits de marnes vertes, où l'on reconnaît : *Nautiloculina oolithica* M., *Pseudocyclamina* sp., Miliolidés, Textularidés, Lituolidés,

(1) Cette coupe est probablement celle que MAILLARD désigne sous le nom de « coupe des Moulins de Montépilé » (Etude sur l'étage purbeckien, p. 32).

Ostracodes, *Clypeina jurassica* F. et débris de Charophytes. Puis au-dessous :

13. Marnes vertes .....	0,30 m
12. Complexe bréchique de marnes vertes et de calcaires gypseux contenant de gros cailloux noirs à la base : Lituolidés, <i>Dictyocythere retirugata</i> , « C. » <i>bononiensis</i> J., <i>Macrocypris horatiana</i> J. et S., <i>Planorbis loryi</i> C., <i>Perimneste horrida</i> H., <i>Clavator reidi</i> G., <i>Clavator thoralis</i> D., <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M., <i>P.</i> cf. <i>hildesiensis</i> M. ....	3 m
11. Bancs de calcaire bréchique gris-clair à gris-verdâtre, où l'on observe de petits cailloux noirs, ainsi que des Miliolidés à test mince et des tubes d'Annélides .....	2 m
10. Calcaire gris-cendré pseudoolithique et oolithique, avec cailloux noirs à la base : Miliolidés, tubes d'Annélides, tiges de Charophytes et <i>Clypeina parvula</i> C. ....	0,80 m
9. Calcaire gris-clair, bréchique, à rares petits cailloux noirs disséminés, Ostracodes et petits Miliolidés. ....	1,80 m
8. Calcaire sublithographique beige, localement pseudoolithique, renfermant de petits Miliolidés, des tubes d'Annélides et des Charophytes ( <i>Porochara</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M.) .....	1,30 m
7. Calcaire argileux microbréchique, gris sombre : « C. » <i>bononiensis</i> J., <i>Clavator reidi</i> G., <i>Clavator fieri</i> D., <i>Clavator thoralis</i> D., <i>Porochara maxima</i> D., <i>P.</i> cf. <i>kimeridgiensis</i> M., <i>P.</i> cf. <i>hildesiensis</i> M. ....	0,20 m
6. Calcaire lacustre gris-cendré contenant <i>Clavator reidi</i> G., <i>Porochara</i> cf. <i>hildesiensis</i> M. et Ostracodes. ....	1 m
5. Zone couverte .....	5 m
4. Brèche calcaire à gros éléments.	
3. Marnes noires .....	0,10 m
2. Calcaire dolomitique gris-sombre .....	0,25 m
1. Brèche calcaire à gros éléments.	

On observe ensuite, sur une trentaine de mètres, des dolomies, des marnes dolomitiques fossilifères (*Porochara* cf. *maxima* D., *P.* cf. *hildesiensis* M.), et des calcaires dolomitiques contenant par endroit des cailloux noirs. Vers la base, au lacet de la route, certains bancs renferment de nombreux gyrogonites (*Porochara* cf. *hildesiensis* M.), des Ostracodes et des Miliolidés. Au-dessous, une cinquantaine de mètres de calcaires parfois dolomitiques représentent probablement le Portlandien inférieur, puis des dolomies blanches à Nérinées, le Virgulien.

Dans cette coupe, il est difficile d'évaluer avec certitude l'épaisseur totale des sédiments purbeckiens, à cause de l'accident tout proche du « Chapeau de gendarme », qui toutefois ne paraît pas avoir eu beaucoup d'influence sur les bancs sous-jacents. En admettant que la zone couverte n° 5 en fait déjà partie, nous devrions compter pour la formation laguno-lacustre

supérieure une épaisseur d'environ 13 mètres, ce qui correspondrait approximativement à celle du Poizat.

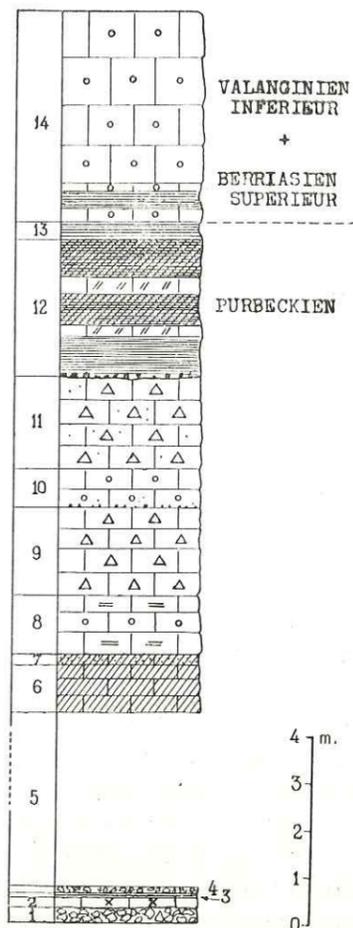


FIG. 12. — Coupe du Purbeckien près du Chapeau de Gendarme

2° Coupe sur la route de Saint-Claude à Cinquétral.

De Saint-Claude à Cinquétral la route départementale n° 69 dessine une série de lacets vers la cote 785 et recoupe plusieurs fois les formations purbeckiennes.

La base du Valanginien est formée d'un calcaire roux, plus clair vers le haut, pseudoolithique et oolithique, à Miliolidés, Textularidés, *Trocholina alpina* L. et B., *Nautiloculina oolithica* M., Gastropodes, *Lithoporella* sp. Un petit accident à ce niveau fait réapparaître, au-dessus, des bancs purbeckiens surmontés par ces mêmes assises valanginiennes. Ce redoublement d'une partie de la série purbeckienne pourrait faire penser, si l'on ne prenait garde au contact anormal, à un retour du régime lacustre au cours du Valanginien ; cette idée fut émise par divers auteurs, en particulier BENOIT, ETALLON et MAILLARD, et des faits de cet ordre ne doivent pas y être étrangers.

Au-dessous du Valanginien, on observe tout d'abord un assez long épisode lagunaire, marqué par des marnes et des calcaires parfois marneux à cailloux noirs et contenant les microfossiles habituels : petits Miliolidés, Lituolidés, Ostracodes, tubes d'Annélides, Charophytes (*Porochara* cf. *kimeridgiensis* M.) et Dasycladacées (*Clypeina parvula* C., *C. jurassica* F., *Actinoporella podolica* A.), puis une alternance de sédiments lacustres et saumâtres.

Aux marnes noires et aux marno-calcaires clairs, parfois gypseux de la base, succèdent, sur une douzaine de mètres, des dolomies, puis de nouveau des marnes noires et des calcaires gris-clairs à petits cailloux noirs. Ces dernières assises sont généralement de faciès lagunaire (petits Lituolidés, Ostracodes, tubes d'Annélides, *Coprolithus salevensis* P., débris de Charophytes, etc...) ; mais elles deviennent par endroit typiquement lacustres.

3°

A Lavans près Saint-Claude, BENOIT (1879) signale un retour du faciès purbeckien à la partie inférieure du Valanginien. MAILLARD (1884, p. 32), en faisant état de cette découverte, déclare toutefois n'avoir pas pu « constater ce fait d'une manière certaine ».

En montant au village de Lavans, la route traverse les bancs du Valanginien inférieur dont les affleurements sont frais et bien visibles. Ce sont des calcaires massifs oolithiques et même pisolithiques, zoogènes, bréchiques et marneux vers la base. Des calcaires argileux gris-verdâtres à roux le séparent des assises saumâtres du Purbeckien. Celui-ci, recouvert en grande partie,

reste donc peu visible ; les sédiments marneux semblent y tenir une large part. En ce qui concerne l'intercalation mentionnée par BENOIT, un examen minutieux s'est révélé négatif ; les bancs du Valanginien inférieur sont tous de faciès marin.

D) Le Purbeckien dans la région de Morez (Jura).

Les couches de passage du Valanginien au Purbeckien (1) dans la région des Rousses ont été décrites d'une manière très détaillée par M.-A. SAUTIER (1854). Aux calcaires compacts clairs de la partie moyenne du Valanginien sont subordonnées des marnes grossières bleues et jaunes, d'épaisseur variable, très fossilifères. Les derniers bancs, sous forme d'un calcaire roussâtre, ont un aspect bréchiforme, avec volumineux fragments empâtés dans les marnes sous-jacentes. Pour le Purbeckien, les connaissances sont plus vagues ; la succession indiquée n'est qu'une succession synthétique de coupes partielles, et l'épaisseur qu'il lui assigne est, de ce fait, sujette à caution.

Dans son Etude géologique de la région de Morez-les-Rousses, RAVEN (1932), reprenant l'étude du Purbeckien, lui attribue une puissance de 15 à 25 mètres. Mais, là encore, les coupes indiquées ne sont pas complètes, ce qui diminue la précision des résultats.

Les meilleurs affrements purbeckiens actuels se trouvent sur le chemin de Morez au Repenty, un kilomètre environ après la traversée du pont (fig. 13).

Le Valanginien inférieur est visible à la sortie du bois ; à cet endroit, les bancs de calcaire roux, presque verticaux, sont très zoogènes : Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina oolithica* M., *Ammobaculites* sp., *Nodosaria* sp., *Trocholina alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., Ostracodes, Bryozoaires, débris d'Echinodermes, *Acicularia* sp., *Clypeina jurassica* F. Il devient marneux vers le bas et couvert en grande partie par la végétation. Mais on peut constater dans le lit du ruisseau traversant la route que la base est formée d'une marne bicolore, bleue et jaunâtre, où l'on distingue, au microscope, de petits grains de quartz élastiques, des Miliolidés et des Textularidés. Un banc de calcaire

(1) Appelé Wealdien.

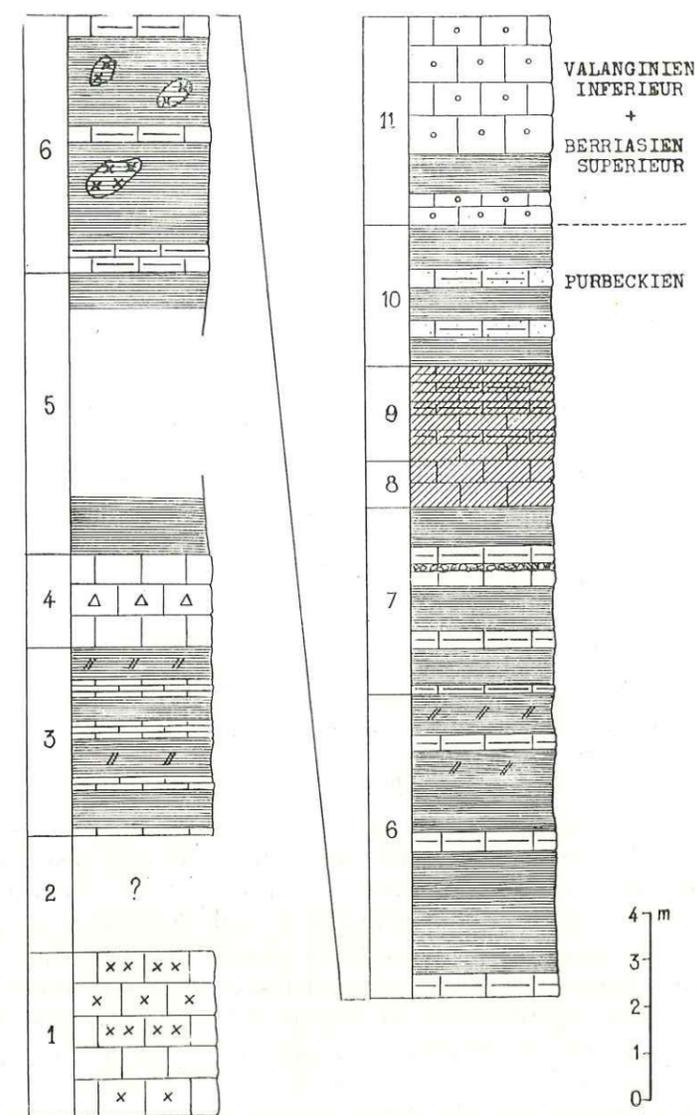


FIG. 13. — Coupe du Purbeckien de Morez.

jaune pseudoolithique à Miliolidés, Textularidés, *Ammobaculites* sp., *Trocholina alpina* L. et B., et Bryozaires précède une zone couverte sur 3 mètres environ, après laquelle affleurent les premiers bancs purbeckiens. Puis, successivement :

10. Marnes et calcaire argileux gris-clair à petits cailloux noirs, contenant des tubes d'Annélides, des Ostracodes et des Charophytes (*Porochara* cf. *hildesiensis* M., *P.* cf. *kimeridgiensis* M., *Clavator reidi* G.) ..... 3 m
9. Calcaires et calcaires argileux en petits bancs : « C. » *bononiensis* J., *Cypridea inversa* M., *Cypridea* sp., *Melacypris forbesii* J., Textularidés, tubes d'Annélides, *Clavator reidi* G., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M., *Clypeina parvula* C. .... 2 m
8. Calcaire lacustre gris-clair contenant des tiges de Charophytes ..... 1 m
7. Marnes et calcaires argileux avec intercalations bréchiques : *Porochara maxima* D., *P.* cf. *kimeridgiensis* M., *Clavator reidi* G., *Clavator thoralis* D., tubes d'Annélides et Textularidés ..... 4 m
6. Marnes claires et calcaire argileux gypseux gris-clair à nombreux grains de quartz authigènes, avec poches de marnes noires dolomitiques, au voisinage desquelles les marno-calcaires contiennent de petits cailloux noirs : Ostracodes et nombreux débris de Charophytes (*Clavator reidi* G., *P.* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M.) ..... 12 m
5. Zone couverte marneuse ..... 6 m
4. Calcaire localement bréchique à Ostracodes, *Clypeina parvula* C. et Charophytes ..... 2 m
3. Marnes et calcaire argileux en plaquettes, localement gypseux, contenant des petits cailloux noirs, des Ostracodes, des tubes d'Annélides et de rares Textularidés. .... 4 m
2. Zone couverte.
1. Dolomies, calcaires dolomitiques et calcaires.

Il y a lieu de signaler dans cette coupe deux faits nouveaux par rapport à ce que nous avons vu jusqu'ici. C'est d'abord le changement de faciès qui s'opère à la base du Néocomien. Dans toutes les coupes précédentes, celui-ci débutait par des bancs de calcaire relativement massif formant falaise au-dessus du Purbeckien plus friable. Dans la région de Morez, la base est plutôt marneuse, les calcaires massifs ne viennent qu'après. C'est à de tels calcaires que, dans le canton de Neuchâtel, où la succession est identique, on donna pour la première fois le nom de « marbre bâtard » (E. DÉSAR et A. GRESSLY, 1859, p. 42). Dans le Jura méridional, au contraire, le « marbre bâtard » est au contact même du Purbeckien et représente donc la partie tout

à fait inférieure du Valanginien et probablement aussi la partie supérieure du Berriasien.

On remarquera, d'autre part, l'importance que prennent les sédiments argileux dans l'ensemble laguno-lacustre supérieur, dont l'épaisseur se rapproche d'ailleurs plus de celle indiquée par RAVEN que de celle qu'avait évaluée SAUTIER. Bien que les mesures soient assez approximatives dans les zones couvertes, il semble que l'on ne soit pas loin de la réalité en attribuant à cet ensemble une vingtaine de mètres d'épaisseur, depuis le niveau saumâtre supérieur jusqu'aux marnes et aux calcaires gypseux.

## VI. — ZONE DE FACIÈS N° 7

### A) Le Purbeckien dans la région de Pont-de-la-Chaux (Jura).

Le gisement de Pont-de-la-Chaux, signalé par Ch. LORY (1857, p. 249) sous le nom de Maison-Neuve a été l'objet de l'important mémoire que GIRARDOT présenta en 1885 à la Réunion extraordinaire de la Société géologique dans le Jura. La construction du chemin de fer de Champagnole à Morez lui avait permis de relever une coupe détaillée le long de la voie, à l'entrée du tunnel. Il n'existe plus maintenant que des affleurements discontinus le long de la route, de calcaires argileux et de marnes claires, attribuables à l'ensemble laguno-lacustre supérieur.

Voici donc la succession telle que l'a établie cet auteur. De haut en bas :

Niveau saumâtre	} 9,50 m	(marnes et calcaires marneux)
Niveau d'eau douce		
Niveau saumâtre	} 10 m	
Dolomie cloisonnée supérieure		
Marno-calcaires grumeleux blanchâtres à Corbules		
Calcaire translucide		
Dolomies tendres et grès noirs		

Les affleurements situés au Nord de Pont-de-la-Chaux (les Chalèmes, la Perrena, etc...) sont trop fragmentaires pour nous donner une idée tant soit peu précise du Purbeckien dans ces régions. Leur intérêt paléontologique n'est toutefois pas négli-

geable. Rappelons que près des sources de l'Ain, au Sud de Nozeroy, MAILLARD découvrit des espèces inconnues de Cyclostomidés, dont deux furent rattachées au nouveau genre *Diplomothyria*.

A l'Est de Pont-de-la-Chaux, le Purbeckien affleure sur la route de Mouthe à Saint-Laurent-de-Joux. Près de Foncine-le-Bas, les marnes sous-jacentes au complexe laguno-lacustre supérieur se chargent de gypse en formant localement des amas qui furent exploités il y a une centaine d'années. A cette époque, la fraîcheur de l'affleurement permit à JACCARD (1965, p. 18) le relevé d'une coupe précise que je me contenterai de transcrire. De haut en bas :

Marne calcaire friable avec Corbules.....	1 m
Calcaire d'eau douce.....	0,50 m
Marne grise avec Physes et Planorbes.....	0,50 m
Calcaire d'eau douce en 13 bancs séparés par de minces lits de marnes .....	5 m
Calcaire cloisonné celluleux .....	2 m
Marne argileuse blanche et amas de gypse.....	5 m

B) Le Purbeckien dans la région du Lac de St-Point (Doubs).

1° Dans la plaine de Vaux-et-Chantegrue, un canal de drainage récemment creusé m'a montré que les marnes purbeckiennes étaient immédiatement sous-jacentes aux niveaux tourbeux superficiels. Seuls affleurent dans le canal les bancs saumâtres supérieurs, dans lesquels voisinent les organismes d'eau douce et d'eau salée : *Cypridea inversa* M., *C. dunkeri* J., *Cypridea* sp., *Dictyocythere relirugata* J., « *Candona* » *bononiensis* J., *Ammobaculites* sp., *Trocholina alpina* L. et B., *Verneuilioides* sp., *Pseudocyclamina* sp., *Lituola* cf. *nautiloidea* L. (1), *Clavator reidi* G., *Clavator thoralis* D., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M.

2° A l'Est du lac de Remoray, les bancs purbeckiens sont tranchés par le Doubs, en amont de Labergement-Ste-Marie. On observe, sur la rive gauche, de haut en bas (2) (fig. 14) :

(1) Détermination W. MAYNC.  
(2) Coupe effectuée avec l'aide de P. CHAUVE.

— Berriasien (Z. sup.) (Pro parte Valanginien auct.).

16. Calcaire en bancs massifs, beige, pseudoolithique, passant vers la base à des calcaires en petits bancs parfois bleutés épais de 2 m environ, zoogènes : *Trocholina infragranulata* N., *T. alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Lenticulina münsteri* R., Gastropodes, Ostracodes, *Pentacrinus* sp., *Clypeina* cf. *jurassica* F.

— Purbeckien.

15. Marnes saumâtres bleues à faune mixte : *Cypridea dunkeri* J., *Cypridea* sp., « *Candona* » *bononiensis* J., *Darwinula leguminella* F., Ostracodes sp., *Marsonella* sp., *Trocholina elongata* L. et B., *T. alpina* L. et B., *T. infragranulata* N., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., Algues indéterminées.... 0,15 m
14. Calcaire lacustre beige : Ostracodes, *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. .... 0,30 m
13. Marnes grossières grises à organismes lacustres : « *C.* » *bononiensis* J., « *Cypris* » *purbenkensis* F., *Cypridea dunkeri* J., *Cypridea* sp., *Planorbis choffati* M., *Valvata helicoides* F., *Physa bristovi* F., *Bythinia lilliputiana* M., *Clavator reidi* G., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M., *P. maxima* D. .... 0,15 m
12. Calcaire lacustre gris, d'odeur bitumineuse, à cailloux noirs : « *Candona* » *bononiensis* J., *Gastropodes* sp., *Clavator reidi* G., *Clavator fieri* D., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. .... 0,15 m
11. Mince lit de marnes grises : *Cypridea dunkeri* J., « *C.* » *bononiensis* J., *Valvata helicoides* F., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. .... 0,05 m
10. Marnes et calcaire argileux gris : *Cypridea dunkeri* J., *Cypridea* sp., *Darwinula leguminella* F., *Planorbis loryi* F., *Valvata helicoides* F., *Clavator reidi* G., *Clavator thoralis* D., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M., *P.* cf. *hildesiensis* M. .... 0,20 m
9. Calcaire oolithique gris rognoneux : débris de tiges de Charophytes et Textularidés..... 0,20 m
8. Marnes et calcaires argileux gris à « *Candona* » *bononiensis* J. .... 1 m
7. Alternance de marnes et de calcaire marneux contenant « *C.* » *bononiensis* J. .... 1,50 m
6. Marnes d'eau douce : *Cypridea dunkeri* J., *Cypridea* sp., « *C.* » *bononiensis* J., *Valvata helicoides* M., *Valvata sabaudiensis* M., *Bythinia dubisiensis* de L., *Bythinia* cf. *sautieri* de L., *Clavator thoralis* D., *Clavator reidi* G., *Porochara maxima* D. .... 1 m
- Marnes vertes à « *C.* » *bononiensis* J. et *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M. .... 0,50 m
4. Marnes bleues à « *C.* » *bononiensis* J., *Cypridea* sp. et *Valvata* sp. .... 0,10 m
3. Marnes et calcaire argileux roux contenant « *C.* » *bononiensis* J., *Cypridea* sp., *Porochara* cf. *kimeridgiensis* M.
2. Calcaire dolomitique en plaquettes, marnes blanches dolomitiques et dolomie.
1. Calcaire en plaquettes et calcaire oolithique à Miliolidés, *Trocholina alpina* L. et B..

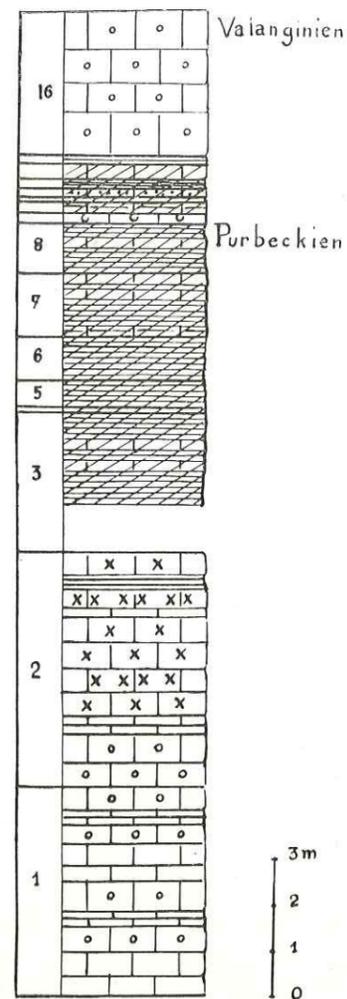


FIG. 14. — Coupe du Purbeckien dans la région de L'Abergement-Ste-Marie.

Le Purbeckien de Labergement-Ste-Marie présente une grande analogie avec celui de Pont-de-la-Chaux ; l'épaisseur de la formation laguno-lacustre est comparable, avec prédominance, dans les deux cas, du faciès lacustre.

Une succession presque identique a été décrite, 40 kilomètres plus au Nord, par JACQUARD et de LORIOU, dans leur étude

géologique et paléontologique du Purbeckien de Villers-le-Lac (Doubs). Les affleurements sont, à l'heure actuelle, complètement masqués, et il ne m'a pas été possible de reprendre leur travail. Je ne pourrai donc mieux faire que de reproduire leur coupe. De haut en bas :

- a) Calcaire oolithique schistoïde marneux, gris-blanchâtre, à fossiles d'eau douce ..... 0,70 m
- b) 1° Banc de calcaire d'eau douce,  
2° Marne noire charbonneuse,  
3° Banc de calcaire d'eau douce,  
4° Calcaire marneux tendre,  
5° Massif de calcaire en plusieurs bancs,  
6° Marne calcaire. } 4,85 m
- c) Calcaire cloisonné verdâtre ou brun foncé.
- d) Marne argileuse, jaune, blanche ou noire.
- e) Calcaire celluleux, un peu schistoïde à la partie supérieure.
- f) Calcaire saccharoïde blanc.
- g) Calcaire en plaquettes dendritiques.
- h) Calcaire compact.

VII. — ZONE DE FACIÈS N° 8

Le Purbeckien dans la région de Narlay (Jura).

Une coupe intéressante du Purbeckien a été relevée par GIRARDOT (1885) non loin du lac de Narlay, sur la route départementale 74, à l'Est du village de Frasnois. Les couches sont actuellement masquées par la végétation et ne sont plus visibles. Mais cet auteur avait reconnu qu'au-dessous des dolomies tendres existait un niveau argilo-gréseux friable, à fossiles d'eau douce : *Planorbis* sp., *Physa bristovi* F., *Valvata sabaudiensis* M. et Charophytes.

Nous avons donc, dans cette région, l'indication d'une nouvelle émergence à la base de la série purbeckienne. Ce niveau inférieur d'eau douce est séparé de l'ensemble laguno-lacustre supérieur par la série des dolomies tendres et cloisonnées. On peut légitimement, comme le fait GIRARDOT, le synchroniser avec la base des dolomies tendres et grès noirs de la coupe de Pont-de-la-Chaux, où il existe à ce niveau des sédiments lagunaires,

mais non point lacustres. Ce fait nous montre que les tendances à l'émersion devenaient plus fortes en direction de l'Ouest.

VIII. — ZONE DE FACIÈS N° 9

A) Le Purbeckien dans la région de Bians-les-Uziers (Doubs).

Au Nord-Ouest de Pontarlier, les couches saumâtres supérieures affleurent sur le réservoir d'eau de Bians-les-Uziers (1).

Une structure tectonique compliquée ne permet pas le relevé d'une coupe de détail, mais des prélèvements de marnes m'ont fourni de nombreux organismes lacustres et marins : « C. » bononiensis J., Cypridea dunkeri J., Darwinula leguminella F., Protocythere sp., Choffatella cf. decipiens Schl., Trocholina alpina L. et B., Valvata helicoides F., Planorbis loryi C., Physa cf. bristovi F., Bythinia lilliputiana M., Bythinia dubisiensis de L., Clavator thoralis D., Porochara cf. kimeridgiensis M., P. cf. hildesiensis M., P. maxima D., Perimneste horrida H.

Près d'une ferme, 100 mètres plus au Sud, on voit les dolomies cloisonnées surmontées par 5 mètres environ de marnes blanches et de calcaires argileux dolomitiques à petits cailloux noirs contenant des organismes saumâtres et lacustres : « C. » bononiensis J., Planorbis loryi C., Cerithium villersense de L., Cerithium cf. anguinum M., Porochara cf. kimeridgiensis M., P. cf. hildesiensis M., P. maxima D.

B) Le Purbeckien de la vallée du Doubs au N de Pontarlier.

Au Nord-Est de Pontarlier, les marnes supérieures purbeckiennes sont visibles dans la vallée du Doubs, sous le pont du chemin de fer situé au Sud d'Arçon, et sur la rive droite de la rivière, le long de la berge, vers Hauterive et Ville-du-Pont.

Il n'existe pas ici de coupes complètes, mais pour autant qu'on puisse juger, le complexe supérieur paraît presque entièrement marneux et gypseux, avec une épaisseur relativement réduite, de l'ordre de 3 à 4 mètres.

(1) Course sur le terrain effectuée en compagnie du Pr. M. DREYFUS.

A Ville-du-Pont, j'ai reconnu : Cypridea dolabrata A, Pseudocyclammia cf. lituus Y. et H., Verneuilinoïdes sp., Valvata helicoides F., Valvata sp., Bythinia cf. lilliputiana M.

Des prélèvements dans les marnes purbeckiennes de la région d'Hauterive m'ont livré : « C » bononiensis J., Cypridea dunkeri J., Cypridea dolabrata A., Hydrobia chopardi de L., Planorbis loryi C., Megalostoma cf. semisculptum M., Valvata helicoides F., Lioplax inflata S., Clavator reidi G., Clavator thoralis D., Porochara cf. kimeridgiensis M.

On passe au Valanginien par des assises contenant un mélange d'espèces lacustres et marines : Cypridea dunkeri J., Cypridea sp., Lenticulina münsteri R., Trocholina infragranulata N., T. elongata L. et B., T. alpina L. et B., dents de Poissons, Clavator reidi G., Clavator thoralis D., Porochara cf. kimeridgiensis M.

IX. — ZONE DE FACIÈS N° 10

Nous sommes ici dans une zone où l'épaisseur des sédiments purbeckiens se réduit d'une manière très sensible. Vers Poncin (Ain) par exemple, on observe au bord de la route de Saint-Alban, peu après le hameau d'Avrillat, des affleurements de dolomies et des marnes grises surmontées par des bancs de calcaire roux. De haut en bas, en se dirigeant vers l'Ouest (fig. 15) :

- 10. Petits bancs de calcaire oolithique roux avec débris marneux, surmontés par des calcaires beiges en bancs plus massifs à Foraminifères et très nombreuses Ostracodes : Cytherella sp., Protocythere sp., Bairdia sp., Trocholina sp.
- 9. Marnes vertes contenant Porochara cf. kimeridgiensis M., « C. » bononiensis J., Cypridea sp., Clavator thoralis D., Planorbis sp., marnes dolomitiques et calcaire ferrugineux à petits cailloux noirs, petits Gastropodes et débris de tiges de Charophytes ..... 0,50 m
- 8. Marnes et bancs calcaires à cailloux noirs ..... 0,30 m
- 7. Calcaire brécheux, localement argileux, en petits bancs, avec quelques intercalations argileuses vertes contenant : « C. » bononiensis J., Porochara cf. kimeridgiensis M., P. maxima D. .... 1,50 m
- 6. Calcaire lacustre gris-clair à petits cailloux noirs et débris de Charophytes ..... 1 m
- 5. Partie couverte ..... 1 m ?

- 4. Calcaire à tiges et gyrogonites de *Clavator reidi* Gr. et rares petits Miliolidés ..... 1 m
- 3. Marnes dolomitiques et cargneules ..... 2 m
- 2. Calcaire compact ..... 1 m
- 1. Dolomies en petits bancs et cargneules.

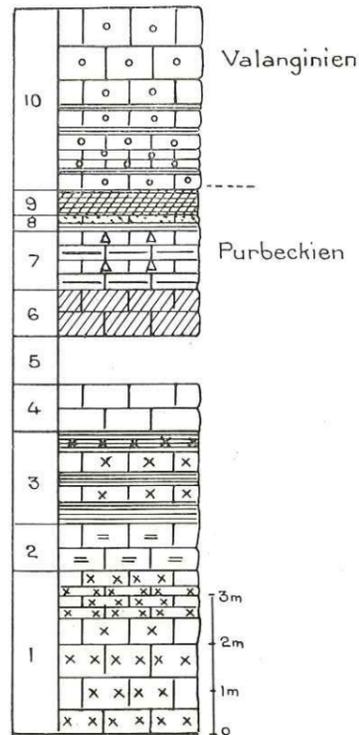


FIG. 15. — Coupe du Purbeckien de Poncin.

La régression qui se manifeste ici dès le niveau 4 se continue jusqu'au niveau n° 9, entrecoupée par des récurrences du faciès lagunaire. Le niveau n° 10 marque le retour de la mer. Il débute par un ensemble de petits bancs roussâtres, dont rien n'indique d'ailleurs qu'ils représentent la base du Valanginien. Il est possible qu'il s'agisse déjà d'une partie assez élevée de l'étage.

Au col de Berthiand, entre Hautecour et Nantua (Ain), le Jurassique se termine par des marnes grises et des niveaux

bréchiques contenant *Cypris purbeckensis* F., *Metacypris forbesii* et *Clavator reidi* G. La végétation ne permet pas d'étudier la partie supérieure de la coupe, et le contact avec le Valanginien est invisible.

Pour retrouver l'équivalent du Purbeckien de Poncin, il faut se rendre bien plus au Nord, dans la région de Mouthier-Hte-Pierre (Doubs).

KILIAN et HAUG (1) ont indiqué que les dépôts lacustres n'y excédaient pas 1 m. 50 et recouvraient directement les niveaux dolomitiques. Si les affleurements cités par ces auteurs sont actuellement couverts, j'ai toutefois pu vérifier qu'un peu plus au Nord, à Nods, dans une tranchée d'adduction d'eau, des marnes grises surmontaient des cargneules et des marnes dolomitiques rouges.

La base du Néocomien est visible au Sud-Ouest de Mouthier, vers Longeville, sous forme d'un escarpement de calcaire roux dominant la route. On peut se rendre compte dans le sentier qui descend vers Mouthier, ainsi que dans la tranchée d'adduction d'eau récemment ouverte, que le Jurassique se termine ici par des cargneules et par des marnes dolomitiques. Le niveau lacustre marneux doit les recouvrir, mais la végétation ne m'a pas permis de le mettre en évidence.

KILIAN et HAUG ont insisté sur le peu d'épaisseur du Valanginien dans toute cette région. Il se pourrait bien que, là aussi, les bancs roux ne constituent pas la base du Valanginien mais un niveau plus élevé. Dans cette hypothèse, il y aurait donc une lacune à la base du Crétacé.

## X. — ZONE DE FACIÈS N° 11

### Le Purbeckien de la bordure ouest du Jura.

Sur la bordure ouest du Jura, le Purbeckien ne comporte plus de sédiments marneux, mais seulement quelques intercalations de calcaire lacustre à la partie supérieure du Jurassique.

Dans la vallée du Suran, des niveaux marneux ont été considérés par l'abbé Tournier (1887, p. 170) comme purbeckiens.

(1) *Bull. Carte géol. Fr.*, t. 17, n° 112, p. 1-22.

En réalité, ces marnes sont marines et attribuables au Néocomien, comme on peut s'en assurer sur la route de Grand-Corent.

Un peu au Sud du hameau de Banchin, à 1 km. 700 de Simandre, dans une carrière abandonnée, au bord de la route, affleurent les dolomies portlandiennes dont les bancs ont un fort pendage ouest. A la descente, ces mêmes bancs bordent la route et sont surmontés par une dizaine de mètres d'un calcaire beige parfois saccharoïde dont le pendage devient vertical puis légèrement renversé.

On remarque ensuite, sur une épaisseur d'environ 1 mètre, des calcaires beige-clair, contenant de petits éléments anguleux d'un calcaire plus clair, ainsi que des débris de Charophytes, puis, sur 2 mètres, des calcaires à petits cailloux noirs, pseudoolithiques, à gyrogonites de *Porochara* sp., surmontés par 0 m. 30 d'un calcaire ferrugineux noirâtre pétri de *Trocholina alpina* L. et B. et de *Pseudocyclamina* sp.. Viennent ensuite des bancs calcaires de 0 m. 20 à 0 m. 30 d'épaisseur, beige-foncé, zoogènes : *T. alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B., *Nautiloculina* sp., Miliolides, le tout sur 3 ou 4 mètres.

Après une zone couverte de 1 mètres d'épaisseur, au maximum, affleurent des marnes zoogènes : *Cytheridea* sp., *Proto-cythere* sp., *Trocholina infragranulata* W., *Trocholina alpina* L. et B., *Lenticulina münsteri* R., *Lenticulina cultrata* M., *Lituola* sp., *Pseudocyclamina sequana* var. *minor* M. (1).

Il n'existe donc ni marnes lacustres, ni marnes dolomitiques, ni dolomies cloisonnées.

Une succession comparable est visible plus au Nord, dans la région de Saint-Julien-sur-Suran (Jura) (2). A l'Est du village, en effet, les calcaires portlandiens supportent quelques assises de calcaire dolomitique, légèrement bréchiques au sommet, puis un banc de calcaire lacustre à Ostracodes et Charophytes : « *Candona* » *bononiensis* J., *Porochara* sp., *Porochara maxima* D. Le Néocomien débute par une assise de calcaire marneux zoogène, contenant surtout des Térébratules et des Oursins.

A première vue, il semble donc que, dans cette zone, on passe du Jurassique au Crétacé par une suite presque continue de sédiments marins.

(1) Détermination W. MAYNC.

(2) Course sur le terrain effectuée en compagnie de M. M. DREYFUS, M. L. DAMIDO et Mlle S. FRANÇOIS.

S'il en était ainsi, il faudrait admettre l'existence, pendant le Purbeckien, d'une sorte de chenal marin longeant la bordure ouest du Jura. Cette conclusion serait probable si l'on était certain que les premiers bancs néocomiens représentent bien ici la base du Valanginien. Mais rien ne permet de l'affirmer ; bien qu'il n'y ait manifestement pas de lacune aussi importante que celle indiquée par la feuille de Saint-Claude au 1/80.000<sup>e</sup>, il est toutefois possible que le niveau marneux zoogène soit déjà du Valanginien supérieur.

L'existence d'une lacune à la base du Crétacé, dans cette zone, s'accorde bien avec le fait que, plus à l'Ouest, ce sont des conglomérats et des brèches qui terminent la série jurassique.

#### XI. — ZONE DE FACIÈS N° 12 (Zone des poudingues).

Dans sa note sur le Purbeckien inférieur de Narlay, GIRARDOT (1890, P. 15) indique que M. BERTRAND lui avait signalé l'existence, près de Saint-Agnès (Jura), de poudingues à la partie supérieure du Jurassique, au-dessus de calcaires à longues Nérinées, en apparence portlandiens.

On trouve effectivement au Nord de la gare, à proximité du passage à niveau, des assises de calcaire bréchique dont le faciès est bien celui du Jurassique supérieur et l'aspect celui d'une brèche de pente à galets anguleux.

Plus au Sud, dans le talus de la voie ferrée, à l'intersection de la route de Vincelles, affleure un poudingue dont il est difficile de préciser la position stratigraphique, mais qui surmonte d'à peine une trentaine de mètres les bancs de l'Argovien-Rauracien.

D'autres formations conglomératiques, celles-là plus connues, existent près de Besançon. La carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup> les signale près de la Chapelle-du-Buis et sous le château de Montfaucon. On les désigne couramment sous le nom de Poudingue de Montfaucon, et on les attribue soit au Portlandien (feuille de Besançon au 1/80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> éd.), soit au Purbeckien (D. Aubert, 1949, p. 148).

Sous le château, on note de haut en bas (fig. 16) :

- 5. Poudingue dit « de Montfaucon » à éléments de grosseur variable assez anguleux. Le matériel semble uniquement jurassique supérieur. Le ciment est gris-beige roussâtre et contient des débris de tests de Mollusques. 0,60 m
  - 4. Banc de calcaire compact beige, contenant, surtout à la partie supérieure, des éléments roulés constitués par le même calcaire, et des nodules ferrugineux de couleur ocre. 0,60 m
  - 3. Brèche (pseudobrèche ?) à éléments de calcaire compact, localement dolomitique ; certains éléments sont très colorés, de rouge à violacé ..... 1 m
  - 2. Marnes dolomitiques et calcaire compact brun-rougeâtre.... 1 m
  - 1. Calcaire compact beige, visible sur 1 m d'épaisseur environ.
- La suite est masquée par la végétation.

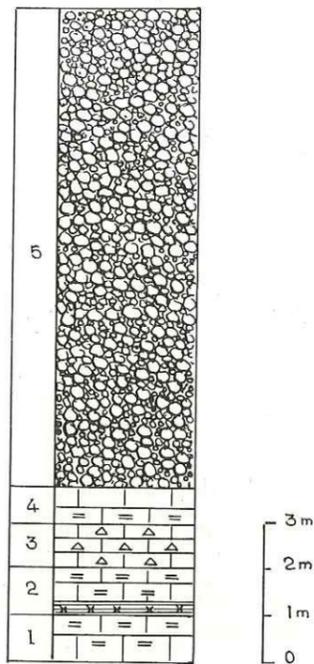


FIG. 16. — Coupe du Jurassique supérieur au-dessous du Château de Montfaucon.

Ces brèches ne semblent pas renfermer de matériaux crétaqués, et d'autre part, le passage aux bancs sous-jacents se fait progressivement, avec des pendages concordants. Elles paraissent donc bien, comme on l'admet depuis M. BERTRAND, stratigraphiquement liées au Jurassique supérieur.

Il convient cependant de dire que la présence, à la partie supérieure du Jurassique, de telles formations bréchiqes est surprenante. Celles-ci n'existent nulle part ailleurs dans le Jura français (1). On peut donc légitimement se demander si elles ne seraient pas, en réalité, de formation tardive, et la conséquence d'importants mouvements tectoniques.

En l'absence d'arguments paléontologiques, il convient d'attendre des faits nouveaux pour se prononcer.

## XII. — ZONE DE FACIÈS N° 13

### Le Purbeckien de la Bresse.

A l'Ouest du Jura, dans la plaine bressane, des dépôts purbeckiens ont été traversés dans un sondage effectué par la Régie Autonome des Pétroles dans la région de Cormoz, à l'Est de Saint-Amour (2).

A partir de la cote — 1101 et, en descendant, on observe la coupe suivante :

- 1101 à — 1114 : calcaire oolithique clair d'environ 3 m d'épaisseur, surmontant un calcaire marneux.
- 1114 à — 1124 : calcaire argileux gris-clair ; brèches calcaires et brèches à cailloux noirs. Des prélèvements dans les calcaires argileux m'ont fourni :  
*Clavator reidi* G.  
*Porochara maxima* D.  
*Cypridea brevirostrata* M. (3)  
     — *pygmea* A. (3)  
*Melacypris forbesii* J.  
*Planorbis* sp.

Il s'agit donc d'un niveau d'eau douce à organismes purbeckiens. La présence de *C. brevirostrata* M. et de *C. pygmea* A., ainsi que l'absence de « *C* » *bononiensis* J., permettent d'attri-

(1) Par contre, dans le Jura suisse, d'importantes formations bréchiqes à gros éléments portlandiens et purbeckiens existent par endroit dans la partie inférieure du Purbeckien (CAROZZI, 1948).

(2) Je remercie la Société pour son autorisation de publier ces résultats, ainsi que l'Ingénieur qui a si aimablement facilité ma tâche.

(3) Déterminations de M. F. W. ANDERSON.

buer ce niveau à la partie supérieure du Purbeckien d'Angleterre.

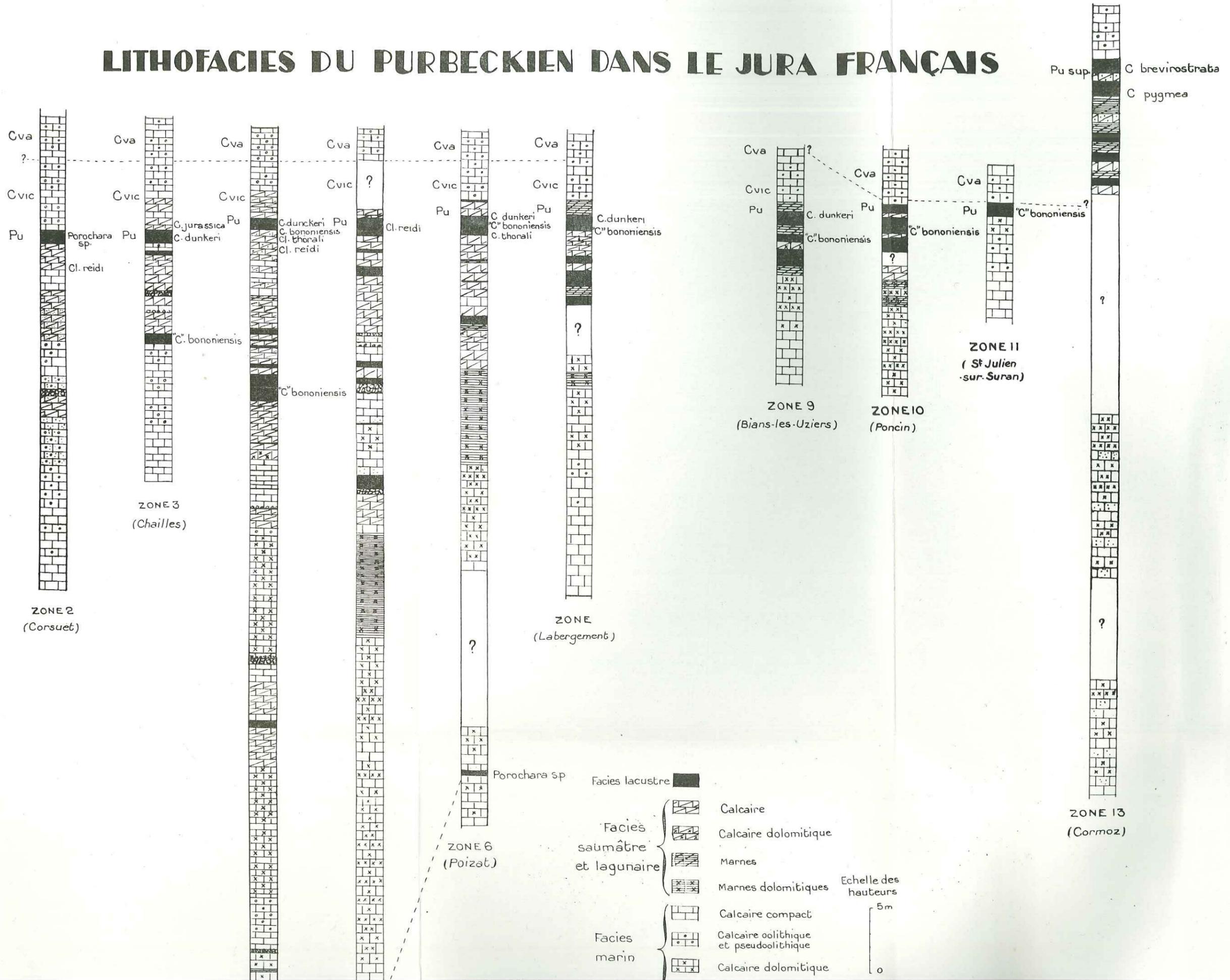
- 1124 à — 1209 : dolomie et calcaire gris à petits cailloux noirs.
- 1209 à — 1248 : calcaire gris argileux.
- 1248 : calcaire dolomitique à tubulures.

Le fait que la partie inférieure du Purbeckien n'a pas été mise en évidence dans ce sondage n'autorise pas à penser qu'elle est inexistante dans la région de Cormoz. Elle a probablement échappé au carottage, et devrait se situer entre les cotes — 1124 et — 1209.

A la cote — 1210, on trouve encore des calcaires à petits cailloux noirs ; en admettant qu'ils constituent la base du Purbeckien, celui-ci aurait dans la région une épaisseur approximative d'une centaine de mètres.



# LITHOFACIES DU PURBECKIEN DANS LE JURA FRANÇAIS





*Répartition et stratigraphie  
des faciès purbeckiens  
dans le Jura Français*

---

L'étude des sédiments purbeckiens dans le Jura français pose un double problème : les différents faciès constatés sont-ils, ou non, répartis au hasard et, d'autre part, peut-on les synchroniser soit avec les formations similaires d'Angleterre et d'Allemagne du Nord-Ouest, soit avec les dépôts marins de la fosse vocontienne.

A) RÉPARTITION DES FACIÈS PURBECKIENS  
DANS LE JURA FRANÇAIS.  
ESSAI D'INTERPRÉTATION (Pl. II et III).

Dans les pages précédentes, j'ai déjà eu l'occasion de signaler des affinités évidentes entre certaines coupes. Par un examen comparatif plus approfondi, je voudrais montrer maintenant que les divers faciès décrits ne sont pas répartis d'une manière quelconque, mais qu'ils s'ordonnent selon des lignes parallèles à une direction privilégiée.

*Zone de faciès n° 1.*

Le faciès « calcaire grossier » du Berriasien forme une bande d'une largeur assez constante, de l'ordre de 10 à 12 kilo-

mètres, qui s'étend du Sud-Ouest au Nord-Est, sur plus de 80 kilomètres, de l'extrémité septentrionale du Vercors aux Bornes, en traversant obliquement l'anticlinal du Semnoz.

*Zone de faciès n° 2.*

Au Nord-Ouest de cette bande et parallèlement à elle, du côté du Jura, nous trouvons d'abord une zone de faciès que j'ai appelée « *zone de transition entre le faciès jurassien et le faciès subalpin* ». Le Purbeckien y est, en effet, très mal caractérisé : le passage du Jurassique au Crétacé s'effectue par une succession presque continue de sédiments marins et saumâtres, le plus souvent calcaires. Le faciès lacustre n'y occupe qu'une place minime (Coursuet, extrémité septentrionale du Semnoz, la Buisse) ou pratiquement nulle (flanc ouest de la Montagne de l'Épine, l'Echaillon).

*Zone de faciès n° 3.*

Dans la troisième zone parallèle aux deux autres, un premier type de faciès purbeckien franc pourrait être caractérisé de la façon suivante :

- Existence de niveaux lacustres, saumâtres et marins,
- Épaisseur totale modérée (inférieure à 20 m.),
- Petit nombre d'émersions (4 à 5),
- Absence de marnes dolomitiques et de dolomies ; faible importance des calcaires dolomitiques.

On le trouve au Banchet, à la Cluse de Chailles, au Col du Chat, au Gros-Foug et au Mollard de Vions.

*Zone de faciès n° 4.*

Dans cette zone (Pierre-Châtel, Cluse du Fier), la première émergence se manifeste plus tôt, ce qui donne une grande épaisseur au complexe purbeckien (40 à 50 mètres). On enregistre de très nombreuses oscillations, mais les émergences les plus importantes se situent à la partie supérieure. Les sédiments dolomitiques sont répartis dans toute la série, mais principalement à la base. Les marnes dolomitiques sont presque inexistantes et l'on observe une alternance de niveaux lacustres, saumâtres et marins.

*Zone de faciès n° 5.*

Ici, une importante formation dolomitique est localisée à la base : marnes dolomitiques, dolomies sableuses, dolomies cristallines. Elle surmonte quelques assises lacustres ou lagunaires, et supporte un complexe laguno-lacustre à *prédominance saumâtre*, sans intercalations marines franches, et d'épaisseur relativement forte, de l'ordre de 20 à 25 mètres.

*Zone de faciès n° 6.*

C'est une simple variante de la zone n° 5 : mêmes caractéristiques que précédemment, mais le complexe laguno-lacustre est beaucoup plus réduit, une dizaine de mètres seulement au Poizat, aux Moulins et vers Cinquétral près Saint-Claude.

*Zone de faciès n° 7.*

L'ensemble dolomitique de la base (marnes dolomitiques, dolomies feuilletées) est surmonté par un complexe laguno-lacustre à *prédominance lacustre*. Entre la série dolomitique et l'ensemble laguno-lacustre, les marnes et calcaires argileux sont souvent gypseux et contiennent de nombreux grains de quartz authigène. Le gypse peut localement se concentrer en poches, qui furent anciennement exploitées. Ce type est réalisé à Pont-de-la-Chaux, Foncine, Labergement-Sainte-Marie et Villers-le-Lac. D'après la coupe donnée par MAILLARD (1884, p. 17), on le retrouve aussi à la Brévine dans le Jura suisse.

*Zone de faciès n° 8.*

Cette zone diffère de la précédente par le fait qu'à Narlay, un niveau inférieur d'eau douce existe à la base des dolomies en plaquettes.

*Zone de faciès n° 9.*

A Bians-les-Usiers et le long de la vallée du Doubs, entre Pontarlier et Morteau, l'ensemble laguno-lacustre supérieur est presque entièrement marneux et a tendance à se réduire, comme aussi le complexe dolomitique de base.

*Zone de faciès n° 10.*

Sur une ligne Poncin-Longéville-Lods, le Purbeckien n'est représenté que par quelques assises de calcaire argileux dont

L'épaisseur ne dépasse pas 3 à 4 mètres, et le Néocomien débute par une oolithe rousse.

*Zone de faciès n° 11.*

Le long de la vallée du Suran, à Bohas, Banchin, Saint-Julien, les sédiments marneux ont disparu et l'on passe du Jurassique au Crétacé par une suite de niveaux calcaires, dans lesquels s'intercalent quelques assises lacustres. J'ai indiqué qu'une lacune de sédimentation était probable à la base du Néocomien.

*Zone de faciès n° 12.*

Sur la bordure ouest du Jura, vers Sainte-Agnès près Lons-le-Saunier et dans la région de Besançon, on ne trouve aucune formation d'eau douce ou de lagune à la partie supérieure de la série jurassique, mais seulement des brèches et des poudingues. Si l'on admet que le poudingue d'Indivillers, près Saint-Hippolyte (Doubs), qui ne diffère de celui de Montfaucon que par des éléments plus petits et mieux calibrés, fait partie de cette zone, celle-ci marquerait alors une nette inflexion vers le Nord-Est à la partie septentrionale du Jura (1).

*Zone de faciès n° 13.*

A l'Ouest du Jura, en Bresse, le Purbeckien est tout différent : forte épaisseur des sédiments marneux et présence des niveaux supérieurs du Purbeckien d'Angleterre.

Nous allons voir maintenant qu'à ces zones de faciès ne correspondent pas des dépôts exactement synchroniques : le Purbeckien se complète vers le haut quand on traverse le Jura du Sud-Est au Nord-Ouest.

(1) L'existence de cette zone est évidemment liée à l'hypothèse que les formations bréchiqes se sont formées au Jurassique supérieur. Dans le cas contraire, cette zone n'aurait aucun caractère paléogéographique ; elle marquerait simplement l'absence actuelle de dépôts purbeckiens, par suite d'une érosion tardive.

**B) STRATIGRAPHIE DE PURBECKIEN  
DANS LE JURA FRANÇAIS (Pl. V).**

En l'absence d'Ammonites, la stratigraphie du Purbeckien pose des problèmes particuliers. Les Mollusques, qui seuls parmi les macrofossiles sont bien représentés, ont une valeur stratigraphique douteuse ; la longévité des espèces ne permet certainement pas d'effectuer des coupes à l'intérieur du Purbeckien. Quant aux Foraminifères, la plupart ne sont que des espèces banales, indicatrices de faciès, mais d'un intérêt stratigraphique négligeable.

Par contre, dès le milieu du siècle dernier, FORBES utilisait les Ostracodes comme fossiles caractéristiques, dans les dépôts purbeckiens et wealdiens d'Angleterre. De nos jours, grâce aux travaux de F.-W. ANDERSON, P.-C. SYLVESTER-BRADLEY et N. GRÉKOFF, des coupures stratigraphiques y ont été nettement définies et les zones d'Ostracodes sont celles indiquées dans le tableau de la page 4.

En Allemagne du Nord-Ouest, la connaissance et l'utilisation des Ostracodes a largement progressé par suite des nombreux sondages à travers le Wealdien et les bancs sous-jacents, en vue de recherches pétrolières (1).

Dans le Jura français, de LORIOU et JACCARD, puis MAILLARD (1884, p. 28), reconnurent la présence de *Cypris purbeckensis* F. à Villers-le-Lac. N. GRÉKOFF et moi-même (1953) avons cité dans le Purbeckien du Poizat plusieurs espèces du Purbeckien inférieur et moyen anglais.

Voici donc comment se répartissent les espèces dans chaque zone définie précédemment.

*Zones 1 et 2 : mélange de formes marines et saumâtres :*

- Cytheridea* sp.
- Bairdia* sp.
- Cytheropteron* sp.
- Paracypris* cf. *siliqua* J. et H.
- Protocythere* sp.
- Cythereis* cf. *walfordiana* J. et S.
- Cypridea* sp.

(1) Consulter, en particulier, les travaux de H. BARSTENTEN, G. MARTIN, E. TRIEBEL, C. A. WICHER et J. WOLBURG.

## Zone 3 :

« C. » *bononiensis* J. très fréquent,  
*Cypris purbeckensis* F. rare,  
*Metacypris forbesii* J. rare,  
*Scabriculocypris trapezoides* A. rare,  
*Cypridea inversa* M. rare,  
*Cypridea dunkeri* J. rare.

« C » *bononiensis* J. est très répandu dans le Purbeckien inférieur du Dorset ; de même *Cypris purbeckensis* F. Ce dernier, ainsi que *Scabriculocypris trapezoides* A., est fréquent dans le Mûnder Mergel et le Serpulit d'Allemagne du Nord-Ouest. *Metacypris forbesii* est une forme du Serpulit, et *Cypridea inversa* du Serpulit inférieur.

Dans les premières zones, les faciès purbeckiens correspondent donc au Purbeckien inférieur d'Angleterre. Il est peut-être possible d'ajouter une précision. Dans la coupe de Bacon Hole (Dorset), « C » *bononiensis* paraît plutôt caractériser la partie moyenne et supérieure du Purbeckien inférieur, contrairement à *Cypris purbeckensis* que l'on trouve de préférence à la base. Or, dans les zones 3 et 4, celui-ci est rare, alors que « C » *bononiensis* est très abondant. On peut donc penser qu'elles ne correspondent qu'à la partie moyenne et supérieure du Purbeckien inférieur anglais.

Dans le Dorset, *Cypridea dunkeri* caractérise la base du Purbeckien moyen. Dans les zones 1 et 2, cette espèce existe, mais elle est très rare. La partie supérieure n'empiète donc ici que faiblement sur le Purbeckien moyen anglais.

Une comparaison s'impose aussi avec les niveaux correspondants d'Allemagne du Nord-Ouest. D'après G. MARTIN (1940), *Cypridea inversa* M. est caractéristique du Serpulit inférieur, tandis que *Cypris purbeckensis* ne dépasse pas le Mûnder Mergel.

## Zone 4 :

On retrouve à la partie supérieure les mêmes espèces que dans la zone précédente, et en proportion identique. La limite vers le haut reste donc inchangée. Mais il n'en est pas de même vers le bas où les premiers niveaux lacustres apparaissent plus tôt. Tandis que Chailles, le Banchet et le Mont du Chat étaient encore immergés, les premières émergences se faisaient déjà sentir à la Cluse du Fier et à Pierre-Châtel.

## Zones 5 et 6 :

« C. » *bononiensis* J. fréquent,  
*Cypris purbeckensis* F. rare,  
*Metacypris forbesii* J. rare,  
*Cypridea dolabrata* A. rare,  
— *dunkeri* J. rare,  
— *inversa* M. rare,  
*Dictyocythere retirugata* J. rare.

Bien que faiblement représentées, nous remarquons déjà plusieurs espèces du Purbeckien moyen d'Angleterre : *Dictyocythere retirugata* J., connu à Swindon, *Cypridea dunkeri* J. déjà cité, et *Metacypris forbesii* J. commun dans le Dorset. Mais l'espèce la mieux représentée reste « C » *bononiensis* J.

La limite supérieure du Purbeckien doit donc être ici légèrement décalée vers le haut. Par ailleurs, les premiers niveaux d'eau douce de la Dorche, du Poizat et du Fort de l'Ecluse paraissent correspondre à ceux de Pierre-Châtel et du Val de Fier, quoique légèrement décalés vers le bas. Nous avons vu qu'à Pierre-Châtel et au Val de Fier les sédiments dolomitiques n'étaient notables qu'à la partie inférieure et moyenne des coupes sous la forme de calcaires dolomitiques s'intercalant dans les assises marines, saumâtres et lacustres. Au Poizat, à Rossillon, à la Dorche, ils caractérisent plutôt la partie moyenne, où elle forme un complexe de marnes dolomitiques, de dolomies sableuses, en plaquettes ou saccharoïdes.

## Zones 7, 8 et 9 :

« C. » *bononiensis* J. fréquent,  
*Cypris purbeckensis* F. rare,  
*Metacypris forbesii* J. rare,  
*Cypridea dolabrata* très rare,  
— *dunkeri* J. assez fréquent,  
— *inversa* M. rare,  
*Darwinula leguminella* F. rare.

Les espèces sont à peu de chose près celles des zones précédentes. *Darwinula leguminella* F. n'a pas de signification stratigraphique précise ; en Allemagne du Nord-Ouest, on l'a signalée depuis le Serpulit jusqu'au Wealden 6. *Cypridea dolabrata* A., d'ailleurs très rare ici, est une espèce du Purbeckien supérieur d'Angleterre (ANDERSON, 1939).

Le fait le plus saillant réside dans l'augmentation très nette de la fréquence de *Cypridea dunkeri* J., surtout dans la zone 9 ;

à Bians-les-Uziers, par exemple, elle paraît au moins égale à celle de « C » *bononiensis* J. L'extension vers le haut se continue donc et va s'amplifiant de la zone 7 à la zone 9.

Le parallélisme entre les niveaux inférieurs d'eau douce et ceux des zones précédentes est plus délicat. GIRARDOT (1890) qui, le premier, les avait mis en évidence à Narlay, au-dessous des dolomies en plaquettes, pensait qu'ils devaient correspondre à la base des marnes à gypses de Villers-le-Lac. Or, les marnes dolomitiques et parfois gypseuses que l'on observe dans toutes les coupes à la base du complexe lagunaire et lacustre supérieur sont certainement l'équivalent des marnes à gypse de Villers-le-Lac.

Nous avons remarqué d'autre part qu'une tendance à l'émergence se manifestait, dans la région de Saint-Claude, au-dessous des dolomies feuilletées, où j'ai signalé des calcaires dolomitiques à cailloux noirs et à Charophytes, dont la position semble identique à celle du niveau inférieur d'eau douce de Narlay. Ce passage latéral du faciès lagunaire au faciès lacustre nous montre qu'en allant vers l'Ouest on s'éloignait du rivage. Cette tendance à l'émergence a dû se manifester aussi dans la région de Villers-le-Lac, et serait à rechercher dans les niveaux dolomitiques subordonnés aux marnes à gypse. Les affleurements sont malheureusement trop couverts pour permettre une vérification.

### C) APERÇU PALÉOGÉOGRAPHIQUE

De cette étude du Purbeckien dans l'ensemble du Jura, se dégage l'idée d'une succession schématique générale que l'on retrouve partout malgré les diversités locales, et qui se différencie d'une manière régulière en allant du Sud-Est vers le Nord-Ouest.

Prenons comme type de référence le Purbeckien de la région de Saint-Claude. On peut le schématiser ainsi, de haut en bas :

- 3) Un ensemble laguno-lacustre à prédominance saumâtre,
- 2) Un complexe dolomitique : marnes, dolomies feuilletées, dolomies saccharoïdes,
- 1) Un premier niveau, saumâtre.

Quand on va vers le Nord-Ouest, l'ensemble laguno-lacustre supérieur devient à prédominance *lacustre*, le complexe dolomitique moyen ne subit guère de variations, et le niveau inférieur lagunaire est lacustre à Narlay.

Au contraire, en direction du Sud-Est, le caractère marin s'affirme jusqu'à devenir prépondérant. Des niveaux marins s'intercalent dans les assises laguno-lacustres supérieures ; le complexe dolomitique tend à se disperser dans la partie moyenne et inférieure des coupes sous forme de calcaires dolomitiques, rarement de marnes, alternant avec des calcaires marins ou saumâtres.

Ces faits nous permettent d'établir avec assez de précision la paléogéographie du Jura vers la fin de l'époque jurassique.

Au début du Purbeckien, la mer se retire de la presque totalité de la partie ouest du territoire jurassien. Il ne s'agit à vrai dire que d'une émergence préliminaire, car si dans la région de Narlay les niveaux sont franchement lacustres, au Sud-Est ce sont seulement des assises lagunaires. La mer reprend ensuite possession du Jura pour une période relativement longue, au cours de laquelle la sédimentation dolomitique est abondante.

Puis le Jura émerge à nouveau : au Nord-Ouest d'une ligne Lavans-Foncine-Labergement-Stc-Marie-la Brévine, la mer ne reviendra plus jusqu'au Valanginien. Au Sud-Est cependant, l'eau de mer et l'eau douce se trouvaient très souvent mêlées, les organismes d'eau douce voisinant avec les formes de dessalure ou marines adaptées à leur nouveau milieu (P. DONZE, 1953). Au Sud-Est d'une ligne Pierre Châtel-Val de Fier, des assises marines s'intercalent dans le complexe laguno-lacustre supérieur : rares dans la zone 4, elles deviennent fréquentes dans la zone 3. Dans la zone 2, il n'est même plus possible de parler de complexe laguno-lacustre, tant son réduits les niveaux d'eau douce. On s'achemine ainsi progressivement vers les formations alpines, où toute formation lacustre franche a disparu.

Il se confirme donc que la transgression néocomienne est venue du Sud-Est, et a progressé vers le Nord-Ouest. La mer s'approfondissait du côté des Alpes, mais la bordure externe des massifs subalpins porte encore les marques d'une sédimentation littorale au cours des temps berriasiens. L'exact parallélisme de la frange occupée par les « calcaires grossiers » avec les zones de faciès dans le domaine jurassien, le fait qu'ils marquent le

maximum de la régression marine dans le domaine subalpin, imposent l'évidence qu'il ne peut s'agir que de l'équivalent alpin du faciès purbeckien.

D) PARALLÉLISME  
ENTRE LES FORMATIONS JURASSIENNES ET SUBALPINES  
A LA FIN DU JURASSIQUE (Pl. IV et V).

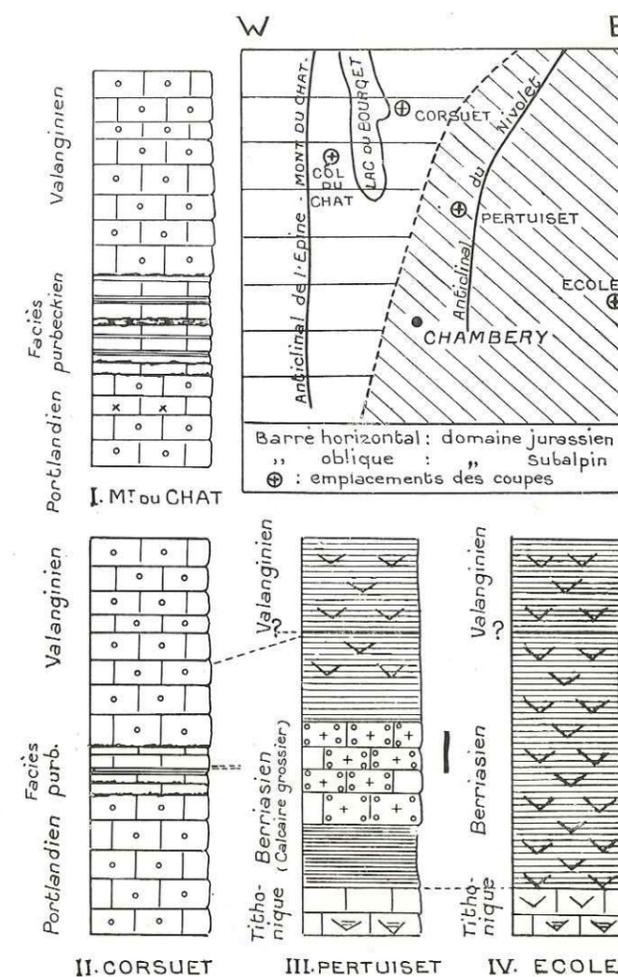
Il ne peut être question de faire l'historique détaillé de cette question, tant fut mouvante la pensée des anciens auteurs à ce sujet.

MAILLARD (1884, p. 142) voit d'abord dans le Purbeckien du Jura l'équivalent du Berriasien puis, après la découverte du Purbeckien dans la Cluse de Chailles, change d'avis, sans indiquer cependant le nouvel équivalent (1885, supplément, p. 21).

POUR HOLLANDE (1911, p. 208) et RÉVIL (1911, p. 351), les « calcaires grossiers » de Montagnols sont bien contemporains du Purbeckien, mais ils les placent à la partie supérieure du Tithonique. Cette confusion a son origine dans la découverte d'Ammonites à la Cluse de Chailles, trouvaille qui eut une influence décisive dans l'histoire des relations stratigraphiques entre les faciès subalpins et jurassiens à la limite jurassico-crétacée. C'est elle qui détermina KILIAN (1892, p. 175) à considérer le Purbeckien de Chailles comme l'équivalent du Tithonique supérieur : « la présence à la Cluse de Chailles de *Am. (Perisphinctes) lorioli*, espèce nettement tithonique, signalée par le regretté MAILLARD et confirmée par les recherches de RÉVIL et les nôtres, s'accorde nettement avec ce que montre la coupe de cette localité ; c'est que le Purbeckien du Jura vient se terminer vers le Sud dans le Tithonique supérieur, et non, comme on le croyait dans le Berriasien ». Celui-ci devenait alors, par voie de conséquence, l'équivalent alpin du « marbre bâtard » jurassien. Cette idée, admise sans discussion par HOLLANDE et RÉVIL, est aujourd'hui devenue classique (1).

(1) Voir W. J. ARKELL, *Jurassic geology of the World*, 1956, p. 91.

PLANCHE IV



Passage du faciès jurassien au faciès subalpin  
à la limite jurassico-crétacée dans la région chambérienne.

En réalité, on peut faire à cette hypothèse, qui se fonde uniquement sur la présence des deux espèces d'Ammonites citées, de graves objections d'ordre paléontologique :

a) Sur la dizaine d'échantillons recueillis dans les niveaux purbeckiens du Jura méridional, aucun Périssphinctidés n'a été cité ; ce sont tous des Berriasellidés. Or, au Tithonique supérieur les deux familles coexistent, les Périssphinctidés ne disparaissant qu'à la fin du Jurassique.

b) *B. lorioli* et *B. richteri* n'ont pas la signification stratigraphique précise que KILIAN leur a donnée, puisqu'on les retrouve encore dans le Berriasien (MAZENOT, 1939, p. 126 et 130) (2).

c) On n'a pas tenu compte de la découverte faite par RÉVIL à la Cluse de Chailles (1911, p. 321) de *B. cf. privasensis* Pict., espèce qui indiquerait plutôt le Berriasien (MAZENOT, 1939, p. 47).

Tout bien considéré, la seule considération des faunes d'Ammonites apporterait plutôt une présomption en faveur de l'âge berriasien des dépôts purbeckiens dans le Jura méridional.

Et précisément, les études sédimentaires effectuées dans les massifs subalpins septentrionaux et l'Ardèche ont montré qu'une importante régression s'était produite à ce niveau. Nous avons vu (P. 56-57) que dans toutes ces régions, la profondeur de la mer n'avait cessé de diminuer depuis la partie supérieure du Tithonique jusqu'à l'horizon moyen du Berriasien, où la nature des organismes postulait la présence, dans le voisinage et du côté du Jura, de territoires émergés. Il ne peut s'agir, à cette époque, que de l'émergence purbeckienne, comme le confirme d'ailleurs la considération des micro-organismes. Si l'on tient compte, en effet, de l'ensemble microflorique et microfau-

(2) Il subsiste d'ailleurs un doute sur l'identité spécifique de tous ces échantillons. Les spécimens provenant du Salève, que j'ai pu examiner à loisir grâce à l'amabilité de M. E. LANTERNO, Conservateur au Muséum d'Histoire naturelle de Genève, sont de petits individus, dont deux sont incomplets. Dans ces conditions, l'attribution d'un nom d'espèce paraît aléatoire. On peut affirmer toutefois qu'il s'agit de Berriasellidés, ayant comme caractère commun de ne pas posséder de sillon siphonal. Quant aux échantillons du Muséum d'Histoire naturelle de Chambéry, ce sont des empreintes indéterminables de *Berriasellinae*. On notera (MAZENOT, 1939, p. 124) que les *Berriasella* sans sillon siphonal sont rares au Tithonique supérieur et s'épanouissent brusquement au Berriasien.



nique du « calcaire grossier » berriasien, c'est avec celui des intercalations lagunaires et marines purbeckiennes du Jura méridional que les affinités sont les plus étroites.

Ce que j'ai appelé « l'ensemble laguno-lacustre supérieur » (p. 128) me paraît donc devoir être synchronisé, non pas avec la partie supérieure du Tithonique des régions subalpines, mais avec l'horizon moyen du Berriasien.

Quant au « premier niveau d'eau douce », il doit être synchronisé, pour les zones 4 à 8, avec un niveau nettement inférieur : base du Berriasien ou même Tithonique supérieur, sans qu'il soit possible d'apporter d'autres précisions.

Le tableau de la planche V, marquant les relations stratigraphiques entre les formations subalpines et les différentes zones de faciès, montre qu'il est impossible de donner au Purbeckien du Jura la valeur d'un étage ou même d'un sous-étage. D'importance variable selon les lieux, il ne débute pas et ne se termine pas au même moment dans l'ensemble du Jura. Il ne peut dès lors être considéré que comme un faciès, conformément d'ailleurs à l'opinion de HAUG (Traité, II, p. 1075).

Si donc on fait débiter le faciès purbeckien du Jura par ce « premier niveau d'eau douce », on voit, que dans les zones 4 à 8, il englobe une partie du Berriasien et probablement la partie terminale du Tithonique.

De même, les premiers bancs marins surmontant immédiatement les niveaux purbeckiens dans les zones 2 à 11 doivent correspondre à l'horizon supérieur du Berriasien ; mais il est impossible de déterminer avec précision où commence le Valanginien.

Si, dans le Jura, les massifs subalpins septentrionaux et l'Ardèche (1), on avait voulu donner à la limite jurassico-crétacée une signification paléogéographique, c'est assurément dans le Berriasien qu'il aurait fallu la situer ; dans toutes ces régions, la transgression de la mer crétacée n'a commencé qu'à cette époque. Mais quelles que furent les intentions de KILIAN, il se trouve que cette limite a été définie paléontologiquement par des faunes d'Ammonites, et il ne peut être question d'en adopter une autre. Le Jurassique se termine donc, comme l'a précisé

---

(1) Nous verrons qu'il en est de même en Provence et dans les Alpes-Maritimes.

G. MAZENOT (1939), avec l'horizon supérieur du Tithonique supérieur à *Berriasella chaperi* P. B. *aizyensis* M., *Dalmaniceras djanelidzei* M., *Neocomites suprajurensis* M., et le Crétacé débute avec l'horizon inférieur du Berriasien à *B. paramencilata* M. et *B. grandis* M..

En conséquence, l'« ensemble laguno-lacustre » de la partie supérieure des niveaux purbeckiens du Jura ne peut plus être considéré comme jurassique, mais doit être rangé à la base du Crétacé.

#### E) COMPARAISON AVEC LES NIVEAUX PURBECKIENS D'ANGLETERRE ET D'ALLEMAGNE DU NW. (Pl. V).

Nous avons vu que l'« ensemble laguno-lacustre supérieur » des zones 3 à 11 équivalait au sommet de la partie inférieure et à la base de la partie moyenne du Purbeckien anglais (p. 125-128).

Cette partie moyenne est donc approximativement synchronique du Berriasien. La partie inférieure du Purbeckien anglais correspond à la base du Berriasien, et doit probablement englober la partie supérieure du Tithonique. A notre avis, la zone à *Titanites giganteus* (sommet du Portlandien anglais) est antérieure à la zone à *B. chaperi* mais le décalage n'est pas considérable.

D'autre part, l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes ayant permis aux auteurs allemands (1) d'effectuer des corrélations entre les niveaux purbeckiens d'Allemagne du Nord-Ouest et ceux d'Angleterre, un synchronisme généralisé entre les dépôts mésogéens, ceux d'Angleterre du Sud et d'Allemagne du Nord-Ouest, est désormais possible à la limite jurassico-crétacée (planche V).

---

(1) Consulter, en particulier, les travaux de H. BARSTENTEN, G. MARTIN, E. TRIEBEL, C. A. WICHER et J. WOLBURG.

## CHAPITRE IV

### *Les sédiments de la limite jurassico-crétacée dans la Provence et les Alpes-Maritimes*

Au Sud des massifs subalpins septentrionaux, on ne trouve plus de dépôts lagunaires ou néritiques à la base du Crétacé. Dans les chaînes subalpines méridionales, le Gapençais et la région de Digne, les sédiments sont uniformément pélagiques à la limite jurassico-crétacée : calcaires tithoniques et marno-calcaires berriasiens à Calpionelles et Radiolaires (1). Ces derniers contiennent de belles faunes d'Ammonites ; parmi les nombreux gisements, citons celui de la Faurie (Hautes-Alpes) dont les fossiles calcaires et pyriteux ont été étudiés principalement par KILIAN (1910) et G. MAZENOT (1939).

Mais dès une ligne Forcalquier-Castellane et plus au Sud, d'importantes variations de faciès affectent la partie supérieure du Jurassique, et plus encore les étages inférieurs du Crétacé. Leur amplitude et leur diversité semblent d'abord devoir décourager toute tentative de répartition logique. Cependant, une constatation s'impose : les faciès d'émersion se développent d'autant plus que l'on se rapproche du massif Maures-Esterel. Si, comme pour le Jura, nous groupons les coupes d'après l'importance relative de la sédimentation lagunaire et lacustre, on constate qu'elles s'ordonnent en zones bathymétriques autour

---

(1) Il peut exister, localement, au Tithonique et au Berriasien, de minces intercalations détritiques à l'intérieur de séries typiquement pélagiques, comme l'a montré R. LEFLAIVE pour la région de la Faurie (D.E.S., Lyon, 1956). Leur présence est probablement due à des courants de turbidité, à partir d'un matériel formé sur les bordures.

des Maures-Esterel, émergés à cette époque (pl. VI). Mais, contrairement au Jura où, dans une même zone, la nature des sédiments restait à peu près constante, on ne trouve ici aucune homogénéité. Dans son mémoire sur le Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France, J. GOGUEL (1944) a montré par de nombreuses coupes l'ampleur de ces variations. L'utilisation conjointe des microfossiles et de la macrofaune m'a permis de préciser la nature et l'importance des émergions, ainsi que leur place dans l'échelle stratigraphique.

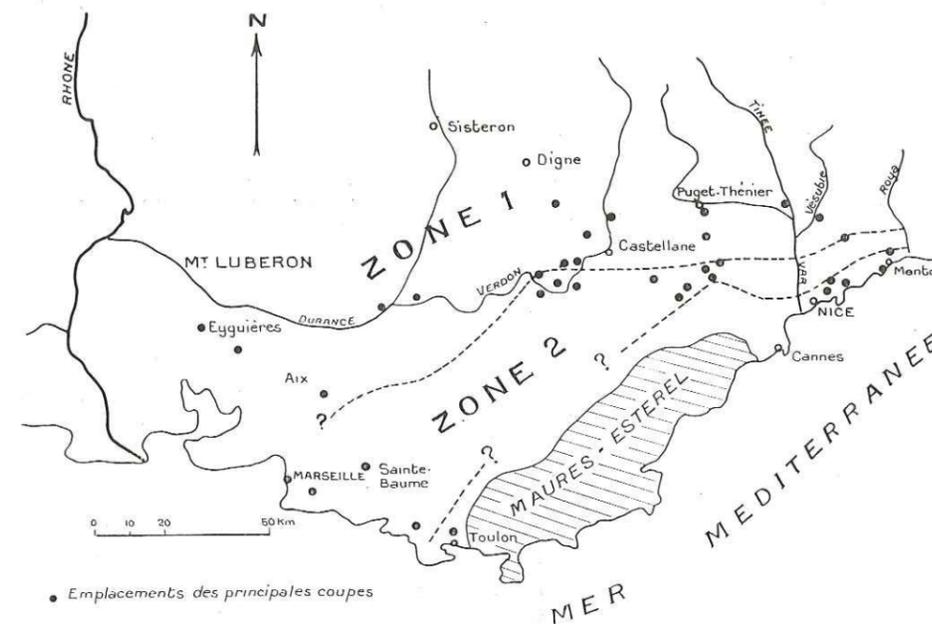
Par la variété des successions observées tant en Provence que dans les Alpes-Maritimes, on pourra se rendre compte de l'importance des perturbations que la proximité d'un massif émergé apportait à la sédimentation. A travers cette diversité, un fait général cependant, bien mis en lumière par cet auteur : la réduction considérable vers l'Est de l'épaisseur du Néococmien. Cette constatation justifie l'ordre adopté toutes les fois qu'il sera possible, d'Ouest en Est, pour les descriptions des coupes à l'intérieur d'une même zone bathymétrique.

I. — ZONE N° 1.  
LE PASSAGE DU JURASSIQUE AU CRÉTACÉ  
SE FAIT PAR UNE SUITE CONTINUE DE SÉDIMENTS MARINS

Nous choisirons comme succession-type (fig. 17) la coupe que l'on observe entre Saint-Julien et Vergons, au Nord de Castellane, décrite par KILIAN (1895, p. 888), puis par J. GOGUEL (1944, p. 8).

En se dirigeant vers l'Est, on reconnaît facilement les calcaires pseudobréchiques du Tithonique inférieur, à cristaux de pyrite et rognons de silex. Au-dessus, le calcaire prend une teinte plus claire, devient sublithographique et a livré *Berriasella privasensis* Pict., espèce qui, d'après KILIAN, marquait la partie supérieure de l'étage, mais qui, selon G. MAZENOT (1939, p. 47), indiquerait plutôt déjà le Berriasien. Ils supportent des calcaires à taches bleuâtres et à délit marneux, très fossilifères, dans lesquels, près du village de Courchons, J. GOGUEL signale *A. euthymi* Pict., *B. malbosii* Pict., *B. jabronensis* Maz., *B. rare-*

PLANCHE VI



Répartition des zones de faciès à la limite jurassico-crétacée dans les Alpes-Maritimes et la Provence.

*furcatus* Pict., fossiles nettement berriasiens. La partie supérieure devient plus argileuse, et l'on passe aux calcaires argileux et aux marnes du Valanginien, dans lesquelles KILIAN cite *Holcostephanus astieri* d'Orb., *Cosmoceras verrucosum* d'Orb., *Hoplites pexiptycus* Uhl., *H. neocomiensis* d'Orb. Puis, des calcaires bicolores alternant avec des marnes schisteuses bleuâtres à *Crioceras duvali* L., *Holcodiscus* cf. *incertus* d'Orb., *H. intermedius* d'Orb., et des bancs de calcaire brunâtre à *Holcostephanus astieri* d'Orb., *H. psilostomus* N. et U., *Crioceras duvali* L. représentent l'Hauterivien.

Il n'existe pas trace ici d'un épisode côtier ; les faciès sont constamment pélagiques, comme en pleine fosse vocontienne.

Plusieurs coupes brièvement décrites nous montreront maintenant comment cette succession se diversifie de la Provence aux Alpes-Maritimes, en contournant par le Nord les Maures-Esterel.

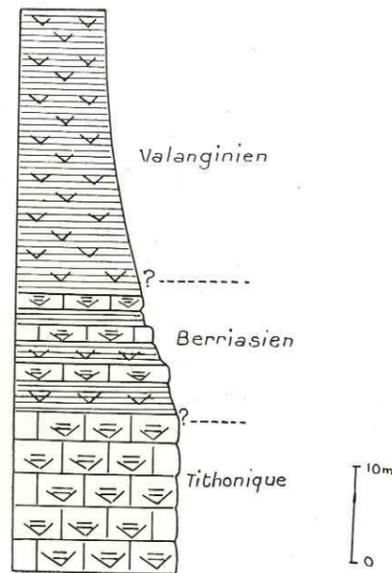


FIG. 17. — Coupe dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la région de Vergons, au N de Castellane.

A) Région de Salon et d'Aix-en-Provence.

Entre Pélissanne et Aurons, la route départementale 68 franchit les bancs massifs à Calpionelles du Jurassique supérieur, progressivement plus argileux vers le sommet, où s'intercalent même des lits de marnes claires à Calpionelles et Radiolaires et contenant, en outre, de rares *Dentalina communis* d'Orb. et *Lenticulina münsteri* R.. Ces dernières assises sont probablement berriasiennes, bien qu'en l'absence d'Ammonites il ne soit pas possible de l'affirmer d'une manière certaine. Les localités toutes proches d'Eygalières et d'Eygalières, typiquement berriasiennes, fournissent toutefois un point de comparaison sûr.

On retrouve les mêmes faciès pélagiques au Nord-Est d'Aix-en-Provence, au Pont de Mirabeau, sur la rive droite de la Durance, où l'on peut observer une suite continue des sédiments, du Tithonique au Valanginien.

La coupe décrite par J. GOGUEL (1944, p. 3), non loin de là, vers Gréoux, dans le cours inférieur du Verdon, est presque identique. Au-dessus de calcaires compacts tithoniques, des calcaires argileux gris, épais d'une cinquantaine de mètres, représentent le Berriasien. Le Valanginien, marneux à la base, plus calcaire au sommet présente un caractère quelque peu néritique.

Près d'Aix-en-Provence, le Berriasien a été récemment découvert par G. CORROY (1943, p. 113 ; 1945, p. 173) dans une série renversée, à la base de la Montagne Sainte-Victoire ; des calcaires compacts et argileux ont livré à cet endroit *Protacanthodiscus paramimouna* M. et *P. isaris* P. Il est surmonté par une masse de calcaire blanc zoogène, à Rudistes et Nérinées, du Valanginien supérieur. Il s'agit donc d'une sorte de « faciès mixte », intermédiaire entre les faciès profonds de la fosse vocontienne et les faciès littoraux de la région marseillaise.

Nous verrons, en effet, que plus au Sud, vers la Sainte-Baume, le Berriasien prend un faciès nettement néritique et même saumâtre ; le caractère côtier s'atténue au contraire vers le Nord. A la hauteur de Vauvenargues, comme l'ont montré G. CORROY et A. BAILLY (1946, p. 330), le Jurassique supérieur a déjà l'allure d'un sédiment bathyal, tandis que le Berriasien garde encore son caractère néritique ; mais au-delà du paral-

lèle de Salon, le Berriasien lui-même prend l'aspect d'un dépôt profond.

B) Région de Barrême, Digne et Castellane.

Au Nord-Ouest de Barrême, l'Asse traverse les bancs redressés du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Le Tithonique est formé par un calcaire bleuté compact à Lytocératidés, Phyllocératidés et *Aptychus*, pseudobréchique à la base. Le Berriasien est un calcaire argileux bleuté compact. Les faciès restent uniformément pélagiques.

De même, sur la Nationale 85, à la sortie méridionale de la Cluse de Saint-Pierre près Taulanne, le Berriasien marneux fait suite au Tithonique calcaire. Ici cependant j'ai trouvé des fragments de Périssphinctidés à la base des assises marneuses ; la sédimentation argileuse aurait peut-être débuté un peu avant la fin du Jurassique.

A l'Ouest de Castellane, dans le synclinal de Chasteuil, près du Pont de Soleil, le Verdon coule sur les bancs calcaires gris et compacts du Tithonique. Il a entaillé le Berriasien dont les assises de calcaires argileux gris, parfois oxydé, contiennent des Calpionelles et des *Berriasella* du groupe *Chaperi*. Le Valanginien et l'Hauterivien sont franchement marneux.

Les mêmes faciès pélagiques se continuent à l'Est de Castellane, comme on peut s'en assurer, par exemple, dans la Cluse de Riolan sur la route de Roquestéron à Puget-Théniers, et vers le Col de Saint-Raphaël.

C) Région de Thorenc.

Nous venons de voir qu'au Nord d'une ligne Castellane-Saint-Auban-Roquestéron, les faciès à la limite jurassico-crétacée étaient encore du type vocontien : calcaires compacts et marnes presque dépourvus de microfossiles benthiques. Au Sud de cette ligne, d'importants changements apparaissent. On observe d'abord une intense dolomitisation à la partie supérieure du Jurassique et parfois aussi comme entre Malamaire et la Foux, dans le Berriasien. A ce niveau, L. GINSBURG (1954, p. 148) signale non loin de là, sur le chemin du Col Saint-Pierre : *Berriasella* cf.

*callistoides* B., *Himalayites* sp. nov., *Neocomites* cf. *occitanicus* Pict.

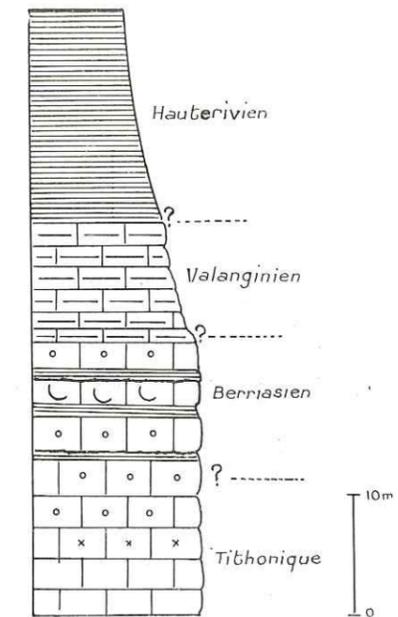


FIG. 18. — Coupe des couches du passage du Jurassique au Crétacé dans la région de la Ferrière.

Au Sud de la Lane, le Berriasien et le Valanginien ont une allure toute différente (fig. 18). Au troisième lacet de la route qui conduit de la Ferrière au Col-Bas, des assises calcaires de teinte claire, parfois rognoneuses, avec lits de marnes vertes et blanches, supportent des calcaires marneux gris contenant une microfaune à cachet valanginien :

- Protocythere* cf. *propria* Sh.
- Cytherella* sp.
- Cytheridea* sp.
- Lenticulina* (L.) *münsteri* R.
- — *nodosa* R.
- — *cultrata* M.
- — *subulata* R.

Au-dessus, des marnes bleues et grises ont livré une faune de l'Hauterivien inférieur (1) :

*Holcostephanus sayni* K.  
*Hoplites* cf. *neocomiensis* H.

Ici, le sommet du Jurassique et la base du Crétacé sont représentés par une suite continue de sédiments calcaires ; le Berriasien n'est plus distinguable lithologiquement des bancs sous-jacents. Quant au Valanginien, s'il comporte une partie supérieure marneuse surmontée directement par les marnes hauteriviennes, il est probable que sa base est encore comprise dans la série calcaire.

#### D) Région de la Tinée et de la Vésubie.

Dans les gorges de la Mescla, au confluent du Var et de la Tinée, une épaisse formation de calcaire compact gris-beige passe progressivement à des bancs de calcaire bleuté, sublithographique, qui deviennent plus argileux vers le sommet, et auxquels succèdent des marnes et des marno-calcaires de teinte plus rousse.

L'ensemble est pélagique : outre quelques fibrosphères, les bancs ne contiennent pratiquement que des Radiolaires et des Calpionelles (*C. alpina* L., *C. elliptica* C.) parmi lesquelles on reconnaît à la partie supérieure *Tintinopsella carpathica* M. et F., qui nous indique le Berriasien. Celui-ci se relie donc, sans solution de continuité, dans un même ensemble lithologique, aux calcaires jurassiques sous-jacents. *Calpionella alpina* L. et *C. elliptica* C. disparaissent à la fin du Berriasien ; seule subsiste *T. carpathica* M. et F. Le Valanginien doit débiter avec les marnes et les calcaires argileux car, dans des niveaux similaires, à peine distants de quelques kilomètres, au-dessous du village de la Tour, J. GOGUEL (1944) a découvert *Neocomites neocomiensis* H. et *Hoplites (Kilianella) roubaudi* d'Orb. de la base de l'étage.

Entre la Vésubie et la Tinée, un changement important de faciès s'opère dans le Néocomien (fig. 20). On y voit apparaître, comme l'a montré cet auteur (1944, p. 26), des falaises calcaires

(1) Détermination du Général COLLIGNON.

qui rappellent celles du Jurassique supérieur de la Mescla. Vers l'Est, le faciès calcaire débute encore plus bas, si bien que, sur la rive gauche de la Vésubie, le Néocomien inférieur couronne le Jurassique et forme avec lui un seul ensemble calcaire.

On peut le vérifier aisément vers Duranus, à proximité du point touristique dit « Saut des Français ». Une épaisse formation de calcaire bleuté, en gros bancs, supports des calcaires gris, un peu spathiques, à surfaces supérieures rubéfiées, d'une épaisseur de 6 mètres environ. Plus haut, ceux-ci deviennent gris-vert sombre, glaucomieux, et passent latéralement à des marnes contenant des dents de Poissons, ou à des oolithes ferrugineuses. On remarque des sections d'Ammonites à la surface des bancs, mais la dureté du calcaire ne permet pas leur extraction. Suivent des marnes et des calcaires argileux de teinte gris sombre contenant :

*Lenticulina (L.) münsteri* R.  
*Cytheridea* sp.  
*Cytherella* cf. *staringi* v. V.

L'épaisseur du Néocomien marneux, jusqu'aux couches glauconieuses de l'Albien, ne dépasse pas 30 mètres.

Dans l'importante série calcaire qui surplombe la Vésubie des recherches micrographiques basées sur les Tintinnidés, et que je n'ai pu entreprendre, pourraient peut-être préciser la part qu'y tiennent respectivement le Berriasien et le Valanginien.

#### E) Conclusions.

Les coupes que nous venons de décrire ont entre elles un caractère commun : le passage du Jurassique au Crétacé s'y fait toujours par une suite continue de sédiments marins. Elles jalonnent une zone bathymétrique où il n'y a pas eu d'émersions. Celle-ci se prolonge au Nord par la fosse vocontienne, dont elle constitue la partie méridionale. Le long de cette bordure, la succession des faciès n'est pas uniforme à la limite jurassico-crétacée ; elle offre, au contraire, d'importantes variations, d'Ouest en Est et du Nord au Sud :

1° A l'Ouest de Puget-Théniers, elle est encore de type vocontien, mais à l'Est le faciès « calcaire tithonique » englobe

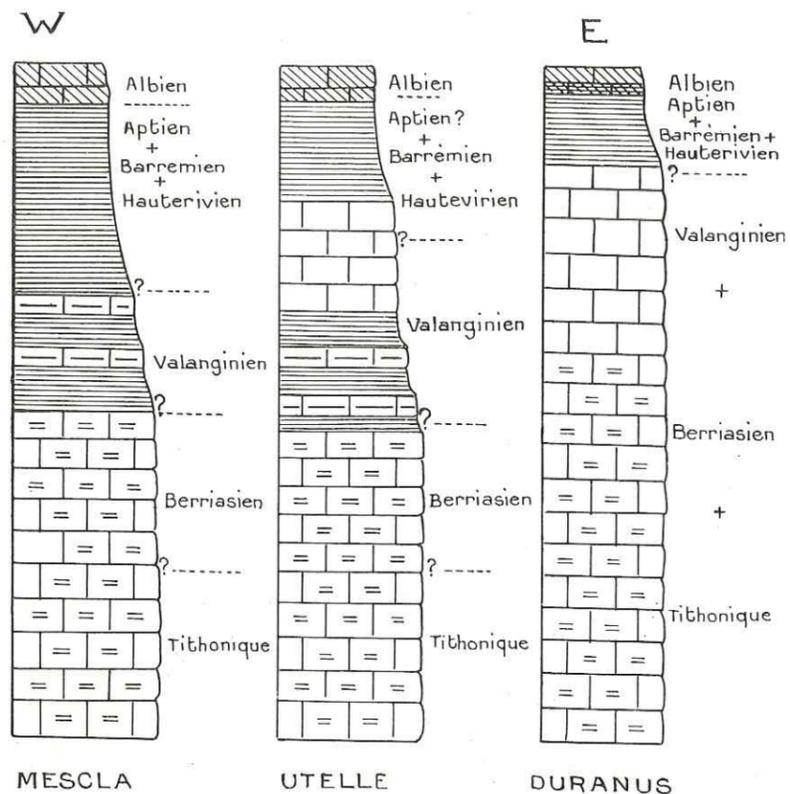


FIG. 19. — Schéma montrant la transformation d'W en E des faciès du Néocomien depuis la rive droite de la Tinée jusqu'à la rive gauche de la Vesubie.

progressivement le Berriasien puis le Valanginien. Cette extension ne paraît pas en rapport avec un fait d'ordre bathymétrique, car l'analyse micrographique ne révèle aucune différence notable entre les organismes trouvés dans les deux domaines.

2° Nous avons vu qu'entre Saint-Auban et la région de Valferrière-Col-Bas, c'est-à-dire sur une distance Nord-Sud inférieure à 10 kilomètres, le Berriasien pélagique passait à un Berriasien dont la microfaune benthique devenait prépondérante, ce qui indique une diminution de la profondeur marine,

comme l'attestent d'ailleurs les surfaces à ripple-marks et les bone-beds.

L'influence de la diminution de profondeur du Nord au Sud se manifeste d'une manière plus apparente encore quand on se rapproche du massif Maures-Esterel ; dans la zone bathymétrique n° 2, la proximité des terres émergées se traduit à la base du Crétacé par des dépôts saumâtres que nous allons maintenant décrire.

## II. — ZONE BATHYMÉTRIQUE N° 2. IL EXISTE DES DÉPÔTS SAUMÂTRES DANS LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR

### A) Région de Marseille.

Dans la région de Marseille, il existe au-dessus des « calcaires blancs » jurassiques une série marneuse verdâtre, décrite par COQUAND dans les termes suivants (1868, p. 106) : « calcaires grisâtres grumeleux et enveloppés dans des argiles verdâtres délitables, parfois entremêlés de bancs plus durs ». Ces assises, qui constituent pour la région un bon repère stratigraphique, n'ont pu jusqu'ici, faute d'arguments suffisants, être datées d'une manière certaine (1934, p. 133).

On peut les étudier commodément après le Col de la Gineste (1), le long de la route qui descend vers Cassis. Aux calcaires dolomitiques et aux dolomies cristallines succèdent des calcaires, parfois en petits bancs, puis des marnes et des marno-calcaires de teinte gris-verdâtre, surmontés par des calcaires clairs zoogènes.

Il est difficile d'évaluer à cet endroit l'épaisseur exacte de l'assise marneuse, mais à 1 kilomètre plus au Nord, dans le champ de tir, on peut constater qu'elle ne dépasse pas une

(1) H. COQUAND, 1868, p. 101.

vingtaine de mètres de puissance. Des prélèvements dans la base de ces marnes m'ont livré :

- Lenticulina münsteri* R.
- « *Candona* » *bononiensis* J.
- Diclyocythere retirugata* J.
- Clavator reidi* G.
- Porochara* cf. *hildesiensis* M.
- Porochara* sp.

Tous ces organismes sont abondamment représentés dans le Purbeckien du Jura, lui-même, en partie synchronique du Berriasien. Les marnes vertes sont donc déjà crétacées ; mais il n'est pas certain que l'on doive placer à leur base la limite Jurassique-Crétacé.

Elles reposent, en effet, sur des bancs calcaires (1), dans lesquels J. PFENDER (1932, p. 117) a signalé *Natica leviathan* P. et C., qui est plutôt d'affinité crétacée ; ce Gastropode est bien connu dans le Valanginien inférieur du Jura, comme aussi dans le Berrisien des chaînes subalpines (L. MORET et A. PACHOU, 1948, p. 97). Il semble donc logique de faire passer cette limite dans la partie supérieure des « calcaires blancs inférieurs » ; mais, à défaut d'Ammonites, il n'est pas possible d'apporter d'autres précisions (2).

En ce qui concerne les faciès, on remarque que les microfossiles cités précédemment ne sont pas homogènes : *Lenticulina münsteri* R. est un Foraminifère marin qui s'accommode, il est vrai, des très faibles profondeurs, *D. retirugata* J. vivait en eau peu salée, « C. » *bononiensis*, *P. hildesiensis* M. et *Clavator reidi* G. sont des espèces d'eau douce. Ces mélanges d'organismes sont fréquents dans le Purbeckien du Jura, ils traduisent la proximité des terres émergées. De fait, nous verrons qu'en direction des Maures, il existe à ce niveau de véritables faciès lacustres.

Ces marnes vertes du Crétacé inférieur ont une vaste extension. Dans le massif de la Sainte-Baume et celui de Marseilleveyre, leur puissance atteint une quarantaine de mètres

(1) Le « calcaire blanc inférieur » de G. DENIZOT.

(2) Une note récente de P. MARIE et D. MONGIN sur le Valanginien du Mont-Rose de la Madrague (*B.S.G.F.*, VII, 1957, p. 401-424) démontre que la limite Jurassique-Crétacé passe bien dans la partie supérieure du « calcaire blanc inférieur ».

(G. DENIZOT, 1934, p. 92). Elles sont recouvertes par une nouvelle barre calcaire (G. DENIZOT, 1934, p. 76), surmontée directement par les marnes hauteriviennes.

B) Région du Grand Canon du Verdon.

La route touristique récemment ouverte sur la rive gauche du Verdon entre Comps et Aiguines permet, grâce à des affleurements frais, l'étude précise des couches de passage du Jurassique au Crétacé.

A 200 mètres environ du Pont de l'Artuby, la route traverse des bancs calcaires à gros cailloux noirs et des lits de marnes vertes fossilifères :

- Lenticulina münsteri* R.
- Agathammina* sp.
- Ammobaculites* sp.
- Trocholina infragranulata* N.
- Macrocypris* cf. *horatiana* J. et S.

Les Foraminifères que j'attribue au genre *Agathammina* sont fréquents dans les « calcaires grossiers » berriasiens des chaînes subalpines ainsi que dans les niveaux lagunaires du Purbeckien du Jura. *Tr. infragranulata* N. est commune dans le Berriasien, de même les Ostracodes que je rapproche de *Macrocypris horatiana* J. et S. du Purbeckien d'Angleterre, et que l'on retrouve également dans le Purbeckien du Jura.

Plus au Nord, dans la région de Castellane et de Chasteuil, nous avons vu le Berriasien sous son faciès pélagique. Ici, l'aspect est tout différent : les marnes vertes, les cailloux noirs accompagnent généralement les mouvements d'émersion ; il n'y a cependant pas encore de sédiments lacustres.

Au lieu dit « Falaise du Banchet », la coupe est plus complète vers le haut. On note de haut en bas (fig. 21) :

- 8. Bancs calcaires de 0,10 à 1 m, contenant de rares Miliolidés. 10 m
- 7. Calcaire bréchiq. à cailloux noirs..... 0,20 m
- 6. Calcaire sublithographique beige à rares Miliolidés..... 0,50 m
- 5. Marnes vertes et calcaire bréchiq..... 0,30 m
- 4. Calcaire de teinte claire, pseudolithique, contenant des Miliolidés et *Clypeina jurassica* F. .... 4 m
- 3. Lit de marnes vertes et brèche calcaire.

- 2. Calcaire clair à gros cailloux noirs..... 2 m
- 1. Calcaire en bancs relativement massifs, beige-clair, à Milio-  
lidés et *Clypeina jurassica* F., formant falaise au-dessus du  
Verdon.

Dans cette coupe, les niveaux 2-7 sont visiblement les équivalents des niveaux à marnes vertes du Pont de l'Artuby ; ils sont donc attribuables au Berriasien. L'ensemble calcaire sous-jacent est jurassique, mais la limite exacte ne peut être précisée.

Les marnes vertes et les cailloux noirs disparaissent après le niveau n° 8. Celui-ci peut être suivi par continuité, et nous verrons que, sur la rive droite du Verdon, on a pu lui attribuer un âge valanginien.

Lorsqu'on poursuit en direction d'Aiguines, on trouve au bord de la route, de part et d'autre du Cirque de Vaumale, les marnes de l'Argovien, dont les affleurements ne peuvent s'expliquer que par un jeu de failles. Très fossilifères à cet endroit, elles m'ont livré (1) :

- Phylloceras tortisulcatum* d'Orb.
- Perisphinctes convolutus* Quenst.
- Neumayria oculata* B.
- Perisphinctes bonarelli* Siem.

L'alternance calcaires-marnes vertes est encore visible plus à l'Ouest, au-dessus d'Aiguines ; de même, sur la rive droite du Verdon, à la sortie du cañon, on peut voir, au bord de la route, des bancs calcaires de teinte claire à pendage presque vertical, des calcaires argileux rognoneux et des lits de marnes vertes.

Aux environs de La Palud-de-Moustiers, le Néocomien présente de beaux affleurements (fig. 21). Au-dessus des calcaires jurassiques, il existe une succession de bancs calcaires un peu spathiques, dont KILIAN (1895, p. 893) faisait l'équivalent probable du Berriasien. On trouve ensuite les couches marneuses valanginiennes à *Hoplites* sp., *Toxaster granosus* d'Orb., puis les marnes hauteriviennes.

En réalité, l'attribution au Berriasien de cet ensemble calcaire n'est légitime que pour la partie inférieure, équivalent de l'alternance calcaires-marnes vertes de Vaumale et de l'Artuby, sous un faciès moins continental. La partie supérieure est valan-

(1) Déterminations dues à M. PELLETIER.

ginienne car, non loin de là, au Point Sublime, D. MONGIN et P. TROUVÉ (1953, p. 223-239) ont recueilli dans ces mêmes assises des Mollusques caractéristiques de l'étage.

Le Néocomien marneux est très fossilifère au Nord-Est du Balcon de la Mescla, vers le hameau de Saint-Mêmes. Le Valanginien inférieur est calcaire, mais la partie supérieure marneuse m'a livré :

- Lenticulina crepidularis* R.
- (*Astacolus*) cf. *varians recta* Fr.
- (*Lenticulina*) *nodosa* R.
- — *subangulata* R.
- — *cultrata* M.

- Haplophragmium* sp.
- Cytherella* sp.
- Cytheridea* sp.
- Nematifera* sp. (1)

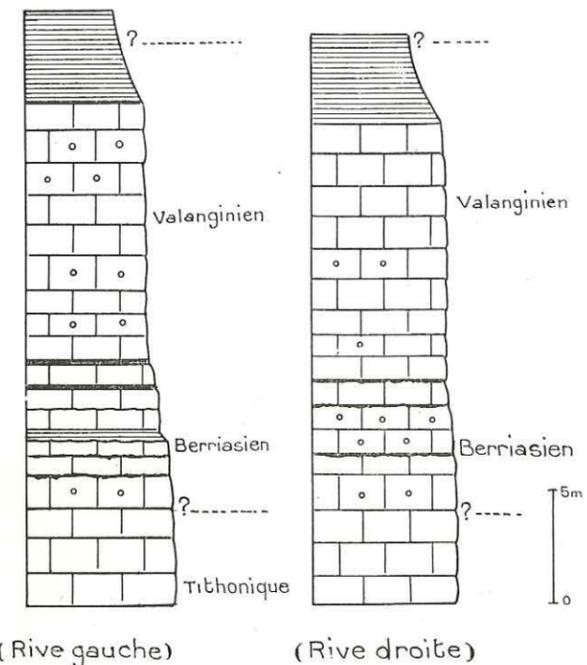


FIG. 20. — Coupes comparatives des couches de passage du Jurassique au Crétacé sur les rives droite et gauche du Verdon.

(1) Détermination due à M. L. DAVID.

Après une zone herbeuse couverte, affleurent les calcaires argileux hauteriviens contenant :

- Lenticulina (Lenticulina) münsteri* R.
- — — — — *nodosa* R.
- Trochamina* sp.
- Bairdia* sp.
- Cytheridea (Haplocytheridea) thörenensis* T.
- — — — — *nana* T.

Suivent les calcaires argileux barrémiens, de teinte gris-clair, fossilifères (1) :

- Toxaster* sp.
- Lytoceras phestus* M.
- Ancyloceras lorioli* C.
- Crioceras tabarelii* A.

Plus loin affleurent les marnes glauconieuses de l'Albien.

### C) Région d'Andon et de Thorenc.

Comme l'a indiqué L. GINSBURG (1954, p. 146), au n° 5, le Berriasien est formé par une alternance de bancs calcaires de couleur beige, un peu grumeleux, et de marnes jaunes à petites Rhynconelles ; mais plus au Sud, sur le flanc Nord de l'Audibergue, il existe, au-dessus du Tithonique, une série d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, constituée par une alternance de bancs calcaires et de marnes vertes, et surmontée par quelques mètres de bancs calcaires, dont la surface supérieure est perforée et rubéfiée. C'est probablement dans ces derniers niveaux qu'il faut situer la *Natica leviathan* P. et C. signalée par KILIAN (1895, p. 703) vers Andon.

A environ 0 m. 50 au-dessus de cette surface, les marno-calcaires ont fourni (renseignement oral de M. le Professeur FLANDRIN) *Neocomites occitanicus* Pict. (2).

La présence de cette Ammonite indiquerait que la base des calcaires argileux jaunes est encore berriasienne. On rappelle toutefois que la zone à *Occitanicus* monte jusqu'à la base du Valanginien ; d'autre part, la microfaune extraite d'un échantillon de marnes de ce niveau, que M. L. GINSBURG a eu l'amabi-

(1) Détermination du Général COLLIGNON.  
 (2) Détermination de M. J. SORNAY.

lité de communiquer, paraît plus valanginienne que berriasienne :

- Trocholina infragranulata* N.
- Lenticulina nodosa* R.
- — — — — *cultrata* M.
- — — — — *münsteri* R.
- Vaginula* cf. *subrotunda* Dam (1)
- Cytheridea thörenensis* T.
- Cytherella* sp.
- Prolocythere* cf. *franqueti* T.
- Paracypris* sp.

On y trouve aussi des débris de tiges de Charophytes. Dans cette coupe, la limite Berriasien-Valanginien devrait donc probablement se situer au sommet de la série supérieure calcaire qui surmonte l'alternance calcaires-marnes vertes.

La présence de débris de Charophytes à la base du Valanginien indique qu'un régime d'émersion tendait à s'établir à cette époque dans la région d'Andon.

Plus au Sud, vers Escagnolles, la partie supérieure marneuse du Valanginien disparaît, et l'Hauterivien repose directement sur les calcaires blancs, ce qui conduisit KILIAN et ZURCHER (1895, p. 963) à supposer une lacune du Valanginien. Il est fort possible, en réalité, que cet étage soit représenté, sous une forme très réduite, par les bancs calcaires surmontant l'alternance de calcaires-marnes vertes.

Sur le flanc nord de l'Audibergue, près du Col de Valferrière, à 5 kilomètres de Séranon, on observe, en contrebas de la route, que le Tithonique est surmonté par des calcaires grumeleux à délits de marnes vertes contenant des Miliolidés, des Textularidés, *Pseudocyclammia* sp. et des gyrogonites de *Porochara* sp., puis par quelques bancs de calcaire de couleur beige-clair. Viennent ensuite les marnes et les marno-calcaires renfermant (2) : *Toxaster lorioli* L., *Hoplites* cf. *castellanensis* d'Orb. de l'Hauterivien.

A ces marnes, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, succèdent des marnes bleues et vertes à *Desmoceras difficile* d'Orb. (1) du Barrémien.

(1) Détermination de M. J. SIGAL.  
 (2) Déterminations du Général COLLIGNON.

On retrouve une série analogue un peu plus au Sud, vers les Amphions. La route nationale 85 recoupe une alternance de calcaires clairs et de marnes vertes, surmontée par une formation calcaire. Le contact avec le Néocomien marneux est toutefois peu visible ici. Des prélèvements dans les marnes vertes m'ont fourni un mélange de formes marines, saumâtres et lacustres :

- Pseudocyclamina* cf. *lituus* Y. et H.
- Trocholina alpina* L. et B.
- Dentalina linearis* R.
- Cypridea* sp.
- « *Candona* » *bononiensis* J.
- Dictyocythere retirugata* J.
- Porochara* sp.

De même, sur la route de Saint-Vallier, à la sortie de Gourdon, lorsqu'on amorce la descente, on remarque, sur une épaisseur d'environ 30 mètres, une suite de calcaires clairs, parfois bréchiques, avec cailloux noirs, et de niveaux argileux. Vers la base, ceux-ci contiennent :

- Trocholina alpina* L. et B.
- *elongata* L. et B.
- Pseudocyclamina* cf. *lituus* Y. et H.
- cf. *virguliana* M.
- Lagena loevis* M.
- sp.
- ? *Macrocypris* cf. *horatiana* J. et S.
- « *Candona* » *bononiensis* J.
- Gastropodes sp.

Plus haut, ils renferment de petits Gastropodes d'espèces indéterminées, *Lagena* sp. *Protocythere* sp.

Au Castellaras de Thorenc, comme au Col de Valferrière et aux Amphions, la présence de Charophytes témoigne de la proximité des terres émergées. Mais il n'y a pas de vrais niveaux lacustres ; ce ne sont encore que des dépôts littoraux dans lesquels les organismes marins se mêlent aux fossiles d'eau douce.

La présence de « *C.* » *bononiensis* J. permet de synchroniser les niveaux marneux de base avec le Purbeckien du Jura, et d'en faire l'équivalent partiel de l'alternance calcaires-marnes vertes du Verdon.

Le Néocomien marneux, au-dessus du Valanginien calcaire, est visible encore plus à l'Est, mais, comme l'a montré J. GOGUEL



(1944, p. 19), son épaisseur diminue jusqu'à devenir presque nulle par endroits.

A l'Est du Paillon, le Néocomien change complètement d'aspect. Une coupe caractéristique existe le long de la route de l'Escarène au Col de Braus. Près du hameau de Saint-Laurent, on peut suivre en continuité, sur la route et dans le ruisseau, toutes les assises, du Jurassique supérieur au Crétacé supérieur. On relève la coupe suivante de haut en bas :

7. Calcaires et grès glauconieux de l'Albien, contenant :
  - Uhligella balmensis* J. (1)
  - et (2) *Latidorsella* sp
  - Uhligella* cf. *wallerandi* J.
  - Discindea rotula* Ag.
  - Echinoromus castaneus* d'Orb.
6. Marno-calcaires et marnes :
  - Lenticulina cultrata* M.
  - *subalata* R.
  - Cytherella* sp.
  - Cytheridea* cf. *thorensis* T.
  - Protocythere* sp.
5. Calcaires un peu glauconieux, à *Terebratula* sp., fragments d'Ammonites et débris d'Echinodermes..... environ 10 m
4. Calcaires gréseux, verdâtres à gris-sombre, glauconieux, contenant des Miliolidés, des Textularidés et des débris d'Echinodermes ..... 1,80 m
3. Calcaires pseudoolithiques à Miliolidés ; les surfaces supérieures sont parfois rubéfiées..... environ 15 m (3)
2. Calcaires à gros cailloux noirs, avec intercalations bréchiques à petits cailloux noirs et débris marneux à Foraminifères (*Trocholina* sp.) et Dasycladacées (*Terquemella* cf. *macrocarpus* M. Ch.) ..... 1 m
1. Calcaire de teinte claire contenant des Miliolidés, des Textularidés et *Lithoporella melobesioides* Fossilie.

Ainsi, nous voyons qu'au Col de Braus on passe du Jurassique au Crétacé par une suite presque continue de sédiments marins. Les bancs à cailloux noirs indiquent qu'il y a bien eu régression mais, à aucun moment, il n'y eut de vraies émergences ; celles-ci ne se feront sentir que plus au Sud, dans la région du Col de Castillon. On remarque, d'autre part, que la sédimentation est restée presque constamment calcaire du Jurassique à l'Albien. Faute d'Ammonites, les limites entre les diffé-

(1) Détermination de M. M. BREISTROFFER.  
 (2) Déterminations du Général COLLIGNON.  
 (3) A cet endroit, les épaisseurs sont difficiles à évaluer avec précision.

rents étages ne peuvent être précisés ; mais il est logique de penser, par analogie avec les autres coupes, que le faciès saumâtre affecte ici encore le Berriasien. Le Valanginien serait alors représenté par les calcaires pseudoolithiques du niveau n° 3 et les premiers niveaux glauconieux pourraient, comme dans la région de Nice, être attribués à l'Hauterivien.

III. — ZONE BATHYMÉTRIQUE N° 3.  
IL EXISTE DES DÉPÔTS SAUMATRES ET LACUSTRES  
DANS LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR

A) Région de Toulon.

Des faciès d'émergence sont visibles aux abords immédiats de Toulon. Sous le Fort Faron, J. PFENDER (1937, p. 181) a signalé des niveaux marneux à *Clavator*, *Orbitolines* et *Choffatella decipiens* Sch. ; mais il n'est pas possible d'effectuer à cet endroit une coupe détaillée. Par contre, on peut les étudier commodément dans une carrière située à 500 mètres environ à l'Est du Fort Grand Saint-Antoine, où ils forment une succession de bancs calcaires et de marnes entre deux importantes formations calcaires.

Du sommet de la carrière, et en descendant, on relève (fig. 21) :

- 16. Calcaire pseudoolithique en bancs réguliers.
- 15. Calcaire gris-clair, localement bréchique, avec surfaces supérieures parfois perforées.
- 14. Calcaire argileux gris ..... 1 m
- 13. Marnes blanches dolomitiques contenant :
  - Porochara maxima* D.
  - cf. *kimeridgiensis* M.
  - sp.
  - Cytheropteron* sp.
  - Dictyocythere* sp.
  - Macrocypris* sp.
  - Lenticulina* cf. *münsteri* R.
- ..... 0,80 m
- 12. Calcaire argileux gris ..... 1 m

- 11. Calcaire bréchique et marnes verdâtres fossilifères :
  - Clavator thoralis* D.
  - Porochara* cf. *kimeridgiensis* M.
  - sp.
  - Tolypella* sp.
  - « *Candona* » *bononiensis* J.
  - Cypridea* sp.
  - Metacypris* cf. *forbesii* J.
  - Dictyocythere* sp.
- ..... 1,50 m
- 10. Calcaire argileux à petits cailloux noirs et marnes grises :
  - Clavator* cf. *reidi* Gr.
  - *thorali* D.
  - Porochara maxima* D.
  - cf. *kimeridgiensis* M.
  - Tolypella* sp.
  - ? « *Candona* » *bononiensis* J.
  - Macrocypris* cf. *horatiana* J. et S.
  - Cytheridea* sp.
  - Pyrulina* sp.
  - Pseudocyclammia* sp.
- ..... 0,50 m
- 9. Poudingues et marnes ..... 0,15 m
- 8. Calcaire gris, compact ou pseudoolithique, en 2 bancs séparés par un délit marneux de 0,03 m, contenant des Milio-lidés, *Pseudocyclammia* cf. *lituus* Y. et H., *Trocholina elongata* L. et B. .... 0,55 m
- 7. Calcaire gris-sombre à petits cailloux noirs :
  - Perimneste horrida* H.
  - Clavator thoralis* D.
  - Dictyocythere* sp.
  - Gastropodes sp.
- ..... 0,15 m
- 6. Calcaire pseudoolithique à Ostracodes et Textularidés ..... 0,15 m
- 5. Calcaire gris-sombre contenant de nombreux débris de tiges de Charophytes ..... 0,15 m
- 4. Marne grise, d'épaisseur variable, fossilifère :
  - Clavator thoralis* D.
  - *reidi* Gr.
  - Porochara maxima* D.
  - sp.
  - cf. *kimeridgiensis* M.
  - Dictyocythere* sp.
  - Perimneste horrida* H.
  - Cypridea* cf. *granulosa* S.
  - Metacypris forbesii* J.
  - Quinqueloculina* ? sp.
- ..... 0,00 à 0,10
- 3. Banc calcaire à *Pseudocyclammia* sp. et Ostracodes ; la partie supérieure est gondolée et érodée. Ce banc est recouvert par un dépôt de calcaire lacustre d'épaisseur variable (0,00 à 0,03 m), pétri de tiges et de gyrogonites de Charophytes, remplissant les cavités du calcaire sous-jacent.
- 2. Brèche calcaire ..... 0,05 m
- 1. Calcaire de teinte beige-clair, en bancs de 1 à 0,50 m ; les surfaces supérieures sont parfois érodées et rubéfiées : Milio-lidés, *Trocholina alpina* L. et B.

On retrouve ici les mêmes difficultés que dans la région marseillaise pour déterminer la limite supérieure du Juras-

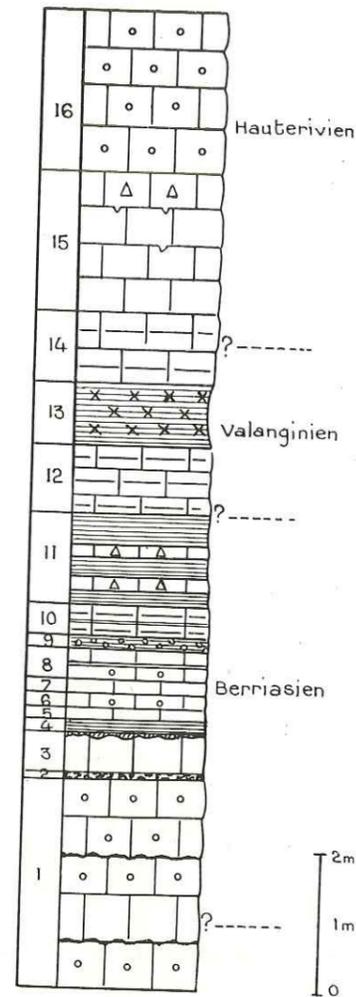


FIG. 21. — Coupe des couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la carrière à l'E du Fort Grand-St-Antoine près de Toulon.

sique. Les niveaux inférieurs contiennent des organismes fréquemment rencontrés dans le Purbeckien du Jura. Ils pourraient donc être rangés dans le Berriasien, dont la base passerait

quelque part dans la partie supérieure de l'ensemble calcaire sous-jacent.

Le Valanginien pourrait être représenté par la partie supérieure du complexe marneux et l'Hauterivien débiterait, comme l'indique G. DENIZOT (1947, p. 756), aux premiers niveaux calcaires, en s'intégrant avec l'étage suivant dans un même ensemble à faciès urgonien.

Cependant, sur la route stratégique du Gros-Cerveau, Cl. GOUVERNET (1955, p. 86) signale aux deux tiers supérieurs d'une série similaire, à caractère marin toutefois plus marqué, la présence de *Terebratula sanctae crucis* Cat., qui est une espèce hauterivienne. Il est donc possible qu'au Faron les bancs supérieurs du complexe marno-calcaire représentent déjà la base de l'Hauterivien.

Quoi qu'il en soit, cette région marque la limite, en direction des Maures, des terres émergées pendant les temps berriasien. A l'Ouest, on ne trouve plus à ce niveau que des formations saumâtres ou marines.

### B) Région de St-Vallier.

Sur la route de Saint-Vallier à Thorenc, 2 kilomètres avant le lieudit « Logis neuf », on observe le long de la route des calcaires clairs zoogènes plus ou moins massifs. Au-dessus, les bancs sont moins épais, parfois pseudolithique, avec quelques petits cailloux noirs disséminés ; ils contiennent de rares Lituolidés. Les surfaces supérieures sont quelquefois percées par les lithophages, et les bancs calcaires séparés par des assises marneuses. L'une d'elles m'a livré des fossiles d'eau douce: *Planorbis loryi* C., *Valvata* cf. *sabaudiensis* M. et *Metacypris forbesii* J. (fig. 22).

Du point de vue stratigraphique, la présence de *Metacypris forbesii* J. est intéressante. Cet Ostracode existe à la base du Purbeckien moyen de Bacon Hole (DORSET), ainsi que dans le Serpult et la base du Wealden 1 d'Allemagne du Nord-Ouest (G. MARTIN, 1940, p. 337). Il existe aussi dans le Purbeckien du Jura, où il voisine avec « C » *bononiensis* J., espèce que j'ai signalée dans des niveaux à marnes vertes proches de Saint-Vallier, à Gourdon et aux Amphions. Ce sont donc bien les hori-

zons saumâtres berriasiens de la zone précédente qui se transforment vers le Sud en dépôts lacustres contemporains des assises purbeckiennes du Jura.

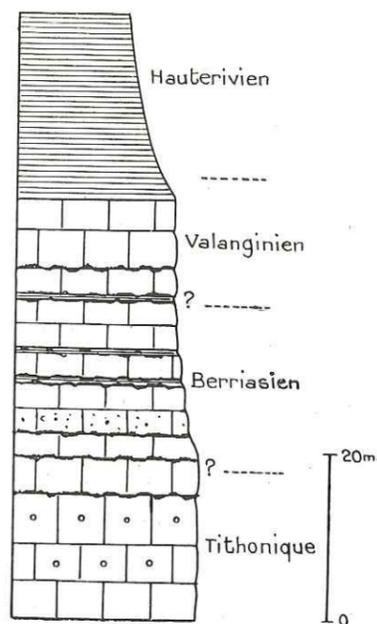


FIG. 22. — Coupe montrant le passage du Jurassique au Crétacé, vers le « Logis neuf ».

Au-dessus, quelques mètres de bancs calcaires font passage aux marnes hauteriviennes fossilifères (1) :

- Acanthodiscus radiatus* Brug.
- *pseudoradiatus* Baumb.
- Leopoldia* cf. *leopoldi* d'Orb.
- sp.
- Spitidiscus rotula* Sow.
- Holcodiscus hugii* Oost.
- Lytoceras* (*Thysanolytoceras*) aff. *subfimbriatum* d'Orb.
- Nautilus* (*Cymatoceras*) *pseudo-elegans* d'Orb.

Le Valanginien pose ici le même problème que pour la région d'Escagnolles ; son existence n'est pas certaine. On peut toutefois supposer qu'il est représenté, sous une forme

(1) Déterminations du Général COLLIGNON.

réduite, par les quelques mètres de calcaire clair qui surmontent les niveaux à marnes vertes.

C) Région de Nice et de Menton.

Lorsqu'on se rapproche de Nice, les formations marneuses vertes augmentent en fréquence et en puissance. Ainsi, à 3 kilomètres de Gattières, dans la carrière qui borde la route de Saint-Laurent-du-Var à Gattières, les calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur sont surmontés par une quarantaine de mètres de bancs calcaires, quelquefois rognonneux et bréchiques, séparés par des délits marneux ; puis viennent des alternances de calcaires, de marnes et de brèches, avec lits à cailloux noirs.

On notera toutefois que ce faciès d'émergence n'affecte pas la partie supérieure de la coupe, formée par une quinzaine de mètres de calcaires marins. Les niveaux les plus élevés sont d'ailleurs masqués ici par les sédiments récents, mais des observations plus complètes vers le haut peuvent être faites dans une grande carrière située 12 kilomètres plus à l'Est, sur la rive gauche du Paillon ; le chemin qui, depuis le pont où la route nationale n° 204 franchit la rivière, conduit au château de Drap, permet d'y accéder facilement.

A l'Ouest de la carrière, au-dessus des mêmes alternances que celles de la route de Gattières, bien visibles sur le front de taille, on observe une formation calcaire, elle-même suivie, après une brève interruption herbeuse, par des marnes bleues et des marno-calcaires en petits bancs, glauconieux. A partir de ces derniers, et en descendant, on note (fig. 23) :

- 11. Calcaire de teinte claire, en bancs massifs : Miliolidés, Textularidés, *Clypeina jurassica* F. .... 15 m
- 10. Calcaire en petits bancs et marnes rousses ou vertes, contenant des oolithes ferrugineuses et des dents de Poissons.... 2 m
- 9. Marne blanche, fossilifère :
  - Lenticulina d'orbigny* *schreiteri* E.
  - — *subangulata* R.
  - — *cultrata* M.
  - — *münsteri* R.
  - Dentalina legumen* R.
  - *communis* d'Orb.
  - Lagena* sp.
  - Fronicularia hastata paucicostata* B. et B.
  - Citharina rudocostata* B. et B.



Ces marnes sont superposées aux calcaires jurassiques, mais il n'est pas possible de poursuivre en ce point la coupe vers le haut. Par contre, une coupe complète de ces mêmes formations peut être faite sur la Moyenne-Corniche, entre Eze et Monaco, 700 mètres environ avant le tunnel qui surplombe le Cap d'Ail. Les bancs marneux de la partie supérieure sont traversés par la route, et la coupe se continue vers le bas dans une petite carrière à l'Ouest de celle-ci, puis dans le lit du ruisseau (1).

De haut en bas :

- 14. Marnes et calcaires argileux bleutés, un peu glauconieux, fossilifères :

Ammodiscus gaultinus B.
— tenuissimus G.
Marsonella oxycona R.
Lenticulina (Lenticulina) nodosa R.
— cf. italica D.
— eichenbergi B. et B.
— guttata guttata Dam
— d'orbigny schreiteri E.
— cultrata M.
— (Saracenaria) bronii R.
— cf. valanginiana B. et B.
Frondicularia hastata hastata R.
Citharina sp.
Cytheridea sp.
Bairdia cf. comanchensis A.
— cf. rotunda A.
Cythereis sp.

- 13. Marnes bleues et vertes, glauconieuses et gypseuses, à faune d'Ammonites hauteriviennes (2) :

Cymatoceras neocomiense d'Orb.
? Paraspiliceras neocomiense d'Orb.
Hoplites cf. oxygonius N. et N.

Un banc de marne gypseuse de la base m'a fourni de nombreux débris de Charophytes :

Porochara sp.
Clawator cf. reidi Gr.

- 12. Calcaire argileux roux à oolithes ferrugineuses :

Lenticulina (L.) nodosa R.
Dents de Poissons.

- 11. Calcaire de teinte claire :

Lithoporella melobesioides Foslie
Lenticulina sp.

(1) Un mur récemment édifié masque actuellement la base de l'Hauterivien marneux ; celle-ci reste cependant visible de l'autre côté de la route, au-dessus du mur de soutènement.

(2) Déterminations du Général COLLIGNON.

Pseudocyclamina sp.
Trocholina alpina L. et B.
Miliolidés
Textularidés

4 m

La suite est prise dans la carrière.

- 10. Calcaire beige-clair, localement rognoneux 3 m
9. Lit de marnes vertes et brèches calcaires, sans fossiles, donnant au lavage un résidu de fragments calcaires ferrugineux et des oolithes ferrugineuses.
8. Calcaire de teinte claire. 1 m
7. Calcaire bréchiq. et rognoneux à petits cailloux noirs. 2 m
6. Calcaire beige-clair sublithographique et lits de cailloux noirs 2,50 m
5. Calcaire bréchiq. et marnes contenant Cypridea cf. inversa M. 0,20 m
4. Calcaire de teinte claire. 1 m
3. Lit de marnes vertes sans fossiles ; résidu de calcaire dolomitique au lavage 0,10 m
2. Calcaire clair avec lit de cailloux noirs à la base. 0,60 m
1. Calcaire de couleur claire, en bancs massifs.

Cypridea inversa M. est très fréquent dans le Serpulit d'Allemagne du Nord-Ouest. Il existe aussi dans le Purbeckien du Jura. Il semble donc que les niveaux à marnes vertes de la base soient encore, dans la région de Nice, contemporains de ceux du Verdon, d'Escragnolles et de Thorenc, c'est-à-dire berriasiens. Les calcaires clairs des niveaux 10 et 11 représentent, au moins en partie, le Valanginien, étant surmontés par les marnes vertes de l'Hauterivien inférieur. Au sommet du Valanginien, une tendance à l'émersion se manifeste par quelques niveaux gypseux à Charophytes et Ostracodes, ainsi que par les niveaux à oolithes ferrugineuses qui précèdent les marnes glauconieuses de l'Hauterivien.

On remarquera la réduction considérable de l'épaisseur des sédiments : en moins de 15 mètres, on passe du Jurassique à l'Hauterivien.

Sur le littoral, les calcaires à cailloux noirs berriasiens affleurent encore au Cap d'Antibes, vers le Graillon, où leur épaisseur paraît importante, et au Cap Martin, vers Menton. En ce point, les bancs plongent vers la mer avec un fort pendage

sud-est et l'on peut relever la coupe suivante de bas en haut, depuis le premier banc de calcaire gris à cailloux noirs :

- 1. Calcaire en petits bancs, parfois un peu bréchi- que, à cailloux noirs et débris de Charophytes (*Porochara* sp.) ..... 1 m
- 2. Bancs de calcaire gris contenant de petits cailloux noirs et des Gastropodes ..... 1,50 m
- 3. Calcaire rognoneux en petits bancs contenant de petits Miliolidés ..... 2 m
- 4. Bancs de calcaire pseudoolithique clair, avec rares Miliolidés ..... 3 m
- 5. Calcaire gris pseudoolithique en petits bancs, à cailloux noirs et débris de Charophytes ..... 0,80 m
- 6. Calcaire beige-clair à Miliolidés et *Clypeina jurassica* F. ... 6 m

La coupe est interrompue par la mer. Les bancs supérieurs paraissent plus marneux et pourraient correspondre à l'Hauterivien du Cap d'Ail. On remarque aussi que la partie supérieure calcaire ne contient plus de cailloux noirs, ce qui augmente encore le parallélisme avec la coupe précédente.

Il semble que, sur le littoral, depuis Nice jusqu'à Menton, on puisse établir la succession schématique suivante : les calcaires à cailloux noirs et les marnes vertes représentent le Berriasien et peut-être la base du Valanginien, la partie supérieure de ce dernier étant un calcaire marin de faible profondeur à *Clypeina jurassica* F., tandis que l'Hauterivien débute par des marnes à oolithes ferrugineuses et glauconieuses, après une légère émerision.

Vers Menton, lorsqu'on s'éloigne de la côte, la succession des faciès au cours du Néocomien se modifie. Ainsi, sur la route du Col de Castillon, à proximité du Viaduc de Caramel, une carrière est ouverte dans les bancs du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Au-delà, en direction du Col, la route traverse la puissante formation des marno-calcaires du Crétacé supérieur. Une zone cachée par les broussailles sur une dizaine de mètres les sépare des premiers bancs visibles de la carrière. A partir de ceux-ci et de haut en bas (fig. 24) :

- 7. Marnes et calcaires argileux glauconieux verts, contenant (1) :
  - Verneuilina* sp.
  - Arenobulimina* aff. *macfadyeni* Cush.
  - nov. sp. 1
  - nov. sp. 2
  - nov. sp. 3

(1) Déterminations de M. J. SIGAL.

- Eggerellina* nov. sp.
- Ataxogyroidina* nov. sp.
- ? *Plectina* nov. sp.
- Marsonella ouachensis* S.

Cette microfaune est en partie nouvelle, sauf *Arenobulimina macfadyeni* Cush., connu comme un microfossile du Gault. J'attribuerai donc à cet étage les marnes vertes de la partie supérieure de la carrière, ce qui est d'ailleurs confirmé par leur subordination aux marno-calcaires sénoniens.

- 6. Calcaire bicolore ; vers la base, il contient *Clypeina jurassica* F. et *Salpingoporella annulata* C. Plus haut, le calcaire devient plus compact et renferme des Ostracodes. Il passe latéralement, vers le sommet, à une marne gypseuse et à grains de quartz ; la surface des bancs est parfois bréchi- que, avec cailloux noirs ..... environ 15 m (1)
- 5. Calcaire beige-foncé, bréchi- que vers le sommet ..... 1 m
- 4. Poudingue et marnes vertes ..... 0,40 m
- 3. Calcaire bicolore à Gastropodes et débris de Charophytes .. 1 m
- 2. Brèches et marnes vertes avec cailloux noirs ..... 0,30 m
- 1. Calcaire en bancs massifs, de teinte claire, pseudoolithique, à Miliolidés, Textularidés, *Pseudocyclammina* sp. et débris de Crinoïdes.

Ce qui est remarquable ici, c'est la continuité, sous une épaisseur réduite, de la sédimentation calcaire, du Jurassique à l'Albien. Les faciès d'émerision berriasien sont ici de faible importance : un seul niveau lacustre et quelques lits de marnes vertes et à cailloux noirs. Dans le calcaire bicolore sont donc inclus le Valanginien, l'Hauterivien et le Barrémien, sur une épaisseur ne dépassant pas 15 mètres.

Une succession presque identique existe un peu plus à l'Ouest, sur la route départementale n° 21, 2 kilomètres environ au Sud de l'Escarène.

Sous les marno-calcaires ferrugineux et glauconieux à *Toxaster amplus* Des. de l'Hauterivien, on observe des bancs de calcaire plus clair, avec lits de cailloux noirs et niveaux bréchi- ques, puis, sur une épaisseur de 10 mètres environ, des calcaires en petits bancs, avec délits de marnes verdâtres, puis des calcaires oolithiques et des dolomies. La tendance à l'émerision, qui se manifestait à la base de l'Hauterivien du Cap d'Ail par des niveaux gypseux à Charophytes, est encore sensible à l'Esca- rène et au Col de Castillon.

(1) Ce chiffre est très approximatif, vu l'impossibilité d'effectuer des mesures exactes à cet endroit.

Si l'on se reporte aux coupes qui ont été données dans des régions situées plus au Nord, dans la zone de faciès bathymétrique n° 1 à Duranus et, dans la zone n° 2, au Col de Braus, des bancs de calcaire glauconieux néocomiens à oolithes ferru-

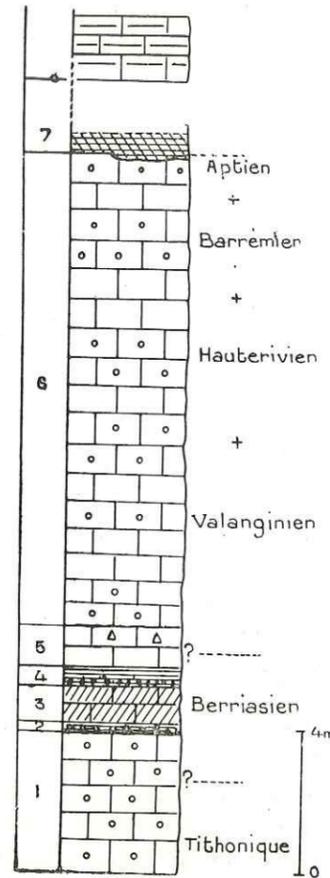


FIG. 24. — Coupe du passage jurassico-crétacé près du Col de Castillon.

gineuses surmontaient des assises calcaires de faciès en apparence plus profond, et semblaient marquer le début d'une transgression. Leur âge n'avait pu être déterminé avec précision. Il semble légitime d'y voir l'équivalent vers le Nord des niveaux d'émersion constatés plus au Sud à la base de l'Hauterivien.

D) Conclusion.

Nous voyons que, dans la région de Nice et de Menton, sur le littoral comme dans l'arrière pays, le Crétacé inférieur est extrêmement réduit. Le Valanginien conserve partout un faciès calcaire, mais l'Hauterivien est soit marneux, soit calcaire. Les émerisions affectent toujours le Berriasien, mais, sur la côte, elles se prolongent jusqu'à la base de l'Hauterivien, tandis que, vers le Nord, elles ne dépassent pas le Valanginien.

IV. — CONCLUSION GÉNÉRALE

Les coupes que nous venons de décrire, et leur groupement en zones bathymétriques, nous montrent clairement qu'au Berriasien les sédiments pélagiques font place à des dépôts saumâtres puis lacustres lorsque, partant de la bordure méridionale de la fosse vocontienne, on se rapproche du massif Maures-Esterel.

Mais contrairement au Jura, où les émerisions ne dépassent pas le Berriasien, elles se sont prolongées ici bien plus longtemps. Des dépôts de lagunes sont partout visibles, jusque dans le Valanginien inférieur, lequel n'est pas séparable lithologiquement des bancs sous-jacents. Le Valanginien supérieur présente, par contre, un caractère marin plus marqué. A la base de l'Hauterivien, se manifestent de nouvelles émerisions ; mais celles-ci s'atténuent et disparaissent vers le Nord.

Un autre fait remarquable est la diminution de puissance du Néocomien inférieur dans les zones bathymétriques 2 et 3, particulièrement dans la région de Nice, où elle affecte l'ensemble du Néocomien. Ces réductions ne dépendent pas de la nature des sédiments ; elles sont sensibles dans les dépôts marins aussi bien que dans les niveaux saumâtres ou lacustres. L'épaisseur totale des formations d'eau douce n'approche jamais, même de loin, celle que l'on trouve communément dans le Purbeckien du Jura, quoiqu'ils s'échelonnent sur une durée bien plus grande. Cette pauvreté des apports détritiques et leur granulométrie montre qu'il ne devait pas y avoir, au Sud du littoral actuel, de très grandes surfaces émergées, ou du moins qu'elles étaient d'un faible relief.

## CHAPITRE V

---

### *Les sédiments de la partie supérieure des Grands-Caussees et de la Séranne*

---

Entre l'extrémité Sud du Massif Central et la Montagne Noire, d'importantes surfaces de calcaires jurassiques forment de grands plateaux dénudés à relief karstique. Ainsi s'échelonnent du Nord au Sud les Caussees de Sauveterre, Méjean, Noir, du Larzac.

Dans ces régions, comme l'a fait remarquer B. GÈZE (1948, p. 138), la stratigraphie du Jurassique supérieur est très difficile et assez imprécise, par suite du manque d'Ammonites. La feuille de Séverac au 1/80.000<sup>e</sup> figure de grands affleurements de J6, généralement sous la forme de calcaires blancs, parfois en plaquettes, avec des fossiles brisés indiquant un régime récifal, exceptionnellement sous un faciès saumâtre à la Parade sur le Causse Méjean.

Le tracé géologique de ces régions est dû à G. FABRE qui n'a d'ailleurs, à ma connaissance, laissé aucun autre document relatif à ces formations de lagune. Celles-ci sont mentionnées par H. AGALÈDE (1944, p. 191) dans une publication sur les Grands-Caussees, mais cet auteur n'apporte pas de détails nouveaux.

Dans plusieurs notes antérieures (1951, p. 1044 ; 1952, p. 1297), dont l'une en collaboration avec M. GORIS (1954, p. 369), j'ai donné les grandes lignes de cette stratigraphie.

A. — CAUSSE MEJEAN

Au centre du Causse, 500 mètres environ au Nord du hameau de la Borie, la route qui relie Sainte-Enimie à Meyrueis traverse les assises portlandiennes affectées d'un faible pendage Nord. Vers l'Est, s'élève une petite butte formée de bancs calcaires ; ceux-ci affleurent au-dessus de la route, et l'on note de haute en bas :

- 12. Calcaire localement dolomitique, parfois pseudoolithique, contenant *Trocholina* sp., *Lenticulina* sp., *Nautiloculina oolithica* M., des Miliolidés et Textularidés, des Ostracodes et de nombreuses Algues (*Clypeina jurassica* F., *Salpingoporella annulata* C., *Vaginella striata* C., *Lithoporella melobesioides* F.).
- 11. Calcaire dolomitique à petits cailloux noirs et rares Ostracodes ..... 0,15 m
- 10. Calcaire sublithographique à Ostracodes, Annélides, Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina* sp. et Gastropodes ..... 0,20 m
- 9. Calcaire compact, parfois un peu dolomitique, à petits Miliolidés, Ostracodes et débris de *Porochara* sp. .... 0,40 m
- 8. Calcaire en petits banes ; ces calcaires correspondent très probablement aux calcaires en plaquettes de la Parade.
- 7. Calcaire contenant de petits cailloux noirs à la base. Localement, nombreux fragments de *Porochara* sp. et petits Gastropodes ; les Foraminifères sont rares. .... 0,40 m
- 6. Marnes vertes contenant : *Planorbis* cf. *loryi* C., *Valvata* sp., Gastropodes sp., *Porochara* cf. *hildesiensis* M. (1), Ostracodes sp.
- 5. Calcaire contenant des fragments de tiges et des gyrogonites de *Porochara* sp., des Ostracodes et de petits Miliolidés. On observe à la base de gros cailloux sapropéliens bruns et bleu-foncé, constituant parfois de véritables blocs.
- 4. Calcaire sublithographique à passées vertes et à cailloux noirs, parfois dolomitique.
- 3. Calcaire gris, dolomitique, passant latéralement à une dolomie pulvérulente ..... 0,80 m
- 2. Calcaire dolomitique à passées vertes, contenant des fragments de *Porochara* sp. et des petits Miliolidés. .... 0,50 m
- 1. Calcaire gris, localement pseudoolithique, parfois dolomitique, à Miliolidés, Textularidés, *Nautiloculina oolithica* M. et *Salpingoporella annulata* C.

La coupe se termine en contrebas de la route.

Les calcaires argileux en plaquettes signalés par G. FABRE sont bien visibles au Nord de la butte cotée 1041 qui domine

(1) Détermination de K. MÄDLER.

la Borie. A la macrofaune saumâtre (*Anomia* sp., *Ostrea* sp., *Cyrena* sp., etc...) se joint une microfaune composée de petits Miliolidés, Textularidés, *Lenticulina* sp., nombreux *Pseudocyclammina* cf. *virguliana* K., Ostracodes et tubes d'Annélides.

Au-dessus, les bancs calcaires de teinte claire contiennent de très nombreuses Algues : *Teutroporella obsoleta* C., *Vaginella striata* C., *Lithoporella melobesioides* F. et *Clypeina jurassica* F. On y trouve aussi des Miliolidés, des Textularidés, *Nautiloculina oolithica* M., *Trocholina feifeli* P., *Ammobaculites* sp. et de petits Gastropodes.

Ces bancs, qui forment la butte cotée 1041, au Nord-Est de la Parade, constituent les formations stratigraphiques les plus élevés de la série jurassique.

En l'absence d'Ammonites, il est difficile d'en évaluer l'âge exact ; il est cependant possible d'apporter des précisions. Une limite inférieure peut être fixée par le fait que, lorsqu'on monte sur le Causse Méjean par la route de Meyrueis à Sainte-Enimie, il existe une coupe continue, datée depuis le sommet du Bathonien jusqu'à la corniche kiméridgienne. En arrivant sur le plateau, on remarque que les calcaires marneux en plaquettes passent au-dessus de ces bancs kiméridgiens. La série lagunolacustre et les bancs marins qui les surmontent leur sont donc certainement postérieurs.

D'autre part, plusieurs considérations font penser que ces assises sont plus anciennes que le Portlandien supérieur :

1° Parmi les Ostracodes d'eau douce, je n'ai rencontré aucune espèce pubereckienne.

2° Les Charophytes typiquement purbeckiennes, et en particulier celles que j'ai décrites (1955 c, p. 287-290) dans le Purbeckien du Jura et le Berriasiens de Provence, ne sont pas représentées ; on ne trouve que des formes rappelant celles du Kiméridgien supérieur d'Allemagne du Nord-Ouest.

3° Dans les bancs marins de la partie supérieure, on note l'absence de grandes Trocholines (*T. alpina* L. et B., *T. elongata* L. et B.). Dans le Jura, celles-ci sont rares au Kiméridgien comme au Portlandien inférieur ; elles ne se développent qu'à partir du Portlandien supérieur et deviennent abondantes dans le Valanginien.

On y trouve par contre *Trocholina feifeli* P. qui, dans le Jura, sans être confinée au Portlandien inférieur, y est très fréquente.

4° Présence de très nombreux spécimens de *Pseudocyclamina virguliana* K. dans les calcaires en plaquettes. Ce Foraminifère, sans être vraiment caractéristique du Kiméridgien supérieur, y est abondant.

5° La macrofaune saumâtre, difficile à déterminer spécifiquement, étant donné le mauvais état de conservation, présente des analogies certaines avec celle de la base du Portlandien dans le « pli de Montpellier ».

On en conclura donc que l'émersion s'est produite vers la fin du Kiméridgien, ce qui date du Portlandien inférieur les derniers bancs de la série jurassique.

Ce faciès d'émersion n'est pas localisé à la région de la Parade. A l'Est du Causse, vers le kilomètre 26 de la route les Vignes-Florac, au pied d'une butte dominant une dépression cultivée, peu avant la plaine de Chanet, on observe des calcaires lagunaires et des brèches à cailloux noirs, surmontés par une quarantaine de mètres de calcaire parfois dolomitique, dont la microfaune rappelle en tous points celle des calcaires de la Parade.

De même, à l'Ouest du Causse, il existe sur cette même route des calcaires à petits cailloux noirs contenant *Pseudocyclamina virguliana* K., entre le Col de Rieisse et la Croix-Blanche. Ils surmontent l'importante formation dolomitique de teinte gris-roussâtre et supportent une quarantaine de mètres de calcaire fin, pseudolithique ou dolomitique. Ici cependant, les faciès d'émersion paraissent moins accusés ; on ne reconnaît pas, en particulier, de niveaux à marnes vertes.

#### B. — CAUSSE DE SAUVETERRE

Les calcaires à cailloux noirs affleurent sur le chemin des Récoulettes, à la sortie du hameau de Mazel-Bouissy. Depuis ce point, on observe, lorsqu'on se dirige vers l'Est-Nord-Est, en direction d'une dépression cultivée, des calcaires lacustres contenant *Porochara cf. hildesiensis* M., des brèches à cailloux noirs, des calcaires dolomitiques à Ostracodes, des calcaires argileux en plaquettes à coquilles d'eau saumâtre, *Pseudocyclamina virguliana* K. et tubes d'Annélides, puis des bancs calcaires de teinte claire

à faune marine. La succession est donc identique à celle de la Parade.

Plus à l'Ouest, dans la région de Saint-Georges-de-Lavéjac, aux alentours de la route conduisant des Vignes à la Canourgue, non loin de l'embranchement allant au Point Sublime et dans la dépression herbeuse sise au Sud-Ouest du Mas Rouch, on retrouve le même faciès saumâtre de calcaire à cailloux multicolores et de calcaires marneux en plaquettes.

#### Conclusion.

Sur une grande partie des Causses Méjean et Sauveterre, au régime marin qui donna naissance aux calcaires dolomitiques et aux dolomies roussâtres du Kiméridgien, a succédé un régime lagunaire et même parfois lacustre. Peu après, au Portlandien inférieur, la mer envahissait de nouveau la lagune, en restant d'ailleurs très peu profonde : les calcaires zoogènes qu'elle y a déposés sont très riches en Dasycladacées, principalement *Clypeina jurassica* F. Ces calcaires constituent la couverture sédimentaire la plus récente des Causses ; leur puissance n'excède pas une cinquantaine de mètres. Le Portlandien supérieur n'est pas représenté, l'érosion l'ayant probablement fait disparaître.

#### C. — CAUSSE NOIR

Ici encore, la stratigraphie des niveaux supérieurs est difficile par suite de la pauvreté de la faune. La feuille de Séverac au 1/80.000<sup>e</sup> (première édition) indique de grands affleurements portlandiens à l'Est du hameau des Mazes et au Nord de Layolle (1).

Or, j'ai repéré au Nord-Est du hameau de Layolle des niveaux de calcaire marneux en plaquettes fossilifères, qui ont livré une faunule composée de Térébratules, de Rhynchonelles et d'Ammonites. Celles-ci, de détermination spécifique difficile, comportent en particulier divers *Planites* à côtes bifurquées qui, d'après M. GOTTIS (2), sont très proches de formes connues dans

(1) Il faut noter que leur prolongement sur la feuille au 1/80.000 de St-Affrique est attribué au Callovien-Oxfordien (1<sup>re</sup> édition) ou à l'Argovien (2<sup>e</sup> éd.).

(2) P. DONZE et M. GOTTIS. C. R. Ac. Sc., t. 238, 1954, p. 369.

le Séquanien et la base du Kiméridgien. Ces couches sont surmontées par une quarantaine de mètres de calcaire qui, stratigraphiquement, constitue la partie supérieure du Causse et pourrait être considéré comme un vestige de la corniche kiméridgienne. Il s'agit de calcaire à nombreux débris de tests d'Echinodermes, Miliolidés et Textularidés, ne rappelant en rien les bancs supérieurs des Causses Méjean et Sauveterre.

Tout laisse à penser que l'érosion a été plus active sur le Causse Noir, puisque le Portlandien tout entier a disparu et probablement aussi une partie du Kiméridgien.

#### D. — LARZAC

Les assises les plus élevées du Larzac présentent beaucoup d'analogies avec celles des Causses Méjean et Sauveterre.

Entre Homs et le Luc, la route traverse des bancs de calcaire clair pseudoolithique, parfois dolomitique, très zoogène : Miliolidés, Textularidés, *Trocholina feifeli* P., *Nautiloculina oolithica* M., *Ammobaculites* sp., *Trocholina alpina* L. et B., *Clypeina jurassica* F. et *Lithoporella melobesioides* F. Vers l'Ouest, sur la butte cotée 831, les bancs calcaires renferment en outre *Vaginella striata* C. et *Salpingoporella annulata* C.

Cette association est identique à celle qui existe dans les bancs supérieurs des Causses Méjean et Sauveterre, attribuées au Portlandien inférieur. On peut, dès lors, se demander s'il existe sur le Larzac, à la limite Portlandien-Kiméridgien, des faciès d'émersion analogues à ceux que l'on trouve plus au Nord. Il ne m'a pas été possible de le mettre en évidence. Les coupes naturelles, il est vrai, sont rares à ce niveau. Cependant, dans le lit de la Virenque, où le Portlandien et le Kiméridgien sont bien observables, je n'ai pas vu de faciès rappelant celui de la Parade. Il y a lieu de penser que, sur ce Causse, le passage d'un étage à l'autre se fait par une série continue de sédiments marins.

#### E. — LA SERANNE



Lorsqu'on suit en direction du Nord-Est le sommet de la Séranne, ou observe, vers Peyre Martine, une succession de calcaires zoogènes, à la base desquels, à proximité du col reliant les Natges au Méjanel, existent des dolomies et des cargneules rousses, avec quelques bancs calcaires à taches brunes sapropéliennes. Ce sont, en réalité, des fragments d'organismes, surtout des *Vaginella striata* C., imprégnés de matière organique. Les microfossiles sont à peu de chose près ceux de la partie supérieure des Causses Méjean, Sauveterre et du Larzac : *Haplophragmium* sp., *Nautiloculina oolithica* M., *Trocholina feifeli* P., *Lenticulina* sp., *Pseudocyclammina virguliana* K., Miliolidés, Textularidés, *Vaginella striata* C., *Clypeina jurassica* F., *Salpingoporella annulata* C. Il s'agit donc probablement de niveaux proches du Portlandien inférieur.

Vers le Nord-Est, ces bancs sont surmontés par des assises calcaires plus élevées stratigraphiquement. Lorsqu'on arrive vers le Roc Blanc, on remarque, sous le sommet, des calcaires clairs, massifs, surmontés par des brèches à cailloux noirs, puis des bancs de calcaires à petits cailloux noirs, sur une épaisseur de 0 m. 50. Au-dessus, des dolomies en plaquettes et des dolomies massives d'une puissance de 3 mètres environ, supportent quelques mètres de calcaire clair.

Ici encore, il ne m'a pas été possible de déceler la présence de faciès saumâtres à la base du Portlandien. Peut-être cependant pourrait-on voir dans les calcaires à taches brunes sapropéliennes un équivalent atténué des calcaires lagunaires de la Parade.

A la partie supérieure de l'étage, il existe une tentative d'émersion marquée par quelques assises de sédiments de faible profondeur, mais les derniers mètres sont en calcaire marin. On peut, dès lors, se demander s'il ne s'agirait pas de l'émersion purbeckienne, les bancs terminaux représentant le Valanginien inférieur sous son faciès calcaire marin. A vrai dire, rien ne s'oppose à cette conception, mais aucun argument décisif ne vient non plus l'étayer.

Il est possible, en effet, que ces faciès lagunaires résultent de causes locales. Par exemple, d'après M. GORRIS, ils pourraient être dus à la fermeture du « Golfe des Causses » sous l'influence d'une vaste barrière corallienne qui, s'appuyant au Nord sur le massif de Lozère, se dirigeait vers le Sud en direction de la Gardiole.

Quoi qu'il en soit, vers l'Est, ces faciès ont disparu. Des horizons de démantèlement dus à la proximité du récif existent encore, mais ils sont mêlés aux sédiments vaseux à Calpionelles analogues à ceux de la « fosse vocontienne ».

DEUXIÈME PARTIE

---

*Etude systématique  
des organismes et des sédiments*

---

## CHAPITRE VI

---

### *Etude systématique des micro-organismes*

---

Il ne pouvait être question de décrire et figurer dans ce travail, avant tout d'ordre stratigraphique, la totalité des micro-organismes rencontrés. Je me bornerai simplement à la description rapide des principales espèces, me réservant de donner dans de futurs travaux la description et la figuration des espèces inédites. D'autre part, je ne reviendrai pas sur les Ostracodes, dont il a été déjà abondamment question dans la première partie.

#### A. — LA MICROFLORE

##### 1) Charophytes.

Dans le Jura, les Alpes-Maritimes et la Provence, à la limite jurassico-crétacée, ainsi que dans le Jura et les Grands-Causses, au Kiméridgien supérieur, les Charophytes sont abondamment représentées. Tous les niveaux lacustres et la plupart des niveaux lagunaires, parfois aussi les niveaux marins de faciès littoral, contiennent des débris de tiges, des gyrogonites, des oogones ou des utricules attribuables à ces Algues, lesquelles vivaient en eau douce ou en eau faiblement salée.

Parmi les très nombreux spécimens recueillis, trois espèces sont connues dans le Purbeckien d'Angleterre : *Clavator reidi* Groves, *Clavator bradleyi* Harris et *Perimneste horrida* H.. Deux autres sont très proches d'espèces provenant du Kiméridgien d'Allemagne du Nord-Ouest : *Porochara* cf. *kimmeridgiensis* Mädlér, *P.* cf. *hildesiensis* (1).

Par contre, certaines formes s'éloignent nettement de toutes celles qui ont été décrites jusqu'ici. J'ai reconnu 3 nouvelles espèces, dont 2 possèdent un utricule, ce qui les rattache au genre *Clavator* Reid et Groves, tandis que la troisième appartient au genre *Porochara* Mädlér.

FAMILLE *Characeae* L. Richard 1815

GENRE *Porochara* Mädlér 1955

*Porochara maxima* Donze

1955. *Aclistochara maxima* nov. sp., B. S. G. Fr. (6), III, p. 289.

*Diagnose.* — Gyrogonite ovale, de forte taille, la plus grande largeur un peu au-dessous du milieu (800-1100  $\mu$  de long, 700-800  $\mu$  de large). Sommet aplati percé par une ouverture formant une sorte de pore. Base parfois arrondie, mais généralement conique. Cellules spirales le plus souvent concaves, de 90  $\mu$  de largeur. Nombre de tours en vue latérale : 10-11.

Ces gyrogonites, très volumineuses, sont remarquablement constantes dans leur forme et leurs dimensions. Les côtes spirales intercellulaires sont généralement aiguës, mais on y distingue parfois nettement la ligne de suture des cellules spirales.

*Rapports et différences.* — *Porochara maxima* D. se rapproche par certains caractères de *P. raskyae* Mädlér ; mais, dans cette nouvelle espèce, les cellules spirales sont bien plus fortement concaves et les côtes intercellulaires plus aiguës, caractère qui la rapprocherait de *P. westerbeckensis* M.. Cependant, la taille bien plus grande de *P. maxima* D. l'éloigne de l'une comme de l'autre.

(1) Je remercie le Professeur T. M. HARRIS de Reading et le Docteur K. MÄDLER de Hanovre, auxquels ont été soumises ces espèces, pour les indications qu'ils ont bien voulu me fournir.

*Répartition.* — Très commune dans le Purbeckien du Jura. On en rencontre aussi quelques représentants dans le Berriasien des chaînes subalpines.

*Porochara* cf. *kimmeridgiensis* Mädlér

1953. *Aclistochara kimmeridgiensis* Mädlér, Charophyten, p. 26, pl. B, fig. 13-19.

1955. *Porochara kimmeridgiensis* Mädlér, Zur taxionomie der tertiären Charophyten, p. 271.

*Description.* — Gyrogonite assez volumineuse, arrondie, ayant 600-700  $\mu$  de long et 500-600  $\mu$  de large, la plus grande largeur un peu au-dessous du milieu. Cellules spirales de 60-70  $\mu$  de large, plate ou un peu concave selon l'état de calcification. Nombre de tours en vue latérale : 9-10.

Les spécimens trouvés se rapprochent tout à fait de *P. kimmeridgiensis* M. du Kiméridgien d'Allemagne du Nord-Ouest. Ils en différencient cependant par une largeur un peu plus faible des cellules spirales.

*Répartition.* — Très fréquente dans le Purbeckien du Jura. Elle existe aussi dans le Berriasien des chaînes subalpines ainsi que dans le Crétacé inférieur de Provence et des Alpes-Maritimes.

*Porochara* cf. *hildesiensis* Mädlér

1953. *Aclistochara hildesiensis* Mädlér, Charophyten, p. 18, pl. A, fig. 17-21.

1955. *Porochara hildesiensis* Mädlér, Zur Taxionomie, p. 271.

Je range dans cette espèce des gyrogonites de forme ovale, ayant en moyenne 500  $\mu$  de long et 350-400  $\mu$  de large ; la plus grande largeur se situe un peu au-dessous du milieu. Les cellules spirales, de 60  $\mu$  de largeur, sont un peu convexes. Nombre de tours en vue latérale : 7-9.

Ces exemplaires sont très voisins de *P. hildesiensis* M. du Kiméridgien d'Allemagne du Nord-Ouest. La seule différence est, semble-t-il, un nombre de tours un peu plus faible.

*Répartition.* — Fréquent à la base du Portlandien sur les Causses Méjean et Sauveterre. On le trouve aussi dans le Purbeckien du Jura et le Berriasien des Alpes-Maritimes et de Provence.

*Porochara fusca* var. *minor* Mädlar

1953. *Aclistochara fusca* Mädlar, Charophyten, p. 20, pl. A, fig. 26-29.

1955. *Porochara fusca* Mädlar, Zur Taxionomie, p. 271.

J'attribue à cette espèce des gyrogonites de petite taille provenant du Kiméridgien supérieur du Jura méridional.

GENRE *Tolypella* Leonardi 1863

*Tolypella* sp.

Des gyrogonites ayant 500  $\mu$  de long et 380  $\mu$  de large, à petit nombre de tours, et dont les cellules spirales de 75  $\mu$  de large sont séparées par des côtes saillantes, peuvent être rangées dans le genre *Tolypella* L. Des représentants de ce genre ont été décrits dans le Kiméridgien d'Allemagne du Nord-Ouest par K. Mädlar (1952, p. 30-36). Nos spécimens s'en distinguent par une taille un peu plus forte. Le petit nombre d'exemplaires n'autorise toutefois pas, pour le moment, la création d'une espèce nouvelle.

*Répartition.* — Purbeckien du Jura et Berriasien de Provence ; très rare.

FAMILLE *Clavatoraceae* Pia 1927

GENRE *Clavator* Reid et Groves 1916

La gyrogonite est entourée par un utricule calcaire.

*Clavator thoralii* Donze (1)

1955. *Clavator thoralii* nov. sp., B. S. G. Fr., (6), III, p. 287.

*Diagnose.* — Utricule de grande dimension : 1000-1200  $\mu$  de longueur, 600-1000  $\mu$  de largeur maxima. A partir de la base, s'élèvent 9 cellules tordues en spirales sinistrogires. Vers le milieu, le nombre de cellules s'accroît et peut varier de 12 à 15. La torsion persiste jusqu'à la partie supérieure de l'utricule. A ce niveau, les cellules tendent à se rejoindre pour ne laisser entre elles qu'une petite ouverture.

Gyrogonite volumineuse : 700-800  $\mu$  de longueur, 500-600  $\mu$  de largeur maxima. Cellules spirales généralement un peu con-

(1) Espèce dédiée au regretté M. THORAL, Professeur de Géologie à l'Université de Lyon.

vexes, d'environ 50  $\mu$  de largeur. Elles se redressent brusquement à la partie supérieure en formant une sorte de bec. Nombre de tours visibles latéralement : 10-12.

Dans cette espèce, les utricules présentent une assez grande variabilité, soit dans les dimensions, soit dans leur forme générale. Une côte saillante sépare les cellules assez fortement concaves. L'angle de torsion n'est pas constant pour tous les individus, ni parfois pour toutes les cellules d'un même utricule ; il peut varier de un tiers de tour à un tour.

*Rapports et différences.* — *Clavator thoralii* D. qui, par certains caractères, rappelle *Clavator reidi* Groves du Purbeckien d'Angleterre et du Jura, s'en distingue cependant très nettement par les dimensions bien supérieures de la gyrogonite et de l'utricule, ainsi que par la torsion des cellules de l'utricule, presque inexistante chez *Cl. reidi* Gr.

Cette nouvelle espèce n'est pas non plus sans rapport avec *Apotochara trivolvis* Peck du Crétacé inférieur des Etats-Unis ; mais chez cette dernière, les cellules basales sont droites et se terminent vers le tiers inférieur, la partie médiane étant occupée par une quinzaine de petites cellules.

*Répartition.* — Commune dans le Purbeckien du Jura, dans le Berriasien et le Valanginien des Alpes-Maritimes et de la Provence.

*Clavator fieri* Donze

1955. *Clavator fieri* nov. sp., B. S. G. Fr., (6), III, p. 288.

*Diagnose.* — Utricule volumineux, de forme arrondie, rétréci aux deux extrémités, mais surtout vers le sommet où il forme une sorte de bec. Longueur 1000-1300  $\mu$ , largeur 900-1100  $\mu$ . Partie extérieure réticulée, formée par un réseau de petites cellules.

Cette espèce se reconnaît aisément grâce au réseau cellulaire qui couvre la totalité de la surface externe de l'utricule, sauf le long d'une bande étroite (75  $\mu$  de large) partant de la base pour aboutir au sommet. Cette bande est parfois cloisonnée et peut même faire défaut. Quand elle existe, elle confère à l'utricule une symétrie plus ou moins bilatérale. L'extrémité du bec est percée par une petite ouverture et, à la base, le point d'insertion de l'utricule est parfois creusé d'une petite cavité.

La réticulation n'est pas aussi nette chez tous les individus ; elle s'oblitére quelquefois, la surface de l'utricule devenant alors lisse ou très faiblement ornementée.

La gyrogonite n'a pas été trouvée en place, mais les dimensions et la forme de la cavité qui occupe l'intérieur de l'utricule indiquent qu'elle devait être arrondie et de grande dimension (850-950  $\mu$  de long, 750-850  $\mu$  de large).

*Rapports et différences.* — *Clavator fieri* D. se distingue par sa surface entièrement réticulée de toutes les espèces connues. Cet aspect n'est pas habituel chez le genre *Clavator*, et l'on pourrait interpréter ces organismes comme des oogones d'un *Clavator* dont l'utricule ne se serait pas fossilisé. L'allure rappellerait alors celle de certains oogones de *Clavator reidi* Gr. dont la surface externe est ornementée. Mais, dans ce cas, les ornements sont des tubercules dont la disposition spiralée est en rapport avec celle des cellules spirales de la gyrogonite. Chez *Clavator fieri* D., au contraire, l'ornementation consiste en un réseau d'origine nettement cellulaire, sans aucun lien avec ces cellules spirales. Il s'agit bien, croyons-nous, d'utricules de *Clavator* dont les oogones seraient les individus à surface extérieure lisse.

*Répartition.* — Commun dans le Purbeckien du Jura. Abondant au Poizat et à la Cluse du Fier.

*Clavator reidi* Groves

- 1916. *Clavator* Reid and Groves, Preliminary Report on the Purbeck Characeae, p. 253, pl. VII.
- 1924. *Clavator reidi* Groves, *Journal of Botany*, LXII, p. 116.
- 1939. *Clavator reidi* Harris, British Purbeck Charophyta, p. 16.
- 1940. *Clavator reidi* Sylv. Bradley, The Purbeck beds of Swindon, p. 369.
- 1948. *Clavator reidi* Carozzi, Purbeckien du Jura suisse, p. 134, fig. 37-44.

Cette espèce, commune dans le Purbeckien du Jura, peut se présenter sous des formes variées. Dans l'état le plus complet, l'utricule est formé par une dizaine de cellules qui s'élèvent presque droites depuis la base. Les parois latérales sont conservées et forment des sortes de côtes très légèrement tordues. Mais souvent, à la partie supérieure, les parois internes de l'utricule n'ont pas été calcifiées et, de ce fait, ont disparu. L'oogone

apparaît alors couvert de tubercules disposés en spirale. A la base, elles subsistent par contre presque toujours.

Dans certains spécimens, on remarque sur la paroi interne de l'oogone l'empreinte des cellules spirales. Quelquefois la gyrogonite seule est conservée. Elle est ovale, un peu allongée, de 600  $\mu$  de longueur et d'environ 400  $\mu$  de largeur.

Certaines gyrogonites de cette taille possèdent une sorte de bec à la partie supérieure, formé par l'assemblage des cellules spirales qui se sont redressées vers l'extrémité. Il s'agit probablement de *Cl. reidi* Gr. car les empreintes à l'intérieur de l'utricule mettent en évidence aussi ce redressement des cellules spirales. Ces gyrogonites correspondraient peut-être à un état de minéralisation plus avancé.

*Répartition.* — Cette espèce est commune dans le Purbeckien du Jura. On la trouve aussi dans les niveaux lacustres et saumâtres du Berriasien et du Valanginien de Provence et des Alpes-Maritimes.

*Clavator bradleyi* Harris

- 1939. *Clavator bradleyi* Harris, British Purbeck Charophyta, p. 53.
- 1948. *Clavator bradleyi* Carozzi, Etude stratigraphique et micrographique du Purbeckien du Jura suisse, p. 144.

J'attribue à cette espèce des gyrogonites qui existent en nombre restreint dans le Purbeckien du Jura. Leurs caractéristiques sont les suivantes : longueur 350-380  $\mu$ , largeur 250-260  $\mu$  ; les cellules spirales peuvent être convexes ou concaves et forment une sorte de bec à la partie supérieure de la gyrogonite. Nombre de tours visibles en vue latérale : 7-8.

GENRE *Perimneste* Harris 1939

Il n'y a pas d'utricule mais, à maturité, l'oogone est entouré par des feuilles portant des anthéridies, lesquelles ont leurs parois calcifiées.

- 1939. *Perimneste horrida* Harris, British Purbeck Charophyta, p. 54.
- 1948. *Perimneste horrida* Carozzi, Etude stratigraphique, p. 145.

Les organes reproducteurs sont formés par une masse calcifiée de forme vaguement sphérique, de 1.000 à 2.000  $\mu$  de dia-

mètre, entourée de petites cupules dans lesquelles on distingue des sortes de sillons partant du centre et décrivant une spirale.

T.-M. HARRIS a montré qu'il s'agissait d'une masse complexe formée par l'oogone au centre et les rameaux fertiles qui l'entourent en formant une sorte d'utricule. Ces rameaux sont porteurs d'anthéridies qui s'appliquent tout autour de l'oogone, principalement vers le plan équatorial. Les anthéridies sont sphériques et ont une paroi calcifiée ; mais seules ont subsisté les portions adjacentes à l'oogone. Ces cupules sphériques sont donc les vestiges de la paroi anthéridiale.

De telles Charophytes, pour lesquelles cet auteur a créé le genre nouveau *Perimneste*, existent dans le Purbeckien du Jura, mais sont relativement rares. On les trouve aussi, avec plus d'abondance, dans le Berriasien et le Valanginien des Alpes-Maritimes et de la Provence.

Dans tous les spécimens recueillis, la cavité oogoniale était vide, ce qui rend aléatoire l'attribution à cette espèce de gyrogonites libres. Une section montre cependant que l'oogone devait mesurer environ 1.000  $\mu$  de long sur 750  $\mu$  de large, avec un bec assez long d'environ 250  $\mu$  de longueur.

Dans le Purbeckien d'Angleterre, T.-M. HARRIS n'a trouvé aussi que des gyrogonites isolées, attribuées à cette espèce à cause de la correspondance entre les cellules spirales et les empreintes à l'intérieur de la paroi oogoniale. Leurs dimensions sont en moyenne les suivantes : 680  $\mu$  de long et 570  $\mu$  de large.

## II) Dasycladacées.

### GENRE *Clypeina* Michelin 1845

#### *Clypeina jurassica* Favre

- 1913. *Organisme A* Favre et Joukowsky, Monographie géologique et paléontologique, p. 315, pl. XIV, fig. 2.
- 1927. *Clypeina jurassica* Favre, Etude du Jurassique supérieur de Pierre-Chatel.
- 1950. *Clypeina jurassica* Morellet, Contribution à l'étude, B. S. G. Fr., p. 399, pl. XXII.

Cette Algue calcaire siphonnée, décrite d'abord sous le nom d'*Organisme A* par J. FABRE et JOUKOWSKY, fut ensuite rattachée au genre *Clypeina* Michelin et nommée *Clypeina jurassica* F..

En 1950, J. MORELLET (p. 399-402) décrit des échantillons dégagés provenant des Hauts-Plateaux algériens, dont il montra l'analogie avec la *Clypeina jurassica* de Pierre-Chatel ; ceci lui permit de préciser la diagnose de l'espèce, laquelle n'avait pu jusqu'alors être observée qu'en plaques minces.

J'ai pu moi-même obtenir des spécimens dégagés en divers points du Jura méridional, non loin de la localité-type. Voici quelles en sont les caractéristiques :

— verticilles fertiles en forme de corbeille évasée, de 800 à 1.500  $\mu$  de diamètre.

— logettes sporangiques soudées sur toute la longueur et ouvertes à l'extrémité ; leur nombre varie de 10 à 15 et leur largeur à l'extrémité varie de 10 à 15 et leur largeur à l'extrémité est de 250  $\mu$  à 300  $\mu$ .

Il y a donc une grande analogie avec les échantillons d'Algérie décrits par MORELLET. Ceux du Jura semblent cependant plus évasés et moins volumineux.

*Répartition.* — En France, cette Algue est connue depuis le Kiméridgien jusqu'au Valanginien supérieur dans le Jura, les massifs subalpins, la région des Grands-Causses, la Provence et les Alpes-Maritimes.

On l'a signalée aussi dans les Préalpes suisses et en Algérie.

#### *Clypeina parvula* Carozzi (fig. 25)

- 1946. *Clypeina parvula* Carozzi, Sur quelques Dasycladacées du Purbeckien du Jura. *C. R. Soc. Phys. et Hist. nat.*, Genève, vol. 63, n° 1.
- 1948. *Clypeina parvula* Carozzi, Purbeckien du Jura suisse, p. 151-154, fig. 50-51, pl. 6.

Cette Dasycladacée est abondante dans certains niveaux lagunaires ou lacustres du Purbeckien du Jura. Je n'ai rien à ajouter à la description précise qu'en a donnée A. CAROZZI, sinon qu'au point de vue écologique cette Algue paraît bien s'accommoder de la vie en eau douce.

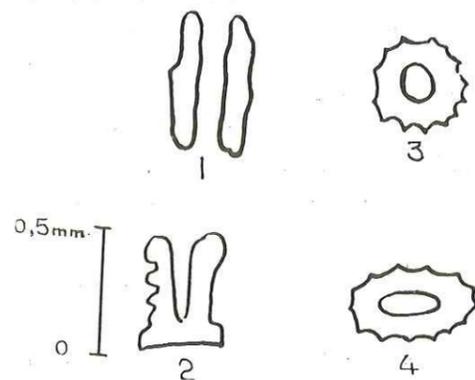


FIG. 25. — *Clypeina parvula* C.  
 1. — Coupe longitudinale.  
 2. — Coupe longitudinale un peu oblique.  
 3. — Coupe transversale.  
 4. — Coupe transversale un peu oblique.

GENRE *Terquemella* Munier-Chalmas

L. et J. MORELLET rangent, conformément à l'opinion de MUNIER-CHALMAS, dans le genre *Terquemella*, des sporanges isolées, sortes de corpuscules calcaires, à la partie extérieure desquels sont creusées des cavités arrondies où était logée une spore.

J'ai retrouvé dans le Crétacé inférieur des massifs subalpins et des Alpes-Maritimes des formes très proches de celles décrites et figurées par ces auteurs (1922, p. 18) et que l'on peut, de ce fait, rattacher au genre *Terquemella* Munier-Chalmas, limité jusqu'ici au Tertiaire.

On peut les grouper en deux catégories :

*Forme A.* — Sporange assez irrégulier, ayant 400-600  $\mu$  de diamètre et 350-400  $\mu$  d'épaisseur suivant l'axe. Les cavités sporangiques ont un orifice extérieur d'environ 80-100  $\mu$  et sont réparties sur toute la surface.

Par leurs formes et leurs dimensions, les individus rappellent *T. macrocarpus* L. et J. Morellet du Cuisien du Bassin de Paris.

*Répartition.* — Assez rares dans les Berriasien du massif de Chartreuse et les niveaux de la limite jurassico-crétacée des Alpes-Maritimes.

*Forme B.* — Sporange plus ou moins discoïde, de petite taille : 300-350  $\mu$  de diamètre, 100-200  $\mu$  d'épaisseur selon l'axe.

Cette forme se rapproche de *T. parvula* L. et J. Morellet de l'Auverisien du Bassin de Paris. Elle s'en distingue cependant par une taille plus grande des logettes sporangiques : l'aplatissement selon l'axe paraît, de plus, moins accentué.

*Répartition.* — Assez rare dans le Berriasien des massifs subalpins.

GENRE *Salpingoporella* J. Pia 1918

*Salpingoporella annulata* Carozzi  
 (fig. 26)

1953. *Salpingoporella annulata* n. sp., Découverte du genre *Salpingoporella* dans le Jurassique marin du Grand-Salève, *Archives de Sciences*, vol. 6, p. 382-386.

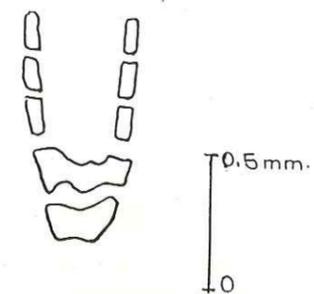


FIG. 26. — *Salpingoporella annulata* C.  
 (Coupe tangentielle).

Des Algues calcaires répondant exactement à la description précise qu'en a donnée A. CAROZZI existent dans le Portlandien du Jura méridional. Ce sont des tubes terminés par une pointe conique, et percée radialement par des pores disposés en verticilles successifs qui débouchent par l'intermédiaire d'ouvertures en entonnoir à la surface extérieure ; les pores sont peu nombreux et non ramifiés. La surface externe présente une succession alternée de renflements et de dépressions annulaires.

Cette Algue a été reconnue aussi dans le Portlandien des Alpes-Maritimes (L.-W. COLLET et A. CAROZZI, 1954).

GENRE *Actinoporella* Gumbel 1882

- 1881. *Actinoporella podolica* Alth., Nizniover Kalkstein, Pamiet. akad. Unriez. Krakowie, vol. 6.
- 1948. *Actinoporella podolica* Carozzi, Etude stratigraphique et micrographique du Purbeckien, p. 149.

Cette Dasycladacée se présente sous la forme d'un tube central duquel se détachent des verticilles de rameaux soudés à la base, mais gardant leur individualité. Les mensurations sont approximativement celles indiquées par PIA pour l'espèce :

- diamètre du canal axial : 0,35-0,40 mm
- » » » des rameaux : 0,10-0,20 mm

Cette espèce existe dans les niveaux marins du Jura, et aussi, en plus grande abondance, dans les « calcaires grossiers » berriasiens des massifs subalpins.

GENRE *Munieria* Deecke 1883

*Munieria baconica* D.  
(fig. 27)

- 1883. *Munieria baconica* Deecke, Uber einige neue Siphonen. N. J. für Min., vol. 1, p. 9, pl. 1, fig. 4-8.
- 1920. *Munieria baconica* Pia, Abh. Zool. Bot. Ges. Wien, 17, p. 144, pl. 7, fig. 16-26.
- 1948. *Munieria baconica* Carozzi, Purbeckien, p. 147.

Les « calcaires grossiers » berriasiens des massifs subalpins et certains niveaux marins du Purbeckien du Jura renferment des Dasycladacées dont les caractéristiques sont les suivantes :

- le canal axial du tube central mesure environ 0,25 mm de diamètre ;
- les rameaux verticillés, presque perpendiculaires au canal axial, sont enveloppés à leur base par une sorte de couronne calcaire.

Ces spécimens sont donc à rapprocher de *Muniera baconica* D., dont ils diffèrent peut-être par une taille un peu plus faible.

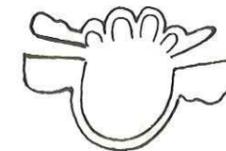


FIG. 27. — *Munieria baconica* D.  
(Coupe transversale au niveau d'un verticille).

GENRE *Acicularia* d'Archiac 1843

*Diagnose.* — Spicules calcaires (sporangies) élargis à une extrémité, isolés ou associés latéralement, à section circulaire ou aplatie, creusés à la périphérie d'un grand nombre de petites cavités sphériques (spores).

*Acicularia* ? sp.  
(fig. 28)

Je range, avec doute, dans le genre *Acicularia* des sporanges en forme de spicules arrondis ou un peu ovales, creusés, à la périphérie, de petites cavités. Les spicules sont toujours isolés.

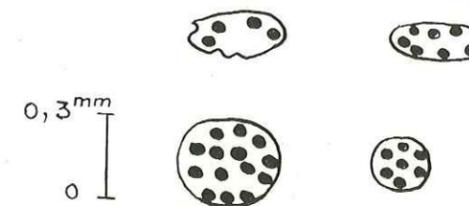


FIG. 28. — *Acicularia* ? sp.

Ces individus sont différents d'*Acicularia elongata* C., du Purbeckien du Jura suisse, qui est une espèce de forme beaucoup plus allongée (A. CAROZZI, 1948, p. 155). Ils se rapprocheraient plutôt, par leur allure générale et leurs dimensions, d'*Acicularia antiqua* Pia décrit dans le Crétacé supérieur de Tripolitaine (J. PIA, 1936, p. 9).

Comme, d'ailleurs, je n'ai jamais trouvé de sporanges associés, on peut se demander si ces organismes ne seraient pas simplement des sporanges de Bornetellées, proches du genre *Carpenterella* Mun.-Chalm..

III) Chlorophycées.

GENRE *Globochaete* Lombard 1945

*Globochaete alpina* L.  
(fig. 29)

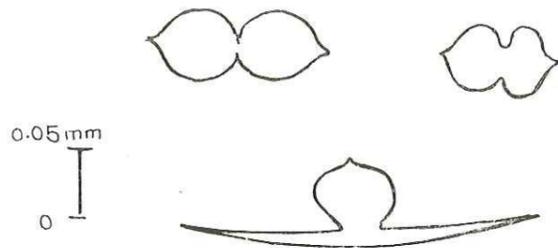


FIG. 29. — *Globochaete alpina* L.

A. LOMBARD considère comme des Chlorophycées inférieures des organismes en « forme de tortue dont le dos et le ventre sont renflés et souvent bilobés » (1945, p. 166). Il s'agirait d'une cellule isolée ou agrégée à d'autres, en forme de chapelet.

De telles formes existent dans le Tithonique des massifs subalpins ; elles sont souvent associées aux *Eothrix alpina* L.

B. — LA MICROFAUNE

1) Foraminifères.

Du point de vue systématique, les niveaux étudiés comportent, semble-t-il, une quantité appréciable de formes inédites ; mais le mauvais état de conservation n'a généralement pas permis la description de nouvelles espèces. Cependant, des espèces inédites d'*Arenobulimina*, provenant de l'Albien des Alpes-Maritimes, feront l'objet d'un travail ultérieur.

En ce qui concerne l'écologie, j'ai noté au passage, dans les descriptions des coupes, les diverses associations. La question des rapports entre les microfaunes de Foraminifères et la bathymétrie sera traitée dans le chapitre suivant, consacré à l'étude des sédiments.

Au point de vue stratigraphique, quelques remarques s'imposent à propos des *Lituolidae*. *Pseudocyclammina sequana* Merian et *Pseudocyclammina virguliana* K. ne sont pas limités au Kiméridgien-Portlandien, mais durent au moins jusqu'au Valanginien moyen. Inversement, le genre *Lituola* Lamarck, considéré plutôt comme un genre du Crétacé supérieur (H. BARSTEN-TEIN, 1952 c, p. 320 et 333), existe déjà au Purbeckien. D'après W. MAYNE qui a étudié ces échantillons, quelques spécimens se rapprochent de *L. inflata* Lozo, et les autres ne se distinguent de *L. nautiloidea* Lamarck que par une taille plus petite. De même, les *Choffatella* sont abondants dans certains niveaux purbeckiens du Jura. Ainsi, un lit marneux du Purbeckien de l'Épine m'a livré de nombreux exemplaires de *Choffatella* cf. *decipiens* Schlumb., espèce réputée confinée au Crétacé moyen (1).

En ce qui concerne les Trocholines, J. PFENDER (1936, p. 209-211) ne pensait pas qu'elles puissent être d'une utilité stratigraphique quelconque. Il me paraît, au contraire, que dans le Jura, ces Foraminifères sont susceptibles de fournir, au moins du Kiméridgien au Valanginien, des renseignements non négligeables, même si, comme il arrive très fréquemment dans le Jurassique supérieur, il n'est pas possible de dégager les échantillons.

Au Virgulien, la plupart sont de petites formes, que l'on peut rattacher à l'espèce *T. feifeli* P. Dès le Portlandien, deux types se différencient, l'un évasé, l'autre beaucoup plus élancé ; ils correspondent aux espèces créées par W. LEUPOLD et H. BIGLER (1935) : *T. alpina* et *T. elongata* (2). Ces deux espèces persistent jusque dans le Valanginien, mais leur fréquence relative ne reste pas constante. La proportion de *T. elongata*, d'abord très faible, s'accroît peu à peu et tend à égaler dans le Valanginien celle de *T. alpina*.

(1) D'après M. P. RAT et J. SIGAL, ces échantillons sont, par leur aspect extérieur et leur enroulement, du même type que *Choffatella decipiens* Schl. M. P. RAT m'a cependant fait remarquer que les parois antérieures paraissent plus franchement épaissies. Ces exemplaires seraient à rapprocher des *Choffatella* du Locle étudiés par SCHLUMBERGER (1904, p. 764), qui se différencient du type par la paroi terminale plus épaisse que le reste des loges. Les espèces du Locle seraient d'ailleurs vraisemblablement du Jurassique supérieur.

(2) Le genre *Coscinoconus* créé par ces auteurs est aujourd'hui abandonné.

II) Tintinoïdiens.

Les Tintinoïdiens, Infusoires pélagiques pourvus d'un test, sont abondamment représentés dans les sédiments de la limite jurassico-crétacée de la « fosse vocontienne » et de sa bordure. Ils paraissent pouvoir tous se rattacher en genre *Calpionella*, représenté par deux espèces, *C. alpina* Lorenz, *C. elliptica* Cadisch, et au genre *Tintinnopsella*, avec une seule espèce, *T. carpathica* Morgeanu et Filipescu.

GENRE *Calpionella* Lorenz

*Calpionella alpina* Lorenz  
(fig. 30 a)

- 1901. *Calpionella alpina* Lorenz, Geol. St. Gr. Zwisch. Helv. Freib..
- 1936. *Calpionella alpina* Deflandre, Bull. Soc. Fr. Microsc., vol. 5, p. 116, fig. 13-23.
- 1948. *Calpionella alpina* Colom, Fossils Tintinnids, J. of P., p. 241, fig. 3.

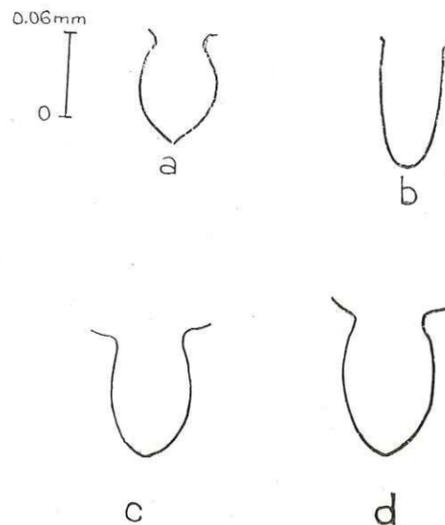


FIG. 30 a, b, c, d.

Dans cette espèce, le test est un lobe sphérique ou un peu elliptique, ayant 70-90  $\mu$  de largeur, sans prolongation caudale,

se rétrécissant brusquement à la partie antérieure et s'ouvrant à l'extérieur par une sorte de goulot appelé « collier oral ».

*C. alpina* L. apparaît au Tithonique inférieur et persiste jusque vers la fin du Berriasien.

*Calpionella elliptica* Cadisch  
(fig. 30 b)

- 1932. *Calpionella elliptica* Cadisch, Geol. Rundsch., vol. 23, p. 241.
- 1936. *Calpionella elliptica* Deflandre, Bull. Soc. Fr. Microsc., vol. 5, p. 118.
- 1948. *Calpionella elliptica* Colom, Fossil Tintinnids, p. 242.

Ici, la zone orale est presque identique à celle de l'espèce précédente, mais la loge est plus allongée (80-100  $\mu$ ), ce qui lui confère une forme nettement elliptique.

*C. elliptica* apparaît au Tithonique inférieur, abonde au Tithonique supérieur et disparaît vers la fin du Berriasien.

GENRE *Tintinnopsella* C.

*Tintinnopsella carpathica* Morgeanu et Filipescu  
(fig. 30 c-d)

- 1933. *Calpionella carpathica* Morgeanu et Filipescu, Not. Biol., vol. 1, fig. 1.
- 1948. *Tintinnopsella carpathica* Colom, Fossil Tintinnids, p. 245, fig. 5.

La loge, peu rétrécie à la partie antérieure, se prolonge par un « collier oral » largement ouvert vers l'extérieur, en forme d'entonnoir.

Cette espèce est bien représentée dans les faciès pélagiques du Crétacé inférieur des Alpes-Maritimes.

III) Ptéropodes.

GENRE *Vaginella* Daudin 1800

*Vaginella striata* Carozzi

- 1927. *Organisme C* de Favre et Richard, Etude du Jurassique supérieur, p. 36, fig. 13-14, et pl. I, fig. 4.
- 1954. *Vaginella striata* Carozzi, Archives des Sciences, Genève, vol. 7, p. 107-111.

Dans leur monographie sur le Jurassique supérieur de Pierre-Chatel, J. FABRE et A. RICHARD ont signalé la présence, très abondante à certains niveaux, d'un microfossile énigmatique

pourvu d'un test calcaire en forme de tube évasé ; ils pensèrent qu'il pourrait peut-être s'agir d'un Ptéropode. En 1954, A. CARROZZI confirma cette attribution et en fit une espèce du genre *Vaginella* : *V. striata*.

Cette espèce est très commune dans le Portlandien du Jura et celui des Grands Causses. Les plaques minces montrent fréquemment des sections caractéristiques de cet organisme. Les coupes transversales sont circulaires et les coupes longitudinales nous indiquent qu'il s'agit d'un tube nettement évasé vers le haut. Enfin, la costulation externe est bien visible sur les sections tangentiellles. Parfois, les tests sont emboîtés les uns dans les autres, ce qui se traduit en section transversale par le dédoublement de la couronne circulaire.

*Vaginella* ? sp.

Chez de nombreux spécimens, par ailleurs très proches de l'espèce précédente, le test ne paraît pas continu, mais comme à claire-voie, formé par un assemblage de petites poutrelles soudées entre elles en certains points.

Les sections transversales laissent nettement voir que les éléments du test sont séparés, et les sections tangentiellles mettent en évidence leurs points de jonction.

Comme précédemment, le dédoublement fréquent de la couronne circulaire, bien visible en section transversale ou même tangentielle, nous indique que les tests s'emboîtaient souvent les uns dans les autres.

Il semble bien qu'il s'agisse de *Vaginella* ; néanmoins, les différences signalées dans la structure du test ne permettent pas de l'affirmer d'une manière certaine.

IV) Crinoïdes.

*Eothrix alpina* Lombard  
(fig. 31)

1945. *Eothrix alpina* Lombard, *Eclog. Geol. Helv.*, vol. 38, p. 170-172, fig. 2.

1954. *Saccocoma alpina* Verniory, *Arch. Sc.*, Genève, vol. 7, p. 327-330, fig. A-G.

Les calcaires tithoniques contiennent, parfois en abondance, des débris d'organismes pélagiques, de formes variées (fig. 31),

tenues par A. LOMBARD pour des Chlorophycées. Récemment, VERNIORY reconnut qu'il s'agissait de plaques et d'articles de Crinoïdes du genre *Saccocoma*, qui étaient des formes libres et nageuses.

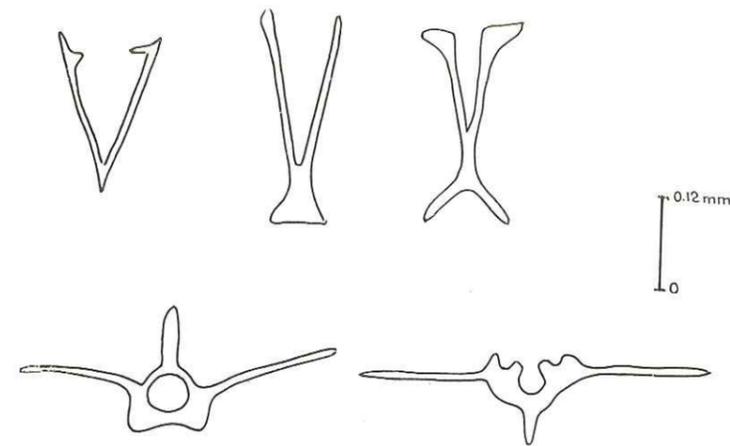


FIG. 31. — Coupes caractéristiques d'*Eothrix alpina* L.

Dans certains niveaux du Tithonique subalpin, ces organismes pullulent ; les lames minces permettent d'en reconnaître sans peine les coupes caractéristiques.

*Etude systématique des sédiments*

I. — SÉDIMENTS MARINS

A) Faciès pélagique.

1. — *Calcaires compacts à organismes pélagiques.*

La pâte calcaire est formée par de la calcite cryptocristalline ; les minéraux clastiques sont rares et de petite dimension. Cependant, dans les massifs subalpins, certains niveaux pélagiques de la limite jurassico-crétacée sont riches en grains de quartz ; ces apports clastiques paraissent dus à des courants sous-marins violents, car ils coïncident avec les surfaces d'abrasion.

Les organismes pélagiques y sont prépondérants : Tintinnoïdiens, Radiolaires, Fibrosphères, Ostracodes à test mince, Crinoïdes pélagiques, Chlorophycées inférieures. Les microfossiles benthiques sont, par contre, très rares : quelques Textularidés, Miliolidés et *Lenticulina* sp..

Localement, ces calcaires peuvent devenir un peu dolomitiques. Lorsque la teneur en argile s'accroît, on note souvent aussi l'augmentation du taux de la pyrite.

2. — *Calcaires pseudobrêchiques.*

Ces calcaires sont en réalité des fausses brèches, dont les éléments sont de simples différenciations de la pâte calcaire

en milieu pélagique. D'après KILIAN (1895, p. 689), il s'agirait d'un remaniement sur place, par des courants de fond, d'un sédiment calcaire non encore consolidé.

L'examen en sections minces révèle un calcaire compact à microfossiles pélagiques ; la proportion d'*Eothrix alpina* est très forte par endroit.

Ces pseudobrèches sont fréquentes à la partie inférieure du Tithonique dans les massifs subalpins septentrionaux ; on les a souvent utilisées, à défaut d'Ammonites, comme repère stratigraphique, pour séparer cet étage du Kiméridgien.

Une faible augmentation de la microfaune benthique dans ces pseudobrèches pourrait être interprétée comme l'indice d'une diminution de la profondeur marine. Mais il paraît difficile de lier (M. GIGNOUX et L. MORET, 1952, p. 91) ce faciès à l'émersion purbeckienne du Jura, stratigraphiquement bien plus élevée. Si l'on voulait en voir la conséquence d'un mouvement d'émersion dans le Jura, ce serait plutôt au Virgulien qu'il faudrait penser. On peut d'ailleurs se demander, vu la grande extension de ces pseudo-brèches dans le domaine vocontien (1), si l'influence des bordures a pu s'étendre aussi loin.

### 3. — Calcaires argileux.

Rien ne les différencie des calcaires compacts, sinon la proportion d'argile. Lorsqu'elle est comprise entre 10 % et 25 %, ces formations sont souvent exploitées comme pierres à ciment.

Dans la « fosse vocontienne », la sédimentation argileuse a débuté généralement au début du Berriasien ; toutefois, en certains points (2), le Tithonique supérieur paraît déjà marneux.

## B) Faciès néritique.

### 1. — Sédiments calcaires.

Les microfossiles benthiques, toujours abondants, sont parfois associés à des organismes pélagiques. La présence des Dasycladacées est intéressant en tant que repère bathymétrique ;

(1) On les retrouve jusque dans la région de Castellane.

(2) Chomérac, Taulanne.

dans les mers actuelles, on ne les trouve guère au-dessous de 40 mètres.

a) *Calcaires compacts*. — La pâte calcaire, très fine, contient des organismes benthiques divers et parfois de très nombreuses *Clypeina jurassica* F., indiquant un milieu peu profond et calme, à faible apport détritique. Ces calcaires sont relativement rares.

b) *Calcaires pseudoolithiques*. — Très communs dans les faciès littoraux, ils se présentent sous deux formes :

— Il s'agit d'un véritable faciès détritique sous-marin, par arrachement sur le fond et grenaillement. Quelquefois, le ciment est très recristallisé, et les fragments pseudoolithiques sont isolés dans les plages calcitiques. Cette recristallisation peut affecter aussi les organismes qui s'oblitérent progressivement. Ceux-ci sont de nature très variée : Trocholines, gros Lituolidés arénacées, Miliolidés, Textularidés, Ostracodes, fragments de Spongiaires et de Coelentérés, d'Echinodermes, de Mollusques et de Bryozoaires, Dasycladacées diverses et rares débris de Charophytes.

Une mention spéciale doit être faite pour les calcaires à coprolithes de Crustacés, fréquents dans le Jurassique supérieur du Jura. A certains niveaux, ces coprolithes sont très abondants et prennent une large part à l'édification de la roche. La plupart sont fragmentés et arrondis par usure ; les canaux sont souvent oblitérés. Par contre, certains coprolithes sont entourés d'une enveloppe calcitique qui en accuse remarquablement les contours.

Le plus grand nombre doit être rattaché à *Coprolithus salevensis* Paréjas (1948, p. 512-520). Ils en présentent bien les dimensions et la disposition caractéristique des canaux : série dorsale en accolade et les deux crosses latérales symétriques. J'ai cependant noté dans quelques cas une augmentation notable du nombre des canaux : un exemplaire en possédait par exemple jusqu'à 60. Les coupes longitudinales montrent en général des canaux rectilignes et parallèles à l'axe du cylindre, mais il en est aussi de sinueux et même de bifurqués.

Certains coprolithes, par contre, sont beaucoup plus volumineux (1 mm de diamètre) ; les canaux sont très nombreux et

l'organisation en est toute différente. Ils se rapprochent beaucoup de *Coprolithus prusensis* Par., espèce d'un flysch d'Anatolie (1). Ils en diffèrent cependant par quelques détails : les deux renflements de la bande médiane dorso-ventrale n'existent pas, les canaux qui les jalonnent se trouvant rigoureusement sur une même ligne droite.

Enfin, un spécimen me semble d'un type aberrant. La série dorsale est analogue à celle de *Coprolithus salevensis* Par. ; mais ici pas de crossés latérales, les autres canaux, au nombre de 10, décrivant simplement les côtés d'un triangle équilatéral.

Si les coprolithes de Crustacés sont abondants, par contre les Crustacés eux-mêmes manquent, semble-t-il, totalement. Triturés et brisés en menus fragments dans des eaux littorales agitées, leurs restes ont été rapidement décomposés. Peut-être aussi ont-ils été la proie d'autres animaux marins. A part quelques sections de test que l'on peut légitimement leur attribuer, rien ne trahit leur présence. Leur position actuelle porte à croire que ces Crustacés peuplaient les hauts fonds de la mer au Jurassique supérieur et, fait intéressant, il n'en existe pas trace dans le Valanginien inférieur.

Généralement, ces calcaires ont été formés in situ, dans une mer peu profonde et agitée, conditions le plus souvent réalisées le long des côtes.

Mais il ne semble pas douteux aussi que, dans certains cas, une sédimentation détritique se soit effectuée assez loin du littoral, les particules ayant été transportées en milieu pélagique par des courants de turbidité. Il est difficile d'interpréter d'une autre manière certains dépôts grossiers intercalés dans les niveaux bathyaux du Malm de la Nappe de Morcles (A. CAROZZI, 1952 b, p. 38) et les niveaux détritiques dans le Tithonique et le Berriasien de la région de la Faurie, en pleine « fosse vocontienne ».

— Souvent, par contre, les pseudoolithes ne semblent pas avoir une origine détritique, mais résultent, comme l'a remarqué L. CAYEUX (1935, p. 38), d'un phénomène de recristallisation de la vase calcaire tendant à individualiser des fragments plus ou moins arrondis. Dans une même lame mince, on voit parfois des plages pseudoolithiques passant progressivement au calcaire

(1) E. ALTINLI, *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul*, t. VIII, p. 109, 1942.

compact. Dans de nombreux cas, la différenciation des pseudoolithes n'est pas entièrement réalisée ; la pseudoolithe est encore reliée à la masse calcaire et la ceinture calcitique ne l'isole que partiellement.

c) *Calcaires oolithiques*. — Les oolithes ont une structure soit concentrique, soit radiée, soit concentrico-radiée. Elles sont le plus souvent mêlées aux pseudoolithes. Les noyaux sont des pseudoolithes ou des fragments d'organismes.

J'ai noté dans le Purbeckien du Jura méridional des niveaux à oolithes déchiquetées tout à fait conformes à celles décrites par L. CAYEUX (1935, pl. XV) dans le Muschelkalk d'Azerailles. Il ne m'a pas été possible de trouver une explication à ce curieux phénomène.

## 2. — *Sédiments dolomitiques*.

La grande masse des sédiments magnésiens se trouve dans les zones de faciès néritique. Les dolomies proprement dites sont relativement rares. On rencontre le plus souvent des calcaires compacts, ou pseudoolithiques, ou oolithiques dolomités. Dans ces deux derniers cas, la dolomitisation paraît s'effectuer progressivement. Il existe des niveaux où seul le ciment est magnésien ; mais parfois de très beaux cristaux de dolomie se développent à l'intérieur même des pseudoolithes et des oolithes, qui finissent par s'oblitérer. Ces faits sont en faveur d'une dolomitisation par épigénie, postérieurement à la formation du dépôt.

## II. — LES SÉDIMENTS DE TRÈS FAIBLE PROFONDEUR SAUMATRES ET LAGUNAIRES

### A) *Les sédiments saumâtres*.

Je rassemble sous ce titre une grande variété de dépôts qui ne sont plus franchement marins, et pas encore typiquement lacustres. La plupart peuvent être qualifiés de saumâtres et se sont déposés en bordure du littoral, dans une zone où les eaux douces et salées se trouvaient très souvent mêlées. On y trouve,

en effet, toujours un mélange d'organismes marins et lacustres, ainsi que des formes de dessalure.

Leur nature pétrographique est très variable ; on distinguera :

a) LES CALCAIRES

1. — Calcaires compacts.

La pâte calcaire est cryptocristalline, souvent un peu argileuse, parfois rubannée. Ils contiennent des Dasycladacées, des débris de Charophytes, des Foraminifères et des Ostracodes. Les Lituolidés dominent, mais on trouve aussi des Textularidés et des Miliolidés. Les individus peuvent être localement nombreux, mais le nombre d'espèces est toujours réduit.

Fréquemment, les Foraminifères subissent une forte réduction de leur taille, et ce fait est surtout sensible chez les Miliolidés. Une étude statistique a été faite portant sur 286 individus échelonnés dans le Portlandien inférieur et moyen, 288 dans les intercalations franchement marines du Purbeckien, 90 dans les calcaires voisinant les émergences, et 215 dans le Valanginien inférieur (P. DONZE, 1953, p. 71).

La valeur du résultat est évidemment fonction du nombre d'individus et, d'autre part, les mesures s'effectuant en plaques minces, la plus grande longueur observée n'est généralement pas la plus grande longueur réelle. L'expérience a cependant montré que, dès la moitié seulement du nombre utilisé, la médiane restait stable. Le tableau (fig. 32) donne les résultats d'ensemble.

En comparant les diagrammes I, II et IV, on note un léger accroissement de la taille moyenne de Miliolidés lorsque l'on passe du Jurassique au Crétacé. On remarque, en outre, que la taille de 0,7 mm est dépassée par les 10 % des individus dans le Valanginien inférieur, alors qu'elle n'est que rarement atteinte dans le Portlandien.

Le diagramme III met en évidence la petitesse des individus dans les milieux probablement saumâtres du Purbeckien. Quelle qu'en soit la cause : empoisonnements de la lagune, apports d'eaux douces, etc..., la constance au voisinage des émergences de ces calcaires à petits Miliolidés, ainsi que leur présence dans des domaines autres que le Jura méridional, comme j'ai pu le constater dans le Jurassique supérieur des Grands-Causses, véri-

fiables à condition de pratiquer des coupes assez détaillées, permettent de les utiliser comme indicateurs d'un milieu spécial défavorable à la croissance normale des organismes ; on sait que de telles conditions biologiques ont été généralement réalisées dans les régions intéressées par les oscillations marines, c'est-à-dire au voisinage des rivages ou dans les zones de faible profondeur.

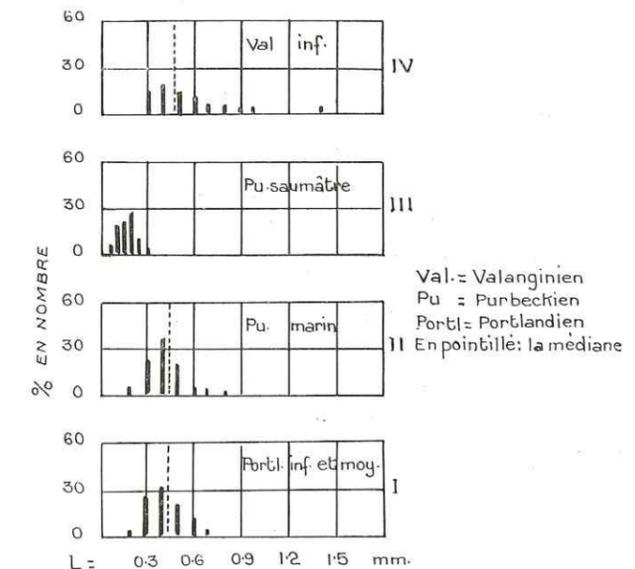


FIG. 32. — Diagrammes de fréquence des Miliolidés, en fonction de leur taille, dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé du Jura méridional.

2. — Calcaires pseudoolithiques.

Ils contiennent une association d'espèces d'eau saumâtre, en particulier des Ostracodes, d'organismes d'eau douce, surtout des Charophytes, et des formes marines, principalement de gros Lituolidés. Ils indiquent un milieu incomplètement isolé de la mer, avec apport de faune marine et venue d'organismes d'eau douce.

3. — Calcaires à « cailloux noirs ».

La présence d'éléments hétérogènes de teinte sombre est bien connue de tous les géologues qui se sont occupés du Pur-

beckien dans le Jura. Ils ont parfois, dans la roche encaissante, des contours mal définis, plus ou moins diffus ; il vaudrait alors mieux parler de « taches noires » et, dans ce cas, la formation sur place par concentration de la matière organique ne saurait faire de doute.

Plus généralement, ce sont bien de véritables éléments, d'usure très variable, parfois un peu rubéfiés, d'origine manifestement exogène. L'analyse micrographique révèle qu'ils sont quelquefois lacustres, mais le plus souvent de faciès saumâtre. Leur teinte sombre est due à des hydrocarbures provenant vraisemblablement de la décomposition d'une matière organique.

On remarque très fréquemment que les plus gros éléments sont à la base du banc, comme s'ils avaient subi une sorte de triage mécanique. Cette disposition paraît s'expliquer naturellement si l'on admet que lors de l'envahissement des lagunes, par suite des oscillations du niveau marin, les sédiments sapropéliens, non encore consolidés, étaient repris par l'eau de mer, fragmentés en éléments de tailles diverses et amenés au large par les courants.

Leur présence dans un banc n'implique donc pas l'origine lacustre ou saumâtre de celui-ci ; elle indique, en tous cas, la proximité d'une terre émergée ou en voie d'émergence.

b) *LES SEDIMENTS ARGILEUX*

1. — *Calcaires argileux.*

Ils ne diffèrent des calcaires compacts étudiés précédemment que par la proportion d'argilite.

2. — *Argilite ultra-fine.*

Elle est souvent azoïque. On y remarque parfois des lits ou des poches d'argile noire, dont la teinte résulte probablement de la décomposition de matières organiques.

3. — *Marnes vertes.*

Dans le Purbeckien du Jura, le Berriasien et le Valanginien des Alpes-Maritimes et de la Provence, une grande partie des marnes vertes doit être considérée comme un dépôt de transition entre le marin franc et le lacustre proprement dit. Ils contiennent généralement une association d'espèces marines et d'eau douce,

avec des formes de dessalure. Leur présence permet de dire que l'on est proche de l'émergence, ou du moins que les terres émergées ne sont pas éloignées.

B) *Les sédiments lagunaires.*

a) *LES SEDIMENTS DOLOMITIQUES*

Ils tiennent une place importante dans les dépôts purbeckiens du Jura. A certains niveaux, on observe une accumulation de petits cristaux, comme s'il y avait eu précipitation en masse de la dolomie. Souvent l'apport argileux est important : ce sont alors des marnes dolomitiques, parfois vivement colorées.

b) *LES SEDIMENTS GYPSEUX.*

Des niveaux à gypse ont été signalés depuis longtemps dans le Purbeckien du Jura, en particulier par MAILLARD, qui les croyait circonscrits à son « domaine des marnes à gypse ». En réalité, on trouve un peu partout du gypse inclus dans les marnes lagunaires, mais en petite quantité. Les importantes concentrations n'existent qu'au Nord de Saint-Claude, en particulier vers Foncine, la Rivière, Ville-du-Pont. Ces gisements, autrefois exploités, avaient permis à BENOIT (1879) de constater que le gypse était accumulé en masses saccharoïdes, formées de lentilles isolées.

Ces niveaux gypseux sont généralement subordonnés aux formations dolomitiques purbeckiennes, et surmontent les dolomies dites « portlandiennes ».

C) *Les formations bréchiques.*

C'est au passage du milieu marin au milieu lacustre que les niveaux bréchiques sont le plus fréquents. Hormis les brèches et poudingues de notre « zone des poudingues », dont l'origine et l'âge peuvent prêter à discussion, il n'existe pas dans le Purbeckien du Jura français des brèches à gros éléments anguleux comme en a décrit A. CAROZZI (1948, p. 32) dans le Purbeckien de la Dôle. Celles-ci, très spectaculaires par le volume



des éléments et par l'épaisseur d'accumulation, sont interprétées comme des formations d'éroulement sur les flancs de plis asymétriques (CAROZZI, 1948, p. 126). Dans le Jura français, leur puissance ne dépasse jamais quelques décimètres et les éléments, mieux calibrés, sont souvent emballés dans les niveaux argileux. Parfois, le matériel est très hétérogène : ce sont alors les brèches et microbrèches « multicolores », dans lesquelles les « cailloux noirs » entrent en proportion plus ou moins grande. Leur dépôt s'est effectué sous l'influence des courants côtiers et peut-être parfois aussi sous l'effet de courants de turbidité (CAROZZI, 1951, p. 207).

### III. — LES SÉDIMENTS LACUSTRES

#### A) Les calcaires.

Ce sont généralement des calcaires compacts, parfois à cailloux noirs, de teinte gris-terne ou brunâtre, d'odeur caractéristique au marteau. Ils contiennent des organismes d'eau douce : Gastropodes, Ostracodes, Charophytes. Ces derniers forment parfois de véritables feutrages par leurs débris entremêlés ; souvent aussi, les fragments de tiges sont séparés des gyrogonites, comme s'il y avait eu triage mécanique. Les Dasycladacées ne sont représentées que par *Clypeina parvula* C. ; *Clypeina jurassica* est toujours absente.

#### B) Les Marnes et Argilites.

Elles sont rarement de teinte verte, mais le plus souvent grises ou brunes. Elles contiennent des organismes d'eau douce, Ostracodes, Gastropodes, Charophytes, avec parfois des débris charbonneux.

#### C) Les brèches.

Les sédiments détritiques lacustres, assez exceptionnels, ne sont représentés que par quelques brèches ou microbrèches, dont le ciment renferme des organismes d'eau douce, en particulier des Ostracodes et des Charophytes.

## Résultats généraux

En considérant les faits dans leur ensemble, on peut nettement distinguer dans les régions étudiées deux domaines paléogéographiques, dont la différenciation, déjà sensible au Jurassique supérieur, s'accroît, et atteint son maximum au début du Crétacé :

— au centre, un grand bassin de subsidence, où la sédimentation conserve un caractère pélagique (1).

— au nord, à l'ouest et au sud, une région de bordure, caractérisée par des dépôts néritiques, lagunaires ou continentaux.

*Le bassin central.* — Comme l'ont indiqué déjà plusieurs auteurs, le terme de « fosse » vocontienne introduit par V. PAQUIER ne doit pas faire illusion et faire croire à une grande profondeur de la mer. Il s'agit, en fait, d'un vaste bassin de subsidence, où la sédimentation, principalement chimique jusqu'à la fin de l'époque jurassique, s'est enrichie dès le début du Crétacé d'un apport continental appréciable. Aux calcaires compacts du Tithonique ont succédé les calcaires argileux du Berriasien-Valanginien, dont l'apparition ne peut s'expliquer, quelles que soient les transformations subies, que par d'importantes venues phylliteuses en provenance du continent. Il est logique de penser que cet abondant matériel silico-alumineux venait de vastes zones silicatées, dénudées et altérées, faits liés eux-mêmes aux émergences purbeckiennes.

Si l'on en juge par la grande quantité des organismes conservés, la vie planctonique devait y être prospère. Par contre, la vie des organismes benthiques n'y était pas favorisée, ce qui paraît lié à des faits d'ordre bathymétrique.

(1) Il faut faire exception, toutefois, pour les apports détritiques dus aux courants de turbidité. (Voir, à ce sujet, p. 136).

La conjonction de ces deux faits de nature différente que sont la faiblesse des apports continentaux et la pauvreté de la vie benthique implique non seulement l'éloignement des côtes, mais encore, sans qu'on puisse apporter d'autres précisions, une certaine profondeur marine. Pendant le Jurassique supérieur, les rivages de la mer alpine ont dû subir bien des fluctuations, mais leurs répercussions, atténuées par la distance, ont été peu sensibles dans le centre du bassin. On pourrait toutefois faire exception pour la partie moyenne du Tithonique, et se demander si la formation des « pseudobrèches » ne serait pas concomitante, quel que soit le lien causal, de mouvements importants de la mer sur les bordures. Ceux-ci, nous l'avons vu, ont été particulièrement remarquables dans le Jura et les Grands-Causses à la partie supérieure du Kiméridgien, et peut-être pourrait-on, dans cette coïncidence, trouver confirmation du synchronisme récemment proposé par ARKELL (1956, p. 91 et 167) entre la zone à *B. ciliata* de la Téthys (horizon moyen du Tithonique inférieur) et la zone à *pectinatus* d'Angleterre (base du Kiméridgien supérieur).

Du point de vue stratigraphique, cette région centrale se prête bien à une définition paléontologique de la limite jurassico-crétacée, puisque le passage s'y est effectué par une suite continue de sédiments marins, riches en Ammonites. La limite adoptée dans ce travail est celle définie par KILIAN et précisée par G. MAZENOT ; nous la rappelons ci-dessous :

BERRIASIEN	Horizon inférieur à <i>Berriasella paramencilata</i> et <i>B. grandis</i> .
Limite Jurassique-Crétacé	
TITHONIQUE SUPERIEUR	Horizon supérieur à <i>B. Chaperi</i> , <i>B. azyensis</i> , <i>Dalmaniceras djanelidzei</i> .

*Les bords de la « fosse vocontienne ».*

1. — *Bordure septentrionale (partie externe des massifs subalpins septentrionaux, Jura, Bresse).*

Si, dans les parties internes des massifs subalpins septentrionaux, la sédimentation est restée constamment pélagique au passage Jurassique-Crétacé, il n'en va pas de même dans les parties externes, en direction du Jura : le Tithonique y est encore

pélagique, mais le Berriasien prend un faciès détritico zoogène de bordure continentale. On ne décèle pas d'émersions véritables, mais localement, dans des bassins hyposalins isolés de la mer, se formaient des sapropèles à Charophytes, dont l'émiettement par les vagues favorisait la dispersion sous forme de « cailloux noirs ».

Les véritables dépôts d'émergence ne sont visibles qu'au-delà d'une ligne Voreppe-Les Echelles-Chambéry-Annecy. Vers le Nord-Est, cette limite devait traverser la région de Reignier et Thonon pour rejoindre la Suisse, tandis qu'au Sud-Ouest, elle devait approximativement suivre le cours actuel de l'Isère et, par la région de Valence, atteindre le Massif Central.

D'une manière générale, il s'agit d'alternances de formations lacustres, saumâtres, lagunaires et marines. Si l'on tient compte de l'importance relative de ces divers faciès, on constate que les coupes présentant les mêmes caractères ne se répartissent pas au hasard, mais parallèlement à une direction privilégiée : celle-ci, sensiblement Sud-Sud-Ouest-Nord-Nord-Est dans le Jura méridional, s'infléchit quelque peu vers l'Est à la hauteur de Saint-Claude pour devenir Sud-Ouest-Nord-Est dans le Jura central et septentrional. On notera donc que cette direction privilégiée des zones de faciès est à peu près parallèle à la ligne marquant la limite méridionale des dépôts d'émersions, et que nous avons précisée ci-dessus.

Dans les chaînons jurassiens proches des massifs subalpins, les niveaux lacustres sont peu épais, parfois même presque inexistant. La puissance des formations d'eau douce s'accroît lorsqu'on s'éloigne du domaine subalpin, et les niveaux marins diminuent en nombre et en importance. Ainsi, lorsqu'on franchit le Jura du Sud-Est vers le Nord-Ouest, on recoupe successivement les différentes zones de faciès : d'abord à dominante marine, les dépôts purbeckiens deviennent de plus en plus continentaux.

D'autre part, l'épaisseur de l'ensemble diminue progressivement, de sorte que sur une ligne Lons-le-Saunier-Besançon, le Purbeckien semble faire défaut (1). Au-delà, il réapparaît ; signalé depuis longtemps par Ch. LORY dans la région de Gray, en Haute-Saône, le Purbeckien existe aussi en Bresse, comme l'a montré le sondage effectué par la Régie Autonome des Pétroles dans la région de Cormoz.

(1) A ce sujet, voir p. 135.

Le parallélisme entre les dépôts purbeckiens du Jura et ceux d'Angleterre et d'Allemagne du Nord-Ouest a été réalisé grâce aux Ostracodes. Les zones les plus proches des massifs subalpins contiennent « *Candona* » *bononiensis* J., *Cypris purbeckensis* F., *Scabriculum cypris trapezoides* A., *Metacypris forbesii* J., *Cypridea inversa* M., formes caractéristiques, soit du Purbeckien inférieur anglais, soit, en partie, du Mûnder Mergel et du Serpultit d'Allemagne. Dans les zones suivantes, à ces espèces s'adjoint, vers le haut, *Cypridea dunkeri* J., très fréquente à la base du Purbeckien moyen d'Angleterre. Les bancs contenant cette espèce sont au contact même des premières assises marines néocomiennes, attribuables, nous l'avons vu, à la partie supérieure du Berriasien, et celles-ci leur succèdent sans lacune stratigraphique apparente. Ces dernières seraient donc, au moins quant à leur base, contemporaines du Purbeckien moyen d'Angleterre (zone à *Cypridea granulosa*). Par contre, à l'Ouest de la zone des poudingues, en Bresse, les dépôts purbeckiens se complètent vers le haut. Les échantillons provenant du sondage de Cormoz contiennent *Cypridea brevisstrata* M. et *C. pygmaea* A., espèces du Purbeckien supérieur anglais.

Globalement, ces faits traduisent le retrait puis l'envahissement par la mer d'une bordure continentale, retrait d'autant plus précoce et retour d'autant plus tardif que l'on s'éloignait de la mer alpine. Les petites transgressions intermédiaires sont évidemment d'autant plus nombreuses que l'on se rapproche du domaine mésogéen. La direction sensiblement Sud-Sud-Ouest-Nord-Nord-Est des zones de faciès montre que la transgression crétacée s'est propagée vers le Nord-Ouest.

D'autre part, les études micrographiques nous ont amené à envisager, entre les domaines jurassiens et mésogéens, pour les dépôts de la limite Jurassique-Crétacé, un autre synchronisme que celui généralement admis. Considéré comme entièrement jurassique, le faciès purbeckien du Jura paraît, au contraire, se terminer plus tard en englobant la partie inférieure et moyenne du Berriasien.

### 2. — *Bordure ouest et sud-ouest (Ardèche, Grands-Causses).*

Vers l'Ouest, les dépôts du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur sont visibles jusqu'à la rive droite du Rhône. En

Ardèche, le Tithonique conserve son faciès pélagique, et la mer devait, semble-t-il, s'étendre assez loin sur le Massif Central. Par contre, des niveaux détritiques zoogènes, analogues aux « calcaires grossiers » des massifs subalpins existent au Berriasien, comme on peut s'en rendre compte dans la région de Berrias. Ils indiquent que le littoral n'était pas très éloigné : à cette époque, les rivages de la mer alpine ne devaient guère dépasser la limite actuelle des terrains cristallins.

Au Sud-Ouest, la proximité du Massif Central est bien plus sensible, et se manifeste plus tôt. Le Jurassique supérieur est coralligène, et dès la fin du Kiméridgien, des faciès d'émersion sont décelables sur les Causses Méjean et Sauveterre.

### 3. — *Bordure méridionale (Provence, Alpes-Maritimes).*

Nous avons vu qu'en Provence et dans les Alpes-Maritimes il existait aussi des dépôts d'émersion dans le Crétacé inférieur, et que, d'autre part, on passait graduellement, du Nord au Sud, des faciès pélagiques vocontiens à des faciès néritiques, puis saumâtres, et enfin lacustres, ces derniers n'existant qu'à proximité du Massif Maures-Esterel, ainsi que dans la région de Nice et de Menton.

Au Nord d'une ligne Aix-en-Provence-Castellane-Saint-Auban-Col-de-Braus, nous trouvons encore des sédiments de type vocontien : calcaires tithoniques et calcaires ou calcaires argileux pélagiques du Crétacé inférieur.

Au Sud, par contre, ces mêmes niveaux sont néritiques, et plus au Sud encore, de Marseille à la frontière italienne, en passant par les gorges du Verdon, il existe à la base du Crétacé, des faciès intermédiaires entre le marin franc et le lacustre : marnes vertes, brèches et calcaires à « cailloux noirs », avec mélanges d'organismes marins, saumâtre et d'eau douce, parmi lesquels de nombreux Ostracodes et Charophytes. Ils n'affectent généralement que le Berriasien et la partie inférieure du Valanginien ; mais, localement, celui-ci peut être inclus tout entier dans l'alternance calcaires-marnes vertes, la transgression néocomienne ne débutant alors qu'à l'Hauterivien. Ces niveaux à marnes vertes ont leur développement maximum à l'Ouest, particulièrement dans la région marseillaise. Ils s'atténuent vers l'Est, et la sédimentation demeure en grande partie calcaire

jusqu'à l'Albien. La régression n'est alors marquée que par quelques bancs à « cailloux noirs » et délités marneux à Trocholines et Dasycladacées.

Les véritables dépôts lacustres ne sont visibles qu'à proximité du Massif Maures-Esterel, dans la région de Toulon et de Saint-Vallier, ainsi que vers Nice et Menton. On peut les attribuer au Berriasien et à la partie inférieure du Valanginien, mais peuvent parfois monter jusqu'à l'Hauterivien.

Ainsi, du Berriasien à l'Hauterivien, le massif Maures-Esterel a joué le rôle d'un haut-fond émergé. Mais le peu d'ampleur des couches, conséquence d'un faible apport détritifique, nous indique que les terres émergées devaient être d'une étendue restreinte, ou en tout cas de faible relief.

TABLE DES FIGURES ET DES PLANCHES

	Pages
PLANCHE I. — Répartition stratigraphique de quelques espèces d'Ostracodes dans le Purbeckien-Wealdien d'Angleterre du S et d'Allemagne du NW .....	11
PLANCHE II. — Répartition des zones de faciès à la limite jurassico-crétacée dans les chaînes subalpines septentrionales et le Jura français .....	34 bis
PLANCHE III. — Lithofaciès du purbeckien dans le Jura français .....	120 bis
PLANCHE IV. — Passage du faciès jurassien au faciès subalpin à la limite jurassico-crétacée dans la région chambérienne .....	131
PLANCHE V. — Tableau montrant le synchronisme des niveaux de la limite jurassico-crétacée dans les chaînes subalpines, le Jura, l'Angleterre du S et l'Allemagne du NW.....	132 bis
PLANCHE VI. — Répartition des zones de faciès à la limite jurassico-crétacée dans les Alpes-maritimes et la Provence ..	137
—————	
FIGURE 1. — Légende générale des figurés utilisés pour les divers lithofaciès .....	14
FIGURE 2. — Coupe des couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la région de Montagnole.....	46
FIGURE 3. — Courbes relatives de fréquence des micro-organismes dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé des massifs subalpins septentrionaux et de la région de Berrias..	56
FIGURE 4. — Le Purbeckien du Corsuel.....	62
FIGURE 5. — Le Purbeckien du flanc W de la Montagne de l'Epine.	65
FIGURE 6. — Le Purbeckien du Col de l'Epine.....	71
FIGURE 7. — Le Purbeckien de la Cluse de Chailles.....	74
FIGURE 8. — Le Purbeckien du Banchel.....	77
FIGURE 9. — Le Purbeckien de la Cluse du Fier.....	84-85
FIGURE 10. — Le Purbeckien du ravin de la Dorche.....	91
FIGURE 11. — Coupe du Purbeckien du Poizat.....	98
FIGURE 12. — Coupe du Purbeckien près du Chapeau de Gendarme	102

	Pages
FIGURE 13. — Coupe du Purbeckien de Morez.....	105
FIGURE 14. — Coupe du Purbeckien dans la région de l'Abergement-Ste-Marie .....	110
FIGURE 15. — Coupe du Purbeckien de Poncin.....	114
FIGURE 16. — Coupe du Jurassique supérieur au-dessous du Château de Montfaucon.....	118
FIGURE 17. — Coupe dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la région de Vergons, au N de Castellane.....	138
FIGURE 18. — Coupe des couches du passage du Jurassique au Crétacé dans la région de la Ferrière.....	141
FIGURE 19. — Schéma montrant la transformation d'W en E des faciès du Néocomien depuis la rive droite de la Tinée jusqu'à la rive gauche de la Vèsubie.....	144
FIGURE 20. — Coupes comparatives des couches de passage du Jurassique au Crétacé sur les rives droite et gauche du Verdon.....	149
FIGURE 21. — Coupe des couches de passage du Jurassique au Crétacé dans la carrière à l'E du Fort Grand-St-Antoine près de Touzon.....	156
FIGURE 22. — Coupe montrant le passage du Jurassique au Crétacé, vers le « Logis neuf ».....	158
FIGURE 23. — Coupe montrant le passage du Jurassique au Crétacé à l'W du Château de Drap.....	161
FIGURE 24. — Coupe du passage jurassico-crétacé près du Col de Castillon .....	166
FIGURE 25. — <i>Clypeina parvula</i> Carozzi.....	188
FIGURE 26. — <i>Salpingoporella annulata</i> Carozzi.....	189
FIGURE 27. — <i>Munieria baconica</i> Deecke.....	191
FIGURE 28. — <i>Acicularia</i> sp.....	191
FIGURE 29. — <i>Globochaete alpina</i> Lombard.....	192
FIGURE 30. — <i>Calpionella alpina</i> Lorenz, <i>Calpionella elliptica</i> Cadisch, <i>Tintinnopsella carpathica</i> Morgeanu et Filipescu.....	194
FIGURE 31. — Coupes caractéristiques d' <i>Eolhrix alpina</i> L.....	197
FIGURE 32. — Diagrammes de fréquence des Miliolidés, en fonction de leur taille, dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé du Jura méridional.....	205

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Avant-Propos .....	5
Introduction .....	9
Cadre géographique .....	9
Objet et méthode .....	9
Techniques .....	10
Plan .....	13
Liste bibliographique .....	15
 <i>Première Partie</i> <b>DESCRIPTIONS STRATIGRAPHIQUES</b>	
<i>Historique</i> .....	31
<i>Le Purbeckien du Jura</i> .....	33
Chapitre I. — LE PASSAGE DU JURASSIQUE AU CRÉTACÉ DANS LES MASSIFS SUBALPINS SEPTENTRIONAUX ET LA RÉGION DE BERRIAS (Ardèche) .....	35
1. <i>Le passage du jurassique au crétacé dans les zones de faciès pélagique</i> .....	36
a) Chartreuse .....	36
b) Bauges .....	37
c) Vercors .....	37
d) Bornes .....	38
II. <i>Le passage du jurassique au crétacé dans la zone de faciès néritique. Zone de faciès n° 1</i> .....	38
A) Région chambérienne .....	38
B) Chartreuse .....	48
C) Vercors .....	52
D) Région de Berrias (Ardèche) .....	52
E) Bordure E du massif des Bornes .....	54
F) Conclusion .....	54

	Pages
Chapitre II. — LE PURBECKIEN DU JURA ET DE LA BRESSE .....	57
1. Zone de faciès n° 2. Le Purbeckien dans la zone de transition entre le faciès jurassien et le faciès sub-alpin .....	60
A) Le Purbeckien de la Montagne de Corsuet ..	60
B) Le Purbeckien du flanc W de la Montagne de l'Épine .....	63
C) Le Purbeckien de l'extrémité septentrionale du Semnoz (Haute-Savoie) .....	67
D) Le Purbeckien de la Buisse près Grenoble ..	68
E) Le passage du Jurassique au Crétacé dans la région de l'Echaillon (Isère) .....	68
II. Zone de faciès n° 3 .....	69
A) Le Purbeckien du Col de l'Épine .....	69
B) Le Purbeckien de la Cluse de Chailles .....	72
C) Le Purbeckien du Mont-du-Chat .....	75
D) Le Purbeckien du Banchet .....	75
E) Le Purbeckien dans la partie septentrionale de l'anticlinal du Mont-du-Chat .....	78
F) Le Purbeckien du Gros-Foug .....	79
III. Zone de faciès n° 4 .....	80
A) Le Purbeckien de la Cluse du Fier .....	80
B) Le Purbeckien de Pierre-Chatel .....	87
IV. Zone de faciès n° 5 .....	88
A) Le Purbeckien du ravin de la Dorche .....	88
B) Le Purbeckien de Rossillon en Burbanche ...	92
C) Le Purbeckien du Reculet (Ain) .....	93
V. Zone de faciès n° 6 .....	95
A) Le Purbeckien dans la région de Charix et du Poizat .....	95
B) Le Purbeckien dans la région de Champfromier .....	99
C) Le Purbeckien dans la région de St-Claude (Jura) .....	100
1) Coupe sur la route de St-Caude au Col de la Faucille .....	100
2) Coupe sur la route de St-Claude à Cinquétral .....	102
3) Lavans près St-Claude .....	103
D) Le Purbeckien dans la région de Morez (Jura). ..	104
VI. Zone de faciès n° 7 .....	107
A) Le Purbeckien dans la région de Pont-de-la-Chaux (Jura) .....	107
B) Le Purbeckien dans la région du lac de Saint-Point (Doubs) .....	108
VII. Zone de faciès n° 8. — Le Purbeckien dans la région de Narlay (Jura) .....	111

	Pages
VIII. Zone de faciès n° 9 .....	112
A) Le Purbeckien dans la région de Bians-les-Uziers (Doubs) .....	112
B) Le Purbeckien de la vallée du Doubs au N de Pontarlier .....	112
IX. Zone de faciès n° 10 .....	113
X. Zone de faciès n° 11. — Le Purbeckien de la bordure W du Jura .....	115
XI. Zone de faciès n° 12. Zone des poudingues .....	117
XII. Zone de faciès n° 13. Le Purbeckien de la Bresse ...	119
Chapitre III. — RÉPARTITION ET STRATIGRAPHIE DES FACIÈS PURBECKIENS DANS LE JURA FRANÇAIS .....	121
A) Répartition des faciès purbeckien dans le Jura Français. Essai d'interprétation .....	121
B) Stratigraphie du Purbeckien dans le Jura Français....	125
C) Aperçu paléogéographique .....	128
D) Parallélisme entre les formations jurassiennes et subalpines à la fin du jurassique .....	130
E) Comparaison avec les niveaux purbeckiens d'Angleterre et d'Allemagne du NW .....	134
Chapitre IV. — LES SÉDIMENTS DE LA LIMITE JURASSICO-CRÉTACÉE DANS LA PROVENCE ET LES ALPES-MARITIMES .....	135
I. Zone n° 1. Le passage du Jurassique au Crétacé se fait par une suite continue de sédiments marins .....	136
A) Région de Salon et d'Aix-en-Provence.....	139
B) Région de Barrême, Digne et Castellane .....	140
C) Région de Thorenc .....	140
D) Région de la Tinée et de la Vésubie .....	142
E) Conclusions .....	143
II. Zone n° 2. Il existe des dépôts saumâtres dans le Crétacé intérieur .....	145
A) Région de Marseille .....	145
B) Région du Grand Cañon du Verdon.....	147
C) Région d'Andon et de Thorenc .....	150
III. Zone n° 3. Il existe des dépôts saumâtres et lacustres dans le Crétacé inférieur.....	154
A) Région de Toulon .....	154
B) Région de St-Vallier .....	157
C) Région de Nice et de Menton .....	159
D) Conclusion .....	167
IV. Conclusion générale .....	167

	Pages
Chapitre V. — LES SÉDIMENTS DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DES GRANDS-CAUSSES ET DE LA SERANNE .....	169
A) <i>Causse Méjean</i> .....	170
B) <i>Causse de Sauveterre</i> .....	172
C) <i>Causse Noir</i> .....	173
D) <i>Larzac</i> .....	174
E) <i>La Séranne</i> .....	175

*Deuxième Partie*

**ETUDE SYSTEMATIQUE  
DES ORGANISMES ET DES SEDIMENTS**

Chapitre VI. — ETUDE SYSTÉMATIQUE DES MICRO-ORGANISMES .....	179
A) <i>La Microflore</i> .....	179
I. Charophytes .....	179
Characeæ R. ....	180
Tolypella L. ....	182
Clavatoraceæ P. ....	182
Perimneste H. ....	185
II. Dasycladacées .....	186
Clypeina M. ....	186
Terquemella M-Ch. ....	188
Salpingoporella P. ....	189
Actinoporella G. ....	190
Munieria D. ....	190
Acicularia d'Arch. ....	191
III. Chlorophycées .....	192
B) <i>La Microfaune</i> .....	192
I. Foraminifères .....	192
II. Tintinoïdiens .....	194
Calpionella L. ....	194
Tintinnopsella C. ....	195
III. Ptéropodes .....	195
Vaginella D. ....	195
Vaginella ? sp. ....	196
IV. Crinoïdes .....	196
Chapitre VII. — ETUDE SYSTÉMATIQUE DES SÉDIMENTS .....	199
I. <i>Les sédiments marins</i> .....	199
A) <i>Faciès pélagique</i> .....	199
1) Calcaires compacts à organismes pélagiques..	199
2) Calcaires pseudobrèchiques .....	199
3) Calcaires argileux .....	200

	Pages
B) <i>Faciès néritique</i> .....	200
1) <i>Sédiments calcaires</i> .....	200
a) Calcaires compacts .....	201
b) Calcaires pseudoolithiques .....	201
c) Calcaires oolithiques .....	203
2) <i>Sédiments dolomitiques</i> .....	203
II. <i>Les sédiments de très faible profondeur, saumâtres et lagunaires</i> .....	203
A) <i>Sédiments saumâtres</i> .....	203
a) <i>Les calcaires</i> .....	204
1) Calcaires compacts .....	204
2) Calcaires pseudoolithiques .....	205
3) Les calcaires à « cailloux noirs » .....	205
b) <i>Les sédiments argileux</i> .....	206
1) Calcaires marneux .....	206
2) Argilite ultra-fine .....	206
3) Marnes vertes .....	206
B) <i>Les sédiments lagunaires</i> .....	207
a) <i>Les sédiments dolomitiques</i> .....	207
b) <i>Les sédiments gypseux</i> .....	207
C) <i>Les formations brèchiques</i> .....	207
III. <i>Les sédiments lacustres</i> .....	208
A) <i>Les calcaires</i> .....	208
B) <i>Les marnes et argilites</i> .....	208
C) <i>Les brèches</i> .....	208
<i>Résultats généraux</i> .....	209