Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 58 (1965)

Heft: 2

Artikel: Géologie des Préalpes Médianes dans le massif des Bruns partie occidentale (Préalpes fribourgeoises)

Autor: Spicher, Jean-Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163280

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Vol. 58, N° 2 — 1965

Géologie des Préalpes Médianes dans le massif des Bruns partie occidentale

(Préalpes fribourgeoises)

Avec 20 figures et 6 tableaux dans le texte et 3 planches (I–III)

Par **Jean-Pierre Spicher**

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 594
Introduction 594
Situation de la région étudiée 594
Aperçu topographique 594
Cartes 595
Historique 596
Aperçu géologique 596

PREMIÈRE PARTIE: STRATIGRAPHIE

Chapitre I: la formation dolomitique (Keuper ?) 597
Introduction 597
I. Lithologie 598
II. Description des affleurements 603
III. La limite supérieure 613
IV. Paléontologie et âge 614
V. Conditions de sédimentation 615
VI. Paléogéographie 617
VII. Résultats et conclusions 617
Chapitre II: les couches de Kössen (Rhétien) 618
I. Lithologie 618
II. Description des affleurements 619
III. La limite supérieure 628
IV. Paléontologie et âge 628
V. Réflexions sur la coupe du Rio de la Chapalleyre 628
VI. Conditions de sédimentation et paléogéographie 629
Chapitre III: la formation oolithique (Hettangien) 630
I. Lithologie 630
II. Limites lithologiques inférieure et supérieure 631
III. Description des affleurements 631
IV. Paléontologie et âge 635
V. Comparaison de la formation oolithique au N et au S du synclinal de la Gruyère. 636
VI. Comparaison avec l'Hettangien des Tours d'Aï (Jeannet 1912/13) et de l'anticlinal de la Vudallaz (Massif du Moléson, L. Pugin 1952) 636
VII. Conditions de sédimentation et paléogéographie 637
Chapitre IV: la formation spathique (Sinémurien + localement Sinémurien à Toarcien inférieur) 638
I. Lithologie 638
II. Description des affleurements, paléontologie et âge 639
III. Conditions de sédimentation et paléogéographie 651

Chapitre V: la formation siliceuse (Pliensbachien) 652
I. Lithologie 654
II. Description des affleurements 655
III. Conditions de sédimentation et paléogéographie 663

Chapitre VI: la formation calcaréo-argileuse 665
Introduction 665
Le Membre A (Lias supérieur) 665
I. Lithologie 667
II. Description des affleurements et paléontologie 667
Considérations sur le Membre A 677
III. Conditions de sédimentation et paléogéographie 679
Le Membre B (Bajocien) 679
I. Lithologie 679
II. Description des affleurements et paléontologie 680
III. Conditions de sédimentation et paléogéographie 688
Le Membre C (Bathonien) 689
I. Lithologie 689
II. Description des affleurements et paléontologie 690
III. Considérations biostratigraphiques 694
IV. Conditions de sédimentation et paléogéographie 694
Le Membre D (Callovien et Oxfordien inférieur ?) 695
I. Lithologie 695
II. Description des affleurements et paléontologie 696
III. Conditions de sédimentation et paléogéographie 700

Chapitre VII: la formation des calcaires massifs (Malm) 700
I. Généralités 700
II. Lithologie 701
A. Roches propres au Membre noduleux 701
B. Roches de la séquence fondamentale caractérisant la partie médiane de la formation 702
III. Description des affleurements 703
IV. Paléontologie et âge 718
A. Le Membre noduleux 718
B. La série pararythmique 718
C. La série des calcaires compacts et sublithographiques 719
V. Conditions de sédimentation 719
A. Les dépôts du Membre noduleux 719
B. Les dépôts de la série pararythmiques 720
1. Milieu de formation 720
2. Mode de transport 721
Remarques au sujet de la coupe graphique et de la courbe lithologique . 721

Chapitre VIII: la formation des calcaires plaquetés (Néocomien) 722
1. La limite lithologique inférieure 723
2. Etude de la limite Malm–Crétacé (Portlandien supérieur–Berriasien) 723
3. Remarques concernant le tableau VI 726
4. Dans la partie supérieure de la formation 726

Chapitre IX: le «complexe schisteux intermédiaire» 728
I. Lithologie 728
II. Les affleurements 729
III. Paléontologie et âge 729

Chapitre X: Le Quaternaire 730
I. Les dépôts glaciaires 730
II. Les dépôts postglaciaires et récents 731
III. Hydrographie 733

DEUXIÈME PARTIE: TECTONIQUE

1. Le plan de chevauchement des Préalpes médianes 734
2. Les replis bordiers ou le synclinal d'Arsajoux 736
3. L'anticlinal Charmey–Lac-Noir 738
4. Le synclinal Vounetse–Bremengard 738
5. L'anticlinal Tsintre–Lovaty 738
6. Le synclinal de la Dent de Broc 738
7. L'anticlinal principal I (Les Combes–Spitzfluh) 738
8. Le synclinal de la Gruyère 740
9. L'anticlinal principal II (Sauta–Jaun–Stockhorn) Les failles 740
Bibliographie 740

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX DANS LE TEXTE

Fig. 1. Plan de situation au 1 : 200000 595
Fig. 2. Dolomie microgrenue 599
Fig. 3. Dolomie cryptocristalline 600
Fig. 4. Dolomie oolithique du type a) 601
Fig. 5. Dolomie oolithique du type b) 601
Fig. 6. Agrégats de quartz secondaire dans une dolomie microgrenue à cryptocristalline 602
Fig. 7. Relique de calcite attaquée par la silicification et par la dolomitisation 602
Fig. 8. La niche d'arrachement sur la rive gauche du Rio de la Chappaleyre (base de la formation dolomitique) 603
Fig. 9. Détail de la figure 8 604
Fig. 10. Coupe et courbe lithologiques des «Couches de Kössen» dans le Rio de la Chapalleyre 624
Fig. 11. La brèche à Bélemnites 645
Fig. 12. Spongolithe de la formation siliceuse 654
Fig. 13. Chevauchement de Tichenuva Derrey mettant en contact la formation siliceuse (Lias moyen) et le Membre B de la formation calcaréo-argileuse (Bajocien) . . 663
Fig. 14. Chevauchement de la formation siliceuse (Lias moyen) sur les schistes cartons (Toarcien inférieur) dans le Rio de l'Essert 666
Fig. 15. Décrochement mettant face à face la formation siliceuse et le Membre A, dans le Rio de la Chapalleyre 666
Fig. 16. Le Membre D de la formation calcaréo-argileuse à l'arête Vieille Cierne 697
Fig. 17. Coupe graphique et courbe lithologique dans la série pararythmique de la section du «Brésil» 708–709
Fig. 18. Croquis de la section levée dans la combe Dislise au passage Malm-Crétacé . . 723
Fig. 19. Carte tectonique de la partie occidentale du Massif des Bruns 735
Fig. 20. La géologie du Petit Brun vu du pâturage Bergli 739
Tableau I: Les unités lithologiques cartographiées et leur âge respectif 597
Tableau II: Tableau comparatif de l'Hettangien des Tours d'Aï, de l'anticlinal de la Vudallaz et de l'anticlinal de Charmey 637
Tableau III: La formation spathique 653
Tableau IV: La formation siliceuse 664
Tableau V: Lithologie résumée des zones d'Ammonites du Toarcien et de l'Alénien . . 678
Tableau VI: La limite Malm–Crétacé d'après les faunizones de Tintinnoïdiens 728

LISTE DES PLANCHES

Planche I: Coupe lithologique de la formation dolomitique dans le Rio de la Chapalleyre (avec profil du rio et situation de la coupe lithologique).
Planche II: Carte géologique des Préalpes médianes dans le Massif des Bruns: partie occidentale. Echelle 1 : 25000.
Planche III: Profils géologiques de la partie occidentale du Massif des Bruns. Echelle 1 : 25000.

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage est une explication de la carte géologique détaillée au 1:10000 de la partie occidentale du Massif des Bruns. Il a donc un caractère descriptif très local. Je me suis efforcé tout au long de ce travail de rester le plus objectif possible et si cette étude pouvait un jour constituer un petit maillon d'une synthèse des Préalpes médianes, je serais largement récompensé.

Au moment de publier cette étude, j'ai l'agréable devoir de remercier tous ceux qui m'ont aidé dans ma tâche, et tout d'abord ma femme, mes parents et beaux-parents.

C'est en 1959 que mon regretté maître, M. le Prof. JEAN TERCIER, me confia ce travail. Le souvenir de ce Grand Patron restera toujours gravé dans ma mémoire.

J'exprime aussi ma vive reconnaissance à M. le Prof. JEAN KLAUS, son successeur, qui a bien voulu m'initier aux techniques de la micropaléontologie.

Ma gratitude va encore à M. le Prof. LOUIS PUGIN, chef des travaux, qui m'a constamment aidé dans mes déterminations et m'a fait profiter de ses vastes connaissances des Préalpes.

Je suis très reconnaissant à M. le Prof. R. TRÜMPY (EPF, Zürich) qui a eu l'amabilité d'examiner quelques-unes de mes Ammonites.

Je n'oublierai pas la cordialité avec laquelle M. le Prof. W. NABHOLZ, de Berne, m'a accueilli dans son laboratoire de sédimentologie et m'a fait profiter de sa large expérience.

Mes remerciements s'adressent aussi à Messieurs les Professeurs BLUM (botanique), CHARDONNENS (chimie inorganique), FRÖLICHER (mathématiques), GERBER (géodésie), GIOVANNINI (chimie organique), HUBER (physique), KÄLIN (zoologie), LAMBOSSY (mathématiques), NICKEL (minéralogie), STREBEL (mathématiques).

Je relèverai le mérite de M. G. PAPAUX qui a préparé mes coupes minces et a mis à ma disposition ses talents de dessinateur.

A mes camarades d'étude J. VON DER WEID, J. D. ANDREY et M. GISIGER (assistant) un cordial merci pour leur amitié dévouée!

INTRODUCTION

Situation de la région étudiée

La région décrite dans le présent travail est située dans les Préalpes fribourgeoises, à l'Est du Montsalvens, et comprend la partie occidentale du Massif des Bruns (Fig. 1). Elle s'inscrit dans un triangle dont les sommets sont Charmey, Zur Eich et la Valsainte et dont les côtés sont tracés par la Jogne, le Javroz et une courbe plus ou moins rectiligne passant entre le Gros et le Petit Brun, la combe des Morvaux et la vallée de l'Essert.

Aperçu topographique

Le territoire ainsi délimité comprend, du NW vers le SE, les unités morphologiques suivantes:

le Massif d'Arsajoux,
le Vanil Blanc,

la crête de Vounetse,
les Dents Vertes,
la vallée des Fornis,
les Vanils des Raveires.

Les lignes de crête ont une orientation sensiblement parallèle, de direction SW–NE.

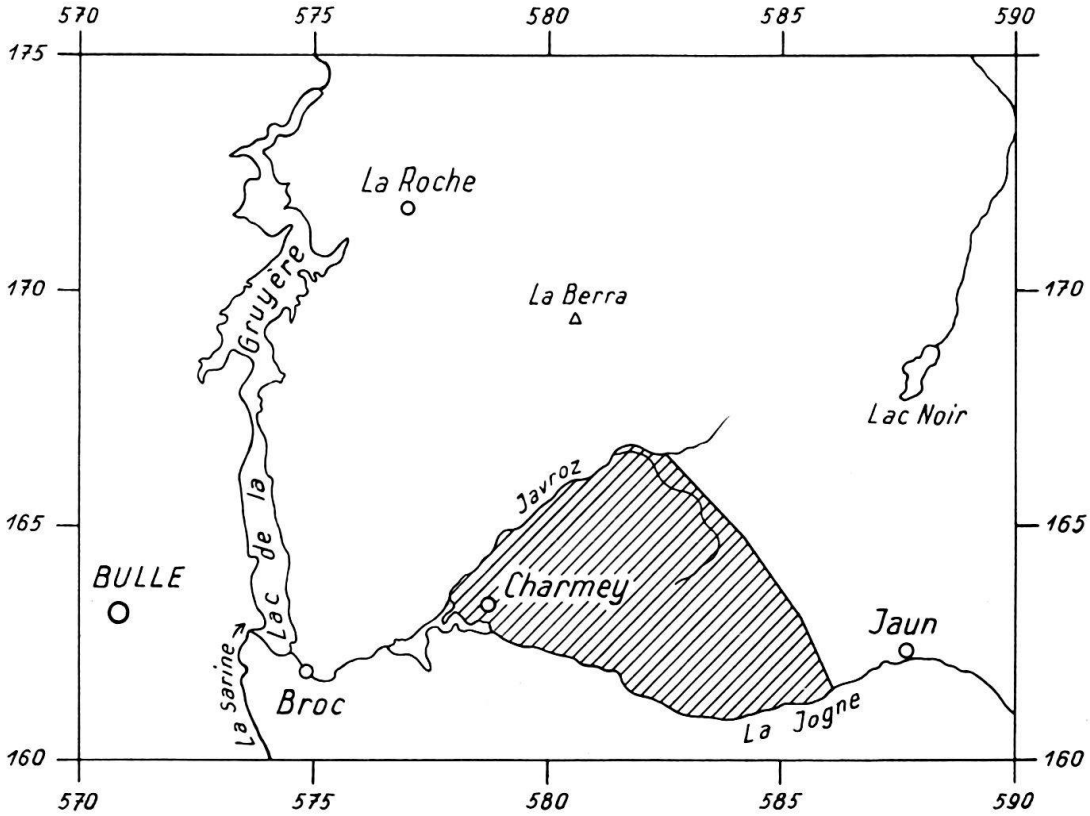


Fig. 1. Plan de situation, 1 :100000

Cartes

Le terrain prospecté figure sur les cartes topographiques suivantes:

1. la carte nationale de la Suisse au 1:100000, feuille 36: Sarine
2. la carte nationale de la Suisse au 1:50000, feuille 252: Bulle
3. la carte nationale de la Suisse au 1:25000, feuille 1225: Gruyères
4. les feuilles Nos 361 (La Berra), 363 (Charmey) et 365 (Jaun) de l'Atlas topographique de la Suisse (Atlas Siegfried) au 1:25000.
5. J'ai utilisé le Plan d'Ensemble cadastral au 1:10000 comme base topographique de mes levés.

Parmi les cartes géologiques, il faut citer:

1. la carte géologique au 1:100000 des territoires de Vaud, Fribourg et Berne, publiée par V. Gilliéron en 1885,
2. la carte inédite de L. Horwitz levée au 1:25000,
3. la carte géologique de J. Tercier, levée sur un agrandissement au 1:10000 de la carte de l'Atlas Siegfried. Cette carte inédite est déposée à l'Institut de Géologie de l'Université de Fribourg.

Historique

Mon terrain d'étude n'a pas été l'objet de nombreuses publications.

En 1885, V. GILLIÉRON publie les résultats de ses minutieuses recherches dans le cadre des Matériaux pour la carte géologique suisse.

F. NUSSBAUM (1906) a retracé l'histoire de la période glaciaire dans le Massif des Bruns.

L. HORWITZ en a donné la stratigraphie détaillée entre les années 1913 et 1939.

H. WEISS a publié en 1949 une coupe levée dans le Malm de la Maischopfenspitz (Petit Brun).

Les régions adjacentes ont été étudiées par:

TERCIER, J. (1928)

GUILLAUME, H. (1957)

CHATTON, M. (1947)

SCHWARTZ-CHENEVART, C. (1945)

ANDREY, J. D. (thèse à paraître)

Aperçu géologique

Au début de cette introduction, j'ai situé ma région d'étude dans son cadre topographique, situons-la maintenant dans son cadre géologique.

Le Massif des Bruns appartient à la nappe des Préalpes médianes plastiques, et plus précisement au front de celle-ci.

Dans l'ensemble, la direction des couches est parallèle aux axes morphologiques, soit SW-NE. La carte géologique et les profils en travers (planches II et III) révèlent du NW vers le SE les unités structurales suivantes:

1. les replis bordiers ou le synclinal d'Arsajoux
2. l'anticlinal Charmey—Lac-Noir
3. le synclinal Vounetse—Bremengard
4. l'anticlinal Tsintre—Lovaty
5. le synclinal de la Dent-de-Broc
6. l'anticlinal principal I (Les Combes—Spitzfluh).
7. le synclinal de la Gruyère
8. l'anticlinal principal II (Sauta—Jaun—Stockhorn).

Je précise d'emblée que les subdivisions de ce travail sont basées sur des critères exclusivement lithologiques. A quelques exceptions près, les limites cartographiées sont identiques à celles qui furent adoptées par mes prédécesseurs. Mais ces derniers accordaient les limites lithologiques avec les limites d'étages alors que la concordance n'existe pas toujours, particulièrement entre les sédiments du front de la nappe et ceux de l'anticlinal II. La biostratigraphie des formations sera traitée à la fin de chacun des chapitres.

Le tableau I donne la succession des unités lithologiques cartographiées avec leur âge respectif, supposé ou prouvé paléontologiquement.

Tableau I: Age des unités lithostratigraphiques

FORMATIONS	*MEMBRES*	*AGE*	
Moraines des glaciers locaux		Glaciation de Würm	Quaternaire
Complexe schisteux intermédiaire		Albien inférieur Aptien (?)	Crétacé inférieur et moyen
Formation des calcaires plaquetés		à l'Aptien (?) Berriasien supérieur	
Formation des calcaires massifs	Série des calc. compacts et série pararythmique Membre noduleux	Berriasien inférieur Portlandien, Kimmér., Oxf. sup. pars. (?) Oxf. sup. pars. et Oxf. moyen	MALM
Formation calcaréo-argileuse	Membre D Membre C Membre B	Oxf. inf. (?) et Callovien Bathonien Bajocien	DOGGER
	Membre A	Aalénien-Toarcien	LIAS
Formation siliceuse		Pliensbachien	
Formation spathique		Sinémurien (+ Pliensb. et Toarcien inf. dans l'anticl. II)	
Formation oolithique		Hettangien	
Couches de Kössen		Rhétien	TRIAS
Formation dolomitique	dolomies cornieules gypse	Keuper (?)	

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

CHAPITRE I

La formation dolomitique (Keuper?)

Introduction

La formation dolomitique affleure généralement mal et n'est visible que dans deux unités tectoniques:

a) dans les replis bordiers, elle est en grande partie recouverte de dépôts morainiques, de débris de pente ou d'éluvions; les affleurements sont très morcelés et ne se prêtent pas à une étude détaillée.

b) dans l'anticlinal de Charmey dont elle constitue le noyau, les affleurements sont plus nombreux et meilleurs. La formation affleure presque sans interruption dans le Rio de la Chapalleyre où elle atteint environ 160 m d'épaisseur.

I. Lithologie

Trois types de roches sont représentés et cartographiables séparément, ce sont le gypse, les cornieules et les dolomies. Les dolomies forment l'essentiel des affleurements.

A. Le gypse

Le gypse est cristallin, il se présente en petits lits très friables, blancs, brillants. De minces délits argileux gris plus ou moins parallèles y sont généralement inclus. Les marnes gypsifères, grises, sont rares. Le gypse (un seul affleurement) est étroitement associé aux dolomies.

B. Les cornieules

Elles répondent aux définitions données par W. Brückner (1941, p. 127).

1. La cornieule banale:

elle présente des cavités irrégulières et dissymétriques. Très souvent, ces cavités sont encore partiellement remplies de dolomie argileuse beige ou jaune clair, pulvérulente, rarement compacte, ne réagissant pas à l'HCl. Les parois des cavités, de teinte gris-brunâtre, sont essentiellement calcaires et confèrent à l'ensemble une certaine dureté; de ce fait, la cornieule peut à l'occasion constituer une barre rocheuse.

2. La dolomie vacuolaire ou cornieule réticulaire:

elle diffère de la cornieule banale par l'arrangement symétrique de ses cloisons, le plus souvent suivant trois plans plus ou moins perpendiculaires. Le lessivage des cellules est moins fréquent. La dolomie vacuolaire est disposée en bancs, tandis que la cornieule banale est informe. La calcite recristallisée représente un pourcentage plus faible que dans la cornieule banale.

C. Les dolomies

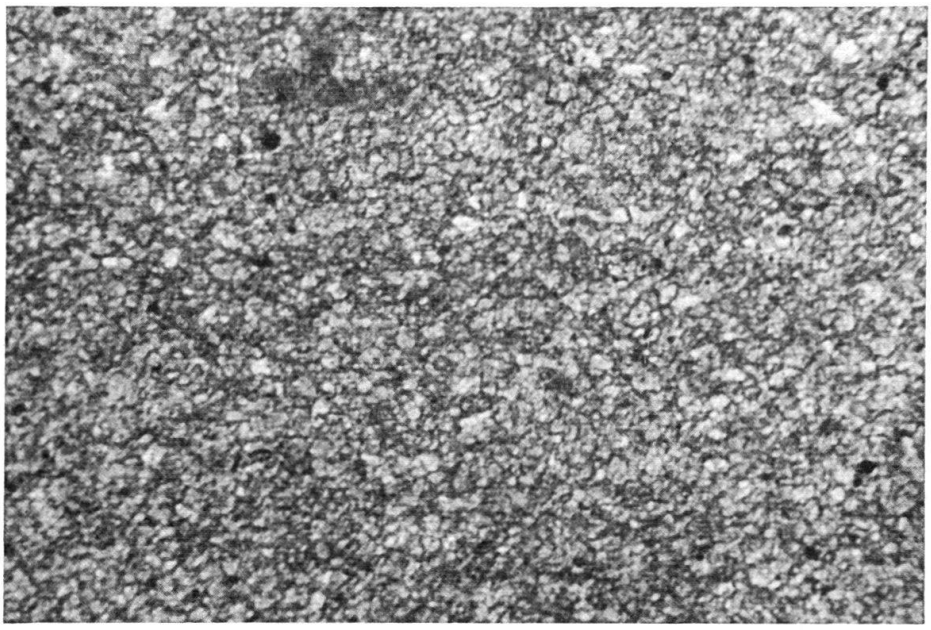
P. Canal (1947): «Les critères habituellement utilisés sur le terrain pour déterminer une dolomie (cristallisation saccharoïde, fumée au choc et odeur fétide) sont en général fallacieux; seule la méthode microchimique constitue un moyen certain de détermination.»

Sur le terrain, la diagnose pétrographique n'est certes pas aisée; en effet, comment distinguer une dolomie d'une dolomie calcarifère ou d'un calcaire dolomitique? Aussi, ai-je toujours eu recours à l'HCl. Après un très grand nombre d'essais, je peux dire que toutes les roches ainsi testées n'ont réagi que très faiblement, voire pas du tout, se classant donc dans le groupe des dolomies calcarifères ou des dolomies. Je crois cette affirmation permise, à la suite des travaux de W. J. Sando et J. T. Dutro, J. R. et W. C. Gere (1959, p. 2754): «In the field, rock that effervesced

little if at all when treated with cold 2N hydrochloric acid was identified as dolomite. Chemical analyses of 9 samples of dolomite from various parts of the formation in the type section confirm the field determinations. On the basis that the magnesium occurs in the form of dolomite, these samples range from 86,0 to 96,5 per cent Mg Ca $(CO_3)_2$.»

1. La dolomie microgrenue (fig. 2):

définition d'après A. Carozzi (1953): «Les variétés microgrenues se décomposent en petits granules irréguliers, parfois à contours subrhomboédriques ou nettement rhomboédriques, moulés les uns dans les autres.»



(Photo M. Gisiger)

Fig. 2. Dolomie microgrenue. Grossissement: 72 ×

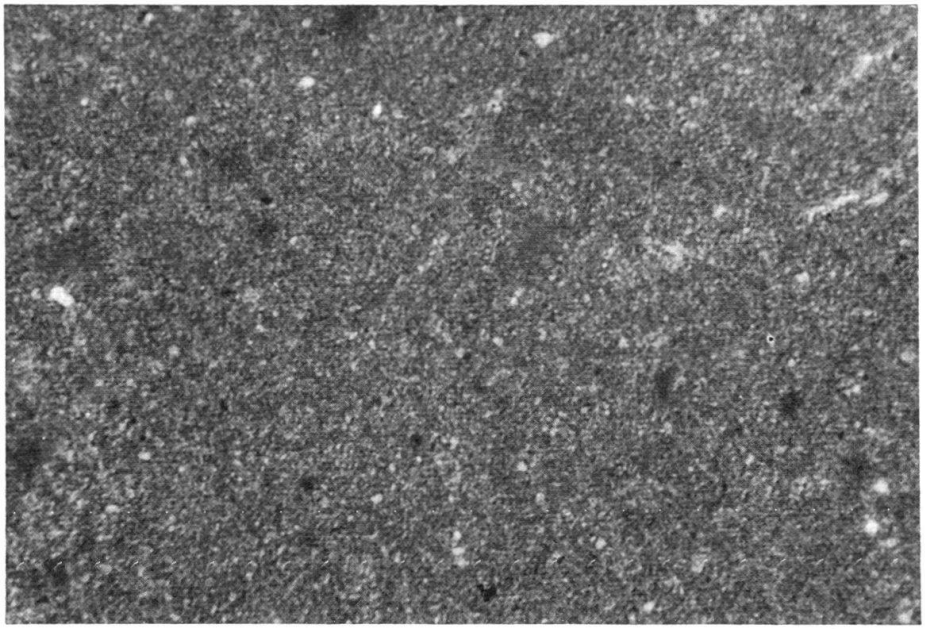
Je désigne donc par dolomie microgrenue une roche généralement beige clair ou jaunâtre dont la coupe mince jaune-chamois clair, ne montre que très mal la forme des cristaux, vue sous un faible grossissement (16 ×); mais, par contre, avec un fort grossissement (63 ×), on y distinguera de petits granules irréguliers, plus ou moins rhomboédriques, moulés les uns dans les autres. Observée à la loupe, une dolomie microgrenue présente une cassure finement esquilleuse.

2. La dolomie cryptocristalline (fig. 3):

définition d'après A. Carozzi: «Les dolomies cryptocristallines atteignent un degré de finesse semblable à celui des cherts. Sous le microscope, leur matière paraît indifférenciée; seuls, de forts grossissements révèlent des granulations extrêmement fines».

Je qualifie donc de cryptocristalline une dolomie dont la coupe mince, vue sous un grossissement de 63 ×, ne révèle que des granulations globuleuses, nuageuses, très fines. Macroscopiquement, une telle roche est gris clair ou beige clair, à cassure lisse, altérée en petits cubes, moins dure que le type microgrenu.

Les dolomies cryptocristallines se trouvent environ dans la même proportion que les dolomies microgrenues, dont elles se différencient d'ailleurs aisément.



(Photo M. Gisiger)

Fig. 3. Dolomie cryptocristalline. Grossissement: 72 ×

Toutes les coupes minces effectuées dans les dolomies présentent du quartz secondaire. Ce quartz est réparti dans la roche, soit en granules minuscules, soit en agrégats isolés ou au contraire très nombreux et de taille variable, de forme subarrondie ou des plus irrégulières. Les agrégats sont souvent visibles à la loupe; ils paraissent alors verdâtres, coloration due probablement à la diffraction de la lumière par les cristaux de calcite et de dolomite.

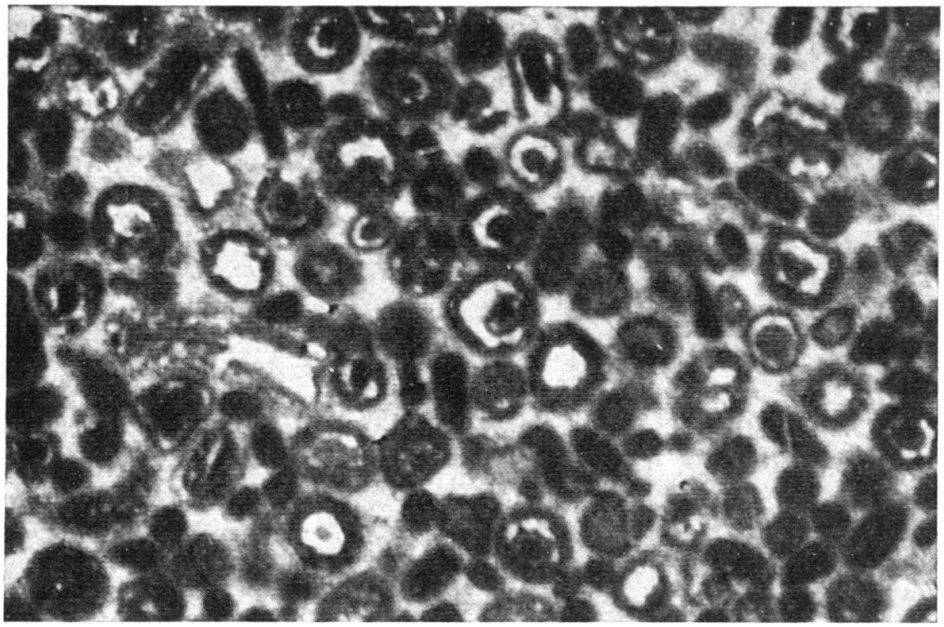
3. Les dolomies oolithiques:

elles sont très fréquentes. Les oolithes sont parfois bien visibles à la loupe, mais le plus souvent, il faut avoir recours à la coupe mince pour les reconnaître avec certitude. L'observation de 31 coupes minces m'a permis de distinguer trois types de dolomie oolithique:

a) la roche est essentiellement composée d'oolithes (fig. 4) (11 coupes minces); celles-ci sont rondes ou allongées, plus rarement en bâtonnets, et presque toujours de petite taille; parfois, la structure concentrique est encore visible. La dolomie des oolithes a presque toujours un grain plus fin que celui du ciment: elle est généralement cryptocristalline, la dolomie du ciment étant microgrenue, éventuellement grenue. Le nucléus peut présenter trois aspects différents: – s'il est entièrement dolomisé, l'oolithe se distingue alors du ciment par sa couleur plus sombre, due à un degré différent de cristallinité; – s'il est entièrement silicifié, un témoin calcaire subsiste parfois au centre de l'oolithe; – s'il est silicifié et dolomitisé, les cristaux de dolomite se trouvent alors dans la partie extérieure de l'oolithe. Quelquefois, un grand rhomboèdre de dolomite nage dans la silice.

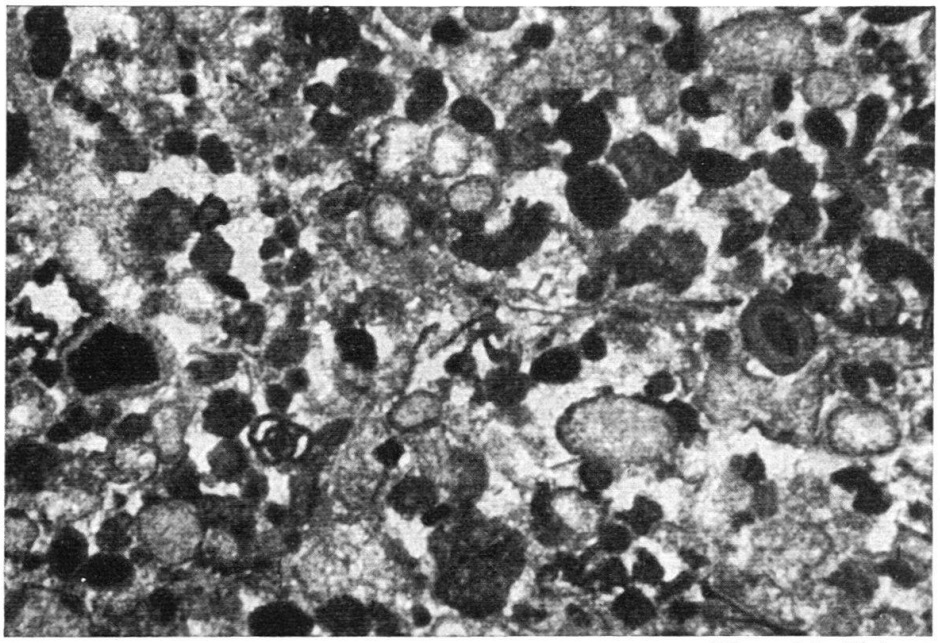
Dans une des coupes minces, on voit plusieurs oolithes constituées à partir d'un *Miliolidae*.

b) 5 coupes minces présentent une répartition irrégulière des oolithes (Fig. 5). Des plages en sont richement pourvues, d'autres ne contiennent que quelques spécimens isolés; mais si l'on accorde une observation plus attentive à ces dernières



(Photo M. Gisiger)

Fig. 4. Dolomie oolithique du type a). Grossissement: 30 ×

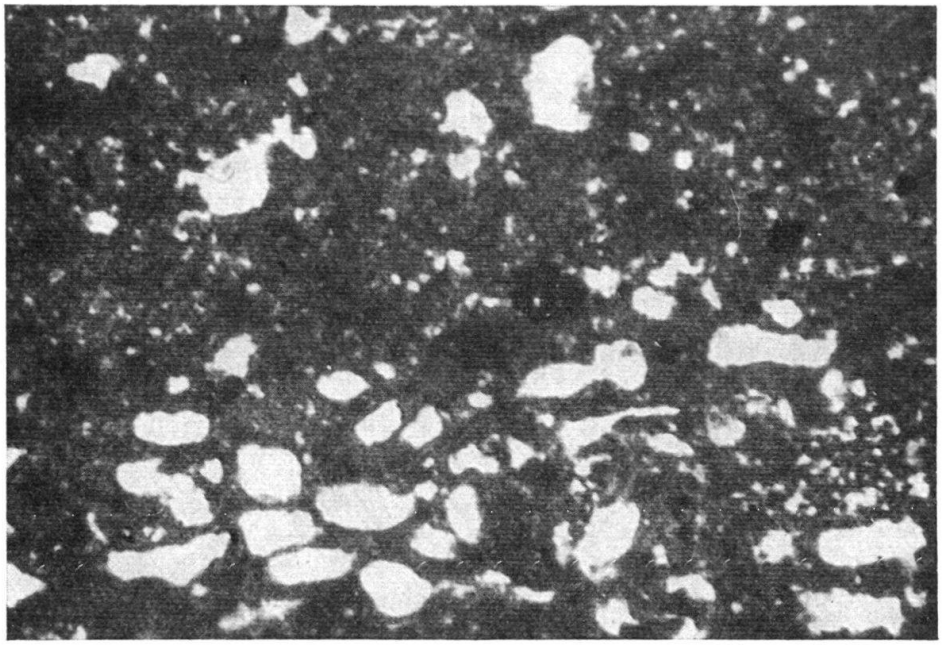


(Photo M. Gisiger)

Fig. 5. Dolomie oolithique du type b). A remarquer: 1. une oolithe a conservé la structure concentrique; 2. la présence d'un *Miliolidae*. Grossissement: 30 ×

plages, on remarquera, sous un fort grossissement (63 ×), des lisérés subcirculaires plus sombres, ce sont des fantômes d'oolithes. Nous avons là un stade de dolomitisation plus avancé que dans les roches du type a.

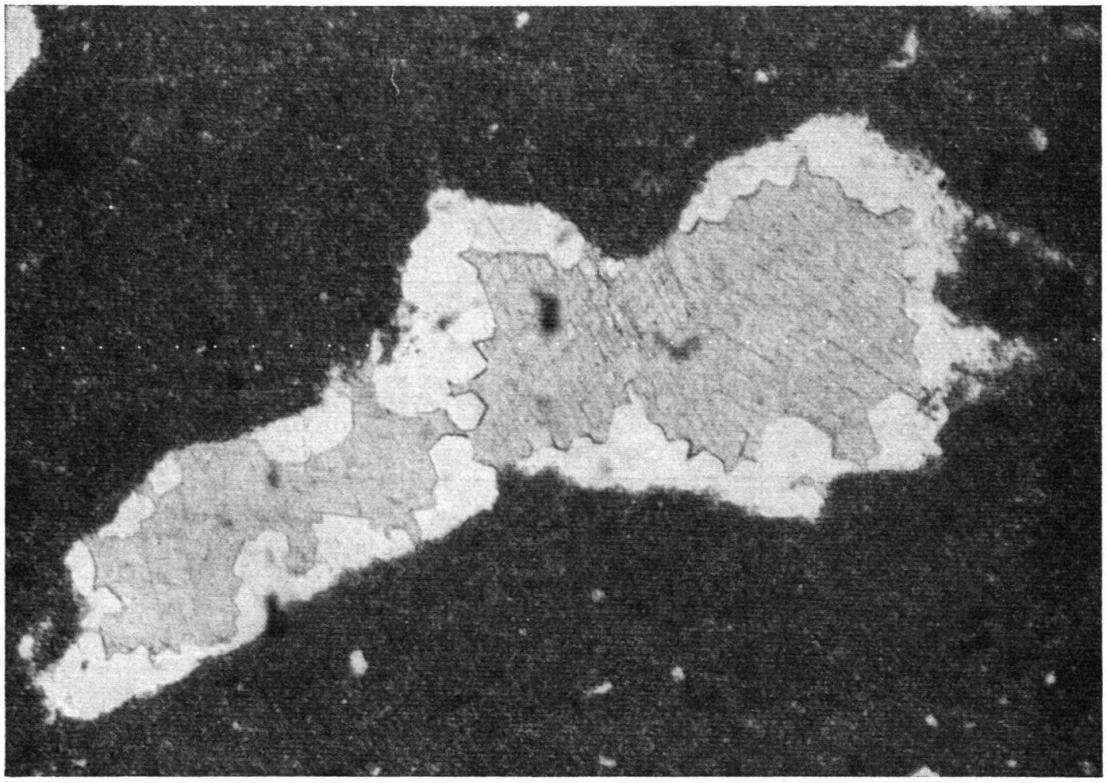
c) 13 coupes minces ne présentent que des fantômes d'oolithes; la structure concentrique n'est jamais visible. Les oolithes ont été transformées en globules ne se distinguant du ciment que par leur couleur plus sombre. Certaines coupes présen-



(Photo M. Gisiger)

Fig. 6. Agrégats de quartz secondaire (taches blanches) dans une dolomie microgrenue à cryptocristalline. Grossissement: 30 ×

tent un stade de dolomitisation si avancé que l'on ne reconnaît les fantômes d'oolithes qu'avec incertitude.



(Photo M. Gisiger)

Fig. 7. Relique de calcite (au centre) fortement attaquée par la silicification (liséré blanc) et par la dolomitisation (masse sombre de dolomie cryptocristalline). Grossissement: 56 ×

Description d'un type particulier (2 coupes minces): deux échantillons ont révélé, en coupe mince, l'existence de nombreuses sphérules de quartz secondaire. La forme arrondie et isométrique de ces agrégats laisse supposer l'existence primitive d'oolithes (cf PETTIJOHN 1957, Pl 32, fig. F). (Fig. 6.)
Quelquefois, le centre de ces sphérules contient encore un petit cristal de calcite. (Fig. 7.)

4. Les dolomies argileuses et les argiles dolomitiques.

Plus friables et plus tendres, elles forment des rentrants. Elles sont généralement jaunes ou grises, mais peuvent être verdâtres ou lilas, plus rarement bigarrées. Elles contiennent fréquemment des nodules ou galets subarrondis, aplatis, ($<$ 1 mm à $>$ 10 mm) de dolomie.

5. Les argilites vertes.

Les argilites consolidées se présentent en minces feuillets ou plus rarement en petits bancs ($\pm$ 1 cm) à cassure conchoïdale, terne. Les argilites plastiques sont rares. Les argilites jouent le rôle de joint, leur épaisseur est normalement inférieure à 0,10 m, mais elles peuvent être pelliculaires ou atteindre 0,95 m.

II. Description des affleurements

1. *Rio de la Chapalleyre (anticlinal de Charmey) Pl. I*

Cet affluent du Rio de l'Essert offre des conditions d'observation particulièrement favorables. La coupe représentée graphiquement à la planche I débute à 1148 m d'altitude, sur la rive gauche (voir croquis, même planche). Les bancs pendent de 80° vers 210°.

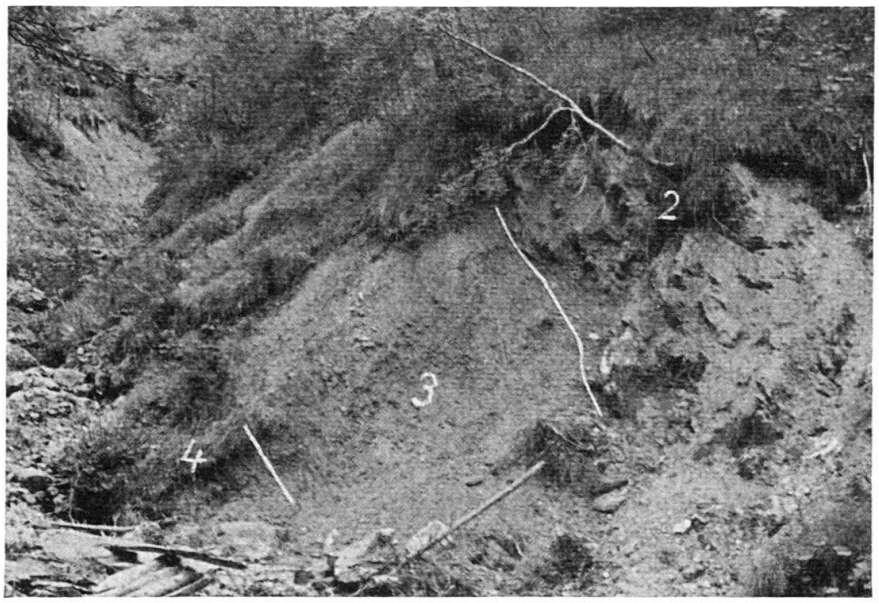


Fig. 8. La niche d'arrachement sur la rive gauche du Rio de la Chapalleyre, altitude 1148 m. En 2: le niveau du gypse, en 3: le niveau des petits bancs de dolomie grise zonée, en 4: la dolomie bréchique.

Fig. 9. Détail de la fig. 8: en 3, le niveau des petits bancs de dolomie grise zonée.

I) Niche d'arrachement (fig. 8 et 9):

1. pointements de cornieules et de gypse dans une masse broyée et en glissement environ 3,00 m
2. Masse broyée et plissotée de gypse cristallin (blanc, brillant, en petits grains, très friable), de marnes gypsifères et de dolomie grise en petits bancs de 1 à 2 cm, exceptionnellement de 4 cm . . . . . environ 3,50 m
   Sous le microscope, cette dolomie est cryptocristalline avec inclusions de quartz secondaire.
   La limite entre 2. et 3. est irrégulière et ondulée.
3. Bancs de 1 à 10 cm de dolomie grise finement zonée (les laminae sombres ont 0,5 à 2 mm d'épaisseur) avec veines de gypse cristallin. En CM*): dolomie microgrenue très homogène, quelques minuscules quartz secondaires, zonage visible jusqu'à un grossissement de 19 × . . . . . environ 4,30 m
4. Dolomie bréchique, tendre et argileuse: éléments de dolomie microgrenue, de 3 cm à microscopiques, anguleux ou subarrondis; ciment: dolomie microgrenue à grenue et calcite, avec de nombreux agrégats de quartz secondaire; veines de calcite . . . . . 1,30 m

Jusqu'à II, interruption sur . . . . . 13,50 m

II) Barre rocheuse constituée par la cornieule:

1. Sur la rive droite. Cornieule banale; toutes les parties dures réagissent immédiatement à HCl dilué (= calcite) . . . . . 13,00 m
2. Banc de dolomie vacuolaire; rentrant . . . . . 0,40 m
3. Sur la rive gauche. Idem 1. . . . . environ 1,50 m
4. Dolomie vacuolaire. Le réseau de calcite est plus dense qu'en 2. La dolomie est souvent lavée . . . . . 1,10 m

*) Coupe mince sera toujours abrégé CM.

III) Série des dolomies:

1. Base: dolomie beige pulvérulente. En CM: dolomie microgrenue à cryptocristalline, très homogène, quartz secondaire très rare;
milieu: passée de dolomie vacuolaire;
sommet: argile dolomitique grise (environ 10 cm) . . . . . 1,10 m
2. Dolomie vacuolaire . . . . . 1,30 m
3. Argile dolomitique jaune puis grise (0,45 m)
Dolomie vacuolaire (0,75 m) . . . . . 1,20 m
4. Dolomie argileuse avec poches d'argilite verte, se terminant par 0,20 m d'argilite verte . . . . . 1,50 m
5. A la hauteur du petit affluent, toujours sur la rive gauche: dolomie vacuolaire jaune . . . . . 4,10 m
6. Dolomie argileuse verdâtre . . . . . 0,35 m
7. Dolomie vacuolaire, jaune, rose ou verte . . . . . 2,40 m
8. Dolomie argileuse verte . . . . . 0,85 m
9. Dolomie argileuse beige, passées vertes et lilas. A la base un banc rouge lie-de-vin bien individualisé, au sommet un banc vert, niveau très altéré, . . . 5,60 m
10. Dolomie gris-beige clair, quartz secondaire (0,35 m)
Dolomie argileuse verte (0,40 m)
Bancs de dolomie gris-beige clair à cassure lisse.
CM dans un échantillon récolté à 0,25 m du sommet: dolomie cryptocristalline, minuscules et rares agrégats de quartz secondaire (1,85 m) . . . . . 2,60 m
11. Argile dolomitique gris-jaune, friable. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, minuscules agrégats à contours irréguliers de quartz secondaire 0,75 m
12. Dolomie jaune très altérée, se terminant par 0,12 m d'argilite verte . . . . . 1,50 m
13. Première apparition d'une dolomie oolithique (0,60 m)
Argile dolomitique beige puis verte (0,35 m) . . . . . 0,95 m
14. Dolomie oolithique fortement altérée. En CM: dolomie oolithique calcarifère très hétérogène; les oolithes sont réparties suivant des zones plus ou moins parallèles à la stratification; les bandes plus fortement oolithiques sont aussi plus calcaires; rares structures concentriques; fantômes d'oolithes assez nets; les nuclei présentent les trois types décrits dans la lithologie; ciment microgrenu 0,45 m
15. Dolomie gris-beige clair contenant des galets de teinte plus sombre et plus durs. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, pâte homogène, minuscules quartz secondaires répartis uniformément; galets: contours très dentelés, formes diverses, pâte identique à celle de la gangue mais à plus forte teneur en quartz secondaire; filaments arqués = sections de petits *Lamellibranches* (?) . . . . . 0,55 m
16. Dolomie oolithique (0,13 m) passant à une dolomie avec passées à fantômes d'oolithes, puis toute trace d'oolithe disparaît, la roche devient plus argileuse; vers le sommet, passage à coloration verdâtre . . . . . 1,20 m
17. Dolomie beige à mauve clair. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, très nombreux agrégats de quartz secondaire régulièrement répartis, de taille variable, de forme subarrondie ou allongée, à contours finement dentelés . . 0,38 m
18. Dolomie oolithique (?). En CM: dolomie à fantômes d'oolithes, structure oolithique très rarement visible, ciment de structure microgrenue, un peu de quartz secondaire, surtout au centre des oolithes . . . . . 0,28 m
19. Dolomie avec agrégats de quartz secondaire . . . . . 0,30 m
20. Dolomie finement oolithique . . . . . 0,55 m
21. Dolomie beige clair à cassure finement esquilleuse, agrégats de quartz visibles à la loupe. En CM: dolomie calcarifère à fantômes d'oolithes irrégulièrement répartis; ces reliques d'oolithes sont sphériques ou en bâtonnets, souvent encore calcaires; les trois types de nuclei décrits dans la lithologie sont représentés; ciment de structure microgrenue . . . . . 1,15 m
22. Dolomie argileuse verte. Un petit affluent coule sur ce niveau (rive gauche) 0,30 m
23. Dolomie oolithique, excepté l'extrême base . . . . . 0,60 m

24. Dolomie à cassure un peu esquilleuse, fantômes d'oolithes douteux. En CM: structure microgrenue, quelques agrégats de quartz secondaire mêlés à des reliques calcaires.
Niveau très altéré et irrégulièrement oolithique . . . . . 1,35 m
25. 3 bancs de dolomie grise idem 15., présence d'un délit d'argilite verte entre le 1er et le 2e banc . . . . . 0,61 m
26. Dolomie oolithique . . . . . 0,50 m
27. Dolomie grise d'aspect marbré, galets. En CM:
structure cryptocristalline, quelques minuscules quartz secondaires, galets de teinte plus sombre et à plus forte teneur en silice . . . . . 0,80 m
Remarque: les dolomies grises, à cassure lisse, cryptocristallines sont toujours beaucoup moins altérées que les dolomies oolithiques.
28. Interruption (ancienne marmite remplie d'alluvions) . . . . . 2,80 m
29. Dolomie grise (0,12 m)
Dolomie beige jaune, galets. En CM: structure microgrenue, galets de toutes tailles, le plus grand d'entre eux mesure 7 × 3 mm, très rares agrégats de quartz secondaire (0,35 m) . . . . . 0,47 m
30. Idem 29. Oolithique sur les 32 derniers cm . . . . . 1,50 m
31. Reprise de la coupe sur la rive droite, à la hauteur du sommet de la cascade: argilites vertes se terminant en biseau au bas de la cascade . . . . . 0,70 m
32. Trois bancs de dolomie gris-clair (0,24; 0,13; 0,17 m) séparés par des schistes argileux verts de 1 à 4 cm d'épaisseur . . . . . 0,59 m
33. Dolomie à cassure finement esquilleuse . . . . . 0,60 m
34. Idem 33, réseau de veines de calcite. Ce banc constitue le plan de la cascade 0,47 m
35. Idem 33 . . . . . 0,80 m
35/36. Plaquettes d'argilite schisteuse grise . . . . . 0,03 m
36. Dolomie présentant de minuscules et rares plages d'oolithes, nombreux agrégats de quartz secondaire . . . . . 0,41 m
36/37. Idem 35/36 . . . . . 0,03 m
37. Dolomie beige-grise. En CM: structure cryptocristalline, microgalets intraformationnels, nombreux débris organiques dolomitisés, quartz secondaire; conclusion: calcaire zoogène dolomitisé . . . . . 0,20 m
37/38. Idem 35/36 . . . . . 0,09 m
38. Dolomie grise, altération jaune, quartz secondaire abondant . . . . . 0,26 m
38/39. Résidu argileux . . . . . 0,015 m
39. Plusieurs bancs de dolomie gris-beige clair, altération jaune-rouille. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, petits nuages plus sombres contenant de la silice secondaire en très petits agrégats (CM dans un échantillon récolté à 1,60 m) . . . . . 2,00 m
39/40. Argilite verte . . . . . 0,055 m
40. Dolomie grise . . . . . 0,17 m
41. Argilite verte . . . . . 0,95 m
42. Deux bancs de dolomie gris-clair (0,27 et 0,33 m) formant une petite barre d'une rive à l'autre . . . . . 0,60 m
42/43. Argilite verte . . . . . 0,055 m
43. Dolomie microgrenue . . . . . 0,92 m
43/44. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,07 m
44. Idem 43 . . . . . 0,77 m
44/45. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,09 m
45. Sur la rive gauche. Dolomie beige à cassure finement esquilleuse, quartz visible à la loupe. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, nombreux agrégats de quartz secondaire, de forme très découpée et de dimension variable (jusqu'à 3 mm), un cristal de calcite subsiste parfois au centre d'un agrégat siliceux. Deux bancs de 0,44 et 0,34 m . . . . . 0,78 m
46. Idem 45 . . . . . 0,60 m
46/47. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,04 m

47. Idem 45 . . . . . 0,64 m
47/48. Argilite verte . . . . . 0,01 m
48. Dolomie gris-clair riche en quartz. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, en plus du quartz secondaire, quelques grains d'opale, macles de calcite attaquées par la silicification; auréoles plus sombres, vestiges probables d'oolithes fortement dolomitisées . . . . . 0,33 m
49. Dolomie cryptocristalline . . . . . 0,25 m
50. Idem 49 . . . . . 0,38 m
50/51. Pellicule d'argilite schisteuse . . . . . 0,01 m
51. Dolomie cryptocristalline avec quartz secondaire . . . . . 0,45 m
52. Dolomie à cassure grossièrement esquilleuse, grise à légèrement verdâtre, nombreux agrégats de quartz et fantômes d'oolithes douteux . . . . . 0,40 m
53. Dolomie oolithique. En CM: les oolithes sont très proches les unes des autres, petites, rondes ou subarrondies, la structure oolithique n'est jamais visible; le ciment occupe une place minime, il est microgrenu, avec un peu de calcite grenue; débris indéterminables de *Foraminifères* et de sections de *Lamellibranches* . . . . . 0,80 m
54. Dolomie cryptocristalline (0,56 m) à cassure lisse
Dolomie microgrenue à cassure esquilleuse (0,23 m) . . . . . 0,79 m
54/55. Argilite verte . . . . . 0,03 m
55. Dolomie cryptocristalline (0,17 m)
Dolomie à cassure esquilleuse, quartz visible à la loupe. En CM: structure microgrenue, fantômes d'oolithes douteux, passées riches en vestiges d'oolithes: globules siliceux entourés de dolomie cryptocristalline, une minuscule relique calcaire en marque parfois le centre; quelques rhomboèdres de dolomite bien individualisés (0,20 m) . . . . . 0,37 m
55/56. Argilite verte . . . . . 0,10 m
56. Dolomie microgrenue (0,21 m)
Dolomie beige-jaunâtre à cassure lisse. En CM: structure cryptocristalline très homogène, rares et minuscules géodes de quartz secondaire (0,40 m) . . 0,61 m
56/57. Argilite verte . . . . . 0,14 m
57. Dolomie grise, cryptocristalline, avec quartz . . . . . 0,37 m
57/58. Argilite grise . . . . . 0,08 m
58. Dolomie oolithique . . . . . 0,39 m
58/59. Argilite schisteuse grise . . . . . 0,11 m
59. Dolomie grise cryptocristalline . . . . . 0,38 m
59/60. Idem 58/59 . . . . . 0,14 m
60. Idem 59, avec quartz . . . . . 0,40 m
61. Niveau schisteux au milieu duquel apparaît un horizon compact de dolomie argileuse grise:
schistes d'argilite verte 0,22 m
dolomie argileuse grise 0,49 m
schistes d'argilite verte 0,14 m . . . . . 0,85 m
62. Dolomie beige-jaune, plaquages d'altération jaune foncé. En CM: structure cryptocristalline, minuscules géodes de quartz secondaire; plage (1,5 × 2 mm) avec fantômes d'oolithes . . . . . 0,25 m
62/63. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,02 m
63. Idem 42 . . . . . 1,07 m
63/64. Idem 62/63 . . . . . 0,08 m
64. Dolomie beige à cassure esquilleuse, oolithes sur les 3 premiers cm, la teneur en quartz diminue rapidement vers le sommet du banc. En CM: structure microgrenue, fantômes d'oolithes irrégulièrement répartis; débris de *Lamellibranches* et de *Crinoïdes* dolomitisés, très mal conservés . . . . . 0,80 m
64/65. Argilite verte . . . . . 0,01 m
65. Dolomie grise, cryptocristalline, avec inclusions d'argilite verte . . . . . 0,40 m
65/66. Argilite verte . . . . . 0,02 m

66. Idem 65, nombreux agrégats siliceux . . . . . 0,23 m
66/67. Argilite verte . . . . . 0,01 m
67. Dolomie riche en agrégats siliceux, passées oolithiques vers le milieu du banc 0,37 m
67/68. Résidu d'argilite jaune . . . . . 0,01 m
68. Dolomie avec passées oolithiques à la base du banc, la teneur en silice tend à diminuer vers le sommet du banc. . . . . 0,32 m
68/69. Argilite verte . . . . . 0,05 m
69. Deux bancs de dolomie cryptocristalline grise (0,27 et 0,10 m), séparés par 0,04 m d'argilite verte . . . . . 0,41 m
70. Dolomie oolithique beige-brunâtre à cassure esquilleuse, les oolithes sont petites mais bien visibles à la loupe.
En CM: oolithes très nombreuses, subarrondies ou légèrement allongées, de taille variable, structure concentrique encore visible; la structure du ciment est essentiellement grenue, parfois microgrenue; trame irrégulière de silice secondaire entre les oolithes, rhomboèdres bien individualisés de dolomite au sein de la silice . . . . . 0,70 m
71. Dolomie gris-beige clair à cassure esquilleuse. En CM: structure microgrenue, plages dentelées de calcite grenue entourées de silice secondaire; probablement dolomie calcarifère; auréoles dolomitiques plus sombres = fantômes d'oolithes (?) . . . . . 0,20 m
72. Idem 71 . . . . . 0,40 m
73. Idem 71 . . . . . 0,30 m
74. Dolomie oolithique . . . . . 0,32 m
75. Suite sur la rive gauche.
Dolomie microgrenue avec agrégats de quartz secondaire . . . . . 0,48 m
75/76. Pellicule d'argilite verte
76. Idem 75 . . . . . 0,42 m
76/77. Argilite verte . . . . . 0,03 m
77. Idem 75, profondément désagrégée . . . . . 0,63 m
77/78. Argilite verte . . . . . 0,01 à 0,05 m
78. Idem 75 . . . . . 0,59 m
78/79. Argilite verte . . . . . 0,12 m
79. Au pied de la cascade: plusieurs bancs de dolomie blonde, altérés en petits cubes. En CM: structure cryptocristalline, un témoin calcaire subsiste parfois au centre des agrégats siliceux, lesquels sont subarrondis ou allongés . . . . 0,89 m
79/80. Argilite verte . . . . . 0,04 à 0,05 m
80. Rive droite, ce banc constitue le plan de la cascade: dolomie à cassure esquilleuse, oolithique (?). En CM: dolomie oolithique, oolithes rondes dont la structure est rarement visible; quelques minuscules agrégats de quartz secondaire; ciment microgrenu; débris de *Foraminifères* . . . . . 0,56 m
81. Dolomie beige, nombreuses sphérules de quartz de teinte légèrement verdâtre. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, souvent reliques de calcite au centre de la silice . . . . . 0,28 m
81/82. Argilite verte . . . . . 0,04 m
82. Idem 81 . . . . . 0,20 m
83. Dolomie beige-jaunâtre, à cassure finement esquilleuse, plages oolithiques (?). En CM: structure microgrenue, plages nettement délimitées d'oolithes dont la structure concentrique est encore légèrement marquée, contour des oolithes finement dentelé, partie extérieure de l'oolithe: dolomie cryptocristalline, nucléus silicifié avec parfois relique calcaire au centre . . . . . 0,25 m
83/84. Argilite verte . . . . . 0,09 m
84. Dolomie oolithique (2 bancs dont l'extrême base n'est pas oolithique) . . . 0,87 m
85. Profond rentrant, roche non visible (argilite ?) . . . . . 1,10 m
86. Dolomie gris-beige, nombreux agrégats de quartz de teinte légèrement verdâtre. En CM: structure microgrenue, les agrégats siliceux présentent des

contours très découpés; ils contiennent des rhomboèdres de dolomite et des reliques de calcite, minuscules bulles d'air au sein de la silice . . . . . 0,28 m

87. Dolomie beige, légèrement jaunâtre, sphérules de quartz visibles à la loupe. En CM: structure cryptocristalline, plages de calcite (exceptionnellement jusqu'à 5 mm de diamètre) entourées de silice secondaire . . . . . 0,57 m

88. Dolomie beige, peut-être oolithique, galets dolomitiques. En CM: structure microgrenue, quelques fantômes d'oolithes, galets dolomitiques remaniés; débris de *Foraminifères* . . . . . 0,27 m

89. Dolomie à cassure finement esquilleuse (microgrenue), 3 bancs, respectivement de 0,16; 0,12 et 0,30 m . . . . . 0,58 m

90. Dolomie à cassure lisse (cryptocristalline) . . . . . 0,63 m

91. Idem 90, plusieurs petits bancs mal individualisés . . . . . 0,68 m

91/92. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,04 m

92. Deux bancs de dolomie gris-beige à cassure lisse. En CM: structure cryptocristalline, pâte très homogène, rares et très petites sphérules de quartz secondaire, microgalets intraformationnels (0,38 et 0,51 m) . . . . . 0,89 m

92/93. Argilite verte . . . . . 0,06 m

93. Dolomie oolithique beige-jaune, oolithes bien visibles à la loupe. En CM: les oolithes ne laissent que peu de place au ciment de structure microgrenue; elles sont rondes ou ovales, exceptionnellement en bâtonnets, la structure concentrique est encore visible, elles sont presque toutes entièrement dolomitisées, sinon nucléus siliceux; plusieurs débris de coquilles . . . . . 0,135 m

94. Plusieurs bancs de dolomie beige-clair à cassure lisse (cryptocristalline) . . . 1,25 m

95. Dolomie oolithique . . . . . 0,13 m

96. Argile dolomitique mêlée d'argilite verte . . . . . 0,40 m

97. Sur la rive gauche. Dolomie avec passées finement oolithiques . . . . . 0,52 m à 0,62 m

97/98. Argilite verte . . . . . 0,02 m à 0,03 m

98. 0,20 m: Dolomie beige à cassure esquilleuse, quelques oolithes. En CM: idem 93, mais stade de dolomitisation plus avancé, certaines oolithes sont encore bien individualisées avec leur structure concentrique, d'autres sont presque effacées par la dolomitisation.
0,37 m: Dolomie beige sombre à cassure lisse (cryptocristalline).
0,50 m: Dolomie grise idem . . . . . 1,07 m

98/99. Plaquettes d'argilite verte . . . . . 0,09 m

99. Banc hétéropolaire:
0,06 m: dolomie grise cryptocristalline avec galets de dolomie oolithique,
0,06 m: dolomie oolithique, oolithes très bien conservées, galets intraformationnels,
0,06 m: idem base du banc . . . . . 0,18 m

99/100. Plaquettes d'argilite verte . . . . . 0,07 m

100. Dolomie gris-beige, marbrée, à cassure lisse . . . . . 0,60 m

100/101. Très fines plaquettes d'argilite verte (1 mm) . . . . . 0,04 m

101. Idem 100. En CM: structure cryptocristalline, nombreux agrégats de quartz secondaire, quelques reliques de calcite dont certaines attaquées par la silification 0,50 m

101/102. Argile dolomitique friable, grise, toit et mur schisteux . . . . . 0,22 m

102. Idem 100, banc très compact . . . . . 0,37 m

102/103. Argilite verte . . . . . 0,03 m

103. Dolomie à passées très finement oolithiques . . . . . 0,45 m

104. Dolomie beige, à cassure lisse, allure très compacte . . . . . 0,42 m

104/105. Argilite verte . . . . . 0,01 m

105. Dolomie beige-clair jaunâtre, à cassure très finement esquilleuse. En CM: structure cryptocristalline avec passées microgrenues, nombreux agrégats de quartz secondaire, certains englobent un reste de calcite, résidus de calcite attaqués par la dolomitisation, douteux fantômes d'oolithes . . . . . 0,52 m

105/106. Argilite verte . . . . . 0,03 m
106. Dolomie à cassure esquilleuse, altération rougeâtre . . . . . 0,35 m
107. N'affleure pas sur les berges du ruisseau; au dessus de la rive gauche pointent des bancs de dolomie quelquefois oolithiques; il est impossible de raccorder ces bancs à la coupe . . . . . environ 4,00 m
108. Reprise de la coupe sur la rive droite. Dolomie grise, d'allure très compacte (cryptocristalline) . . . . . 0,27 m
108/109. Très fines plaquettes d'argilite verte . . . . . 0,03 m
109. Dolomie compacte, marbrée, idem 101 . . . . . 0,80 m
110. Schistes argileux verts, très friables . . . . . 0,27 m
111. Argile dolomitique (environ 0,30 m); dolomie grise à cassure lisse (0,08 m); calcschistes d'argile dolomitique (0,66 m) . . . . . 1,04 m
112. Dolomie très finement oolithique sur les 12 premiers cm, passant progressivement à une dolomie marbrée à cassure lisse, cryptocristalline (critère de polarité); ce banc constitue le plan d'une petite cascade . . . . . 0,71 m
112/113. Trois plaquettes de dolomie . . . . . 0,03 m
113. Dolomies avec de rares passées très finement oolithiques . . . . . 0,22 m
114. Dolomie oolithique beige foncé, cassure finement esquilleuse, les oolithes sont très petites mais visibles à la loupe. En CM: ciment de structure microgrenue avec quelques inclusions de silice secondaire; les oolithes, de structure cryptocristalline, sont rondes ou en bâtonnets, nucléus silicifié ou entièrement dolomitisé . . . . . 0,63 m
115. Dolomie oolithique; vue à la loupe, les oolithes se distinguent avec peine 0,82 m
115/116. Schistes très fissiles d'argilite verte . . . . . 0,07 m
116. Dolomie grise idem 101., altération en petits cubes rendant ce type de dolomie facilement reconnaissable . . . . . 0,46 m
116/117. Idem 115/116 . . . . . 0,04 m
117. Dolomie beige microgrenue . . . . . 0,47 m
117/118. Idem 115/116 . . . . . 0,05 m
118. Idem 117 . . . . . 0,31 m
118/119. Argile dolomitique jaune très altérée . . . . . 0,16 m
119. Dolomie très dure, altération rougeâtre, rares oolithes . . . . . 0,20 m
0,26 m
120. Dolomie oolithique calcarifère, altération rougeâtre, petits *Lamellibranches*. En CM: les oolithes sont très nombreuses, de structure cryptocristalline, de taille et de forme diverses; la structure concentrique est encore souvent visible; ciment: dolomie microgrenue et grenue et silice secondaire; plages irrégulières et dentelées de calcite. Microfaune: plusieurs *Miliolidae* (*Quinqueloculina*) et sections de petits *Lamellibranches* dolomitisés . . . . . 0,55 m
121. Dolomie gris-beige à cassure lisse, galets. En CM: structure cryptocristalline, nombreux galets plus ou moins arrondis, jusqu'à 8 mm de diamètre, ce sont des galets intraformationnels, riches en agrégats de quartz secondaire . . . 0,20 m
122. Dolomie oolithique et bréchique gris-vert (calcarifère ?), le caractère oolithique est plus marqué au sommet du banc. En CM: structure microgrenue; répartition irrégulière des oolithes, dont la structure concentrique est encore souvent visible; nucléi: entièrement dolomitisés (structure cryptocristalline) ou entièrement silicifiés, ou encore calcite au centre entourée respectivement de silice puis de dolomie; quelques reliques de calcite dans le ciment. Deux débris de *Foraminifères* . . . . . 0,62 m
123. Dolomie à cassure lisse (cryptocristalline) . . . . . 0,25 m
123/124. Schistes d'argilite verte . . . . . 0,12 m
124. Idem 123 . . . . . 0,85 m
125. Argilite verte 0,04 m.
Dolomie argileuse jaune 0,10 m
Argilite verte 0,03 m.

Dolomie argileuse jaune 0,11 m
Argilite schisteuse vert-olive 0,44 m . . . . . 0,72 m

126. Dolomie oolithique beige à cassure esquilleuse, très dure; ce banc constitue le plan d'une petite chute, les bancs suivants détermineront des escaliers . . 0,48 m

126/127. Joint d'argilite (?) . . . . . 0,11 m

127. Dolomie oolithique (calcarifère ?) gris-beige foncé à cassure largement esquilleuse. En CM: les oolithes occupent la majeure partie de la roche, elles sont rondes ou allongées, la structure concentrique est souvent encore visible; quelques oolithes sont encore calcaires, les autres sont dolomitisées et (ou) silicifiées; exceptionnellement un *Miliolidae* en constitue le noyau; ciment: dolomie microgrenue avec inclusions de silice secondaire et de calcite grenue 0,64 m

128. Dolomie beige microgrenue, quartz secondaire . . . . . 0,47 m

128/129. Argilite verte . . . . . 0,05 m

129. Idem 128 . . . . . 0,24 m

130. Sur la rive gauche. Dolomie à cassure très finement esquilleuse, oolithique (?), minuscules sphérules de quartz. En CM: structure cryptocristalline, douteux fantômes d'oolithes, reliques calcaires au sein des agrégats de silice secondaire 0,62 m

131. Dolomie grise à cassure lisse, cryptocristalline; le milieu du banc, soit environ de 0,20 à 0,50 m, idem 130. donc banc hétéropolaire . . . . . 0,70 m

132. Suite de la coupe au-dessus de la rive gauche, raccord avec 131, peu précis: base du banc idem 130., puis dolomie beige à cassure lisse, cryptocristalline, altération jaune, banc hétéropolaire . . . . . 0,49 m

132/133. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,11 m

133. Idem 130: 0,21 m, puis la roche passe brusquement à une dolomie beige à cassure lisse, cryptocristalline; comme au niveau 132. critère de polarité . 0,41 m

133/134. Plaquettes d'un $^1/_2$ cm d'épaisseur d'argilite verte . . . . . 0,18 m

134. Dolomie grise à cassure lisse, cryptocristalline, altération en petits cubes (2 bancs de 0,50 et 0,40 m) . . . . . 0,90 m

135. Idem 134 mais de teinte plus sombre . . . . . 0,90 m

135/136. Plaquettes d'un cm d'épaisseur d'argilite verte . . . . . 0,05 m

136. Dolomie beige-jaunâtre à cassure très finement esquilleuse (microgrenue ?), 2 bancs de 0,17 et 0,45 m . . . . . 0,62 m

137. Idem 130 . . . . . 0,47 m

137/138. Argilite verte . . . . . 0,10 m

138. Idem 130. (rentrant) . . . . . 0,50 m

139. N'affleure pas (profond rentrant) . . . . . 1,50 m

140. Dolomie blonde à cassure lisse, stratification soulignée par des veines parallèles de calcite. En CM: structure cryptocristalline, la coupe est assez sombre, minuscules mais nombreux agrégats de silice secondaire; deux *Foraminifères* indéterminables (dolomitisés) . . . . . 0,43 m

140/141. Deux petits bancs idem 140 . . . . . 0,07 m

141. Idem 140 mais le milieu du banc est finement oolithique, critère de polarité 0,51 m

142. Dolomie à cassure très largement esquilleuse, agrégats de quartz secondaire 0,47 m

143. Idem 140: 0,22 m
Dolomie à cassure finement esquilleuse, plus dure que le banc précédant, devenant argileuse vers le sommet: dolomie argileuse gris-vert avec de nombreux galets dolomitiques et limonitisés, 0,36 m . . . . . 0,58 m

143/144. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,16 m

144. Dolomie beige, sphérules de quartz particulièrement abondantes au milieu du banc; ce niveau détermine une petite chute. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, mâcles de calcite entourées de silice secondaire . . . . . 0,70 m

144/145. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,05 m

145. Dolomie grise à cassure lisse, cryptocristalline . . . . . 0,45 m

146. Dolomie à cassure très finement esquilleuse, microgrenue, passées riches en quartz secondaire . . . . . 0,39 m à 0,42 m

147. Dolomie gris-vert à cassure lisse, cryptocristalline, mur et toit plus argileux et un peu schisteux . . . . . 0,40 m
148. Dolomie à passées oolithiques vers le milieu du banc . . . . . 0,46 m
149. 0,08 m: Argilite schisteuse verte,
0,15 m: dolomie bréchique gris-vert, éléments jusqu'à 6 mm de diamètre, subarrondis. En CM: ciment de structure microgrenue; les nodules sont craquelés, éclatés, aussi dolomitiques mais à grains un peu plus fins que le ciment; comme ce dernier, ils contiennent de la silice secondaire sous forme d'agrégats,
0,21 m: argilite schisteuse verte,
0,15 m: dolomie bréchique idem précédemment,
0,12 m: argilite schisteuse verte . . . . . 0,71 m
150. Dolomie gris-beige clair à cassure lisse, cryptocristalline, passées de teinte verdâtre . . . . . 0,45 m
150/151. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,03 m
151. Dolomie beige-brun à cassure très finement esquilleuse, peut-être oolithique, minuscules grains de quartz; En CM: structure microgrenue, fantômes d'oolithes douteux, agrégats de forme diverse et aux contours très découpés de silice secondaire . . . . . 0,37 m
152. 0,015 m: Argilite schisteuse verte
0,10 m: dolomie argileuse verte à cassure lisse
0,02 m: argilite schisteuse verte
0,16 m: dolomie idem précédemment
0,02 m: argilite schisteuse verte
0,25 m: dolomie argileuse gris-vert à cassure lisse
0,235 m: dolomie grise à cassure lisse . . . . . 0,80 m
153. Argile dolomitique verte, nombreux galets de remaniement . . . . . 1,50 m
154. Dolomie d'aspect très compact, gris moyen à gris-mauve. En CM: structure cryptocristalline, très homogène, rares et minuscules agrégats de quartz secondaire . . . . . 0,43 m
154/155. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,08 m
155. Idem 154 . . . . . 0,25 m
155/156. Argilite schisteuse verte . . . . . 0,20 m
156. Idem 154 mais d'aspect marbré, beige-vert lilas . . . . . 0,24 m
157. Idem 154, suivi d'argilite schisteuse verte . . . . . 0,65 m
158. Alluvions récentes . . . . . 5,60 m
159. Dolomie finement oolithique, les oolithes sont bien visibles à la loupe, surtout au sommet du banc . . . . . 0,28 m
160. Dolomie oolithique, les oolithes sont magnifiquement bien visibles, même sans l'intermédiaire de la loupe. En CM: les oolithes sont allongées et surtout en bâtonnets, éloignées ou au contraire très proches les unes des autres; ciment microgrenu à cryptocristallin, la silice fait totalement défaut; quelques petites plages de calcite grenue . . . . . 0,57 m
161. Dolomie grise, cryptocristalline . . . . . 0,17 m
162. Dolomie grise à cassure très finement esquilleuse. En CM: dolomie microgrenue à cryptocristalline très hétérogène, plages de structure grenue, quelques reliques de calcite, très peu de silice secondaire . . . . . 0,25 m

Limite avec les Couches de Kössen (Rhétien), voir chapitre suivant (niveaux 163 à 229 p. 621).

2. Rio de l'Essert (anticlinal de Charmey)

La formation dolomitique affleure de 1085 à 1120 m d'altitude.

Le gypse n'est pas visible et les cornieules sont réduites. Le ruisseau décrit des méandres et coule parfois parallèlement ou presque à la direction des bancs, rendant ainsi défavorables les conditions d'observation.

Dans les 9 derniers mètres, j'ai toutefois prélevé 6 échantillons dont voici, dans l'ordre, la description:

- Dolomie beige-brun, sphérules de quartz. En CM: la roche se révèle être oolithique; les oolithes sont le plus souvent allongées, leur structure concentrique est exceptionnellement encore visible; ciment de structure microgrenue à cryptocristalline, nombreux agrégats circulaires de quartz secondaire.
- Dolomie grise à cassure très finement esquilleuse, altération jaune. En CM: structure cryptocristalline, taches sombres plus ou moins circulaires = fantômes d'oolithes (?), forte teneur en silice secondaire.
- Dolomie grise à cassure largement esquilleuse. En CM: structure microgrenue; petits agrégats de silice secondaire, irrégulièrement distribués.
- Dolomie grise à cassure esquilleuse, peut-être oolithique. En CM: dolomie remplie d'oolithes rondes ou subarrondies, le centre des oolithes est presque toujours silicifié alors que la périphérie est dolomitisée; fait assez rare, la dolomie des oolithes est le plus souvent microgrenue; ciment de structure microgrenue à cryptocristalline.
- Dolomie grise à cassure esquilleuse. En CM: structure microgrenue, nombreux agrégats de quartz secondaire, plages avec fantômes d'oolithes.
- Dolomie grise, jaunâtre en surface, à cassure très finement esquilleuse. En CM: structure microgrenue à cryptocristalline, nombreux agrégats circulaires de quartz secondaire, très fréquemment le centre de ces sphères contient une relique calcaire.

3. Rio de l'Essert (replis bordiers)

Environ 40 m en amont du premier pont, à 1030 m d'altitude: la cornieule, probablement du type banal (mauvais affleurement), pointe au-dessus de la rive gauche. Puis l'affleurement devient meilleur, on peut observer les dolomies sur une épaisseur de 19,50 m environ (pendage 52° vers 330°). Tous les types de dolomie sont représentés, toutefois, les dolomies oolithiques sont rares. Les argilites vertes joignent presque tous les bancs. Les dolomies argileuses sont souvent teintées de rouge lie-de-vin ou de vert.

Description de trois échantillons:

- prélevé à 0,42 m de la base. Dolomie beige-jaune à cassure esquilleuse, peut-être quelques oolithes. En CM: structure microgrenue, nombreux fantômes d'oolithes, la silice s'est très souvent substituée au calcaire des oolithes, taches plus sombres différant du ciment par leur degré de cristallinité = fantômes d'oolithes, certaines plages de calcite ont subsisté à l'épigénie; une section de *Bryozoaire*.
- Prélevé à 14,80 m de la base. Dolomie grise, altération jaunâtre, nombreuses sphérules de quartz. En CM: structure microgrenue, nombreux agrégats de quartz secondaire enchâssant de minuscules reliques de calcite.
- Prélevé à 17,40 m de la base. Dolomie mauve, à cassure esquilleuse. En CM: structure microgrenue; agrégats parfaitement circulaires de silice secondaire, peut-être s'agit-il d'oolithes entièrement silicifiées ?

III. La limite supérieure

A. Jeannet (1912/13), aux Tours d'Aï, place la limite Trias-Rhétien à l'apparition des premiers restes organiques, sans tenir compte de la lithologie; ces organismes sont des débris de vertébrés, écailles ou dents, enfouis dans les bancs calcaires, parfois dolomitiques.

Et lorsqu'il n'a pas trouvé ce niveau à débris de vertébrés, il fait débuter le Rhétien par les lumachelles succédant directement aux alternances de calcaire dolomitique et de marnes plus ou moins foncées du Trias.

Dans la partie frontale des Médianes, je pense qu'il est possible de définir une limite lithologique.

Trois affleurements permettent d'étudier cette limite. Le premier se situe dans le Rio de la Chapalleyre, le second dans le Rio de l'Essert (tous deux dans le flanc Sud de l'anticlinal de Charmey) et le troisième se trouve dans les Replis bordiers: dans le Rio de la Chufry où la tectonique est extrêmement agitée.

1. Dans le Rio de la Chapalleyre: au-dessus du niveau 162 de la coupe apparaissent pour la première fois des schistes argileux noirs. En effet, dans les niveaux sous-jacents, on ne rencontrait que des argilites vertes ou, plus rarement, grises à gris-vert. Ces schistes noirs sont aisément repérables sur le terrain. Je pense donc qu'il est logique de les désigner comme niveau repère déterminant la limite lithologique, bien que nous trouverons, par la suite, des récurrences dolomitiques. Ces schistes noirs constituent ensuite le joint entre chaque banc, leur répétition marquant un contraste frappant avec les niveaux sous-jacents, de couleur claire.

2. Dans le Rio de l'Essert: les conditions d'affleurement sont moins favorables; toutefois, j'ai pu constater que la succession lithologique n'est pas la même qu'au précédent affleurement. Ici, les dolomies disparaissent brusquement pour faire place à un banc de calcaire pseudoolithique, séparé d'un banc de calcaire grenu par des schistes argileux noirs; 1,25 m plus haut apparaît déjà la première lumachelle. J'ai donc tracé la limite lithologique à l'apparition du premier banc calcaire.

3. Dans le Rio de la Chufry: sur le dernier niveau dolomitique repose un banc de calcaire argileux gris-noir, surmonté lui-même de schistes argileux noirs puis d'un banc finement lumachellique etc. Là aussi, la limite lithologique est située sous le premier niveau calcaire.

Conclusions: par ce qui précède, nous voyons qu'au sommet de la formation dolomitique la lithostratigraphie diffère d'un affleurement à l'autre. Ces différences peuvent être dues en partie à la tectonique, mais surtout à des variations latérales aisément concevables, vu les conditions paléogéographiques. On ne saurait donc définir une limite type valable pour tous les affleurements.

D'une manière générale, je place la limite supérieure de la formation dolomitique soit aux premiers schistes argileux noirs, soit au premier banc calcaire, souvent plus sombre que les dolomies.

A part les trois affleurements décrits, la limite est imprécise, je l'ai tracée sur la carte en traits-tirés, généralement à l'apparition de la première lumachelle.

IV. Paléontologie et âge

Les fossiles sont réputés très rares. J'ai cependant trouvé deux petits *Lamellibranches*, respectivement dans les niveaux 53 et 120 de la coupe du Rio de la Chapalleyre; les dolomies oolithiques présentent parfois, en coupes minces, de petites sections de *Bivalves*.

Les coupes minces de niveaux 53, 80, 88, 120, 127 et 140 ont montré des débris de *Foraminifères:* probablement des *Miliolidae* (*Quinqueloculina?*). Cette faunule ne donne évidemment aucune indication d'âge. Toutefois, en comparaison avec les régions méridionales et le Chablais (H. Badoux 1962), on considère que la formation dolomitique date du Trias supérieur ou Keuper.

V. Conditions de sédimentation

1. La silicification: – CAROZZI (1953, p. 132): «Dans les dolomies, les minéraux détritiques sont rares ou absents; la silicification est fréquemment réalisée sous forme d'agrégats de quartz secondaire. Cependant, elle ne réalise en fait qu'un cas particulier de la silicification des calcaires, car elle a lieu en général avant et pendant la dolomitisation, de préférence aux dépens du carbonate de chaux que de la dolomite.»

Toutes les coupes minces que j'ai effectuées dans les dolomies présentent du quartz secondaire. Il est intéressant de relever la position de la silice par rapport à la calcite et à la dolomite:

1. dans les dolomies on remarque très souvent, en lames minces, des macles de calcite entourées d'une couronne de quartz secondaire, le tout nageant dans une pâte dolomitique, de structure microgrenue ou cryptocristalline; 2. de même dans les oolithes, si un témoin calcaire subsiste, il en occupe le centre et est entouré de silice secondaire qui est elle-même englobée de dolomie, généralement cryptocristalline.

La silice secondaire a donc isolé des cristaux de calcite, les protégeant ainsi de la dolomitisation. On est, par conséquent, amené à conclure que la silicification a eu lieu avant et peut-être aussi pendant la dolomitisation. Le caractère épigénique de la silice est prouvé par sa présence au sein des oolithes: «Supporting the epigenetic origin are..... (8) the occurence of silicified oolites formed by replacement of calcareous ones. PETTIJOHN 1957, p. 439.»

2. La dolomitisation: deux processus fondamentaux sont à la base des roches dolomitiques, l'un dit «primaire» et l'autre dit «secondaire».

A. Précipitation directe de la dolomie. PETTIJOHN 1957, p. 424: «Dolomites are so commonly associated with salt and gypsum beds that high salinity and perhaps higher than normal temperature promote dolomite formation. It may be that waters of the basins that are partially isolated under conditions of aridity are enriched in magnesium by the continued inflow of normal sea water and by the precipitation of calcium carbonate and sulfate. Enrichment in this manner would favor the formation of magnesium carbonate or dolomite. It even may be that dolomite itself is precipitated under these conditions and that some dolomite is indeed a primary rock. That such is the case is the view of SLOSS (1953), who attributes an evaporite origin to certain thinly laminated wholly unfossiliferous dolomite closely associated with bedded anhydrite.»

Les auteurs sont d'accord sur ce point: il n'y a aucune preuve de la précipitation directe de la dolomie dans la mer; quelques dolomies à grain fin, finement rubanées, complètement dépourvues de fossiles et liées au gypse ou à l'anhydrite suggèrent cette possibilité.

Les dolomies associées au gypse (niveau I., 2) et les dolomies en petits bancs du niveau I., 3 de la coupe du Rio de la Chapalleyre, répondant point par point aux conditions ci-dessus, relèvent probablement de la précipitation directe en eau sursalée.

B. La dolomitisation dite «secondaire». Le remplacement de la calcite peut se faire à deux moments différents:

a) il peut être contemporain ou pénécontemporain de la sédimentation. De caractère sous-marin, il se produit dans le sédiment en contact avec l'eau de mer. Les mers chaudes, peu profondes et à forte salinité, spécialement riches en sels magnésiens, réalisent les conditions favorables à la dolomitisation. Ces conditions trouvent leur expression maxima dans les bassins fermés ou bras de mer. (CAROZZI 1953; STEIDTMANN 1917; TARR 1919 in H. R. GREINER 1956).

b) Le remplacement peut être postérieur au dépôt. Les dolomies de remplacement engendrées par la circulation des eaux de fond forment une minorité. Elles se reconnaissent par leur relation avec des fissures ou failles et sont plus locales, (H. R. GREINER 1956).

Les dolomies décrites dans ce travail, soit les niveaux III. 1 à 162 de la coupe du Rio de la Chapalleyre, relèvent du type a), c'est-à-dire de formation secondaire, contemporaine ou pénécontemporaine de la sédimentation. Cette affirmation est motivée par:

1. l'abondance des dolomies oolithiques,
2. la présence de fossiles dolomitisés: Lamellibranches et Foraminifères,
3. l'existence de témoins calcaires,
4. l'étendue des dolomies: plus de 100 km, du Chablais au lac de Thoune, et leur épaisseur: plus de 100 m. PETTIJOHN 1957, p. 424: «The principal argument for early replacement is the stratigraphic persistence of many dolomite beds. It is difficult to believe that a thin bed, extending over many square miles would be dolomitized by circulating waters while the overlying and underlying beds remain unaffected.»

Processus du remplacement de la calcite par la dolomite

S'il est facile de démontrer l'origine secondaire des dolomies, il est beaucoup moins aisé d'en expliquer le processus du remplacement.

J. E. ADAMS et M. L. RHODES proposaient, en 1960, une théorie très séduisante: la dolomitisation par «Seepage refluxion», théorie semblable à celle de THEODOROVICH (1955); en effet TEODOROVICH envisageait que les courants de fond, lents et chauds, jouent un rôle important dans la formation des dolomies de remplacement.

Pour les autres, la dolomitisation par «Seepage refluxion» (filtrage des eaux hypersalines refluées dans le fond de la lagune) est évidente lorsqu'on rencontre des inclusions de halite et d'anhydrite dans les dolomies, Cette évidence n'est malheureusement pas manifestée par les dolomies étudiées dans le Rio de la Chapalleyre. Toutefois, sans prétendre trancher une question aussi délicate et complexe, je pense que la théorie d'ADAMS et RHODES (approuvée par CHILINGER et BISSEL 1961) est applicable dans le cas qui nous occupe; du moins je n'en connais pas d'autres.

Sur l'absence des calcaires dolomitiques: sur le terrain étudié, les calcaires dolomitiques semblent être très rares, voire même absents. Ce fait qui n'a pas un caractère local, reçoit une explication de STEIDTMANN 1917, p. 450: «The critical state between the formation of a limestone or dolomite is a narrow one». Et H. R. GREINER (1956) ajoute: «This mean that failure of one or more environmental factors in the replacement process, whereby dolomite is formed, results in limestone deposition, not in some intermediate carbonate mixture. If, for example, the sea waters have a low saturation of magnesia, or are too deep, dolomite formation will not be favored.»

La rareté des calcaires dolomitiques est démontrée par D. L. DE CHARPAL, L. MONTADERT, Y. G. GUBLER, et P. E. ROUGE (1959): se basant sur le résultat de 10000 mesures de la teneur en magnésium, ils montrent par un graphique (fig. 9, p. 12) que la grande majorité des échantillons contient moins de 10% ou plus de 75% de dolomite.

Origine des cornieules: on admet généralement la théorie de W. BRÜCKNER (1941), théorie selon laquelle la cornieule et la dolomie vacuolaire se forment à partir de roche dolomitique et gypseuse, à la suite du remplacement du gypse par la calcite et par la décomposition simultanée de la dolomie.

VI. Paléogéographie

Par sa position stratigraphique, le gypse est le plus ancien dépôt observable; son substratum est inconnu. Ainsi, l'histoire des Médianes Plastiques débute par un bassin d'évaporation où se succèdent les dépôts d'un milieu pénésalin.

Les accumulations de gypse (primitivement anhydrite) interstratifiées de délits dolomitiques marquent le passage d'un milieu salin à un milieu pénésalin.

Les dépôts d'un milieu pénésalin: ce sont les dolomies, cornieules et dolomies oolithiques (niveaux I. 3 à II. 162 de la coupe du Rio de la Chapalleyre). Les premiers niveaux sont encore quelque peu liés au gypse (dolomie du niveau 1. 4 et les cornieules).

De tels sédiments impliquent une augmentation de l'apport d'eau de mer dans la lagune; les eaux demeurent toutefois chaudes, peu profondes et fortement salines, surtout riches en sels magnésiens. La persistance des conditions pénésalines (plus de 150 m de dépôt) exige un équilibre constant entre l'apport d'eau de mer normale et l'évaporation.

Il est admis que l'ordre de précipitation dans un bassin d'évaporation est: dolomies, anhydrite ou gypse et finalement le sel. CAROZZI (1953, p. 126) fait remarquer: «La dolomitisation secondaire à grande échelle a toujours eu lieu à un moment bien déterminé de l'histoire géologique d'un bassin, lorsque celui-ci passe, par isolement, d'une sédimentation calcaire, le plus souvent de caractère oolithique, à des conditions de saturation qui annoncent les évaporites». Dans le Rio de la Chapalleyre, nous observons toutefois un ordre contraire: gypse, dolomies, dolomies oolithiques; nous assistons donc à la phase transgressive d'un cycle sédimentaire évoluant très lentement. La probabilité de cette hypothèse est confirmée par J. E. ADAMS et M. L. RHODES (1960, p. 1919): «Dolomites apparently form in both the trangressive and regressive phases of sedimentation cycles.»

VII. Résultats et conclusions

En résumé, les excellentes conditions d'observation réalisées dans le Rio de la Chapalleyre ont permis de constater:

1. l'intime association du gypse et de la dolomie,
2. la présence de petits bancs de dolomies rubanées entre le gypse et les cornieules,
3. que les dolomies argileuses et les argiles dolomitiques sont plus fréquentes à la base de la série des dolomies,

4. la fréquence des dolomies oolithiques (le premier banc oolithique est situé à 23,25 m au-dessus de la cornieule),
5. que les calcaires dolomitiques ne semblent pas être représentés,
6. que les dolomies contiennent presque toujours des agrégats de quartz secondaire,
7. que la structure des dolomies est aussi souvent cryptocristalline que microgrenue,
8. l'absence de minéraux détritiques,
9. qu'il est possible de retrouver des restes organiques: débris de *Bivalves* et de *Foraminifères*.

L'ensemble de ces observations et la succession lithologique ont prouvé les faits suivants:

1. les dolomies sont essentiellement de formation secondaire, contemporaine ou pénécontemporaine de la sédimentation;

2. l'existence de dolomies primaires n'est toutefois pas exclue (dolomies des niveaux I. 2, et I. 3);

3. la succession lithologique indique une phase transgressive.

CHAPITRE II

Les Couches de Kössen (Rhétien)

Les roches surmontant la formation dolomitique présentent une grande diversité. De ce fait, il n'est pas possible de désigner l'unité cartographiée par un qualificatif pétrographique. Par contre, la lithologie et surtout la faune présentent une certaine affinité avec les «Kössener Schichten» (Nordtirol, Autriche). C'est pourquoi je propose d'appeler Couches de Kössen cet ensemble lithologique daté partout du Rhétien.

Dans la région étudiée, les Couches de Kössen n'excèdent pas 30 m de puissance.

Rarement visibles dans les Replis bordiers, elles dessinent une petite bande plus ou moins continue au S de l'anticlinal de Charmey. Au N de l'anticlinal II, quelques fragments en sont visibles aux environs de Zur Eich.

I. Lithologie

Les «Couches de Kössen» se distinguent par leur teinte gris sombre contrastant avec le blond de la formation dolomitique sous-jacente, et par la diversité de leur lithologie.

1. Les calcaires lumachelliques. Ils constituent l'élément le plus caractéristique des «Couches de Kössen». La roche, pétrie de tests de *Mollusques*, est toujours fortement cimentée; la cassure tranche aussi bien l'élément coquillier que le ciment. Les coquilles sont normalement posées à plat, leur structure a été remplacée par celle de la calcite grenue.

Le qualificatif lumachellique s'applique aussi bien à des calcaires argileux qu'oolithiques (s.l.) ou à *Entroques*.

2. Les calcaires argileux. Ils présentent une cassure conchoïdale et terne. La calcite réalise le plus souvent la structure cryptocristalline, mais peut aussi être

microgrenue, et très rarement grenue. Les calcaires argileux contiennent parfois des pigments de glauconie et de pyrite. Si l'adjectif lumachellique ne leur est pas toujours applicable, du moins contiennent-ils quelques débris de *Mollusques*.

3. Les calcaires oolithiques (s.l.).

a) Les calcaires pseudoolithiques: les pseudoolithes sont globuleuses ou allongées, rarement subanguleuses, généralement hétérométriques, souvent pyriteuses; les calcaires pseudoolithiques contiennent des débris organiques: sections *d'Entroques* et *d'Algues*, *Foraminifères* et *Mollusques*. Quelques vraies oolithes y sont souvent contenues.

b) Les calcaires oolithiques (s.str.) ne sont pas fréquents. Les oolithes sont rondes et subarrondies, ou allongées et en bâtonnets, très proches les unes des autres; elles sont fréquemment noires (pyriteuses).

4. Les calcaires grumeleux sont très rares.

5. Les calcaires à Entroques. S'il n'est pas rare de découvrir des sections d'*Entroques* au sein d'un calcaire oolithique ou argileux, les calcaires essentiellement composés de débris de *Crinoïdes* sont rares.

6. Les calcaires coralliens: la structure fibreuse des *Coraux* a complètement disparu; ces calcaires présentent des tubes plus ou moins parallèles, de 4 à 5 mm de diamètre, remplis de calcite pure, finement cristallisée. La pâte qui les lie est un calcaire finement pseudoolithique et pyriteux.

7. Les dolomies: de couleur grise, elles ressemblent à s'y méprendre aux calcaires argileux: sur le terrain, l'essai à l'acide chlorhydrique est déterminant. Les dolomies présentent le plus souvent une cassure lisse et terne, indice d'une structure cryptocristalline que révèle d'ailleurs l'étude en coupe mince. Sous le microscope, on remarque la présence de petites plages de calcite microgrenue ou grenue, d'une pigmentation ferrugineuse et parfois de minuscules agrégats de quartz, et presque toujours de quelques débris organiques tout ou en partie dolomitisés.

8. Les argilites:

a) les schistes: ils sont invariablement de teinte noire ou gris foncé; ils jouent le rôle de joint, séparant presque chaque banc. Ces schistes présentent souvent une cassure brillante et lisse; ils sont quelquefois fossilifères.

b) Les argilites plastiques à l'affleurement sont très rares.

II. Description des affleurements

A. Replis bordiers

Le Rio de la Chufry a mis à jour le seul affleurement descriptible: la limite formation dolomitique - Couches de Kössen se trouve à 1130 m, sur la rive droite, en contrebas d'une falaise:

1.	Argilites vertes et dolomies	X	m
2.	Calcaire argileux gris-noir à cassure finement esquilleuse	environ 0,03	m
3.	Schistes d'argilite noire	0,70 à 1,00	m
4.	Calcaire argileux gris foncé, finement lumachellique	0,18	m
4/5.	Schistes d'argilite noire	0,02	m
5.	Idem 4, avec à la base du banc des plages nettement délimitées de calcaire grumeleux, de teinte plus claire; grains de glauconie répartis uniformément	0,26	m

5/6. Plaquettes schisteuses d'argilite noire . . . . . 0,18 à 0,22 m
6. Plusieurs petits bancs mal différenciés:
- calcaire argileux gris du même type que celui du niveau 4., mais le caractère lumachellique est moins marqué;
- la roche contient de moins en moins de débris coquilliers et l'on voit apparaître quelques *Crinoïdes*; la texture du calcaire devient plus fine vers le sommet du niveau . . . . . 0,32 m
6/7. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,04 m
7. Idem 6, la faune devient plus grande et le grain s'affine vers le sommet . . 0,26 m
7/8. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,02 m
8. Calcaires idem 7. et schistes noirs en partie recouverts de matériel meuble glissé; au sommet: calcschistes argileux noirs . . . . . environ 1,00 m
9. A la base de la falaise: calcschistes argilo-gréseux contenant des débris charbonneux de végétaux (variété pauvre de calcaire ampéliteux) . . . . 0,20 m
9/10. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,00 à 0,05 m
10. Calcaire argileux gris foncé à cassure finement esquilleuse . . . . . 0,16 m
10/11. Délit d'argilite . . . . . 0,01 m
11. Idem 10 . . . . . 0,15 m

Suite de la description à la partie supérieure de la deuxième falaise (en amont par rapport à la première). Toute corrélation avec les niveaux précédents est rendue impossible par un système de petits décrochements.

1. Calcaire gris foncé à cassure largement esquilleuse; à la loupe, on devine de minuscules éléments circulaires. En CM: calcaire d'un type intermédiaire entre le calcaire pseudoolithique et le calcaire grumeleux; les éléments sont généralement allongés, de structure cryptocristalline; la plupart présentent un contour diffus mais d'autres au contraire sont bien délimités, les vraies oolithes sont très rares; ciment de calcite grenue; débris de *Foraminifères, d'Algues* et de *Lamellibranches* . . . . . 0,60 m
2. Calcaire oolithique lumachellique; oolithes rondes ou en bâtonnets devenant de plus en plus rapprochées vers le sommet du banc . . . . . 0,80 m
3. Idem 2, mais au sommet, les oolithes disparaissent et le calcaire devient grenu, un peu argileux . . . . . 0,31 m
4. Critère de polarité: calcaire pseudoolithique gris-beige passant à un calcaire lumachellique et oolithique contenant quelques débris de *Crinoïdes* . environ 0,27 m
5. Calcaire oolithique gris foncé; les oolithes sont si nombreuses qu'elles entrent parfois en contact les unes avec les autres, elles sont rondes ou allongées, leur nucleus est parfois pyritisé; ciment de calcite grenue . . . . . 0,43 m
6. Calcaire pseudoolithique gris foncé avec quelques sections de *Crinoïdes* . . 0,36 m
7. Calcaire argileux, un peu siliceux vers le milieu du banc . . . . . 0,23 m
8. Critère de polarité: calcaire argileux à grain très fin devenant un peu siliceux au milieu du banc, puis pseudoolithique au sommet . . . . . 1,06 m
9. Calcaire argileux présentant des passées finement pseudoolithiques (éléments noirs, pyriteux, de structure cryptocristalline) . . . . . environ 0,90 m
10. Calcaire argileux à cassure très finement esquilleuse . . . . . 0,45 m

Ensuite les bancs n'affleurent plus suffisamment pour être décrits. Sur la petite arête qui surmonte la falaise, on trouve quelques têtes de bancs de calcaire argileux gris clair et un bloc de calcaire pseudoolithique. Le contact avec la formation sus-jacente n'est pas apparent.

B. SE de l'anticlinal de Charmey

Les meilleurs affleurements sont situés dans le Rio de la Chapalleyre et dans le Rio de l'Essert.

1. Coupe lithologique dans le Rio de la Chapalleyre

Certains niveaux, dégagés à la pioche lors du levé de la coupe, sont de nouveau recouverts d'éluvions. Cette coupe fait suite à celle de la formation dolomitique (graphique à la fig. 10, p. 624):

162/163.	Sur la rive droite: schistes d'argilite noire, très friables	0,015 m
163.	Dolomie argileuse grise à grain fin et homogène, à cassure un peu esquilleuse, la surface altérée est pulvérulente	0,045 m
163/164.	Idem 162/163	0,015 m
164.	Dolomie grise idem 163	0,20 m
164/165.	Argilite gris-bleu, plastique à l'affleurement, sèche elle devient très finement feuilletée et terne	0,18 m
165.	Argilite faiblement calcaire gris foncé, bien consolidée, très poreuse, à cassure terne; traces de macrofossiles indéterminables	0,13 m
166.	Marnocalcaire gris foncé, à cassure parfois légèrement esquilleuse; ce banc détermine un rentrant	0,26 m
166/167.	Schistes d'argilite noire, fissiles	0,04 m
167.	Plusieurs petits bancs (0,03 à 0,07 m) de marnocalcaire ou de marne grise, au total 0,34 m idem 166/167: 0,10 m argilite plastique gris-bleu idem 164/165: 0,15 m idem 166/167: 0,11 m	0,70 m
168.	Dolomie grise à cassure esquilleuse, très fine pigmentation ferrugineuse, altération jaunâtre, réseau plus ou moins parallèle de calcite	0,78 m
168/169.	Schistes d'argilite noire	0,08 m
169.	Dolomie argileuse gris clair, microfilaments de calcite plus ou moins parallèles	0,11 m
169/170.	Schistes d'argilite noire	0,03 m
170.	Idem 169	0,19 m
171.	Plaquettes schisteuses d'argilite noire jusqu'à 1 cm d'épaisseur	0,17 m
172.	Calcaire argileux gris clair, à cassure conchoïdale, très fine pigmentation ferrugineuse	0,11 m
173.	Idem 171	0,18 m
174.	Idem 172, de plus en plus compact vers le sommet du banc altération brune	0,14 m
174/175.	Pellicule argileuse	
175.	Idem 172, mais au milieu du banc, la cassure est finement esquilleuse	0,26 m
175/176.	Schistes d'argilite noire, extrêmement fissiles	0,01 m
176.	Idem 172	0,165 m
176/177.	Schistes d'argilite noire	0,045 m
177.	Idem 172	0,085 m
177/178.	Schistes d'argilite noire	0,045 m
179.	Critère de polarité: sur 0,16 m, calcaire finement lumachellique gris-beige à cassure largement esquilleuse, avec quelques grains de glauconie, passant brusquement à un calcaire argileux idem 172; le passage d'un calcaire à l'autre se fait sans transition, il est souligné par une surface plane ou très faiblement ondulée	0,18 m
178/179.	Plaquettes schisteuses d'argilite noire	0,13 m
179.	Critère de polarité: calcaire argileux idem 172, passant vers le milieu du banc à un calcaire finement lumachellique contenant quelques oolithes et grains de glauconie	0,25 m
179/180.	Plaquettes schisteuses d'argilite noire contenant des miches de calcaire argileux à cassure finement esquilleuse, avec sections de *Bivalves*	0,31 m
180.	Calcaire argileux gris, finement lumachellique, surtout à la base du banc	0,27 m
180/181.	Plaquettes ($\leqslant$ 1,5 cm) schisteuses d'argilite noire	0,23 m
181.	Calcaire argileux gris foncé, lumachellique, altération brunâtre, avec des *Anomia*, des *Chlamys* et des *Bivalves*	0,23 m

181/182. Schistes d'argilite noire très fissiles, à cassure souvent brillante, couverts de petites *Anomia* bien conservées, les plus grandes espèces atteignent 3 mm: 0,19 m
Anomia schafhäutli WINKLER
182. Calcaire argileux finement lumachellique contenant quelques grains de glauconie . . . . . 0,56 m
182/183. Plaquettes schisteuses d'argilite noire . . . . . 0,04 m
183. Calcaire lumachellique gris foncé, fine couche d'altération brunâtre. Les coquilles sont essentiellement des *Avicula contorta* (PORTL.) et des *Chlamys*, rarement des huîtres . . . . . 0,08 m
183/184. Schistes d'argilite noire très fissiles . . . . . 0,07 m
184. Calcaire argileux lumachellique . . . . . 0,23 m
185. Zone broyée: calcaires lumachelliques et schistes d'argilite; sections d'*Entroques* sur les 20 derniers cm . . . . . 2,40 m
186. Complexe de plusieurs bancs mal différenciés: calcaire pseudoolithique gris-noir, à cassure esquilleuse; les pseudoolithes sont parfois pyritisées; quelques sections d'*Entroques* et de *Mollusques* . . . . . 0,91 m
186/187. Schistes d'argilite noire, fissiles . . . . . 0,35 m
187. Calcaire argileux; le sommet est d'aspect plus compact que la base . . . . 0,27 m
187/188. Idem 186/187 . . . . . 0,14 m
188. Calcaire à *Entroques* gris foncé, un peu argileux; certaines sections sont dolomitisées, leur diamètre varie de 0,5 à 2 mm . . . . . 0,04 m
188/189. Idem 186/187 . . . . . 0,32 m
189. Zone broyée: calcaire pseudoolithique gris clair, altération beige sur plus d'un cm. La roche est si intensément pétrie de veines de calcite qu'elle se prête très mal à une observation minutieuse . . . . . environ 1,00 m
190. Calcaire recristallisé, par endroit finement lumachellique . . . . environ 0,16 m
190/191. Schistes d'argilite noire fissiles . . . . . 0,08 m
191. Calcaire très fortement recristallisé (0,25 m) puis calcaire oolithique gris altéré en beige-brun sur plus de 2 cm. Les oolithes sont généralement allongées ou en bâtonnets, leur plus grand axe présentant une orientation plus ou moins parallèle à la stratification, leur nucleus est très souvent noir, pyritisé . . . 0,35 m
192. Calcaire corallien; le diamètre des *Coraux* est isométrique (4 à 5 mm), la structure fibreuse a complètement disparu, cependant l'emplacement des cellules est parfois marqué par de petites fibres insérées sur les bords et convergentes vers le centre; le ciment est finement pseudoolithique et pyriteux 0,12 m
193. Calcaire argileux gris clair, la grande finesse du grain confère à la roche un aspect compact et une cassure conchoïdale . . . . . 0,10 m
193/194. Schistes d'argilite noire, fissiles . . . . . 0,11 à 0,13 m
194. Idem 193 . . . . . 0,21 m
194/195. Idem 193/194 . . . . . 0,06 à 0,07 m
195. Dolomie gris foncé, très dure . . . . . 0,32 m
196. Idem 195 . . . . . 0,13 m
196/197. Plaquettes schisteuses d'argilite noire . . . . . 0,16 à 0,17 m
197. Dolomie idem 195: 0,14 m
schistes fissiles d'argilite noire: 0,04 m
dolomie idem 195, en petits bancs de 3 cm: 0,27 m
dolomie idem 195: 0,16m; ces dolomies sont toutes farcies de fines veinules de calcite plus ou moins parallèles. Au total . . . . . 0,61 m
197/198. Idem 196/197 . . . . . 0,14 m
198. Dolomie gris foncé; la base du banc présente une cassure esquilleuse tandis que le sommet a une cassure tout à fait lisse (passage de la structure microgrenue à la structure cryptocristalline) . . . . . 0,32 m
199. Calcaire grumeleux, certains grumeaux sont pyriteux . . . . . 0,44 m
200. Suite de la coupe sur la rive gauche, corrélation peu précise:
calcaire lumachellique, débris de *Crinoïdes*, quelques grains de glauconie, avec 0,40 m
Terebratula gregaria SUESS

201. Critère de polarité: calcaire pseudoolithique contenant quelques vraies oolithes pyritisées et des débris d'*Entroques*; à 0,60 m le calcaire devient finement lumachellique et oolithique, avec . . . . . 0,75 m
Terebratula gregaria SUESS
202. Profond rentrant, je n'ai pu atteindre la roche en place, probablement des argilites . . . . . 0,31 m
203. Calcaire lumachellique, les débris d'*Entroques* sont abondants, rares oolithes, avec . . . . . 0,50 m
Terebratula gregaria SUESS
204. Calcaire pseudoolithique un peu argileux, gris foncé, à cassure esquilleuse; les pseudoolithes sont subcirculaires ou allongées, parfois dolomitisées, souvent pyritisées; les vraies oolithes sont très rares; nombreuses sections d'*Entroques* $\leqslant$ 0,5 mm; *Térébratules* . . . . . 0,17 m
205. Idem 204; mais les *Térébratules* sont plus fréquentes . . . . . 0,35 m
206. Idem 205 . . . . . 0,26 m
207. Critère de polarité: sur 0,34 m idem 205, puis la taille des pseudoolithes augmente et les sections d'*Entroques* deviennent très rares, faunule brisée de *Lamellibranches* . . . . . 0,54 m
208. Complexe de petits bancs dans le lit du ruisseau:
0,07 m: calcaire argileux gris clair,
0,15 m: le même calcaire argileux avec débris de *Coraux*,
0,10 m: identique au banc précédent,
0,86 m: plusieurs bancs de calcaire argileux avec sections de *Coraux* en quantité variable . . . . . 1,18 m
209. Alluvions torrentielles . . . . . 0,55 m
210. Un peu au-dessus de la rive gauche: dolomie faiblement argileuse gris clair, très poreuse, structure cryptocristalline homogène . . . . . 0,33 m
211. Idem 210, mais en petits bancs de 1 à 5 cm . . . . . 0,15 m
212. Deux bancs respectivement de 0,32 et 0,31 cm idem 210 mais dont la partie supérieure présente une cassure finement esquilleuse . . . . . 0,63 m
212/213. Schistes fissiles d'argilite noire . . . . . 0,07 m
213. Deux bancs respectivement de 0,175 et 0,28 m: dolomie grise homogène, à cassure très finement esquilleuse, nombreuses veines plus ou moins parallèles de calcite, altération jaune clair. En CM: dolomie ou dolomie calcarifère de structure cryptocristalline; minuscules mais nombreux agrégats de quartz secondaire et plages de calcite . . . . . 0,455 m
213/214. Idem 212/213 . . . . . 0,17 m
214. Idem 213 . . . . . 0,20 m
215. Idem 213, en petits bancs d'épaisseur inférieure ou égale à 5 cm . . . . . 0,35 m
216. Idem 213 . . . . . 0,30 m
216/217. Schistes fissiles d'argilite noire . . . . . 0,38 m
217. Dolomie un peu argileuse gris clair, minuscules filaments pyriteux, altération jaunâtre; à la base du banc, sur une épaisseur de 5 mm nombreux petits débris coquilliers. En CM: structure cryptocristalline homogène, quelques plages (diamètre < 1 mm) de calcite attaquées par la dolomitisation; minuscules et rares grains de quartz détritiques (diamètre 1/20 mm); avec . . . . . 0,25 m
Miliolidae (1 ex.)
sections de *Lamellibranches* en partie dolomitisés
217/218. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,05 m
218. Calcaire pseudoolithique idem 204 . . . . . 0,30 m
219. Idem 218, le grain devient plus fin vers le sommet du banc . . . . . 0,31 m
219/220. Idem 217/218 . . . . . 0,11 m
220. Dolomie un peu argileuse gris clair, poreuse, concentration irrégulière de minuscules agrégats de quartz, filaments de pyrite. En CM: structure cryptocristalline homogène, agrégats de pyrite et de quartz secondaire . . . . . 0,72 m
220/221. Idem 217/218 . . . . . 0,46 m

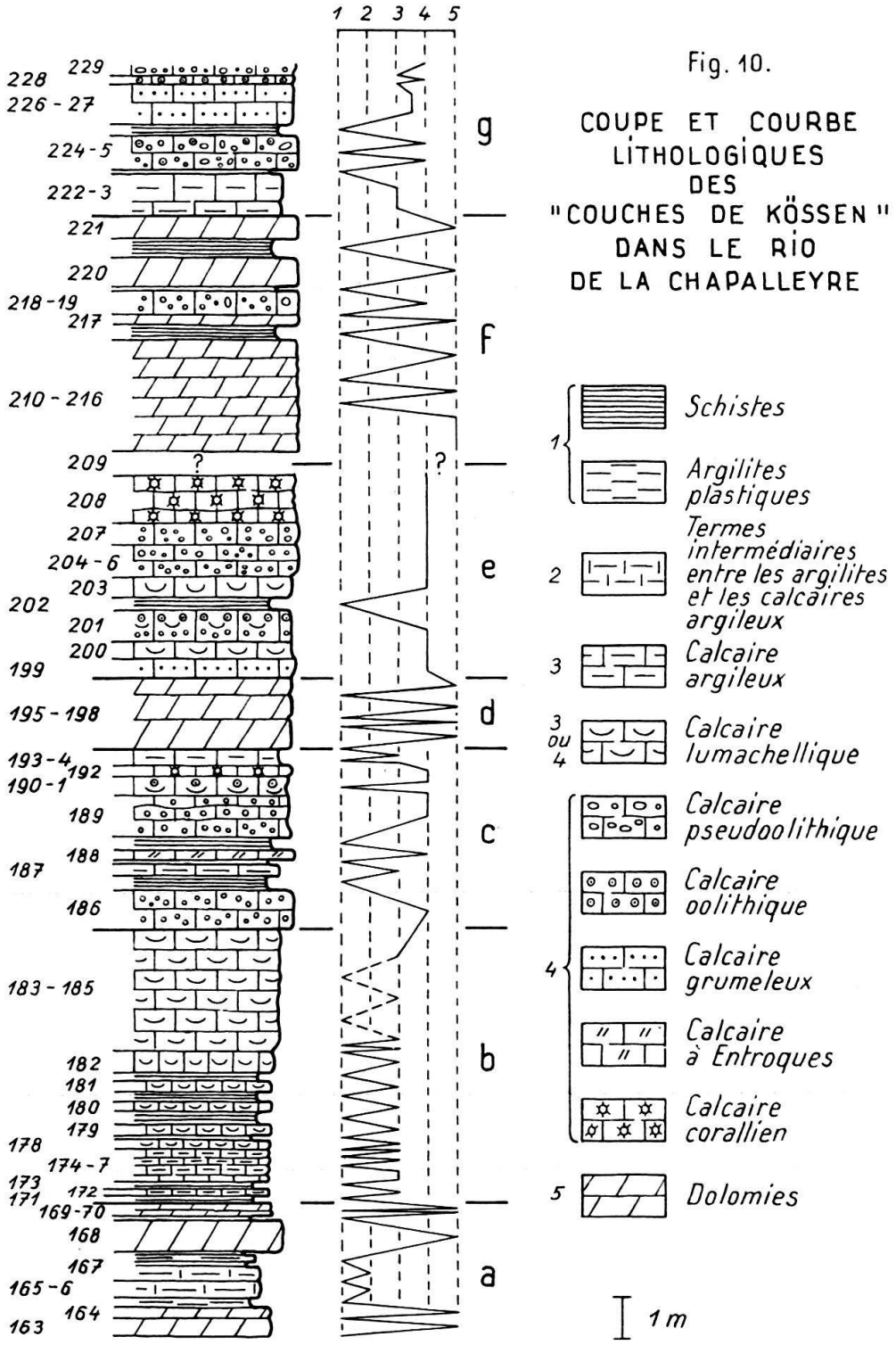


Fig. 10.: Coupe et courbe lithologiques des Couches de Kössen dans le Rio de la Chapalleyre

221. Dolomie calcarifère gris-beige clair très hétérogène; parfois la roche est farcie de plages aux formes indescriptibles de calcite, parfois la dolomie est assez pure et homogène, à grain très fin, d'autres fois encore elle présente des agglomérats de grains de quartz; le sommet du banc est moins calcarifère; débris de coquilles de *Mollusques*. En CM : structure cryptocristalline atteignant une finesse plus grande que dans les niveaux 217, 221 et 224; confirmation des observations macroscopiques; minuscules et nombreux cristaux de pyrite . 0,56 m
222. Calcaire argileux en petits bancs entrelardés de schistes . . . . . 0,32 m
223. Calcaire un peu argileux avec
Terebratula gregaria SUESS
223/224. Argilite plastique idem 164/165 . . . . . 0,09 m
224. Calcaire pseudoolithique, finement lumachellique à la base . . . . . 0,21 m
224/225. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,04 m
225. Complexe de trois bancs:
a) calcaire finement pseudoolithique gris foncé, un peu spathique, pseudoolithes pyritisées: 0,20 m —
b) idem, mais le matériel est plus fin: 0,20 m
c) idem a) mais avec quelques oolithes: 0,16 m . . . . . 0,56 m
225/226. Plaquettes schisteuses d'argilite noire . . . . . 0,27 m
226. Calcaire grumeleux, un peu argileux, pigmentation pyriteuse . . . . . 0,75 m
227. Idem 226, mur et toit légèrement calcschisteux . . . . . 0,26 m
228. Critère de polarité:
a) calcaire argileux: 0,03 m
b) calcaire oolithique gris foncé, altération beige: 0,09 m
c) calcaire argileux: 0,06 m; au total . . . . . 0,18 m
229. Calcaire pseudoolithique; la partie supérieure du banc n'est pas visible.

L'affleurement est interrompu sur environ 3,00 m par un ravinement dans lequel on trouve, en éboulis, des calcaires lumachelliques, oolithiques ou argileux. La limite Couches de Kössen – formation oolithique est située dans ce ravinement.

2. Coupe lithologique dans le Rio de l'Essert

Cette coupe est moins complète que celle du Rio de la Chapalleyre; par contre elle permet d'observer le passage à la formation oolithique sus-jacente. J'ai accordé un soin particulier à la recherche des fossiles.

1. Calcaire pseudoolithique gris-beige; les pseudoolithes sont souvent pyritisées, ciment de calcite grenue; la base du banc n'est pas visible, . . . environ 0,9 m
1/2. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,23 m
2. Calcaire argileux gris moyen à cassure conchoïdale, moucheté de granules pyriteuses. En CM: mélange de calcite cryptocristalline, microgrenue et grenue, nombreux granules de pyrite et grains de quartz subarrondis, rares grains de glauconie; débris organiques: *Algues*, *Foraminifères*, *Bivalves* . . 1,10 m
Terebratula gregaria SUESS
Terebratula sp. (nombreux ex.)
Anomia schafhäutli WINKLER
Anomia mortilleti STOPPANI
Nucula sp.
Pentacrinus cf. *bavaricus* (WINKLER)
3. Interruption sur environ . . . . . 1,10 m
4. Calcaire pseudoolithique avec quelques sections de *Brachiopodes*, devenant finement lumachellique vers le sommet du banc . . . . . 0,26 m
5. Calcaire lumachellique un peu argileux, avec . . . . . 0,40 m
Terebratula gregaria SUESS
Mytilus ervensis STOPPANI
Ostrea hinnites STOPPANI

6. Calcaire grumeleux, un peu argileux, très dur, avec quelques sections d'*Entroques* et de *Brachiopodes* . . . . . 0,50 m
6/7. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,23 m
7. Calcaire argileux gris, plages finement mouchetées de pyrite altérée; on observe également des agrégats de pyrite avec auréole d'altération noire. Nombreux débris organiques: *Térébratules*, petits *Bivalves*, sections d'*Algues* et d'*Entroques*, *Foraminifères*, *Bryozoaires* . . . . . 0,33 m
8. Interruption sur une distance de . . . . . 12,00 m
9. Sur la rive gauche; critère de polarité:
base du banc: calcaire finement pseudoolithique contenant des zones argileuses beiges (1 mm à 3 cm) à contours diffus et à grain très fin,
milieu du banc: idem, mais les zones argileuses sont moins grandes et moins nombreuses,
sommet du banc: calcaire pseudoolithique avec quelques oolithes,
extrême sommet du banc: les oolithes sont encore plus nombreuses . . . . 0,90 m
10. Calcaire oolithique gris foncé, partie altérée de couleur ocre; les oolithes sont le plus souvent rondes, parfois allongées et en bâtonnets, de taille variable, leurs nucleus est très souvent pyriteux. La base du banc est irrégulièrement oolithique; latéralement le calcaire oolithique peut passer brusquement à un calcaire pseudoolithique; passées finement lumachelliques . . . . . 0,70 m
11. Interruption sur une distance de . . . . . 8,00 m
12. Calcaire pseudoolithique, granules pyriteux, sections de *Mollusques*, passées lumachelliques, avec . . . . . 0,66 m
Terebratula gregaria SUESS
Anomia schafhäutli WINKLER
12/13. Profond rentrant, argilites (?) . . . . . 0,21 m
13. Calcaire pseudoolithique; petits grains de glauconie surtout vers le sommet du banc . . . . . 0,28 m
14. Calcaire pseudoolithique gris foncé, altération brune, rares grains de glauconie; la moitié supérieure du banc devient lumachellique et contient quelques oolithes et un peu de pyrite . . . . . 0,18 m
15. Idem 14 . . . . . 0,27 m
15/16. Profond rentrant, argilites (?) . . . . . 0,24 m
16. Calcaire oolithique finement lumachellique . . . . . 0,33 m
16/17. Idem 15/16 . . . . . 0,90 m
17. Calcaire argileux à cassure finement esquilleuse, rares oolithes pyritisées, quelques grains de pyrite . . . . . 0,29 m
Anomia schafhäutli WINKLER
17/18. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,02 m
18. Calcaire argileux gris foncé devenant lumachellique au sommet du banc . . 0,22 m
Anomia favrii STOPPANI
Chlamys sp.
18/19. Surface ondulée avec pellicule d'argilite
19. Calcaire argileux gris foncé avec rares oolithes, devenant lumachellique à la partie supérieure du banc . . . . . 0,27 m
20. Ce banc constitue la paroi d'une cascade. Sur la rive droite: plusieurs bancs (?):
calcaire oolithique, finement lumachellique;
calcaire pseudoolithique;
calcaire lumachellique, la dimension et la fréquence des organismes augmentent;
calcaire oolithique et lumachellique;
calcaire pseudoolithique, très rares sections de *Mollusques*;
calcaire pseudoolithique, nombreuses sections de *Mollusques*;
au total, environ . . . . . 1,15 m

21. Calcaire argileux gris, passées riches en sections d'*Entroques* (diamètre environ 1 mm) . . . . . 0,09 m
22. Calcaire très finement spathique . . . . . 0,16 m
23. Calcaires argileux avec passées riches en sections d'*Entroques;* sections de *Bivalves* . . . . . 0,14 m
24. Idem 23, mais les *Entroques* sont très rares . . . . . 0,10 m
L'érosion torrentielle a rendu les bancs indiscernables.
25. Calcaire pseudoolithique beige, nombreuses sections d'*Entroques*, très rares oolithes, quelques grains de glauconie . . . . . 0,25 m
Chlamys valoniensis (DEFRANCE)
26. Idem 25, la partie supérieure du banc est lumachellique . . . . . 0,27 m
Lima fischeri TERQUEM
27. Calcaire pseudoolithique beige avec de rares oolithes; le nombre des oolithes augmentant la roche passe progressivement à un calcaire oolithique . . . 1,26 m
28. Profond rentrant rempli d'alluvions . . . . . 0,70 m
29. Calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys*: base de la formation oolithique (Hettangien), suite de la coupe au chapitre suivant.

3. Sur la crête du Vanil Blanc (de 1080 à 1350 m), au voisinage de la Vatia d'Amont, puis au NW du Vanil Blanc jusqu'au col de la Chaux du Vent, j'ai cartographié les Couches de Kössen. Toutefois, dans ces régions, on ne rencontrera pas d'affleurements continus ou bien dégagés mais des têtes de bancs émergeant ici et là dans les pâturages et en lisière des forêts. Ces affleurements isolés présentent essentiellement des calcaires lumachelliques, pseudoolithiques ou oolithiques.

C. NW de l'anticlinal II.

Aux environs de Zur Eich, les affleurements sont épars et discontinus:
1. – le meilleur d'entre eux est situé en aval du pont sur la Jogne, à 930 m, sur la rive droite:

1. Lumachelle argileuse avec passées un peu siliceuses . . . . . 0,50 à m
Pendage 45 à 50° vers 200°. 0,60 m
Terebratula gregaria SUESS
1/2. Schistes d'argilite grise enserrant des plaquettes (jusqu'à 1 mm d'épaisseur) de calcaire argileux à cassure esquilleuse . . . . . 0,35 à 0,45 m
2. Critère de polarité: lumachelle argileuse d'aspect très compact devenant spathique (les articles de *Crinoïdes* sont très abondants) . . . . . 0,17 à 0,20 m
2/3. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,07 m
3. Calcschistes argileux gris clair, petits agrégats de pyrite . . . . . 0,20 à 0,25 m
4. Idem 3, mais à grain plus fin, la surface du banc est ondulée . . . . . 0,16 m
5. Calcschistes argileux gris à grain extrêmement fin (allure de l'ardoise); la surface des calcschistes est ondulée . . . . . 0,20 à 0,22 m
6. Calcaire à *Entroques* dont les articles sont de teinte beige ou rosée, la pâte est gris-noir . . . . . 0,31 m
7. Idem 5 . . . . . 0,10 à 0,12 m
8. Calcaire grenu gris foncé, à cassure grossièrement esquilleuse, d'allure spathique environ 0,35 m
8/9. Schistes d'argilite noire . . . . . 0,25 m
9. Idem 8, le grain est toutefois un peu plus fin; de plus le calcaire est lumachellique. (Ce banc se trouve sous les racines d'un grand arbre isolé) . . . . . ? m

2. – A l'W du chalet Plansika: au-dessus du chemin, près d'un bosquet, des calcaires lumachelliques et des calcaires siliceux gris émergent du pâturage. Les calcaires siliceux contiennent parfois des débris végétaux charbonneux et dégagent au choc une odeur fétide.

3. – Le long du chemin allant de Leim à Unterberg, entre 1100 et 1110 m, dans la forêt, un petit affleurement présente:

- des calcaires argileux gris foncé, de structure cryptocristalline, contenant des débris charbonneux;
- des calcaires siliceux gris;
- des grès parfois lumachelliques, à grain fin, altération jaunâtre sableuse. En CM: les grains de quartz représentent près de 50% de la roche, ils sont homométriques (0,1 mm), subanguleux à subarrondis; quelques grains de biotite et de glauconie; ciment: calcite microgrenue contenant quelques traînées argileuses.

Avicula contorta (PORTL.)
Anomia mortilleti STOPPANI

4. – Sur la rive droite du Leim Graben, aux environs de 1030 m, le long du chemin et dans la forêt, on rencontre quelques bancs discontinus de calcaire siliceux ou finement gréseux et lumachellique.

5. – Une tranchée ouverte en bordure S de la route cantonale, à l'entrée W de Zur Eich, a mis à jour des calcaires pseudoolithiques, des calcaires siliceux et des schistes d'argilite noire.

Ces affleurements sont beaucoup trop incomplets pour tenter de les comparer à ceux de l'anticlinal de Charmey. Il faut cependant relever la présence de calcaires gréseux.

III. La limite supérieure

La limite supérieure des Couches de Kössen a été tracée à l'apparition des calcaires roux à *Chlamys*. Ces calcaires, qui seront décrits plus amplement au chapitre suivant, sont aisément reconnaissables à leur couleur d'altération rousse et surtout à leur abondance de *Chlamys* formant une lumachelle.

IV. Paléontologie et âge

Les *Lamellibranches* et les *Brachiopodes* sont extrêmement abondants, mais malheureusement très difficiles à isoler. Les formes les plus importantes sont: *Avicula contorta* (PORTL.), *Terebratula gregaria* SUESS et diverses *Anomia*. Ces fossiles caractérisent le Rhétien.

La limite d'âge Rhétien-Hettangien sera traitée au chapitre suivant.

V. Réflexions sur la coupe de Rio de la Chapalleyre

Dans les Préalpes Médianes, les géologues ont dénoncé les variations latérales et verticales des faciès interdisant toute corrélation non seulement d'un affleurement à l'autre, mais aussi d'une unité tectonique à l'autre. De plus, les affleurements sont généralement dispersés et incomplets, rendant arbitraire une synthèse lithologique.

C'est pourquoi la continuité de la coupe levée dans le Rio de la Chapalleyre m'a incité à construire la courbe lithologique et à tenter une analyse séquentielle. Cette étude est sans prétention; son but est de rendre plus sensible l'évolution locale de la formation et de servir éventuellement de comparaison avec les régions voisines.

Etablissement de la série virtuelle locale.

Suivant les principes établis par A. LOMBARD (1956, p. 272–273) chaque colonne sera réservée à un terme, les clastiques à gauche, les colloïdes au centre, les calcaires à droite.

J'ai groupé les termes lithologiques de la façon suivante:

1. les schistes et les argilites plastiques,
2. les roches intermédiaires entre les argilites et les calcaires argileux,
3. les calcaires argileux,
4. les calcaires divers, c'est-à-dire les calcaires pseudoolithiques, oolithiques, grumeleux, à *Entroques* et coralliens,
5. les dolomies.

Les calcaires lumachelliques sont répartis dans les classes 3 ou 4 suivant la nature dominante de la pâte, puisque les organismes doivent être éliminés des classifications, faute de paramètres communs.

Analyse de la courbe lithologique (Fig. 10, p. 624)

A même échelle, la courbe lithologique fait ressortir, bien mieux que la coupe graphique, l'importance des joints schisteux. L'alternance des bancs et des schistes d'argilite se traduit par des séquences binaires. Ces séquences peuvent se grouper en séries, synthétisant l'évolution lithologique de la coupe, ce qui ne saurait se faire à la vue de la coupe graphique:

a) série de séquences binaires tendant à décrire une biséquence en C (— +): dolomies à la base et au sommet de la série;

b) série de séquences binaires ou d'alternances: schistes d'argilite – calcaire argileux;

c) série de séquences binaires tendant à décrire une biséquence en D (+ —): calcaire argileux à la base et au sommet de la série;

d) série de séquences binaires ou d'alternances: schistes d'argilite – dolomies;

e) série de dépôts calcaires avec un seul retour aux colloïdes;

f) idem d), avec un retour aux calcaires;

g) série de séquences binaires ou d'alternances: calcaires argileux ou calcaires divers et schistes d'argilite.

Les résultats de ce travail ne peuvent être qu'indirects, c'est-à-dire qu'il n'y aura de résultats que lorsque cette courbe pourra être mise en comparaison avec d'autres. Relevons cependant les trois récurrences dolomitiques à la base, au milieu et vers le sommet de la formation, ainsi que l'évolution désordonnée des séries.

Hypothèse sur le mode de formation des dolomies rhétiennes. Je pense qu'il faut écarter l'idée d'un retour à une lagune proprement dite. J'imagine plutôt une mer ouverte peu profonde, dont le fond présentait une pente très faible et une surface irrégulière. Les courants, presque nuls à ces moments, et un climat tropical sec favorisaient la concentration des eaux qui de ce fait s'alourdissaient. Le fond, presque plat mais à surface irrégulière ai-je dit, empêchait ces eaux devenues fortement magnésiennes de s'étaler, celles-ci fluaient alors dans les dépressions, dolomitisant les boues calcaires et argileuses qui les filtraient. Il suffisait ensuite d'un léger affaissement du fond ou de l'arrivée de courants pour interrompre la dolomitisation.

VI. Conditions de sédimentation et paléogéographie

A. Lombard (1956, p. 523): «La reprise d'une phase argileuse se produira lorsque la venue des pondérables sera plus active et s'écoulera à nouveau sur le fond calcaire

récemment formé: le colloïde chasse le calcaire. La succession répétée de calcaires et de colloïdes reflète un équilibre instable de la sédimentation.»

Cet équilibre instable est encore souligné par l'hétérogénéïté des bancs (critères de polarité); le nombre des fossiles dans un calcaire lumachellique par exemple peut être très variable ou même s'annuler brusquement à l'intérieur d'un banc; les calcaires pseudoolithiques montrent généralement une augmentation du nombre des vraies oolithes de la base vers le sommet du banc et parallèlement une diminution de la taille des éléments.

La cause de ces critères de polarité pourrait être attribuée aux courants marins, ceux-ci tendant à diminuer d'intensité à la fin de la phase active de sédimentation.

L'absence ou la rareté des grains de quartz dans les dépôts rhétiens du terrain étudié n'implique pas nécessairement un grand éloignement du rivage. Ce minéral peut faire défaut par manque d'apport ou être transporté latéralement par des courants.

Dans l'anticlinal II, les conditions d'observation sont trop défavorables pour permettre une comparaison avec la coupe du Rio de la Chapalleyre. Tout ce que je puis dire c'est que les grains de quartz semblent y être moins rares (présence de grès); de cette observation, on est amené à conclure que la zone d'apport se situait au S ou au SE par rapport à l'emplacement actuel des dépôts.

Conclusions: les courants marins ont certainement joué un rôle important durant le Rhétien; les faciès néritiques se sont déposés dans une mer relativement chaude et riche en calcaire, parfois en sels magnésiens. Sur le plan de la paléogéographie, nous voyons la mer du Rhétien envahir timidement la lagune triasique; les récurrences dolomitiques reflétant les hésitations de la transgression. Cette transgression, amorcée au Keuper, s'affirme toutefois: au milieu pénésalin succède un milieu marin instable.

CHAPITRE III

La formation oolithique (Hettangien)

I. Lithologie

La formation oolithique ne présente, dans la région étudiée, que deux termes lithologiques: des calcaires roux pseudoolithiques à *Chlamys*, à la base, puis des calcaires oolithiques.

a) Les calcaires pseudoolithiques à *Chlamys* sont très caractéristiques par leur couleur d'altération rousse et par l'abondance des fossiles formant lumachelle. La roche non altérée est gris foncé à noirâtre, pseudoolithique et oolithique; elle présente parfois quelques sections d'Entroques. En coupe mince, on constate que la dimension des oolithes, vraies et fausses, est très variable et que leur forme est aussi souvent arrondie qu'allongée. Les pseudoolithes formées par un article de *Crinoïde*, une section *d'Algue*, un débris de *Bryozoaire* ou un fragment de *Lamellibranche* (forme allongée) sont les plus grandes; celles constituées à partir d'un microgalet calcaire ou d'un grain de quartz étant les plus petites. Les vraies oolithes sont nettement minoritaires. Les pseudoolithes n'entrent que rarement en contact, laissant ainsi une large part au ciment de calcite grenue ou microgrenue. Ces cal-

caires contiennent toujours quelques grains de quartz, mais jamais en quantité suffisante pour mériter le qualificatif gréseux.

b) Les calcaires oolithiques: de teinte beige clair ou légèrement brunâtre, ils présentent une patine d'altération caractéristique blanchâtre et pulvérulente. A l'affleurement, la limite entre les bancs n'est pas nette (série massive). Les oolithes sont normalement reconnaissables à la loupe, parfois même à l'œil nu; elles sont rondes ou subarrondies; la structure concentrique est généralement bien développée; par contre la structure radiée est assez rare. Quelques pseudoolithes sont parfois insérées entre les vraies oolithes. Le ciment, de calcite généralement grenue, est quantitativement moins important que les oolithes.

Dans la morphologie, les calcaires oolithiques déterminent souvent des abrupts.

II. Limites lithologiques inférieure et supérieure

La formation oolithique débute à l'apparition du premier banc de calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys*. Nous verrons plus loin que la limite lithologique coïncide avec la limite d'âge Trias – Jurassique (ou Rhétien – Hettangien).

Limite lithologique supérieure: au-dessus des calcaires oolithiques apparaît un calcaire à pâte grise, rempli de gros éléments dolomitiques, dénommé «brèche dolomitique». Je donnerai au chapitre suivant une description plus détaillée de ce niveau. Mais la «brèche dolomitique» n'est pas toujours présente: dans ce cas, les calcaires oolithiques sont directement surmontés par les calcaires spathiques. A la formation oolithique succédera la formation spathique.

III. Description des affleurements

A. Replis bordiers: aucun affleurement ne signale la présence de la formation oolithique.

B. SE de l'anticlinal de Charmey:

1. En suivant l'anticlinal du SW au NE, la formation oolithique apparaît pour la première fois à 1360 m, *sur la crête du Vanil Blanc*. Jusqu'au décrochement de Tichenuva, une succession de petits affleurements permet de localiser la formation. Les limites inférieure et supérieure ne sont pas visibles, mais repérables à 2 ou 3 mètres près; je les ai donc tracées en traits-tirés sur la carte. Je n'ai pas reconnu les calcaires pseudoolithiques roux à *Chlamys* dans cette zone.

2. *Les falaises sises entre le décrochement de Tichenuva et le Rio de la Chapalleyre* sont taillées dans les calcaires oolithiques. A 1430 m, j'ai trouvé associés les *Chlamys valoniensis* (Defr.) et *thiollierei* (Martin) dans un calcaire oolithique beige clair; les oolithes, de même couleur que le ciment ne se distinguent qu'avec peine.

La paroi au S de la Chaux du Vent présente une patine blanchâtre. Il est intéressant de relever la présence de grains de quartz émoussés (diamètre 0,2 mm) dans un échantillon prélevé à 1445 m, exactement au S du chalet sus-mentionné, les oolithes, elles, ont un diamètre variant de 0,2 à 0,5 mm, la moyenne se situant aux environs de 0,4 mm. Les *Chlamys valoniensis* et *thiollierei* sont présents mais rares.

La base de la formation est masquée par les éboulis, sauf à l'extrémité NE des falaises de la Chaux du Vent, entre 1270 et 1280 m:

1. Couches de Kössen: calcaire oolithique gris foncé; oolithes noires très rapprochées ou au contraire distantes les unes des autres; cassure largement esquilleuse; ciment de calcite grenue; quelques sections d'*Entroques* et . . . . 0,30 m
   Anomia revonii STOPPANI (Rhétien)
2. Formation oolithique: calcaire pseudoolithique et oolithique gris foncé, altération rousse, avec de nombreux *Chlamys* mal conservés . . . . . 0,26 m
3. Trois bancs de 0,18 0,19 et 0,17 m idem 2, mais les *Chlamys* sont plus nombreux et mieux conservés . . . . . 0,54 m
   Chlamys valoniensis (DEFRANCE)
   Chlamys thiollieri (MARTIN)
4. Idem 2 . . . . . 0,14 m
5. Calcaire beige, d'aspect compact, très finement pseudoolithique . . . . . 0,17 m
6. Calcaire pseudoolithique (2 bancs) . . . . . 0,40 m
7. Idem 3 . . . . . 0,40 m
8. Calcaire oolithique beige . . . . . environ 8,00 à 10,00 m

Le caractère franchement oolithique demeure invariable jusqu'au sommet de la formation. L'affleurement n'est pas favorable à une étude détaillée.

3. *Dans le Rio de la Chapalleyre:* après le niveau 229 de la coupe (voir p. 625) un ravinement nous empêche d'observer le passage à la formation oolithique. Toutefois, aux pieds de la petite barre rocheuse, en amont et au sommet du ravinement, j'ai retrouvé les calcaires pseudoolithiques roux à *Chlamys* surmontés de calcaires oolithiques beiges. Réduite tectoniquement, la formation oolithique n'excède pas 4 ou 5 m de puissance et se termine en biseau sur la rive droite du ruisseau.

4. *Aux pieds de la falaise qui se dresse au N-NW de Poyet Riond (pt 1382,4), à 1250 m,* est situé le plus bel affleurement de calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys.* Les fossiles, très bien conservés et très abondants, confèrent à la roche le caractère lumachellique. Observation en CM: calcaire pseudoolithique et oolithique; – la dimension des oolithes, vraies et fausses, varie entre 0,1 et 0,5 mm; – les fausses oolithes: les plus grandes sont formées à partir de débris de *Crinoïdes* et *d'Algues,* plus rarement de *Lamellibranches* et de *Bryozoaires,* ou de galets intraformationnels de calcaire cryptocristallin (en foncé dans la CM); les plus petites se sont formées à partir d'un grain de quartz très émoussé ou de calcite grenue et aussi par des galets intraformationnels cryptocristallins. – Les vraies oolithes sont en très faible proportion vis-à-vis des fausses; elles présentent une magnifique structure concentrique et radiée, leur nucleus est constitué de calcite grenue. – On remarquera la présence de nombreux petits blocs de calcaire pseudoolithique et oolithique remaniés (diamètre inférieur à 1 mm dans tous les cas, souvent inférieur à 0,5 mm). – Ciment: les oolithes n'entrent que très rarement en contact, laissant ainsi une large part au ciment de calcite grenue.

Cet affleurement est plus important du point de vue biostratigraphique que lithologique (les bancs suivant parallèlement le plan de la falaise, il est impossible de lever une coupe détaillée) car dans le premier banc à *Chlamys* qui surmonte directement un banc de calcaire pseudoolithique lumachellique avec *Terebratula gregaria* SUESS (Couches de Kössen, Rhétien), j'ai eu la chance de trouver une ammonite:

Waehneroceras sp. (groupe du *W. paltas* WAEHNER sp.?), déterminée par le Prof. Dr. R. TRÜMPY.

En association: *Chlamys valoniensis* (DEFRANCE)
Chlamys thiollierei (MARTIN)
Cardinia sp.

5. *Dans le Rio de l'Essert;* les conditions d'observation sont relativement bonnes. Coupe faisant suite à celle des «Couches de Kössen»: (v. p. 627).

29. Calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys*, partie non altérée gris foncé; les vraies oolithes sont minoritaires à la base du banc, mais elles ne cessent de prendre de l'importance vers le sommet; nombreux débris de *Crinoïdes*; probablement trois bancs mesurant au total . . . . . 0,95 m
    Chlamys valoniensis (DEFRANCE)
    Chlamys thiollierei (MARTIN)
30. Base du banc: calcaire pseudoolithique, la pâte est grise et, comme au niveau précédant, l'altération est rousse, ce banc se débite en petits cubes. Les oolithes (vraies et fausses) sont beaucoup plus clairsemées qu'au sommet du niveau précédent. – Puis la pâte devient beaucoup plus compacte et beige, les oolithes ont un nucléus pyriteux et sont très disséminées dans le calcaire.
    Au sommet du banc: calcaire oolithique gris clair, la taille des oolithes est très variable.
    Le niveau 30 comprend un deuxième banc (de 0,07 m) qui répond à la même description . . . . . 0,40 m
31. Trois bancs de 0,21 0,11 et 0,11 m: calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys* idem 29. . . . . 0,43 m
32. Calcaire pseudoolithique gris-beige clair avec de très nombreux *Chlamys*, passant après 0,22 m à un calcaire roux idem 29.
    Tout le banc contient des *Crinoïdes* . . . . . 0,70 m
33. Calcaire oolithique comprenant des plages dépourvues d'oolithes; la zone altérée est beige-brun; le nucléus pyriteux, noir, se détache bien de la pâte gris clair.
    Ces calcaires oolithiques passent vers le milieu du complexe à des calcaires pseudoolithiques avec gros articles de *Crinoïdes*.
    Vers le sommet, les éléments deviennent très fins, la roche prend ainsi l'aspect d'un calcaire compact bien qu'elle demeure pseudoolithique. . . . . 0,93 m
34. Calcaire oolithique identique à celui de la base du niveau 33. La densité des oolithes est plus forte au sommet du niveau . . . . . 0,31 m
35. Idem 34 . . . . . 0,48 m
    Suite sur la rive droite du ruisseau. Il ne sera plus possible de discerner les bancs: la série est massive.
36. Calcaire oolithique beige clair sur 1,70 m.
    Calcaire oolithique gris-beige; les oolithes sont plus petites et plus rapprochées, sur 0,08 m.
    Calcaire oolithique beige clair, au sommet le nucleus des oolithes est pyritisé, sur 2,00 m . . . . . au total 3,78 m
37. Calcaire oolithique gris-beige, nombreuses oolithes pyritisées. En CM: les oolithes (diamètre 0,4 à 0,8 mm, moyenne 0,5 mm) occupent la plus grande partie de la coupe mince; elles sont rondes ou subarrondies: elles ne présentent que la structure concentrique; leur enveloppe corticale est généralement très mince; le nucleus est constitué de calcite grenue ou d'un agrégat pyriteux, plus rarement d'un débris de *Foraminifère* ou de *Lamellibranche*. Entre les oolithes, sont insérées quelques pseudoolithes de structure cryptocristalline (en sombre dans la CM) et de taille nettement inférieure (0,1 à 0,2 mm). Quelques fragments remaniés de calcaire pseudoolithique parsèment la CM; leur contour est diffus. Tous ces éléments sont souvent contigus, ne laissant que peu de place à un ciment de calcite grenue.
    Pentacrinus sp. (1 ex.) . . . . . environ 2,00 m

La formation oolithique a, dans le Rio de l'Essert, une puissance de 9,98 m.

C. Anticlinal de la Tsintre

A la base du versant NW de la colline de Plioumont, les calcaires oolithiques constituent une paroi dont la surface est blanchâtre et pulvérulente. Les bancs sont très altérés et diaclasés, le pendage n'est par conséquent pas mesurable.

J'ai trouvé, dans la première falaise au-dessus de la route:

Chlamys thiollierei (MARTIN) (1 ex.)
Chlamys valoniensis (DEFRANCE) (3 ex.)

D. NW de l'anticlinal II

1. Description de l'affleurement débutant sous la passerelle bétonnée, à Zur Eich: pendage 65° à 70° vers 170°.

1. Plusieurs bancs de 0,02 à 0,25 m de calcaire oolithique gris-brun, à cassure largement esquilleuse; les oolithes sont rondes ou subarrondies, leur diamètre est inférieur à 0,25 mm, elles sont très près les unes des autres mais n'entrent pas en contact; vues à la loupe, elles se détachent nettement en beige clair sur un fond plus sombre . . . . . 1,07 m
2. Idem 1 . . . . . 1,10 m
3. Idem 1, la partie supérieure du complexe est de teinte plus claire . . . . 1,51 m
4. Calcaire oolithique beige clair; en comparaison avec 1., les oolithes sont plus petites et hétéromorphes . . . . . 0,62 m
5. Banc de silex . . . . . 0,16 m
6. Plusieurs bancs de calcaire oolithique beige: variations quant à la forme et à la grandeur des oolithes . . . . . 0,98 m
7. Calcaire beige-gris, d'aspect compact, présentant quelques petites accumulations d'oolithes . . . . . 0,14 m
8. Calcaire beige, à cassure largement esquilleuse; vu à la loupe on supçonne la présence de minuscules oolithes. En CM: minuscules pseudoolithes (diamètre $\leqslant$ 0,1 mm) très rapprochées les unes des autres; de structure cryptocristalline, elles apparaissent en sombre dans la CM; aucune ne présente la structure concentrique; rares grains de quartz (0,1 mm), quelques agrégats de calcite grenue, exceptionnellement une ou deux sections d'*Entroques;* ciment de structure microgrenue à cryptocristalline parsemé de veinules de calcite environ 0,40 m
9. Idem 8 . . . . . 0,35 m
10. Idem 8, mais les éléments paraissent encore plus fins. En CM: idem 8, cependant les pseudoolithes sont encore plus petites, souvent contiguës, le ciment présente essentiellement la structure cryptocristalline . . . . . 0,57 m
11. Macroscopiquement idem 10, la cassure est cependant plus finement esquilleuse. En CM: calcaire pseudoolithique tendant à réaliser la structure grumeleuse, les éléments (diamètre $<$ 0,1 mm) sont encore le plus souvent bien individualisés, un certain nombre de grumeaux ont cependant fusionné; ciment de structure cryptocristalline à microgrenue enserrant d'assez nombreux agrégats de calcite grenue; les grains de quartz (diamètre 0,1 mm) sont en plus forte proportion que dans les niveaux 8, 9 et 10 . . . . . 0,57 m
12. Calcaire très finement oolithique beige, à cassure esquilleuse. En CM: calcaire pseudoolithique, les fausses oolithes (diamètre 0,1 à 0,2 mm) présentent parfois une forme subanguleuse; il faut relever la présence de quelques vraies oolithes à structure concentrique et parfois aussi radiale; la proportion des grains de quartz a encore augmenté par rapport au niveau 11., ces grains sont encore subanguleux; ciment de structure microgrenue à grenue; quelques sections d'*Algues* . . . . . 0,55 m

L'affleurement disparaît sous le pâturage.

2. Description sommaire de la formation oolithique à la limite orientale de mon terrain: à l'extrémité E de ma carte, coule le Rio Leim; à 1010 m, au-dessus du coude du chemin, sur la rive gauche du ruisseau:

1. Calcaire gréseux gris foncé à grain très fin, traces de *Chlamys*. En CM: – quartz: diamètre inférieur à 0,1 mm, fort pourcentage mais de répartition inégale, subanguleux à subarrondis; – glauconie et biotite: assez rares, en grains plus petits que le quartz; – ciment: calcite microgrenue à cryptocristalline parsemée de traînées argileuses, plages dentelées de calcite grenue . . . . . 1,40 m
   Pendage 66° à 68° vers 175°.
2. Calcaire pseudoolithique roux à *Chlamys*, pâte gris foncé, du même type qu'à l'anticlinal de Charmey, contient en plus quelques grains de quartz . . . . 2,61 m
3. Calcaire gris-brunâtre à cassure esquilleuse, petits granules noirâtres. En CM: éléments cryptocristallins subcirculaires à subanguleux, diamètre 0,1 à 0,4 mm, ce sont des grumeaux et des pseudoolithes à contours faiblement soulignés; le ciment, de calcite microgrenue, constitue la plus grande partie de la roche; rares et minuscules grains de quartz. Ce calcaire présente donc un stade intermédiaire entre la structure grumeleuse et la structure pseudoolithique. Quelques petits blocs à contours subcirculaires semblent témoigner un remaniement intraformationnel . . . . . environ 3,00 m
4. Plaquette de calcaire lité compact, laminae charbonneuses, débris dolomitiques en surface . . . . . 0,035 m
5. Idem 3 . . . . . environ 4,00 m
   Puis les bancs sont indiscernables; je poursuis la description à la chevillière, sur la rive gauche du ruisseau:
6. Sur 6,00 m: idem 3.
7. Sur 9,00 m: calcaire oolithique gris-brunâtre, cassure finement esquilleuse, oolithes de petite taille mais bien visibles à la loupe.
8. Sur 8,00 m: calcaire gris à cassure largement esquilleuse; l'observation à la loupe permet tout au plus de supposer l'existence d'oolithes. En CM: pseudoolithes de 0,1 à 0,5 mm de diamètre, quelques oolithes, macles de calcite grenue, petits grumeaux; ciment de calcite microgrenue à cryptocristalline.
9. Sur 3,00 m: calcaire oolithique brun foncé.
10. Sur 7,00 m: calcaire oolithique brun clair.
11. Sur 4,00 m: idem 9.
12. Sur 17,00 m: calcaire oolithique gris-brun, cassure esquilleuse, les oolithes sont petites et plus ou moins isométriques, très rapprochées les unes des autres et souvent contiguës, ne laissant que peu de place au ciment.
13. Sur 26,00 m: idem 10.
14. Sur 32,00 m: calcaire beige, cassure esquilleuse, teneur variable en oolithes toujours minuscules.

La limite supérieure de la formation est située à 1100 m d'altitude, près d'un arbre isolé dans le pâturage: aux derniers calcaires oolithiques succède un calcaire spathique rose, à grain grossier.

IV. Paléontologie et âge

Jusqu'à ce jour, on reconnaissait la présence de l'Hettangien dans la partie frontale des Médianes par l'association des *Chlamys valoniensis* et *thiollierei*. La découverte d'un *Waehneroceras* dans l'anticlinal de Charmey vient donc confirmer la valeur biostratigraphique de cette association.

Le niveau à *Chlamys* qui m'a livré l'ammonite surmonte directement un banc de calcaire pseudoolithique lumachellique avec *Terebratula gregaria* SUESS (Rhétien).

(v. p. 632). Par conséquent, l'âge des Couches de Kössen ne dépasse pas le Rhétien et le niveau des calcaires roux pseudoolithiques à *Chlamys* (base de la formation oolithique) appartient sans aucun doute à l'Hettangien et plus précisément à l'Hettangien moyen puisque le *Waehneroceras* découvert appartient au groupe du *W. paltas* WOEHNER (v. p. 632). L'existence d'une lacune à la base de l'Hettangien est ainsi démontrée.

Limite biostratigraphique supérieure: on considère généralement que le calcaire oolithique appartient à l'Hettangien et la brèche dolomitique et les calcaires spathiques au Sinémurien; malgré la pauvreté de la faune, je pense que ces attributions sont correctes. Dans les calcaires oolithiques, je n'ai trouvé que des *Chlamys*, mais comme le fait remarquer M. CHATTON (1947), cet horizon est daté dans les régions de Spiez et d'Iberg par *Schlotheimia angulata* (QU.) qui caractérise l'Hettangien supérieur. Dans l'anticlinal de la Tsintre, j'ai pu dater la brèche dolomitique du Sinémurien (voir chapitre suivant).

V. Comparaison de la formation oolithique au N et au S du synclinal de la Gruyère

Le morcellement et la discontinuité des affleurements ne permettent pas une comparaison stratigraphique détaillée de la formation dans les diverses unités tectoniques (anticlinal de Charmey, anticlinal de la Tsintre et anticlinal II). On peut cependant dégager trois faits:

a) la puissance de la formation passe de 15–20 m dans l'anticlinal de Charmey à plus de 80 m dans l'anticlinal II;

b) les grains de quartz, très rares au N du synclinal de la Gruyère, sont presque toujours présents dans l'anticlinal II;

c) les fossiles sont beaucoup plus rares dans l'anticlinal II.

VI. Comparaison avec l'Hettangien des Tours d'Aï (Jeannet 1912/13) et de l'anticlinal de la Vudallaz (massif du Moléson, L. Pugin 1952)

L'Hettangien de la région étudiée, comparé à celui des Tours d'Aï, présente une moindre variété lithologique et est beaucoup moins puissant. Le caractère lacunaire de l'Hettangien au front de la nappe n'est pas un fait nouveau, mais la trouvaille d'un *Waehneroceras* datant les calcaires roux à *Chlamys* de l'Hettangien moyen le confirme.

Avant d'établir une corrélation avec les niveaux de JEANNET, il importe de rappeler que L. PUGIN (1952), dans l'anticlinal de la Vudallaz (massif du Moléson) a relevé un Hettangien plus complet; mieux encore, ses niveaux peuvent être mis en parallèle avec ceux de JEANNET (cf. tableau II).

Nous avons vu précédemment que l'Hettangien de la région étudiée dans ce travail ne comporte que deux horizons: celui des calcaires roux à *Chlamys* et celui des calcaires oolithiques. L. PUGIN, à la Vudallaz, signale les calcaires roux à *Chlamys* à la base de l'étage et les fait correspondre au niveau b) de JEANNET. Or nous avons établi qu'à l'anticlinal de Charmey, ce même horizon date de l'Hettangien moyen (zone à *W. megastoma*); dès lors, on est tenté de paralléliser les calcaires roux à *Chlamys* avec le sommet du niveau e) de JEANNET; et ceci d'autant plus que cet

auteur signale un exemplaire de *Psiloceras* aff. *calcimontanum* WÄHNER (zone à *Psiloceras megastoma* = zone à *Alsatites laqueus*) au sommet du niveau e) ou à la base du niveau f) (JEANNET p. 351). Il est toutefois évident qu'une corrélation à si grande distance impose une certaine réserve.

Les lacunes à l'Hettangien: J. VON DER WEID (1961) au SW du Moléson, L. PUGIN (1952) entre le Moléson et Gruyères et H. GUILLAUME (1957) revisant la géologie sur la rive gauche du lac de Montsalvens et moi-même dans le Massif d'Arsajoux mentionnent une lacune de l'Hettangien dans les Replis bordiers.

Lacune tectonique ou lacune stratigraphique? Un travail minutieux traitant la question sur l'ensemble de la nappe semble nécessaire pour résoudre ce problème, Pour ma part, considérant 1. l'absence totale de l'Hettangien dans les Replis bordiers, 2. l'augmentation de puissance dans l'anticlinal II par rapport à l'anticlinal de Charmey, 3. l'attribution à l'Hettangien moyen des calcaires roux à *Chlamys* de la base de la formation, j'incline plus volontiers en faveur d'une lacune stratigraphique.

VII. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Les eaux marines propres, peu profondes, agitées, relativement chaudes (20°C) et riches en calcaire sont favorables à la formation des oolithes. La formation des pseudoolithes requiert plus ou moins les mêmes conditions puisqu'un calcaire oolithique contient très souvent des pseudoolithes et inversement. Le facteur

Tableau II: tableau comparatif de l'Hettangien des Tours d'Aï (A. JEANNET 1912/13), de l'anticlinal de la Vudallaz (L. PUGIN 1952) et de l'anticlinal de Charmey.

JEANNET (1912/13)	Plan Falcon, Grande-Eau	PUGIN (1952) Anticlinal de la Vudallaz	SPICHER Anticlinal de Charmey
f)	calcaire gris compact, sans marnes. Très peu fossilifère	localement calcaire corallien perforé; calcaire oolithique	calcaire oolithique
e)	calcaire brun à intercalations marneuses. Riche faune d'ammonites	calcaires clairs bien lités localement spathiques	calcaires pseudoolithiques roux à *Chlamys*
d)	calcaire gréseux à Huîtres	calcaire spathique à Huîtres	L A C U N E ?
c)	grès micacés, siliceux et glauconieux	localement calcaire corallien, grés glauconieux	
b)	marnes verdâtres ou rougeâtres, dolomitiques, fossilifères	calc. clair, local. ool. Récurrence dolom.: calc. loc. ool. et sch. dolom. calc. ool. calc. gréseux roux à *Pecten valoniensis* 20–80 m	

influençant l'une ou l'autre formation est probablement l'intensité de la force des courants marins. Un fort courant favorisera la formation de pseudoolithes, la présence de petits blocs remaniés, très fréquente dans les calcaires pseudoolithiques et rare dans les calcaires oolithiques semble en fournir la preuve.

«La différence de grandeur des oolithes reste pour le moment inintelligible.» (CAYEUX p. 222)

Comme au Rhétien, les grains de quartz sont plus abondants dans l'anticlinal II qu'au front de la nappe, leur origine est donc vraisemblablement la même (v. p. 630).

Sur le plan de la paléogéographie: le milieu marin s'affirme et se stabilise; durant l'Hettangien les eaux sont agitées et peu profondes; les courants tendent à se calmer vers la fin de l'étage (diminution puis disparition des pseudoolithes).

CHAPITRE IV

La formation spathique (Sinémurien + localement Sinémurien à Toarcien inférieur)

La limite formation oolithique – formation spathique a été définie au chapitre précédent (v. p. 631). La présence de la formation spathique s'identifie avec la plus grande facilité: la surface de la roche altérée est rugueuse (grains de quartz et débris de *Crinoïdes* en relief); à cassure fraîche, les calcaires revêtent l'éclat spathique caractéristique.

La limite supérieure a été tracée au sommet du niveau de la «brèche à *Bélemnites*» (v. p. 639) lorsque celle-ci est présente, ou sinon à l'apparition des calcaires siliceux. Nous verrons au chapitre suivant que le passage à la formation siliceuse sus-jacente peut être progressif.

I. Lithologie

1. La brèche dolomitique: ce niveau, peu épais et rarement présent, est localisé à la base de la formation. Ce sont des calcaires gris-vert foncé toujours très altérés dans lesquels abonde un gravillon dolomitique; ces éléments dolomitiques, jaunes dans la partie altérée, vert pâle à l'intérieur de la roche, ont un diamètre variant de 0,1 à 10 mm, ils sont généralement arrondis. Les grains de quartz (diamètre 0,2 mm) sont rares. La pyrite est abondante; elle se présente en petits agrégats ou en gros cristaux cubiques. De rares galets calcaires ainsi que quelques débris de *Crinoïdes* dolomitisés et d'Algues diverses parsèment la roche. Le ciment est de calcite microgreune.

2. Les calcaires spathiques à débris de Crinoïdes (Encrinite and Crinoid-bearing rocks): homogènes dans l'ensemble, les calcaires spathiques peuvent présenter d'infinies variations de détails sur les points suivant:

– la couleur: noir, gris, jaune, blanc, rose, vert pâle sont les teintes principales,

– la texture: dans la description des affleurements j'ai toujours distingué les calcaires à grain fin, moyen ou grossier; c'était une appréciation relative, de terrain. Puis en travaillant les coupes minces de ces roches, j'ai constaté que la majorité des éléments dans les calcaires à grain fin mesure 0,1 à 0,3 mm, ceux des calcaires à grain moyen 0,4 à 0,5 mm et ceux des calcaires grossiers plus de 0,5 mm,

– l'abondance et la conservation des articles de *Crinoïdes*,

– la taille et la fréquence des grains de quartz; ceux-ci sont présents dans tous les bancs de la formation, mais en quantité variable. J'ai effectué plusieurs mesures de la teneur en quartz; il en résulte que le plus souvent le pourcentage est inférieur à 10% mais il peut atteindre et même dépasser 40%.

Horwitz (1914) parle d'intercalations de bandes de quartzite. Il fait certainement erreur; le pourcentage maximum que j'aie pu mesurer est de 43%, dans une roche à ciment calcaire, il s'agit donc d'un calcaire gréseux. N'ayant trouvé nulle part une indication concernant la quantité minimale de quartz requise pour permettre l'appellation «calcaire gréseux», je me suis proposé de la fixer à 15%.

– la présence généralement discrète de la glauconie et de la pyrite,

– exceptionnellement des pseudoolithes et plus rarement encore des oolithes sont observables en coupes minces,

– les cristaux de micas sont très rares,

– des petits grains de dolomie jaune sombre constellent très souvent les calcaires spathiques.

3. La brèche à Bélemnites est un horizon-repère marquant le sommet de la formation spathique. Le calcaire est lui-même spathique, gris-bleuté, très cohérent, glauconieux, à nodules de phosphate. Il est extrêmement riche en *Bélemnites*. Les autres fossiles sont également abondants, *Ammonites*, *Brachiopodes*, *Lamellibranches;* ils sont presque toujours phosphatés.

En coupe mince, on observe des grains de glauconie et de quartz, des débris de *Crinoïdes* et divers micro-organismes. Le ciment est calcaire, de structure cryptocristalline, argilo-phosphaté et un peu ferrugineux.

II. Description des affleurements, paléontologie et âge

La région décrite ici ne présente aucune coupe complète, de sorte que les descriptions qui vont suivre ne retracent jamais qu'une partie de la formation. A la fin de ce paragraphe, le tableau III résumera la lithologie dans les différentes unités tectoniques et l'âge des horizons lorsqu'il m'a été possible de le définir (ce qui n'est pas souvent le cas!).

1. *Replis bordiers:* description et situation des affleurements à partir du SW vers le NE:

a) A l'E de «Les Ciernes», à 925 m, près du chemin: fontaine derrière laquelle un minuscule affleurement montre le contact calcaire spathique-calcaire siliceux.

b) La formation spathique entre les Fontanys et le ruisseau qui descend au N de l'Arsajoux: cette étendue se distingue par la rareté et la mauvaise qualité des affleurements. De ce fait, les limites avec les formations sus- et sous-jacentes sont imprécises.

Au SE du chalet «Les Pâles», à 1060 m, au-dessus d'un arbre isolé se trouve un gisement fossilifère déjà signalé par Horwitz (1926): c'est le niveau de la brèche à *Bélemnites*.

Calcaire spathique gris-bleuté, très cohérent, à nodules de phosphate. Les fossiles sont très abondants et tous phosphatés. Quantité innombrable de grains phosphatés (diamètre 0,2 à 0,5 mm); le diamètre des nodules de phosphate varie entre 5 et 20 mm, leur contour n'est pas franc. En CM: – les articles de *Crinoïdes* sont très nom-

breux et souvent phosphatés, le canal central est toujours visible, diamètre moyen 0,3 mm, maximum 0,5 mm. – La glauconie a épigénisé les *Bryozoaires*, moins souvent les *Foraminifères* et les articles de *Crinoïdes;* les grains de glauconie sont très abondants (diamètre 0,1 mm). – Les grains de quartz sont extrêmement rares. – Les oxydes de Fe soulignent les stylolithes, ils ont épigénisé des *Bryozoaires* et quelques articles de *Crinoïdes*. – Le ciment est calcaire, de structure cryptocristalline, argilo-phosphaté et un peu ferrugineux.
Micropaléontologie: les organismes sont abondants, leur microstructure est bien conservée, mais ils sont très fragmentés. Les *Bryozoaires* et les *Foraminifères* sont les plus nombreux. Les *Spongiaires* et les *Algues* sont plus rares. Certains organismes sont siliceux (calcédoine).

Macropaléontologie: collection Horwitz déterminée par moi-même:

Paltechioceras bavaricum (Böse)
Paltechioceras tenue (Fucini)
Paltechioceras sp. *tenue* (Fucini))
Fragments d'*Ammonites* du genre *Paltechioceras*
Gemmellaroceras sp.
Echioceras sp. (?), plusieurs exemplaires
Epideroceras sp. (aff. *steinmanni* (Hug)?)
Térébratules
Lamellibranches:
Chlamys sp.
Lima sp.

collection personnelle:

Paltechioceras sp. (nombreux exemplaires)
Epideroceras sp. (aff. *lorioli* (Hug))
Epidoceras sp. ? (2 exemplaires)
Echioceras sp. (plusieurs exemplaires)
Nautile (1 exemplaire)

c) Puis jusqu'au ruisseau qui descend au SE de Pra Perron, les affleurements sont très épars; des têtes de bancs de calcaire spathique ordinairement gris clair pointent irrégulièrement dans les pâturages et les forêts.

d) Dans le ruisseau au SE de Pra Perron, la roche affleure dès 1070 m, mais les bancs se suivent irrégulièrement, n'autorisant qu'une description sommaire:

1. Calcaire à *Entroques*, à grain grossier, forte altération dolomitique de teinte jaune	environ	10,00	m
2. Calcaire à *Entroques* blanchâtre, à grain grossier,	environ	3,00	m
3. Un banc de calcaire gréseux gris		0,50	m
4. Calcaire spathique noir	environ	3,00	m
5. Brèche à *Bélemnites*, il faut dégager l'affleurement pour l'observer, épaisseur non mesurable		?	
6. Formation siliceuse: calcaire siliceux gris-bleu avec quelques *Bélemnites*		X	m

e) A l'E de ce ruisseau, les calcaires spathiques sont laminés entre la formation dolomitique et la formation siliceuse; à 400 m du ruisseau, les formations dolomitique et spathique n'affleurent plus.

f) Dans le Rio de la Chufry: à 1160 m, sur la rive droite, le premier banc de calcaire spathique constitue un profond rentrant:

1. Calcaire spathique beige clair, à grain grossier, nombreux débris dolomitiques peu de quartz et glauconie . . . . . 0,30 m
2. Idem 1 . . . . . 0,60 m
3. Idem 1, mais à grain plus fin, les grains de quartz sont également plus petits mais plus nombreux, leur dimension augmente vers le sommet du banc environ 0,60 m
4. Calcaire gréseux d'allure finement spathique, à grain fin, gris-beige, gravillon dolomitique, quartz très abondant. En CM: 43% de quartz en grains subanguleux, diamètre 0,3 à 0,4 mm. Un *Foraminifère* mal conservé (*Miliolidae*) 0,80 m
5. Les bancs ne sont plus discernables:
   a) idem 4.
   b) idem 4, avec sections de grandes *Entroques* (diamètre 2 à 3 mm) et concrétions de silex
   c) idem 4, diminution de la teneur en quartz.

Ces 5 niveaux constituent la base de la première falaise. Une deuxième falaise est séparée de la première par un ravinement dans lequel passe probablement une faille. Un peu plus haut, soit à 1165 m environ, dans le lit du ruisseau, les Couches de Kössen forment la base d'une petite chute dont le sommet est constitué par les calcaires spathiques. Au-dessus de cette chute, l'affleurement disparaît et ce n'est que quelques mètres plus loin que je peux décrire la succession rencontrée:

les bancs sont indiscernables, la direction de ceux-ci est environ E-W et le pendage est très irrégulier vers le S,

- calcaire gréso-spathique à grain fin, gris-beige, gravillon dolomitique jaune et vert pâle,
- idem, mais avec grandes sections d'*Entroques*,
- calcaire gréso-spathique à grain moyen,
- calcaire spathique avec galets calcaires,
- calcaire spathique gris, finement lumachellique,
- calcaire à *Entroques* noir; la roche est absolument remplie d'articles de *Crinoïdes;* quelques nodules de phosphate. En CM: les sections de *Crinoïdes* (diamètre supérieur à 0,8 mm) sont souvent brisées, le canal central en est toujours visible, les formes pentagonales ne sont pas rares; minuscules et rares grains de quartz; ciment calcaire un peu argileux de structure cryptocrisalline; débris de *Foraminifères* . . . . . 1,00 m
- idem, mais le grain s'affine et la couleur s'éclaircit . . . . . 3,00 m
- calcaire très finement spathique gris foncé, glauconie, gravillon dolomitique 3,50 m
- calcaire siliceux constellé de minuscules grains de glauconie (= formation siliceuse) . . . . . 4,20 m

  A 1,80 m de la base: 1 *Brachiopode* indéterminable

g) Dans la forêt des Reposoirs, un seul et minuscule affleurement de calcaire spathique: dans le Rio des Reposoirs (branche de droite), à 1115 m:

-calcaire spathique rose, à grain moyen et grossier, gravillon dolomitique, quelques grains de quartz.

Age des calcaires spathiques dans les Replis bordiers: je n'ai découvert qu'un seul gisement fossilifère, celui des Pâles déjà signalé par Horwitz. Ce gisement revêt une grande importance, non seulement parce qu'il est unique, mais aussi parce qu'il date le niveau de la brèche à *Bélemnites*, sommet de la formation.

La présence de nombreux *Paltechioceras* et d'*Echioceras* situe le gisement dans la zone à *Echioceras raricostatum*. Selon ARKELL, le genre *Epideroceras* n'apparaît

pas avant la zone à *Uptonia jamesoni*, mais DONOVAN en cite une espèce au Langeneckgrat, dans la zone à *E. raricostatum*. La présence d'un *Gemmellaroceras* en compagnie de *Paltechioceras* et d'*Echioceras* est aussi quelque peu insolite; pourtant DONOVAN signale aussi ce genre dans la zone à *E. raricostatum*, au Langeneckgrat.

Conclusion: la brèche à *Bélemnites* des Pâles représente la zone à *Echioceras raricostatum* (sommet du Sinémurien). Par conséquent, les calcaires spathiques sous-jacents sont d'âge Sinémurien. N'ayant trouvé aucune *Ammonite* dans les niveaux de base, je ne suis pas en mesure de confirmer ou de démentir la lacune souvent pressentie de la base du Sinémurien dans les Replis bordiers. Je souligne cependant le fait que je n'y ai jamais rencontré le niveau basal de la brèche dolomitique. D'autre part l'absence de l'Hettangien laisse également supposer une lacune stratigraphique au Sinémurien inférieur.

2. *SE de l'anticlinal de Charmey:* les affleurements seront décrits dans l'ordre, partant de la vallée de l'Essert vers Charmey.

a) Dans le Rio de l'Essert: coupe faisant suite à celle de la formation oolithique (p. 633). Pendage moyen 80° vers le NW.

38. Base de la cascade, rive droite, à 1130 m:
Brèche dolomitique[1]): calcaire oolithique et spathique gris, grains de glauconie. A 0,15 m de la base: calcaire finement spathique gris avec nodules de silex; le sommet de ce niveau marque le sommet de la cascade . . . . . 0,75 m
39. Calcaire spathique glauconieux comprenant 3 rubans de silex . . . . . 0,52 m
40. Calcaire finement spathique gris, nombreux grains de quartz de petite taille, grains de glauconie, gravillon dolomitique jaune dans la zone altérée . . . 0,57 m
41. Idem 40, mais le grain est un peu plus grossier; très nombreux grains de glauconie 0,70 m
42. Les bancs ne sont pas discernables: calcaire spathique gris-beige clair à grain fin; la glauconie, très rare à la base, devient abondante vers le sommet du complexe. En CM: quelques pseudoolithes (diamètre 0,1 à 0,2 mm); quelques grains de quartz (diamètre 0,2 à 0,3 mm); les pseudoolithes ne sont présentes qu'à la base du complexe . . . . . 2,40 m
43. Calcaire spathique à grain moyen; les grains de quartz sont rares mais plus grands que dans les niveaux précédents; glauconie en grains ou diffuse, gravillon dolomitique jaune . . . . . 0,53 m
44. Idem 43, diminution de la teneur en glauconie vers le sommet du banc . . 0,61 m
45. Calcaire spathique à grain fin, nodules et lentilles de silex . . . . . 0,13 m
46. Idem 43. . . . . 0,11 m
47. Calcaire spathique à grain fin, très nombreux grains de quartz, ruban de silex à la base et au sommet du complexe . . . . . 1,12 m
48. Idem 47, mais plus riche en quartz. En CM: calcaire gréseux, 26% de quartz en moyenne, certaines plages contenant jusqu'à 40% de quartz, diamètre des grains: 0,2 mm, ceux-ci ont un contour très découpé, quelques grains de glauconie. Forte diminution de la teneur en quartz au milieu du banc, puis de nouveau forte teneur dans la partie sommitale . . . . . 0,28 à 0,37 m
49. Idem 48, le quartz est très irrégulièrement distribué, plus forte teneur en glauconie . . . . . 0,50 m
50. Calcaire spathique à grain fin, très peu de quartz, gravillon dolomitique abondant. Puis le grain devient plus grossier et la teneur en quartz diminue encore. Au sommet quelques galets calcaires . . . . . environ 1,00 m
51. Calcaire spathique à grain fin. En CM: 8% de quartz, diamètre moyen 0,5 mm, un peu de silice secondaire, gravillon dolomitique (diamètre 0,5 à 1 mm), quelques articles de *Crinoïdes;* rares *Miliolidae* . . . . . 0,69 m

[1]) Brèche dolomitique sera dorénavant abrégé br. dol.

52. Idem 51 . . . . . 0,28 m
53. Idem 51, mais la teneur en quartz est plus faible . . . . . 0,55 m
54. Idem 51. A la base les grains de quartz sont petits et nombreux; au milieu du banc, ils sont plus grands et moins abondants; au sommet du banc ils sont de nouveau très nombreux . . . . . 0,79 m
55. Petite interruption; nous sommes aux pieds d'une petite falaise . environ 2,00 m
56. Idem base 54 . . . . . 0,32 m
57. Calcaire spathique à grain moyen, belles section de *Crinoïdes* . . . . . 0,65 m
58. Très faible teneur en quartz à la base, puis dès le milieu du complexe de nouveau forte teneur: en CM: 15% de quartz donc calcaire gréso-spathique, diamètre des grains de quartz 0,2 mm; nombreux éléments dolomitiques arrondis et allongés de même grandeur que les grains de quartz. Deux sections de *Bivalves* . . . . . 1,10 m
59. Les bancs ne sont pas discernables. Calcaire finement spathique avec passée plus grossière au milieu du complexe, très peu de quartz, glauconie abondante. *Chlamys* . . . . . 1,70 m
60. Idem 59, passées gréseuses dans la partie sommitale du complexe . environ 1,00 m
61. Base: calcaire grossièrement spathique, les grains de quartz sont peu fréquents et assez grands,
sommet: grains de quartz plus petits et plus abondants . . . environ 1,20 m
62. Idem 61 . . . . . 0,70 m
63. Calcaire grossièrement spathique, peu de quartz, glauconie . . . . . 0,38 m
64. Calcaire spathique rose, peu de quartz, silex au sommet du banc . . . . . 0,68 m
Puissance de la formation spathique: 22,54 m
65. Formation siliceuse: deux plaques de calcaire siliceux gris foncé, très finement spathique, glauconieux, fine altération terreuse . . . . . 0,13 m
66. Calcaire siliceux avec *Bélemnites*, également très finement spathique et glauconieux . . . . . 0,11 m
67. Idem 66 . . . . . 0,45 m
68. Calcaire gris foncé très finement spathique, non siliceux. En CM: 14% de quartz. grains inférieur à 1/10 mm, un peu de glauconie, gravillon dolomitique . . 0,44 m
69. Idem 68 . . . . . 0,42 m
70. De nouveau calcaires siliceux avec fine altération terreuse . . . . . X m

b) Coupe dans la forêt à l'W de Chapalleyre; le contact avec la formation oolithique n'est pas visible à cet endroit. Seule la partie supérieure de la formation est observable banc à banc:

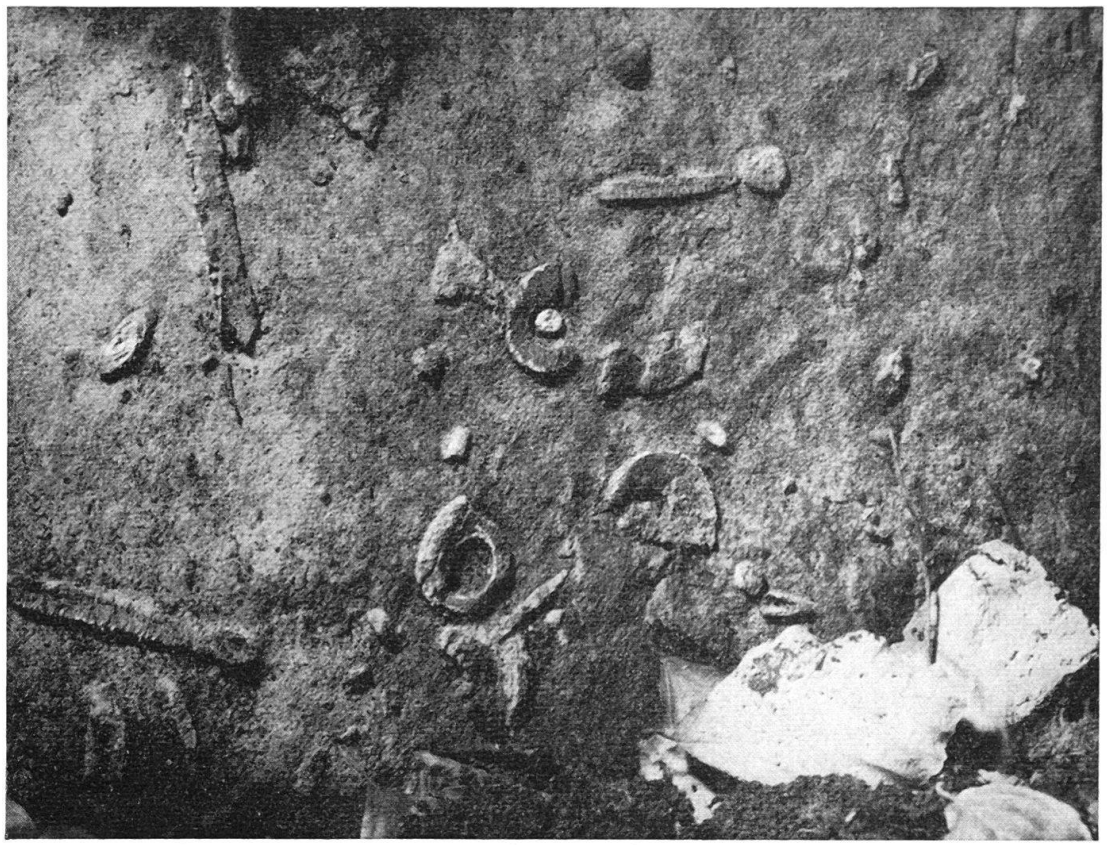
1. Calcaire spathique beige-rose à grain moyen; les sections de *Crinoïdes* peuvent atteindre 2 mm; quelques grains de glauconie, grains de quartz arrondis et peu nombreux, gravillon dolomitique; faunule de *Rhynchonelles* . . . . . 0,24 m
2. Légère coloration verte due à la glauconie diffuse. Les grains de quartz sont assez nombreux mais répartis irrégulièrement, certains atteignent 2 mm de diamètre . . . . . 0,25 m
3. Idem 1, mais de teinte grise, faunule indéterminable . . . . . 0,15 m
4. Idem 3 . . . . . 0,15 m
5. Idem 3 . . . . . 0,32 m
6. Calcaire oolithique et spathique gris clair. En CM: les oolithes et les sections d'*Entroques* ont plus ou moins le même diamètre: 0,5 mm; en plus de la structure concentrique, les oolithes présentent souvent la structure radiée; quelques pseudoolithes; gravillon dolomitique peu abondant; les grains de quartz sont peu nombreux, même diamètre que les oolithes; quelques coprolithes. Au milieu de la coupe, mince bande de 2 à 4 mm d'épaisseur dépourvue d'oolithes et à matériel plus fin . . . . . 0,18 m
7. Calcaire gréso-spathique à grain très fin . . . . . 0,23 m
8. Idem 7, mais à grain un peu moins fin. Puis (peut-être un deuxième banc) calcaire spathique à grain moyen, moins de quartz . . . . . 0,55 m

9. Interruption évaluée à . . . . . 1,00 m
10. Calcaire spathique à grain moyen, gris clair, très peu de glauconie, nombreux grains de quartz, gravillon dolomitique abondant . . . . . 0,44 m
Pendage 85° vers le NW
11. Base du banc: idem 10. Puis le grain devient fin et la pâte beige très clair, les grains de quartz sont rares et minuscules mais ils peuvent constituer des plages gréseuses . . . . . 0,50 m
12. Calcaire spathique beige clair à grain fin, quartz très rare, gravillon dolomitique très fin mais abondant; trois bancs de 0,17 0,26 et 0,25 m . . . . . 0,68 m
13. Base du banc: idem 12. Dès le milieu du banc les grains de quartz deviennent plus nombreux constituant même quelques plages gréseuses. Au sommet du banc le grain devient plus grossier . . . . . 0,40 m
14. Calcaire spathique beige clair à grain fin, quartz et glauconie abondants mais irrégulièrement distribués . . . . . 0,23 m
15. Déplacement latéral de quelques mètres vers l'W:
idem 14, mais dès le milieu du banc: calcaire gréso-spathique. La base du banc est finement lumachellique . . . . . 0,65 m
16. Calcaire gréso-spathique beige . . . . . 0,29 m
17. Idem 16, le milieu du banc n'est toutefois pas gréseux et le grain y est plus grossier . . . . . environ 0,55 m
18. Base du banc: calcaire gréseux
sommet du banc: calcaire spathique à grain grossier, très forte diminution de la teneur en quartz . . . . . 0,30 m
19. Calcaire spathique à grain moyen, avec galets de calcaire cryptocristallin noir (diamètre supérieur à 2 mm). En CM: limite particulièrement nette entre 1. Calcaire à *Entroques* à grain moyen; les articles sont très nombreux (diamètre jusqu'à 2 mm) et leur canal central est très bien conservé. Grains de quartz assez rares mais aussi grands que les articles d'*Entroques*. Ciment de calcite grenue. Rares coprolithes et sections de *Mollusques* et 2. Calcaires pseudoolithique et gréseux; grains de quartz très abondants (diamètre 0,2 mm), nombreuses fausses oolithes, quelques sections d'*Entroques* (diamètre maximum 1 mm). Nombreux débris de *Foraminifères* et de *Mollusques*.
Au milieu du banc, passée (1 cm) de calcaire beige d'aspect compact dont le mur et le toit présentent une très forte teneur en glauconie . . . . . 0,30 m
20. Calcaire spathique et lumachellique (*Térébratules* et petits *Chlamys*) gris-beige clair, à grain très fin. Nombreux grains de quartz de très petit diamètre. De nouveau, passée de calcaire beige-jaune d'aspect compact, fortement entourée de glauconie . . . . . 0,11 m
21. Idem 19, galets calcaires dans la partie inférieure du banc; la passée de calcaire compact fait défaut. Certains grains de quartz atteignent 0,6 mm, forte teneur en glauconie . . . . . environ 0,20 m
22. Niveau de la brèche à *Bélemnites* (Fig. 11): 4 bancs respectivement de 0,17 0,22 0,32 et 0,31 m. Calcaire très finement spathique gris; quartz et glauconie en grains très fins; minuscule gravillon dolomitique jaune dans la partie altérée du calcaire. En CM: diamètre des grains de quartz et glauconie 0,1 mm teneur en quartz: 10%, granulométrie très homogène.
Le mur et le toit de chacun des 4 bancs présentent un grand nombre de *Bélemnites* de grande taille et d'*Ammonites* malheureusement toutes indéterminables; l'intérieur des bancs est tout à fait stérile. . . . . 1,02 m

c) Vers le bas de la falaise au N–NW du point 1382,4, vers 1270 m d'altitude, affleure le niveau de la brèche dolomitique (base de la formation spathique):

la roche extrêmement altérée, de couleur brun-jaunâtre, ne permet pas d'obtenir une cassure fraîche. Les éléments dolomitiques jaunes, tantôt arrondis, tantôt anguleux, diamètre variant de 2 à 10 mm, constituent l'élément principal du calcaire.

Rares sections d'*Entroques*. Très rares grains de quartz. Le niveau est très riche en *Cardinia*, il contient aussi quelques *Gryphées*.



(Photo F. Nasel)

Fig. 11. La brèche à *Bélemnites* du niveau 22. L'échelle est donnée par la feuille de hêtre

d) Dans le Rio de la Chappalleyre, un système de failles ne laisse affleurer, sur la rive droite, que 5 à 6 mètres de calcaire spathique dont on ne peut distinguer les bancs.

e) Entre le Rio de la Chapalleyre et le décrochement au NW de Tichenuva. Nous avons vu, au chapitre précédant, (p. 632) que la barre rocheuse au SE de la Chaux du Vent est constituée de calcaire oolithique (Hettangien).

Au-dessus de ces calcaires oolithiques, la formation spathique affleure d'une manière très discontinue.

1. Dans la partie orientale de ce secteur, à 1270 m d'altitude, la limite formation oolithique – formation spathique est visible: sur un banc de calcaire oolithique beige, oolithes rondes ou subarrondies, diamètre moyen 1 mm, nous trouvons un banc calcaire spathique gris à grain fin, pas de quartz, quelques grains de glauconie, gravillon dolomitique abondant. On ne peut suivre la formation banc par banc; on trouvera des calcaires spathiques fortement gréseux, les grains de quartz apparaissant alors en relief sur la roche altérée (le diamètre des grains de quartz peut atteindre exceptionnellement 4 mm).

2. Dans la partie occidentale de ce secteur, j'ai souvent rencontré des blocs de brèche à *Bélemnites* en éboulis, mais je n'ai trouvé ce niveau en place qu'à un seul endroit: sur la bordure E du couloir d'éboulis qui descend au SE de la Chaux du Vent,

à 1425 m d'altitude: c'est un calcaire gris-beige, finement spathique avec nodules de phosphate (diamètre environ 1 cm). En CM: environ 10% de quartz en grains de 0,1 à 0,2 mm, quelques grains de glauconie, gravillon dolomitique de même grandeur que les grains de quartz, rares sections d'*Entroques*, 1 article de *Pentacrinus* (diamètre 1 cm), *Textulaires*.

L'affleurement que j'ai pu dégager est minime; ma récolte d'*Ammonites* est de ce fait misérable:

Echioceras sp. (1 exemplaire)
Cymbitinae (?)
Ammonites indéterminables (4 exemplaires)

f) Entre le décrochement de Tichenuva et celui au N de La Poutarse: dans ce secteur les affleurements sont minimes et dispersés; les limites inférieure et supérieure sont donc imprécises, je les ai tracées en traits-tirés sur la carte.

g) Au SW du décrochement de La Poutarse: la formation spathique suit la crête du Vanil Blanc jusqu'à 1330 m, altitude à laquelle elle disparaît en profondeur, pincée entre les Couches de Kössen et la formation siliceuse.

La brèche dolomitique affleure à 1370 m; le niveau est très altéré, il contient de nombreux petits *Chlamys*. Un banc, probablement le plus inférieur de la formation, présente une coloration rouge-brunâtre et verdâtre.

h) Vers le SW, la formation ne fait plus qu'une seule et timide apparition sur le versant N du Vanil Blanc, à l'W du point 1085,5, entre 1060 et 1070 m d'altitude: quelques bancs spathiques pointent dans le pâturage.

Age des calcaires spathiques de l'anticlinal de Charmey

La brèche dolomitique (base de la formation) signalée aux affleurements c) et g) m'a livré des *Gryphées*, des *Cardinia* et des *Chlamys*, mais malheureusement aucune *Ammonite*. La présence des *Gryphées* et la comparaison avec le même niveau, dans l'anticlinal de la Tsintre (voir p. 646) permettent de considérer la brèche dolomitique d'âge Sinémurien inférieur.

La grande masse des calcaires spathiques est stérile, mis à part quelques *Brachiopodes* et *Lamellibranches* sans valeur biostratigraphique.

La brèche à *Bélemnites* n'a pas pu être datée à l'affleurement b), les *Ammonites* étant indéterminables. A l'affleurement e) partie occidentale, un *Echioceras* me permet d'attribuer le niveau à la zone à *E. raricostatum*. (Horwitz (1926, p. 576) signale la zone à *Aegoceras biferum* (= *O. oxynotum*) aux rochers du Poyet Riond et dans le bois à droite de la Chaux du Vent; ces affleurements correspondent probablement à ceux que j'ai décrits aux paragraphes b) et e). La «brèche à *Bélemnites*» étant un dépôt de «condensed deposit», il est très possible qu'elle représente les zones à *O. oxynotum* et à *E. raricostatum*.

Horwitz (1926) signale encore un gisement de la zone à *E. raricostatum* au NE de Charmey (croquis de la figure 1, p. 572); l'affleurement a dû être recouvert depuis lors car je ne vois absolument pas où il pourrait se trouver.

En conclusion: bien que les *Ammonites* soient très rares dans l'anticlinal de Charmey, il est logique de considérer l'ensemble de la formation spathique d'âge Sinémurien.

3. *Anticlinal de la Tsintre*

La formation spathique est sensiblement plus puissante que dans l'anticlinal de Charmey; elle est visible sur une distance de 1200 mètres. Un seul affleurement mérite d'être mentionné, celui de la butte Plioumont, au NE du décrochement supposé; le contact avec la formation oolithique n'est pas visible à cet endroit. L'affleurement est discontinu et les bancs ne sont pas toujours bien discernables; le niveau des brèches dolomitiques est mieux développé que partout ailleurs et c'est là que réside l'intérêt de l'affleurement:

1. Br. dol.: les éléments dolomitiques, jaunes dans partie altérée, vert pâle dans la roche saine, sont extrêmement abondants; leur diamètre moyen varie de 0,5 à 1 mm, les plus grands atteignant 4 mm; minuscules grains de pyrite . 0,30 m
2. Idem 1, les éléments dolomitiques sont cependant moins nombreux; quelques grains de quartz et de glauconie . . . . . 0,37 m
3. Idem 2 . . . . . 0,14 m
4. Base: idem 2
   sommet: la pâte devient plus fine, le diamètre des éléments dolomitiques atteint 1 cm. Il s'agit probablement de 2 bancs différents . . . . . 0,40 m

Rhynchonella plicatissima QUENSTEDT

5. Idem sommet 4, pyrite en petits cubes isolés ou en agrégats très altérés; puis le grain devient plus grossier . . . . . 0,25 m
6. Br. dol., comme dans les niveaux précédents, le calcaire est finement spathique; granules de pyrite . . . . . 0,30 m
7. Idem 6, quelques petits grains de quartz . . . . . 0,15 m
8. Idem 7 . . . . . 0,27 m
9. Banc de silex . . . . . 0,35 m
10. Calcaire blanchâtre très finement spathique, lardé de silex . . . . . 0,30 m
11. Interruption: très grosse racine, épaisseur évaluée à . . . . . 0,65 m
12. Br. dol., les éléments dol. sont extrêmement abondants, les plus grands ont 1 cm de diamètre. En CM: diamètre moyen des éléments dol. 0,1 à 0,3 mm, les plus grands sont souvent traversés par des veines plus ou moins parallèles de calcite; rares grains de glauconie (diamètre 0,2 mm); ciment de calcite microgrenue. Sections d'*Algues* et de *Foraminifères* . . . . . 0,20 m

Coroniceras sp.

13. Idem 12, plus quelques sections d'*Entroques*. Comme dans les niveaux précédents, les cristaux de pyrite sont fréquents . . . . . 0,36 m
14. Idem 13 . . . . . 0,38 m
15. Idem 13, l'arête de certains cubes de pyrite atteint 1 cm; quelques minuscules grains de quartz . . . . . 0,36 m
16. Idem 13 . . . . . 0,20 m
17. Les éléments dolomitiques sont beaucoup moins abondants, c'est un calcaire finement spathique . . . . . 0,20 m
18. Br. dol. idem 13. Quatre bancs respectivement de 0,23; 0,13; 0,20 et 0,20 m 0,76 m
19. Br. dol., le nombre des éléments dol. diminue vers le sommet du banc . . 0,25 m
20. Idem 19. Dans les bancs 19 et 20, la teneur en glauconie a augmenté . . . 0,33 m
    Les niveaux 1 à 20 représentent l'horizon des br. dol., puissance totale: X + 6.52 m
21. Calcaire spathique avec quelques gros éléments dolomitiques, très nombreux grains de glauconie . . . . . 0,055 m
22. Calcaire finement spathique beige clair, glauconie et pyrite. Le mur du banc fait saillie, son aspect est celui de la cornieule, les cavités ayant contenu de la dolomie . . . . . 0,45 m

23. Idem 22, mais gris, quelques petits grains de quartz . . . . . 0,26 m
24. Idem 23, mais de teinte plus sombre . . . . . 0,34 m
25. Idem 24, certaines sections d'*Entroques* atteignent 2 mm de diamètre . . . 0,28 m
26. Calcaire spathique gris à grain fin . . . . . 0,44 m
Remarque: depuis la disparition des br. dol., la teneur en pyrite et en glauconie a considérablement diminué.
27. Calcaire spathique gris, petits galets calcaires. En CM: galets de calcaire cryptocristallin (diamètre 2 à 4,5 mm) contenant des spicules mono- et triaxes ainsi que des sections d'*Algues;* grumeaux et pseudoolithes (diamètre 0,1 à 0,2 mm); grains de quartz subarrondis, diamètre $<$ 0,1 mm. Débris organiques: *Miliolidae*, *Bryozoaires*, *Spirilline* (1 ex.), *Algues*. 2 bancs respectivement de 0,45 et 0,20 m . . . . . 0,65 m
28. Calcaire spathique gris-beige à grain fin. Croûte de silex au toit du banc . 0,47 m
29. Idem 28 . . . . . 0,42 m
30. Banc de silex avec passées spathiques à grain fin . . . . . 0,25 m
31. Banc de silex avec une passée (5 mm d'épaisseur) de calcaire très finement spathique . . . . . 0,10 à 0,13 m
32. Calcaire finement spathique avec de nombreux petits grains de quartz 0,17 à 0,23 m
33. Idem 32, mais la teneur en quartz augmente et la teinte du calcaire devient plus sombre . . . . . 0,095 m
34. Idem 31 . . . . . 0,15 m
35. Calcaire spathique, grain fin à moyen, rares grains de glauconie, grains de quartz . . . . . 0,30 m
36. Calcaire finement spathique, gris clair. En CM: quelques sections de *Crinoïdes* atteignent 5 mm de diamètre; éléments dolomitique de 0,2 à 3 mm; nombreux éléments circulaires ou ovoïdes de calcaire cryptocristallin, contours dentelés; certains éléments présentent une vague structure concentrique dans leur partie extérieure; ces éléments représentent le passage entre la structure grumeleuse et la structure pseudoolithique, diamètre 0,1 à 0,2 mm; grains de quartz subarrondis, diamètre 0,2 à 0,3 mm; rares grains de glauconie, diamètre 0,1 à 0,2 mm; quelques sphérolithes de calcédoine; ciment de calcite microgrenue; débris organiques . . . . . 0,24 m
37. Idem 30 . . . . . 0,43 m
38. Idem 30 . . . . . 0,47 m
39. Calcaire finement spathique; forte teneur en quartz et glauconie . . . . . 0,26 m
40. Idem 36 . . . . . 0,125 m
41. Calcaire finement spathique gris foncé . . . . . 0,19 m
42. Calcaire spathique gris clair, à grain fin, pseudoolithes (?). En CM: pseudoolithes de structure cryptocristalline, diamètre $\pm$ 0,2 mm; grains de quartz subarrondis, diamètre 0,2 à 0,5 mm; quelques éléments dolomitiques, diamètre $>$ 1 mm; débris de *Foraminifères* et d'*Algues;* ciment de calcite microgrenue et grenue; 2 bancs respectivement de 0,19 et 0,10 m . . . . . 0,29 m
43. Idem 30, le silex représente plus de la moitié de l'épaisseur du banc . . . 0,35 m
44. Idem 30 . . . . . 0,27 m
45. Calcaire finement spathique beige clair . . . . . 0,17 m
46. Idem 36 . . . . . 0,23 m
47. Banc hétérogène: 0,03 m silex
calcaire finement spathique
silex lenticulaire, 0,04 m au maximum
calcaire finement spathique
0,04 m silex . . . . . 0,20 m
48. Silex sur 0,04 m puis calcaire finement spathique gris. En CM: macles de calcite, diamètre $\pm$ 0,5 mm (= débris de *Crinoïdes*); éléments de calcaire cryptocristallin réalisant le type intermédiaire entre la structure grumeleuse et la structure pseudoolithique; grains de quartz subarrondis, diamètre $\leqslant$ 0,1 mm, teneur 6,4%; ciment peu important de calcite microgrenue; stylolithes 0,20 m

49. Idem 30, trois passées spathiques; deux bancs respectivement de 0,48 et 0,26 m 0,74 m
50. Calcaire finement spathique gris avec lentilles de silex dans la moitié supérieure du banc . . . . . 0,43 m
51. Silex, banc ou rognon (?) . . . . . 0,13 m
52. Calcaire finement spathique beige clair; 3 bancs respectivement de 0,21; 0,12 et 0,14 m . . . . . 0,47 m
53. Calcaire finement spathique beige très clair; silex entre le 5e et le 13e cm . 0,23 m
54. Calcaire finement spathique beige clair, forte teneur en quartz . . . . . 0,28 m
55. Idem 54, mais moins de quartz . . . . . 0,17 m
56. Idem 54 . . . . . 0,14 m
57. Calcaire gris finement gréseux, très fin gravillon dolomitique. En CM: grains de quartz subanguleux, diamètre 0,1 à 0,2 mm, teneur 30%; pseudoolithes de calcaire cryptocristallin, quelquefois un grain de quartz en occupe le centre, diamètre 0,1 à 0,2 mm; ciment peu important de calcite microgrenue. Conclusion: calcaire gréseux et pseudoolithique . . . . . 0,24 m
58. Idem 57 . . . . . 0,21 m
59. Calcaire finement spathique, nombreux grains de quartz, très fin gravillon dolomitique . . . . . 0,34 m
60. Calcaire gréso-spathique gris . . . . . 0,12 m
61. Calcaire finement spathique, très petits grains de quartz, sections de *Brachiopodes*. Probablement 2 bancs . . . . . 0,47 m
62. Calcaire finement spathique gris . . . . . 0,26 m
63. Sur 9,20 m environ, il n'est plus possible de décrire la formation banc par banc. Ce sont toujours des calcaires spathiques, à grain fin ou moyen . . environ 9,20 m
64. Lumachelle à *Brachiopodes*, le ciment est un calcaire spathique blanchâtre à grain grossier . . . . . 0,35 m
Un deuxième banc identique n'est pas mesurable
Terebratula cf. *punctata* Sow.
Terebratula sp. (3 formes différentes)
Rhynchonella sp.
65. Interruption sur . . . . . environ 5,20 m
66. Calcaire spathique, grain moyen à grossier, très forte teneur en glauconie, pyrite, très peu de quartz; cinq bancs respectivement de 0,13 – 0,09 – 0,13 – 0,10 et 0,12 m . . . . . 0,57 m
67. Calcaire spathique à grain grossier, diminution de la glauconie par rapport à 66; plages finement lumachelliques . . . . . 0,115 m
68. Idem 67, mais la teneur en glauconie diminue encore . . . . . 0,09 m
69. Calcaire spathique et lumachellique à grain grossier . . . . . 0,07 m
70. Idem 69, mais à grain moyen . . . . . 0,05 m
71. Calcaire spathique à grain grossier gris foncé, peu de quartz, quelques grains de glauconie . . . . . 0,22 m
72. Idem 81, mais finement lumachellique . . . . . 0,15 m
73. *Formation siliceuse:* calcaire siliceux gris-bleu très foncé, très rares grains de glauconie, petites concentrations bleu ciel de silice . . . . . 0,28 m
Les bancs pendent en moyenne de 45 degrés vers le SE.

Age de la formation spathique à l'anticlinal de la Tsintre: le *Coroniceras* livré par le niveau 12 ne peut être attribué à un des sous-genre de DONOVAN. Le genre *Coroniceras* est cité dans toute la zone à *Arietites bucklandi* et à la base de la zone à *Arnioceras semicostatum*. L'horizon des brèches dolomitiques est donc certainement d'âge Sinémurien inférieur.

Rhynchonella plicatissima QUENSTEDT (niveau 4.) est très souvent citée au Sinémurien.

Le niveau 64 de la coupe est farci de Brachiopodes, essentiellement de *Térébratules*. La détermination des espèces est pratiquement impossible. Je cite à ce propos

PETERHANS (1926): «... ainsi la détermination des *Térébratules* s. l. du Lias inférieur est une sorte de jeu de hasard. Le niveau stratigraphique décide en dernier lieu de l'attribution d'une forme à l'une ou l'autre des espèces en question.» On ne peut donc pas compter sur les *Brachiopodes* pour dater les couches.

Je peux distinguer au moins 4 formes différentes dont une offre beaucoup de ressemblance avec *Terebratula punctata* SOW., à propos de laquelle HAAS (1884) dit: «je ferai encore une fois remarquer que la *Terebratula punctata* appartient, en général au Lias moyen, couches dans lesquelles elle se retrouve aussi en Angleterre.» DESLONGCHAMPS cependant dit qu'elle se trouve aussi bien dans la partie supérieure du Lias inférieur. Quoiqu'il en soit, il est très probable que ces bancs à *Térébratules* soient dans la partie supérieure du Lias inférieur, car à moins de 7,00 m, nous avons les calcaires siliceux datés latéralement du Lias moyen.

Le niveau 64 contient aussi des *Rhynchonelles* mais en petite quantité, elles sont de petite taille.

La brèche à *Bélemnites* n'affleure pas dans les limites de mon terrain, mais sur la rive gauche de la Jogne, à moins de 700 m de l'affleurement décrit précédemment; HORWITZ (1919) et CHATTON (1947) y signalent une faune de la zone à *E. raricostatum*.

La formation spathique cartographiée à l'anticlinal de la Tsintre (calcaire à *Entroques* inférieur d'HORWITZ[1]) est donc d'âge Sinémurien.

4. Anticlinal II

La discontinuité et la dispersion des affleurements ainsi que les conditions tectoniques (flanc renversé, tassement différentiel, petites failles) sont très défavorables à l'étude de la formation. Je n'ai pu lever aucun profil de détails.

1. Le meilleur affleurement est situé au S-SE de Schoresberg, à l'intérieur de la forêt, entre 1200 et 1240 m d'altitude; et pourtant même là les bancs ne sont pas discernables. La description qui suit est donc sommaire; elle ne peut tenir compte des épaisseurs:

a) calcaire spathique à grain généralement moyen, la teinte dominante est le rose pâle, la teneur en quartz est très variable, les plages franchement gréseuses ne sont pas rares, certains horizons présentent de minuscules galets calcaires, les éléments dolomitiques par contre sont abondants, parfaitement arrondis, leur diamètre varie de 0,5 à plus de 2 mm.

b) Série de calcaire très finement spathique gris, plus ou moins glauconieux, un peu siliceux; (pour une description plus détaillée voir J.-D. ANDREY, description du Loosligraben). En CM: les grains de quartz sont nombreux, subanguleux, diamètre plus ou moins 0,1 mm; la glauconie est en grains de 0,1 mm ou a épigénisé des débris organiques (*Textulaires*, *Milioles*, *Bryozoaires*), la pyrite est abondante, en agrégats de 0,1 à 0,2 mm; quelques débris recristallisés de *Crinoïdes;* le ciment de calcite microgrenue et grenue est peu important; quelques galets arrondis de calcaire cryptocristallin (diamètre environ 0,2 mm).
Un horizon de calcaire spathique rose à grain moyen, de l'ordre de quelques décimètres, apparaît au milieu de cette série. A la fin de ce complexe, un niveau de 10 cm d'épaisseur présente des débris de *Crinoïdes* de grande taille et des plages argilo-gréseuses noires, ainsi que des *Bélemnites*.

c) Série de calcaire spathique idem a).

d) Série idem b) mais beaucoup moins épaisse et plus riche en grains de quartz.

e) Calcaire spathique à grain fin ou moyen, avec de brèves intercalations de calcaire du type b); cette série constitue la petite falaise sous le chalet Schoresberg.

---

[1]) Nous verrons au chapitre suivant qu'il existe une récurrence spathique (calcaire à *Entroques* supérieur d'HORWITZ) au sein de la formation siliceuse; ces calcaires spathiques supérieurs n'existent qu'à l'anticlinal de la Tsintre; ils ne sont pas cartographiables.

L'affleurement est interrompu sous le chemin, ce dernier est construit exactement sur la limite formation spathique – formation calcaréo-argileuse.

2. Il convient de mentionner la coupe levée par C. SCHWARTZ-CHENEVART (1945) dans une galerie, bétonnée par la suite, au-dessous et au SW du chalet Stützli, aux environs de 950 m d'altitude. L'auteur donne un croquis de l'affleurement à la page 35 et une description sommaire (page 36) que je reproduis ici:

I Calcaire spathique dont la base est semblable au calcaire spathique de la rive gauche, mais dont le sommet présente avec lui de notables différences. (Environ 3,50 m d'après le croquis)
II Banc de 3 cm d'une marne jaunâtre fortement pyriteuse.
III Schistes noirs.
IV Calcaire noir plus ou moins marneux pouvant être assez compact. C'est dans ce niveau que s'ouvre la galerie. Les bancs inférieurs peuvent atteindre 25 cm d'épaisseur, mais leur puissance diminue peu à peu et ils passent insensiblement à V. (Environ 6,00 m d'après le croquis)
V Schistes marneux noirs entrecoupés de bancs calcaires. (Environ 6,00 m d'après le croquis).

Age de la formation spathique à l'anticlinal II:

Bien que je n'aie pu voir l'affleurement 2 puisqu'il est maintenant recouvert de béton, je pense, en me référant au travail de J.-D. ANDREY (partie orientale du Massif des Bruns), que les calcaires spathiques du niveau I datent du Toarcien inférieur et que les niveaux schisteux et marneux sont du Toarcien moyen ou supérieur (zone à *L. jurense* ou *P. aalensis*). Il est très regrettable que SCHWARTZ-CHENEVART n'ait pas pu récolter de fossiles car cet affleurement, montrant avec précision le passage de la formation spathique à la formation calcaréo-argileuse, était unique.

A part les *Térébratules*, *Rhynchonelles* et *Bélemnites* sans valeur biostratigraphique, les fossiles font défaut dans les limites de mon terrain. C'est en me référant aux travaux de L. HORWITZ et de J.-D. ANDREY que j'attribue la formation spathique aux étages Sinémurien, Pliensbachien et Toarcien inférieur. La série des calcaires très finement spathiques, glauconieux, un peu siliceux, avec *Bélemnites* présente une certaine analogie avec les calcaires siliceux décrits au front de la nappe; ces calcaires sont peut-être Pliensbachien et le complexe spathique supérieur représenterait alors une partie du Pliensbachien supérieur et la base du Toarcien. Mais, je le répète, ce ne sont là que des hypothèses de corrélation, les *Ammonites* faisant défaut.

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Mes observations sur les grains de quartz concordent avec celles de L. PUGIN (1952): la dimension des grains est toujours plus ou moins semblable à celle des débris spathiques. De plus, j'ai constaté 1) que plus le grain est fin, plus la teneur en quartz est élevée et 2) que la répartition des grains à l'intérieur des bancs est généralement très inégale, soit verticalement, soit latéralement; on remarque souvent des zones ou plages à plus forte concentration, mais jamais je n'ai observé de granoclassement.

Le problème de l'origine du quartz, posé depuis 1922 par HORWITZ demeure sans solution. Sa présence constante, du front de la nappe à l'anticlinal II, est due aux courants marins; sa très inégale répartition à l'intérieur même des bancs en fournit la preuve.

Les débris dolomitiques sont aussi omniprésents, leur dimension comme celle des grains de quartz varie selon la taille des débris spathiques. Deux théories peuvent expliquer la provenance de ce gravillon dolomitique: il peut s'agir de galets triasiques ou de débris de *Crinoïdes* dolomitisés (CHATTON, 1947). La première hypothèse est peut-être valable pour la brèche dolomitique dont les éléments atteignent 1 cm. Mais pour les grains de dolomie dans les calcaires spathiques je préfère la seconde hypothèse, du fait qu'ils ont la même dimension que les sections de *Crinoïdes*.

Durant le Lias inférieur, le fond de la mer était affecté de forts courants; ce fait qui n'est pas nouveau est prouvé par la fragmentation des prairies de *Crinoïdes*, par l'abondance des grains de quartz et leur répartition inégale, enfin par la présence de quelques micro-galets calcaires. La tranche d'eau devait être faible, à peine plus épaisse qu'à l'Hettangien; H. BADOUX (1962) conçoit une profondeur de quelque 10 à 20 m au maximum.

L'épaisseur de la formation est nettement plus importante dans l'anticlinal II et, d'une manière générale, l'épaisseur des calcaires spathiques augmente progressivement du front de la nappe vers le SE. Cet épaississement peut être attribué à une subsidence plus active dans la partie actuellement méridionale des Plastiques.

Quant à la question des lacunes, s'il en existe (cf p. 642), il est possible qu'elles soient dues aux courants marins.

Commentaires du tableau III

Le tableau III (p. 653) résume la succession lithologique dans les différentes unités tectoniques. Il s'en dégage 4 faits importants:

1. dans l'anticlinal de Charmey et dans l'anticlinal de la Tsintre, la brèche dolomitique se trouve à la base de la formation et appartient au Sinémurien inférieur;

2. des replis bordiers à l'anticlinal de la Tsintre, la brèche à *Bélemnites* se trouve au sommet de la formation et appartient au Sinémurien supérieur;

3. entre la brèche dolomitique et la brèche à *Bélemnites*, la granulométrie des calcaires spathiques est irrégulière, et ne fournit aucun renseignement d'ordre stratigraphique, les horizons gréseux sont plus fréquents dans la partie inférieure de la formation;

4. la succession lithologique observée à l'anticlinal II ne peut pas être mise en corrèlation avec celle des autres unités tectoniques: la brèche dolomitique et la brèche à *Bélemnites* n'existent pas. L'extension biostratigraphique de la formation ne se limite pas au Lias inférieur mais s'étend jusqu'au Toarcien moyen (zone à *L. jurense* non comprise) (voir J. D. ANDREY).

CHAPITRE V

La formation siliceuse (Pliensbachien)

La formation siliceuse joue un rôle important au point de vue morphologique; en effet, par sa résistance à l'érosion, les calcaires siliceux constituent l'armature du relief au NW des Dents Vertes.

La limite avec la formation spathique sous-jacente a été définie au chapitre précédent. (p. 638).

Tableau III: La formation spathique

REPLIS BORDIERS	ANTICLINAL DE CHARMEY		ANTICLINAL DE LA TSINTRE		ANTICLINAL II
	RIO DE L'ESSERT	FALAISE DE LA CHAPALLEYRE	M. CHATTON (1947): RIVE GAUCHE JOGNE	AU NORD DE PLIOUMONT	
Sinémurien supérieur Brèche à *Belémnites* (zone à *E. raricostatum*)	?	Brèche à *Bélemnites* (zone à *E. raricostatum* ?)	Brèche à *Bélemnites* (zone à *E. raricostatum*)	?	Calcaire spathique supérieur, à grain généralement moyen. (Lias moyen ? - Toarcien moyen ?) Calcaire gris, très finement spathique et glauconieux. (Lias moyen ?) Calcaire spathique inférieur, à grain généralement moyen. (Lias inférieur ?)
Calcaire à *Entroques* noir, environ 4 m.	Calcaire spathique à grain grossier, environ 3 m.	?	Calcaire grossièrement spathique, avec calcaire gréseux dans la partie supérieure 16,85 m.	Calcaire grossièrement spathique, finement lumachellique (1,30 m) ? 5,20 m ? Calcaire spathique grossier, lumachellique (0,35 m) ? 9,20 m ?	
Calcaire spathique à grain généralement grossier, avec intercalations de calcaire gréseux. ?	Calcaire spathique à grain généralement fin, avec intercalations irrégulières de bancs gréseux et de petits lits de silex. 18,80 m.	Calcaire spathique à grain généralement fin, avec intercalations irrégulières de bancs gréseux; silex rare 8,20 m + X m.	Calcaire finement spathique avec passage gréseux. 20,20 m.	Calcaire spathique à grain fin, avec intercalations irrégulières de bancs gréseux. 12,58 m.	
?	Brèche dolomitique (oolithique et spathique) 0,15 m. (Siném. inf. ?)	Latéralement, brèche dolomitique à *Cardinia* et *Gryphea*. X m. (Siném. inf. ?)	Brèche dolomitique (3 m.) Calcaire spathique (1,35 m.) Brèche dolomitique (2,50 m.)	Brèche dolomitique (6,16 + X m.) Sinémurien inférieur	
	CALCAIRE OOLITHIQUE (HETTANGIEN ?)				

I. Lithologie

La roche altérée présente un aspect terreux très caractéristique sur une épaisseur pouvant atteindre 3 cm. Lorsque la cassure est fraîche, les calcaires siliceux sont gris-bleu et très durs, ils produisent un son clair au choc du marteau, leur cassure est finement esquilleuse.

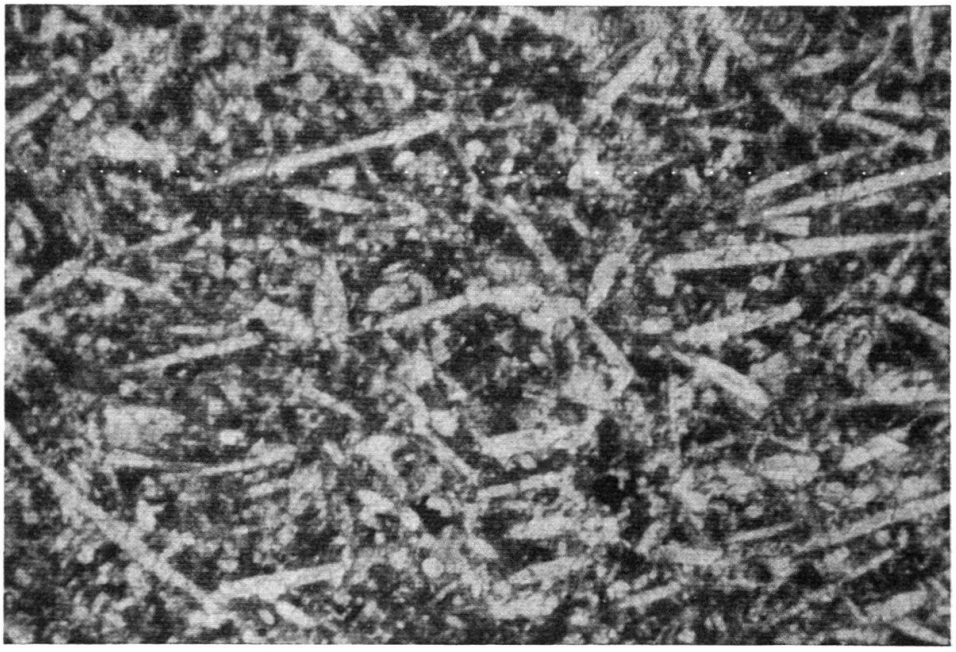
A la base de la formation, les calcaires siliceux peuvent encore être très spathiques, ils contiennent alors de la glauconie épigénique et de minuscules éléments dolomitiques jaunes.

L'épaisseur des bancs est généralement comprise entre 0,40 et 1,00 m, ceux-ci sont diaclasés et souvent rendus calcschisteux au mur et au toit. Les joints schisteux sont rares et peu importants.

Certains auteurs s'accordent à reconnaître un «faciès en miches» au sommet de la formation, faciès attribué dès lors au Domérien. Cette observation n'est pas valable pour la région décrite ici car j'ai observé des bancs «en miches» à divers niveaux de la formation.

Des débris jaunâtres de roche altérée jonchant le sol des forêts et des pâturages trahissent très souvent la présence de la formation.

L'étude de la formation siliceuse est rébarbative par sa monotonie et sa stérilité en fossiles. Cependant l'observation en coupes minces, qui n'avait pas été faite jusqu'ici, ne manque pas d'intérêt. Nous verrons, lors de la description des affleurements, que les calcaires siliceux contiennent toujours des spicules de *Spongiaires*, souvent même en nombre suffisant pour répondre à la définition des gaizes à spicules de *Spongiaires* (Carozzi 1953, p. 138), ou des spongolithes (Carozzi 1953, p. 140) voir Fig. 12. Le ciment des calcaires à spicules et des spongolithes est constitué de calcédonite et d'opale indifférenciée parfois globulaire, auxquelles sont mêlées, en teneur variable, de l'argile et de la calcite en plages très découpées, témoin d'un ciment originel calcarifère. Le quartz détritique n'atteint qu'un faible pourcentage, les grains sont très petits (±



(Photo M. Gisiger)

Fig. 12. Spongolithe de la formation siliceuse. Grossissement: 30 ×

0,1 mm), subanguleux à subarrondis. Plus la texture est fine, plus la teneur en quartz est élevée.

II. Description des affleurements

A. Replis bordiers

La formation siliceuse constitue la majeure partie des Replis bordiers, mais les bons affleurements sont très rares et jamais complets. Les limites inférieure et supérieure ne sont nulle part observables à l'échelle du banc.

1. Le meilleur affleurement est situé sur les berges du Rio de l'Essert, entre 1040 et 1050 m d'altitude, de part et d'autre du pont. Les couches pendent de 70° vers 168°.

Macroscopiquement, les calcaires siliceux y sont tous identiques (voir lithologie), ajoutons cependant que les agrégats de pyrite ne sont pas rares et que pour tout fossile je n'ai trouvé que quelques sections de *Bélemnites*.

Partant de l'aval vers l'amont, j'ai prélevé un échantillon tous les 3,00 m en vue d'une étude microscopique. Description de ces coupes minces:

– Calcaire siliceux à spicules: répartition irrégulière des spicules, plages réalisant le type spongolithique; ciment indifférencié de calcite grenue et microgrenue, de silice et d'argile; rares grains de quartz, de diamètre inférieur à 0,1 mm.

Spirillina cf. *nummismalis* TERQUEM
Spirillina sp. (nombreux exemplaires)
Milioles
Textulaires

– Calcaire très siliceux: silice diffuse mêlée d'un peu d'argile; grains de quartz (diamètre 0,1 à 0,05 mm); très rares grains de glauconie; quelques spicules; absence de microfaune.

– Idem précédent; les spicules sont un peu plus nombreux; débris de *Textulaires*.

– Spongolithe: quartz détritique très rare.

Spirillina sp.
Milioles

– Spongolithe: passées de 3 à 5 mm où les spicules sont moins nombreux. Microfaune abondante:

Spirillina sp. (cf. *nummismalis* TERQUEM)
Textulariidae
Nodosariidae
Milioles

– Calcaire très siliceux à spicules avec passées à caractère spongolithique; grains de quartz (diamètre ± 0,1 mm)

Nodosariidae
Milioles

– Calcaire siliceux à spicules: répartition irrégulière des spicules, certaines plages en sont très riches, d'autres au contraire presque dépourvues (par plage il faut comprendre des surfaces à contours mal définis, dont le diamètre n'excède pas 5 mm). Les plages pauvres en spicules présentent plus de quartz détritique.

Spirillina sp.
Nodosariidae
Milioles

– Spongolithes: très peu de quartz détritique; 2 ou 3 grains de glauconie.

Spirillina cf. *orbicula* TERQUEM (4 exemplaires)
Spirillina sp.

– Calcaire siliceux avec quelques spicules: ciment de silice et d'argile en forte proportion; assez nombreux grains de quartz subarrondis (diamètre inférieur ou égal à 0,1 mm).

Textulariidae
Milioles

- Idem précédent, les spicules sont cependant plus abondants.
- Spongolithe: très peu de quartz.
  Spirillina cf. *orbicula* TERQUEM
  Spirillina sp.
- Gaize: grains de quartz relativement abondants.
  Spirillina sp.
  Textulariidae
  Milioles
- Spongolithe: cet échantillon est très légèrement tacheté; les grains de quartz sont très rares.
  Spirillina sp.
  Milioles

Conclusions de l'observation en coupes minces:

a) les calcaires siliceux contiennent tous des spicules de *Spongiaires*, mais en quantité variable.

b) Le ciment des spongolithes est nettement plus argileux et plus siliceux que celui des calcaires à spicules.

c) En surface polie, certains échantillons sont légèrement tachetés. Les taches plus sombres, à contours irréguliers et diffus sont des passées à plus forte teneur en spicules et en silice; les zones les plus claires sont celles où la calcite est plus abondante que la silice et l'argile réunies.

d) Les grains de quartz détriques sont moins rares dans les calcaires à spicules que dans les spongolithes.

e) Toutes les coupes minces présentent des agrégats de pyrite.

f) La microfaune est abondante, mais sans intérêt biostratigraphique. J'ai constaté que les *Textulariidae* sont beaucoup plus nombreuses que les *Milioles*, alors que dans les calcaires spathiques de la formation sous-jacente c'est généralement le contraire. Alors qu'un seul exemplaire de *Spirilline* a été signalé dans la formation spathique (p. 648, niveau 27), la présence de ce *Foraminifère* est ici très fréquente. Relevons encore que les *Spirillines* sont plus nombreuses dans les spongolithes que dans les calcaires à spicules.

2. Les conditions tectoniques enlèvent tout intérêt aux affleurements sis dans les ruisseaux de la forêt des Reposoirs.

Le seul affleurement à signaler est situé dans la branche orientale du ruisseau des Reposoirs, à 1155 m:

- schistes marneux gris sombre, à forte altération jaunâtre . . . . . 0,33 m
- Spongolithe: la roche est fortement argileuse et constellée de petites taches jaune-blanchâtre qui, observées à la loupe, se révèlent être un enchevêtrement de spicules de *Spongiaires*. En CM: la roche est farcie de spicules, tous monoaxes, dont la section est généralement de l'ordre de 0,05 mm. Les grains de quartz détritiques sont très rares. Le ciment est argilo-siliceux, de texture extrêmement fine . . . . . 0,60 m
  Ce banc m'a livré une faune d'*Ammonites* de la zone à *Amaltheus margaritatus* (Domérien inférieur):
  Amaltheus bifurcus HOWARTH
  Amaltheus sp. (aff. *stockesi* (SOW.)
  Amaltheus sp. (aff. *margaritatus* (DE MONTFORT)
  Amaltheus sp. (3 exemplaires)
- Schistes marneux . . . . . 0,87 m

HORWITZ avait déjà signalé, en 1913, des horizons marneux dans le Lias moyen des Replis bordiers et il y citait *l'Ammonites margaritatus*. Dans son tableau compara-

tif publié en 1919 (voir tableau IV, p. 664), il conclut que le Domérien est représenté dans les Replis bordiers par des calcaires marneux. Or, il n'est pas prouvé que la zone à *P. spinatum* (si elle est présente) soit aussi argileuse; d'autre part, l'affleurement qui m'a livré les *Amaltheus* est non seulement minuscule et isolé mais unique.

3. Dans le ruisseau qui descend au NW de l'Arsajoux, les conditions d'observation ne sont pas mauvaises; un levé de détails ne se justifie cependant pas pour des raisons d'ordre tectonique (voir profil 3, pl. II). Dans l'ensemble la lithologie y est très monotone; signalons la présence de niveaux schisteux aux environs de 1150 m d'altitude.

4. Dans la partie occidentale du Massif d'Arsajoux les affleurements sont très épars, un seul est à mentionner pour son intérêt biostratigraphique. Cet affleurement est situé au NE des Pâles, à 1081 m, au coude du chemin forestier: il m'a livré deux *Ammonites* que j'attribue à la sous-famille des *Polymorphitinae*, très probablement au genre *Polymorphites* HAUG (zone à *U. jamesoni*). Ces deux *Ammonites*, associées à des *Bélemnites* de grande taille, étaient enfouies dans des calcaires siliceux à spicules distants d'une vingtaine de mètres de la limite inférieure de la formation.

Age de la formation siliceuse dans les Replis bordiers: nous avions vu au chapitre précédent que les calcaires siliceux débutent au-dessus de la brèche à *Bélemnites* datée de la zone à *E. raricostatum;* nous verrons au chapitre suivant que la formation siliceuse est surmontée par les «schistes cartons» datés de la zone à *H. falcifer*. Ainsi, malgré la rareté des *Ammonites* et la discontinuité des affleurements, nous pouvons considérer l'ensemble de la formation siliceuse d'âge Pliensbachien, bien que je n'aie reconnu que deux zones, celle à *U. jamesoni* et celle à *A. margaritatus*.

B. Anticlinal de Charmey

De Charmey à la vallé de l'Essert, les calcaires siliceux constituent le sommet et le versant SE de la petite chaîne du Vanil Blanc. Les flancs de cette crête sont principalement recouverts de pâturages et de forêts, les affleurements y sont donc minimes et dispersés.

Par rapport aux Replis bordiers je n'ai pas observé de variations de faciès, mais je n'ai pas retrouvé les horizons argileux de la zone à *A. margaritatus*.

1. L'affleurement le plus intéressant est situé dans la forêt au NE du Poyet Riond. Il montre le passage de la formation spathique à la formation siliceuse. La description ci-après fait suite à celle du paragraphe b) de la formation spathique (page 644).

23. Idem 22, mais ne contenant que quelques sections de *Bélemnites* . . . . 0,22 m
24. Calcaire très finement spathique gris-beige, quelques *Bélemnites* . . . . . 0,11 m
25. Calcaire à grain fin, un peu siliceux, d'allure finement spathique, un peu de glauconie et de quartz; quelques *Bélemnites*. En CM: les plages sombres contiennent des spicules monoaxes; diamètre des grains de quartz: 0,1–0,2 mm; ciment parfois un peu siliceux . . . . . 0,11 m

Spirilline et *Textulaires*

26. Calcaire d'allure très finement spathique, quartz et glauconie; nombreuses *Bélemnites*. En CM: 7,3% de quartz en grains de diamètre égal ou inférieur à 0,1 mm; un peu de glauconie . . . . . 0,35 m

Textulaires et *Milioles*

27. Idem 26, avec quelques nodules de phosphate (diamètre inférieur ou égal à 1 cm) . . . . . 0,16 m

Beaniceras sp. (dét. du Prof. TRÜMPY)
Androgynoceras sp. (dét. du Prof. TRÜMPY)
Harpophylloceras sp.
Lytoceras sp. (groupe du *L. fimbriatum*)
Lytoceras sp.
Nautile
Ammonites indét. (2 ex.)

28. Calcaire gréso-spathique à grain très fin, très peu de glauconie	0,31	m
29. Idem 28	0,27	m
30. Calcaire finement spathique gris-beige clair, forte teneur en glauconie, très fin gravillon dolomitique, minuscules mais nombreux grains de quartz . .	0,30	m
31. Idem 30	0,25	m
32. Idem 30, avec quelques *Bélemnites*	0,21	m
33. Idem 30, la teneur en quartz a cependant diminué; petits rognons de silex	0,40	m
34. Calcaire très peu siliceux à grain moyen, cassure esquilleuse, forte diminution de la teneur en glauconie. En CM: diamètre des grains de quartz: ∓ 0,1 mm, ciment un peu siliceux; nombreux *Textulaires*	?	m

Puis les bancs ne sont plus discernables. On rencontre encore des calcaires d'allure très finement spathique gris clair à forte teneur en glauconie alternant avec des calcaires finement gréseux, glauconieux et un peu siliceux; on y trouve fréquemment des *Bélemnites*. C'est à environ 11,00 m de la brèche à *Bélemnites* que débutent les calcaires siliceux gris-bleu acier avec l'altération terreuse caractéristique.

Considérations sur la limite lithologique et la limite biostratigraphique: ce n'est que 11 mètres au-dessus du niveau de la brèche à *Bélemnites* que le faciès des calcaires siliceux s'établit définitivement. Les niveau 23 à 34 sont encore finement spathiques et très peu siliceux; je préfère pourtant garder la limite formation spathique – formation siliceuse au sommet du niveau de la brèche à *Bélemnites* parce que partout ailleurs le faciès siliceux s'établit beaucoup plus rapidement et aussi parce que les calcaires des niveaux 23 à 34 présentent macroscopiquement plus d'affinité avec les calcaires siliceux qu'avec les calcaires à débris de *Crinoïdes* sous-jacents.

Cette manière de faire présente en outre l'avantage de faire coïncider la limite lithologique et la limite biostratigraphique. En effet, la faune du niveau 27 est caractéristique du Carixien: *Beaniceras* indique la partie supérieure du Carixien moyen (zone à *T. ibex*) et l'*Androgynoceras* indique le Carixien supérieur (zone à *P. davoei*), probablement partie inférieure selon le Prof. R. TRÜMPY qui a eu l'extrême amabilité d'examiner ces *Ammonites*. Ainsi, sur 1 mètre environ, nous passons de la zone à *O. oxynotum*, selon HORWITZ[1], au sommet de la zone à *T. ibex* ou base de la zone à *P. davoei*. Y a-t-il une lacune? si, oui est-elle stratigraphique ou tectonique? D'emblée il faut éliminer la possibilité d'une lacune tectonique, aucun élément ne laissant envisager cette hypothèse. Je pense même qu'il n'y a pas de lacune du tout, car, il ne faut pas l'oublier, le niveau de la brèche à *Bélemnites* est un niveau de «condensed deposit» qui pourrait comprendre une, deux ou même trois zones d'*Ammonites*. A ce sujet d'ailleurs Mr. le Prof. TRÜMPY me laissait entendre, qu'à son avis, les *Bélemnites* sont un peu grandes pour être du Lias inférieur. D'heureuses découvertes viendront peut-être un jour confirmer cette hypothèse.

---

[1]) A cet endroit, je n'ai pas trouvé d'*Ammonites* déterminables dans le niveau de la brèche à *Bélemnites*.

2. Description de coupes minces effectuées dans des échantillons récoltés à 1 mètre d'intervalle, derrière le café de l'Etoile, à Charmey (pendage 78° vers 178°):

a) Calcaire siliceux à spicules de *Spongiaires:* spicules d'opale et de calcédoine, calcite assez abondante, ciment siliceux, quelques grains de quartz (diamètre ± 0,1 mm); microfaune abondante mais mal conservée:
Spirillina sp.
Textulaires (la majorité des formes)
Milioles

b) En comparaison avec a), les spicules sont moins nombreux alors que les grains de quartz le sont plus; microfaune nettement moins abondante:
Textulaires

c) Idem b) mais moins de quartz.
Nodosariidae
Textulaires

d) Idem c), microfaune abondante:
Spirillina sp.
Nodosariidae
Textulaires
Milioles

e) Idem d), microfaune également.

Ces coupes minces sont tout à fait semblables à celles décrites dans les Replis bordiers (affleurement du Rio de l'Essert) bien qu'aucune d'entre elles ne contienne suffisamment de spicules pour mériter l'appellation de spongolithe.

C. Anticlinal de la Tsintre

La colline au NE de la Tsintre est essentiellement constituée de calcaire siliceux. Au NW de la «Chetta», à la hauteur du sentier conduisant à «Les Pâquiers», la formation siliceuse disparaît en profondeur pour ne réapparaître que dans la vallée de l'Essert, aux environs de «Tichenuva Derrey».

1. Description de l'affleurement au N de Plioumont (à l'intérieur de la forêt, versant occidental du chemin traversant la colline):

1. *Formation spathique:* calcaire spathique à grain moyen, peu de quartz, forte teneur en glauconie, un peu de pyrite; sommet d'un banc dont la base n'est pas visible	?	m
2. Base idem 1, puis la pâte s'éclaircit et le grain devient plus grossier, peu ou pas de quartz, la teneur en glauconie diminue vers le sommet du banc; quelques sections de Brachiopodes. Probablement deux bancs	0,58	m
3. Idem sommet de 2	0,25	m
4. Calcaire spathique gris à grain moyen, glauconie très abondante, peu ou pas de quartz, galets calcaires, nodules phosphatés, débris de Brachiopodes et Lamellibranches	0,50	m
Formation siliceuse:		
5. Calcschistes siliceux gris-bleu, très durs, encore très finement spathiques	0,83	m
6. Idem 5, mais le grain est plus fin	1,10	m
7. Idem 6, mais le caractère calcschisteux est moins marqué	1,06	m
8. D'une zone d'éboulis émergent quelques têtes de bancs calcaires et siliceux avec rognons de silex environ	3,00	m
9. Aux pieds de la falaise: calcaire siliceux gris foncé à grain très fin, altération terreuse; la roche est tachetée de concentrations noirâtres. En CM: calcaire à spicules ou gaize avec chailles: on voit en CM des nodules irréguliers faisant corps avec la roche encaissante, bien que les limites extérieures soient franches.		

La texture est très fine mais n'atteint pas celle des silex. En CM ces nodules apparaissent en sombre. A l'intérieur des nodules on remarque de nombreux témoins calcaires à contours déchiquetés, semblables en tout point à la roche encaissante. Les spicules sont en calcédoine; dans certaines sections on peut en observer les sphérolithes. Le quartz détritique est très rare (diamètre 0,1 mm), un ou deux grains de glauconie, le diamètre des spicules est de ± 0,1 mm 0,75 m

10. Idem 9, quatre bancs respectivement de 0,29 – 0,22 – 0,29 et 0,40 m . . . 1,20 m
11. Calcaire siliceux gris foncé d'aspect un peu spathique, chailles au sommet du banc . . . . . 0,85 m
12. Idem 9, les chailles sont plus nombreuses; probablement trois bancs . . . 0,82 m
13. Idem 9, plusieurs bancs (?) . . . . . 0,94 m
14. Calcaire siliceux à spicules, ... 0,12 m
15. Idem 9, trois bancs de 0,24 – 0,20 et 0,14 m . . . . . 0,60 m
16. Plusieurs bancs: calcaire siliceux à spicules et gaizes avec chailles; les chailles sont plus petites et moins nombreuses qu'en 9: rares débris de *Foraminifères* indéterminables . . . . . 2,14 m
17. Calcaire gris clair très finement spathique. En CM: 12% de quartz en grains de 0,1 à 0,2 mm, débris de *Crinoïdes* recristallisés (0,3 à 0,5 mm), rares grains de glauconie (diamètre 0,05 mm), ciment calcaire et un peu siliceux de structure cryptocristalline . . . . . 0,55 m
18. Calcschistes siliceux . . . . . environ 0,90 m
19. Idem 16, plusieurs bancs respectivement de 0,60 – 0,17 – 0,16 et 0,38 m . . 1,31 m
20. Calcaire siliceux d'aspect très finement spathique. En CM: gaize, les spicules sont presque tous en calcédoine (sphérolithes), leur canal central est généralement visible, rares grains de quartz (diamètre < 0,1 mm) . . . . . 2,65 m

Textulaires

21. Idem 20, mais de teinte un peu plus sombre . . . . . 0,42 m
22. Calcaire spathique à grain moyen gris-beige clair, très petits grains de quartz et de glauconie. En CM: calcite grenue avec quelques spicules et sections d'*Algues* siliceuses, grains de quartz compris entre 0,1 et 0,2 mm . . . . . 0,36 m

Textulaires

23. Idem 22 . . . . . 0,46 m
24. Calcaire finement spathique, un peu siliceux, six bancs respectivement de 0,44 – 0,24 – 0,39 – 0,12 – 0,27 et 0,28 m . . . . . 1,74 m
25. Calcaire finement spathique gris-beige clair. En CM: calcite recristallisée, rares grains de quartz (diamètre 0,05 mm). Quelques *Textulaires* . . . . . 0,50 m
26. Calcaire spathique à grain moyen, pas de quartz, nombreux petits grains de glauconie. Plusieurs bancs indiscernables . . . . . 1,40 m
27. Idem 26, quatre bancs respectivement de 0,24 – 0,24 – 0,12 et 0,16 m . . . 0,76 m
28. Calcaire finement spathique gris clair, trois bancs respectivement de 0,30 – 0,29 – 0,36 m . . . . . 0,95 m
29. Idem 26, plusieurs bancs indiscernables . . . . . 1,40 m
30. Calcaire spathique gris clair à grain fin, dans l'ensemble très peu de quartz, plages gréseuses, glauconie et gravillon dolomitique. En CM: quelques grains de quartz subarrondis (diamètre 0,1 mm) et de glauconie (même diamètre), sphérules de calcite et de calcédoine, ciment calcaire de structure microgrenue à cryptocristalline; débris organiques: sections de *Crinoïdes* et d'*Algues*, fragments de *Foraminifères*. Deux bancs de 0,38 et 0,25 m . . . . . 0,63 m

Bélemnites

31. Idem 30, les plages gréseuses sont plus restreintes . . . . . 0,13 m
32. Calcaire spathique gris-beige clair à grain moyen, très peu de quartz mais forte teneur en glauconie; ruban de silex au milieu du banc . . . . . 0,25 m

33. Complexe de calcaire finement spathique gris-beige, passées et plages gréseuses irrégulièrement réparties à l'intérieur même des bancs; glauconie, rubans de silex . . . . . 2,75 m
34. Idem 33, plus grains de pyrite; trois bancs de 0,53 – 0,45 et 0,54 m . . . . 1,52 m
35. Je n'ai pu atteindre la roche en place . . . . . 0,45 m
36. Calcaire finement spathique gris-beige, très peu de quartz et de glauconie . 0,70 m
37. Idem 36, mais de teinte plus sombre; les 5 ou 6 derniers cm sont très riches en *Bélemnites* . . . . . environ 0,70 m
38. Idem 37, mais sans *Bélemnites* . . . . . 0,51 m
39. Affleurement discontinu: calcaire finement spathique, teneur variable en glauconie . . . . . environ 3,00 m
40. Réapparition des calcaires siliceux d'aspect très finement spathique, gris-bleu foncé, altération terreuse; des schistes siliceux sont intercalés entre les bancs environ 7,00 m
41. Calcaire spathique gris-beige à grain fin. En CM: quelques sections d'*Entroques*, très peu de quartz (diamètre < 0,1 mm); microfaune: *Spirillina* (2 ex.), *Milioles*; quatre bancs respectivement de 0,12 – 0,26 – 0,12 – et 0,14 m . . 0,64 m
42. Calcschistes siliceux . . . . . 0,04 m
43. Calcaire siliceux gris-bleu, deux bancs de 0,27 et 0,25 m . . . . . 0,52 m
44. Idem 43, mais avec chailles . . . . . 0,25 m
45. Calcaire siliceux d'aspect finement spathique . . . . . 0,21 m
46. Je n'ai pu atteindre la roche en place . . . . . 0,60 m
47. Complexe de calcaire siliceux gris-bleu acier, épaisseur moyenne des bancs: 0,50 m; les bancs passent insensiblement aux schistes qui constituent les joints, épaisseur moyenne des schistes: 0,20 m . . . . . environ 6,50 m

Puis l'affleurement disparaît, un peu avant la lisière de la forêt, sous une couverture de dépôts glaciaires avec blocs erratiques de Malm. Mais environ 60 mètres plus loin, à l'W du point 916 (carte au 1 : 25000), dans la forêt, la roche affleure de nouveau et constitue une petite butte:

a) complexe de calcaire siliceux gris-bleu,

b) alternance de bancs calcaires très finement spathiques gris-beige de 0,40 à 0,60 m et de calcschistes siliceux, les calcschistes sont moins épais que les bancs. Puis l'affleurement se perd sous les éboulis et les dépôts glaciaires, la limite supérieure de la formation n'est pas visible.

En résumé, la succession lithologique est la suivante:

a) niveaux 5 à 21: calcaires siliceux à spicules et gaizes à chailles avec passages calcschisteux. La teneur en calcite est variable; le quartz détritique est en grains de ∓ 0,1 mm et peu abondant. Puissance 19,20 m.

b) Niveaux 22 à 39: récurrence spathique, ce sont des calcaires gris clair à beige, à grain fin ou moyen. En teneur variable la glauconie est toujours présente, quelques éléments dolomitiques et sections d'*Entroques* sont dispersés dans le calcaire; des grains de quartz détritiques (teneur toujours inférieure à 10%) se retrouvent dans tous les bancs, le diamètre des grains est compris entre 0,1 et 0,2 mm. La présence de pyrite et de silex est exceptionnelle. Puissance 18,20 m.

Latéralement, les conditions d'affleurement ne permettent pas d'individualiser cette série sur la carte.

c) Niveaux 40 et suivants: Calcaires et calcschistes siliceux gris-bleu, visibles sur une quinzaine de mètres. Un seul banc contient des chailles.

Paléontologie et âge: mes recherches de fossiles sont demeurées vaines. Toutefois, en dehors des limites de mon terrain, environ 350 m au SE de la ferme du Petit Liençon, au bord de la route du Motélon, j'ai trouvé, à la surface d'un banc calcaire et très siliceux avec inclusions de silex et pyrite, un moule fort bien conservé d'*Ammonite* que j'attribue au genre *Arieticeras* SEGUENZA (1885) dont l'extension ne dépasse pas le Domérien.

Le niveau de la brèche à *Bélemnites* n'affleure pas dans les limites de mon terrain mais a été décrit et daté de la zone à *E. raricostatum* par HORWITZ (1919) et CHATTON (1947) sur la rive gauche de la Jogne (voir tableau III, page 653).

En coupes minces, il n'est pas rare de rencontrer des *Foraminifères*, ce sont des *Textulaires* et des *Spirillines* sans intérêt stratigraphique.

Tenant compte de la présence latérale du niveau de la brèche à *Bélemnites* et de l'*Arieticeras* récolté près du Petit Liençon, je considère la formation siliceuse de l'anticlinal de la Tsintre d'âge Pliensbachien. Mais je m'empresse de répéter que la limite supérieure de la formation n'est pas visible sur mon terrain d'étude.
Remarques: HORWITZ (1919) signale sur la rive gauche de la Jogne, en amont de l'usine électrique, des couches de calcaire siliceux suivies d'un complexe de calcaire à *Entroques* supérieur. Dans ce dernier il a découvert quelques bancs remplis de *Brachiopodes*. Je ne les ai pas retrouvés sur mon terrain. CHATTON a retrouvé ces bancs dans le profil de la Jogne :«... mais je n'ai pu découvrir la moindre trace de ce niveau supérieur à *Entroques*, ni de sa faune, le long du chemin du Motélon, ni ailleurs sur mon terrain. On est donc amené à déduire que cette particularité est très locale et qu'elle n'est en rien caractéristique de l'étage.»

La bande liasique de l'anticlinal de la Tsintre a été qualifiée par HORWITZ de bande intermédiaire entre le Lias de l'anticlinal de Charmey et celui de l'anticlinal II. Cette appellation me paraît justifiée par la récurrence spathique décrite précédemment (niv. 22–39, p. 660–661), récurrence qui semble annoncer la persistance des calcaires spathiques durant tout le Pliensbachien de l'anticlinal II.

Les formations spathiques et siliceuses de l'anticlinal I n'affleurent pas dans les limites de mon terrain, mais elles sont visibles à proximité immédiate, sur la rive gauche de la Jogne, sur le territoire qui fut étudié par CHATTON. Je cite: «Le Lias moyen constitue la carapace de la colline des Plans qui se poursuit de l'autre côté du Motélon jusqu'au chalet de la Quaternoudaz. Les affleurements y sont très dispersés car la forêt et les pâturages recouvrent presque tout.» Il ne mentionne pas de récurrences spathiques qui peut-être existent mais masquées par la couverture quaternaire.

J'ai dit au début de ce paragraphe que la formation siliceuse de l'anticlinal de la Tsintre réapparaît dans la vallée de l'Essert. Voici donc en bref les conditions d'affleurement dans le ruisseau au N de Tichenuva Derrey:

– A 1235 m, d'énormes blocs de Malm sont entassés au-dessous des premiers bancs siliceux en place. Sur la rive gauche la formation siliceuse affleure dès 1240 m: les bancs ont une direction E–W et plongent vers le N de 30 à 40°, nous sommes donc dans le flanc N de l'anticlinal. Les bancs sont fortement diaclasés et les schistes sont extrêmement rares.

– Vers 1300 m, des «miches» sont enchâssées dans les schistes et les calcschistes; cette zone est broyée, elle annonce la faille visible à 1305 m, sur la rive droite (Fig. 13).

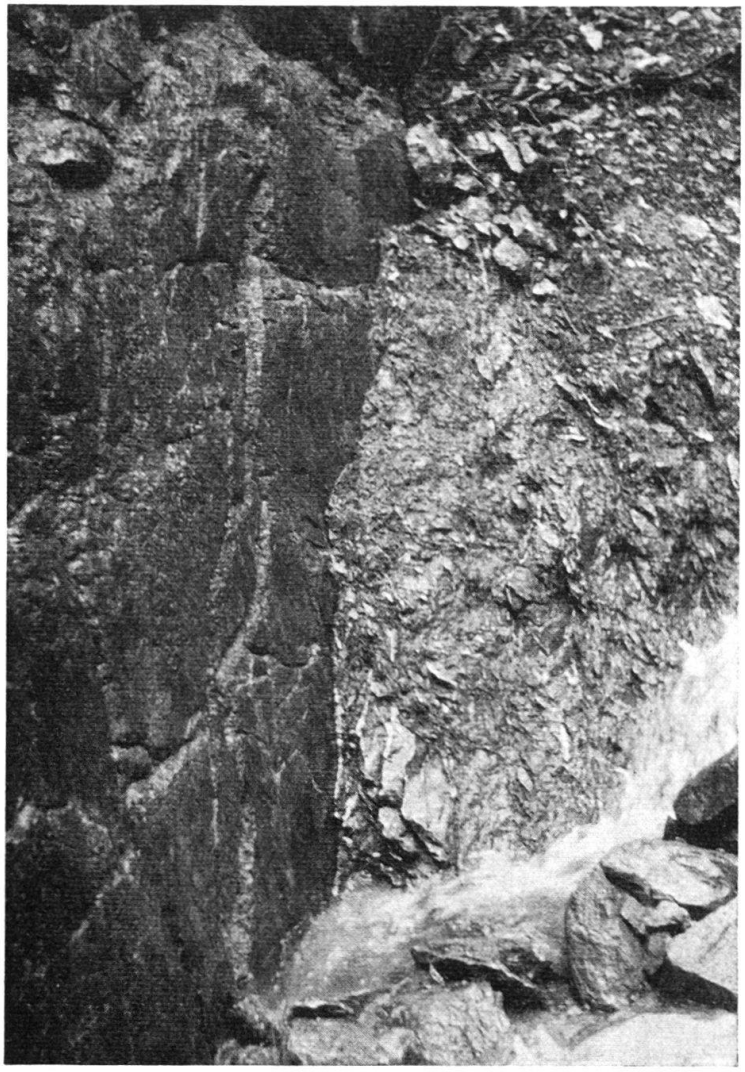


Fig. 13. A gauche formation siliceuse, à droite formation calcaréo-argileuse (Membre B). Contact par faille (voir aussi p. 687, § 5).

– A 1320 m, au-dessus de la rive droite, soit sous la lisière de la forêt, les bancs siliceux plongent vers le SE de 50°, ils constituent par conséquent le flanc S de l'anticlinal. Le ruisseau coule donc dans l'axe de l'anticlinal qui subit ici une descente axiale d'environ 30°.

D. Anticlinal II

La formation siliceuse n'existe pas dans l'anticlinal II; nous avons vu au chapitre précédent que la formation spathique y persiste durant tout le Pliensbachien (voir tableau III p. 653 et commentaires du tableau III p. 652).

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

L'étude des coupes minces a montré que les calcaires siliceux sont tous des calcaires à spicules de *Spongiaires*, souvent des gaizes et quelquefois de véritables spongolithes. Par conséquent, la silice du ciment est essentiellement d'origine organique.

La dissolution des spicules sur le fond marin et la formation consécutive de gels colloïdaux pendant la sédimentation paraissent être à l'origine de la nature siliceuse du ciment (CAROZZI 1953, p. 141).

En effet, la silice organique est susceptible d'engendrer du quartz secondaire, de la calcédonite ou de l'opale; elle peut encore participer à la genèse de la glauconie (CAYEUX, p. 685).

GIGNOUX a tenté d'établir une bathymétrie des mers anciennes à *Spongiaires* et conclut que l'échelle bathymétrique n'était pas autrefois ce qu'elle est aujourd'hui. Cependant si l'on veut comparer les roches à *Spongiaires* avec les sédiments actuels, c'est avec les boues et les sables que l'on rencontre le plus d'affinités.

Tableau IV: La formation siliceuse

	HORWITZ (1919)			SPICHER			
	Bande I	Bande II	Bande intermédiaire	Replis bordiers	Ant. de Charmey	Ant. Tsintre	
LIAS MOYEN — DOMERIEN	Calcaires marneux	Calcaires siliceux localement marneux	Calcaires à Entroques	Localement spongolithes très argileuses et schistes marneux. (zone à *A. margaritatus*).	Calcaires siliceux à spicules et gaizes (?).	3) Calcaires et calcschistes siliceux 15 m + X m. (niveaux 40 et suivants).	
LIAS MOYEN — PLIENSBACHIEN	Calcaires siliceux	Calcaires siliceux	Calcaires à Entroques	Calcaires siliceux à spicules et spongolithes.		2) Calcaires finement spathiques gris clair à gris-beige, rares *Entroques* 18,20 m. (niveaux 22 à 39).	Formation siliceuse Age: Lias moyen
			Calcaires siliceux	Calcaires finement spathiques et glauconieux, avec débris dolomitiques et grains de quartz; les spicules sont rares.		1) Calcaires à spicules et gaizes à chailles, avec passages calcschisteux. 19,20 m (niveaux 5 à 21).	
				Environ 5 m	Environ 11 m		
				BRÈCHE A BELEMNITES (formation spathique)			

Succédant à la formation spathique du Sinérumien, les dépôts siliceux du Pliensbachien révèlent un approfondissement du fond de la mer. Mais lorsqu'on passe du front vers l'intérieur de la nappe, on constate dans l'anticlinal de la Tsintre une récurrence spathique au sein de la formation siliceuse, puis dans l'anticlinal II la persistance des calcaires spathiques jusqu'au Lias supérieur. Cette constatation indique un basculement du fond marin ou une subsidence beaucoup plus rapide au lieu de dépôts des sédiments actuellement septentrionaux. Cette subsidence différentielle déclenchée au début du Pliensbachien s'accentuera jusqu'au Toarcien.

CHAPITRE VI

La formation calcaréo-argileuse

Introduction

La formation calcaréo–argileuse est la plus importante formation des Médianes plastiques. Elle s'étend du Lias supérieur à la base de l'Oxfordien; sa puissance, évaluée très approximativement, est de 500 à 600 mètres. Elle peut être subdivisée en 4 membres:

1. *Le Membre A* (Lias supérieur) est essentiellement schisteux et très argileux; c'est aussi le plus fossilifère.
2. *Le Membre B* (Bajocien) est moins schisteux, les bancs sont souvent un peu siliceux et plus massifs.
3. *Le Membre C* (Bathonien) est le plus puissant. Il se reconnaît facilement à ses calcaires gréseux ou finement spathiques bleu foncé à patine rousse et à ses débris charbonneux; les calcaires oolithiques ne sont pas rares, surtout dans l'anticlinal II; les schistes et les calcaires argileux sont beaucoup moins fréquents que dans les Membres A et B. Enfin la ressemblance de certains bancs avec les grès du Flysch subalpin est très caractéristique.
4. *Le Membre D* (Callovien) est à nouveau essentiellement schisteux et calcschisteux. Ses affleurements très monotones présentent un aspect ruiniforme de teinte brun clair. Situé au pied des barres rocheuses, il est très souvent recouvert de matériel éboulé.

La région étudiée ne présente aucune section continue à travers la formation. Le passage d'un membre à l'autre n'est généralement pas observable dans le détail. Bref, les conditions d'observation ne sont pas favorables à une étude minutieuse.

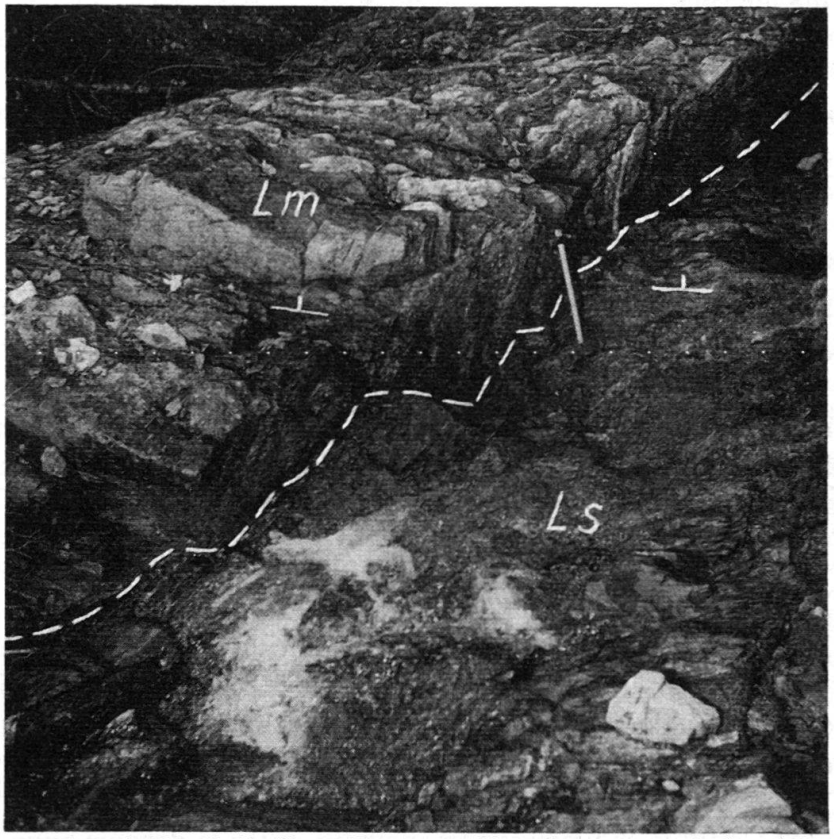
Le membre A (Lias supérieur)

Le passage de la formation siliceuse à la formation calcaréo-argileuse se traduit dans la morphologie par une nette rupture de pente. La formation siliceuse dure détermine des abrupts. Au contraire, dans la formation calcaréo-argileuse et surtout dans les Membres A et B tendres, ont été taillés des cols et des dépressions, des ruisseaux y ont creusé leur lit.

La limite lithologique se place théoriquement entre le dernier banc siliceux et le premier niveau argileux. Malheureusement, aucun affleurement ne m'a permis d'étu-

(Photo F. Nasel)

Fig. 14.: Sur la rive droite du Rio de l'Essert, à 1070 m d'altitude. La formation siliceuse (Lias moyen) chevauche les schistes cartons du Toarcien inférieur (Ls).



(Photo F. Nasel)

Fig. 15.: A 1245 m dans le Rio de la Chapalleyre, un décrochement a mis face à face des bancs du Membre A de la formation calcaréo-argileuse (Ls) et des bancs de la formation siliceuse (Lm).

dier ce passage à l'échelle du banc. Si par hasard le contact est visible il s'effectue par l'intermédiaire d'un chevauchement (Rio de l'Essert, Fig. 14) ou d'un décrochement (Rio de la Chapalleyre, Fig. 15).

I. Lithologie

1. Les calcaires argileux: dans le détail, ils peuvent présenter de multiples variations quant au pourcentage des minéraux argileux, à la teneur en quartz et glauconie, à la fréquence des composés ferrugineux, à la cassure, à la texture, à la couleur d'altération, etc. Dans l'ensemble, on peut grouper trois types de calcaire argileux:

a) les calcaires argileux gris-bleu sombre, à cassure terne,

b) les calcaires argileux tachetés (pâte gris-beige clair, taches gris-bleu sombre à contours irréguliers); ils sont généralement durs, à cassure conchoïdale,

c) les calcaires argileux présentant une cassure finement esquilleuse ou, plus rarement, très finement spathique.

L'épaisseur moyenne des bancs est de 20 à 25 cm.

2. Les calcschistes argileux; j'applique cette désignation à des variétés d'apparence homogène, mais rendues mécaniquement fissiles; cette qualité évoque donc l'idée d'une structure et non d'une composition définie. Le mur et le toit des bancs sont souvent calcschisteux.

3. Les schistes argileux alternent régulièrement avec les bancs, ils se débitent en minces feuillets ou en fines plaquettes. Leur épaisseur est variable mais généralement égale ou supérieure à celle des bancs; certains horizons schisteux ont plus d'un mètre d'épaisseur.

4. Les «schistes cartons». Par cette dénomination, j'entends des schistes argileux qui se débitent avec la plus grande facilité en feuilles parfaitement planes et parallèles. Ils ont une couleur d'altération roussâtre. La roche non altérée est de teinte bleu foncé. Certaines plaques plus épaisses contiennent des nodules ellipsoïdaux très durs dont le plus grand axe peut atteindre 2 cm; d'autres présentent de minuscules débris charbonneux en abondance.

Ce terme, localisé à la base du Membre A, est toujours très fossilifère.

II. Description des affleurements et paléontologie

A. Replis bordiers

1. Rio du Liderrey[1]). Les conditions d'observation ne sont pas idéales: les interruptions sont fréquentes, la limite entre les bancs et les schistes n'est pas nette, les couches sont parfois presque parallèles au lit du ruisseau (c'est pourquoi les épaisseurs données ne peuvent être très précises).

1. Schistes et calcschistes argileux gris-bleu, constellés de minuscules paillettes de muscovite; schistosité parallèle et régulière. Les sédiments étant broyés, les fossiles sont très mal conservés . . . . . 3,00 m
   Zone à *H. bifrons:*
   Dactylioceras (cf. *commune* (Sow.))
   Lillia sp. (cf. *bayani* (Dum.) ?)

[1]) Les conditions tectoniques sont telles que la succesion stratigraphique, établie par les *Ammonites* est tout à fait désordonnée. La suite normale des zones d'*Ammonites* est donnée au tableau V.

2. Bancs de 20 à 30 cm de calcaire argileux gris-bleu clair, dur, cassure un peu esquilleuse . . . . . 1,50 m
3. Calcaire et calcschistes argileux bleutés, tachetés, à fine pigmentation pyriteuse 2,70 m

   Zone à *L. jurense:*
   Grammoceratinae (cf. *Phlyseogrammoceras*)
   Zoophycos

4. Idem 3, mais avec joints schisteux . . . . . 1,97 m
5. Alternance de schistes et calcaires argileux idem 3, mais plus altérés; dominance des schistes . . . . . 5,40 m

   Zone à *L. jurense:*
   Pseudogrammoceras muelleri (DENCK.)
   Grammoceratinae (plusieurs exemplaires)

6. Idem 5, affleure mal et sur la rive gauche uniquement. Nombreuses traces d'*Ammonites* indéterminables . . . . . 3,40 m
7. Calcaire argilo-siliceux bleu, dur, à grain fin . . . . . environ 7,80 m
   Ces bancs sont presque parallèles au lit du ruisseau, sur la rive droite on peut les suivre sur environ 20 mètres; ils déterminent une petite cascade puis, sur 42 mètres aucun affleurement.
8. Alternance de bancs et de calcschistes argilo-siliceux, durs; dominance des calcschistes . . . . . environ 10,00 m
   Ces couches, plus ou moins parallèles au lit du ruisseau, sont visibles sur environ 45 mètres.

   Zone à *L. murchisonae:*
   Ludwigia murchisonae (SOW.) (3 ex.)
   Huîtres
   Zoophycos

   Sur une distance de 50 mètres aucun affleurement.

9. Schistes argileux très friables avec quelques petits bancs de calcaire argileux 2,50 m
   Ces couches traversent le ruisseau à 45°, pendage plus ou moins vertical; altitude 1100 m.

   Zone à *P. aalensis:*
   Pleydellia aalensis (ZIETEN) (nombreux exemplaires)

10. Schistes cartons (au pied d'une petite chute) . . . . . 2,00 m

    Zone à *H. falcifer:*
    Lytoceras cornucopia (Y. et B.)

11. Schistes et calcschistes argileux gris-bleu, altération brunâtre, grain extrêmement fin, se débitent en plaques à surface raboteuse . . . . . 9,50 m

    Posidonya radiata GDF.
    Steinmannia bronni VOLTZ

12. Schistes cartons . . . . . 1,00 m

    Zone à *H. falcifer:*
    Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
    Steinmannia bronni (VOLTZ)

13. Calcaire et schistes argileux tachetés . . . . . 6,60 m

    Zone à *H. bifrons:*
    Hildoceras bifrons (BRUGUIÈRE)
    Bélemnite

14. Calcaire et schistes argileux gris sombre, plus tendre que 13., nodules de pyrite . . . . . 3,00 m

    Zone à *H. bifrons:*
    Hildoceras bifrons (BRUGUIÈRE)

15. Calcaire et schistes argileux tachetés, bancs de 20 à 30 cm . . . . . 5,90 m

16. Idem 15, les bancs et les schistes se confondent . . . . . 3,00 m
17. Alternance de calcaire argileux tacheté et de schistes argileux tachetés, très fissiles . . . . . 4,30 m
18. Alternance de bancs et de schistes altérés affleurant très mal . . . . . 6,30 m
19. Décrochement. Formation siliceuse de 1105 à 1125 m, ... environ 45,00 m
20. Schistes cartons; certains horizons ne présentent pas l'aspect caractéristique roussâtre, ils sont plus compacts, à grain plus fin, mais se débitent également en feuillets réguliers 22,50

Zone à *H. falcifer:*
Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
Lamellibranches (*Pleuromia* ?)

21. Calcaire argileux gris sombre, à grain fin, contenant de minuscules débris charbonneux; bien que tendre la roche se débite très mal, rendant délicate l'extraction des fossiles. N'affleure que sur la rive gauche . . . . . 15,50 m

Zone à *H. falcifer:*
Harpoceras falcifer (Sow.) (2 ex.)
Harpoceras sp.

22. Calcaire schisteux et bancs massifs gris clair, devenant tachetés au contact de l'eau, très durs, à grain très fin . . . . . 30.00 m

Posidomya alpina (Gras)

23. Dominance des calcschistes tendres et très altérés . . . . . 4,50 m
24. Calcschistes légèrement tachetés . . . . . 8,00 m
25. Ce niveau débute au point de confluence des trois ruisseaux qui descendent du pâturage de l'Adrey (altitude 1197 m), pendage 72° vers 136° :
calcschistes et schistes très argileux gris, très légèrement tachetés à cassure fraîche, se débitant en grandes plaques à surface irrégulière . . . . . 14,00 m

Important gisement de la zone à *L. jurense:*
Grammoceras doerntense (Denck.)
Grammoceras striatulum (Sow.)
Grammoceras cf. *toarcense* (d'Orb.)
Grammoceras sp. (cf. *toarcense* (d'Orb.) ?)
Grammoceras sp. (cf. *striatulum* (Sow.) ?)
Pseudogrammoceras expeditum Buck.
Pseudogrammoceras cf. *explicatum* Buck.
Pseudogrammoceras cf. *fallaciosum* Bayle
Pseudogrammoceras sp. (cf. *subfallaciosum* Buck. ?)
Pseudogrammoceras sp. (4 ex.)
Lytoceras rugiferum Pompeckj (2 ex.)
Lytoceras rubescens Dum.
Lytoceras sp. (2 ex.)
Plusieurs *Ammonites* indéterminables

26. Idem 25, mais peu fossilifère . . . . . 7,60 m

Zone à *L. jurense:*
Pseudogrammoceras sp.

27. Idem 25, le caractère tacheté est plus marqué . . . . . 2,80 m
28. Calcaire argileux gris-bleuté, tacheté, très dur, à cassure conchoïdale et esquilleuse; les schistes sont peu importants. En CM: calcaire argileux à spicules monoaxes, avec quelques petits grains de quartz, exceptionnellement un grain de glauconie. Observée en lumière réfléchie, la plupart des taches sombres présentent l'éclat métallique jaune de la pyrite.
Altitude 1220 m.

Zone à *L. jurense:*
Pseudogrammoceras quadratum (Haug) (1 ex.)
Pseudogrammoceras sp.

- Puis les affleurements sont dispersés et manquent de fraîcheur, ce sont toujours des calcaires et des schistes argileux tachetés.
- A 1235 m: affleurement d'aspect ruiniforme idem 28.
- De 1255 à 1285 m: affleurements discontinus de calcaire argileux gris légèrement sableux et constellé de paillettes de muscovite. Je n'y ai trouvé que 3 *Ammonites* indéterminables; par contre HORWITZ (1932) signale une abondante faune dont je reproduis ici la liste:

  «*Hammatoceras Lorteti* DUM.
  Ludwigia concava BUCK. sensu HOFFMANN
  Ludwigia costosa QU.
  Ludwigia murchisonae SOW. sensu HOFFMANN
  Lytoceras polyhelictum BÖCKH.
  Oppelia gracilobata VACEK
  Oppelia subaspidoides VACEK
  Phylloceras sp. du gr. *Capitanei* CATULLO
  Phylloceras Partschi STUR
  Phylloceras vorticosum DUM.
  Phylloceras ultramontanum ZITT.
  Phylloceras tatricum PUSCH
  Sonninia pinguis ROEM.
  Sonninia aff. SOW. *trigonata* QU.
  Terebratula Lycetti DAVIDS.»
- De 1285 à 1300 m (chemin), les affleurements sont si minimes qu'ils ne se prêtent même pas à une description.
- De 1300 à 1350 m: bancs de dolomie (Trias).
- A 1365 m: schistes et calcschistes argileux gris fortement altérés (couleur rouille), nombreux et minuscules débris charbonneux, quelques paillettes de muscovite.

  Toarcien moyen (?):

  Harpoceras sp. (4 exemplaires de petite taille)
  Haugia sp. ? (2 exemplaires)
  Dents de poisson (2 exemplaires)
- Au-delà on ne voit plus que quelques schistes argileux pointant dans le pâturage.

Age de la faune du niveau 25: *Grammoceras striatulum* et *Pseudogrammoceras expeditum* sont typiques de la sous-zone à *G. striatulum*. Quant à *Grammoceras doerntense*, il appartient à la sous-zone à *G. struckmanni* pour BUCKMANN, mais THÉOBALD et CHEVIET (1959) le citent en association avec *Grammoceras striatulum*.

Les noms d'espèce précédés d'un cf. sont également caractéristiques de la sous-zone à *striatulum*, excepté les deux formes que je rapproche du groupe *fallaciosum*. Mais les *Ammonites* du groupe *fallaciosum* et ses variétés sont assez rares dans les *striatulum-beds* aussi bien que dans les *dispansum-beds*. D'ailleurs les *fallaciosum* semblent être très localisés dans leur distribution (BUCKMANN, p. 208).

En conclusion, le gisement du niveau 25 représente certainement la sous-zone à *Grammoceras striatulum*.

Age du niveau 28: *Pseudogrammoceras quadratum* caractérise la sous-zone à *Phlyseogrammoceras dispansum*.

Il est intéressant de souligner la nette différence lithologique entre la sous-zone à *G. striatulum* et celle à *Phl. dispansum*.

Succession des zones et sous-zones reconnues dans le Rio du Liderrey:

Zone à H. *falcifer:* niveaux 10, 12, 20 et 21.

Zone à *H. bifrons:* niveaux 1, 13 et 14.
Zone à *L. jurense:* niveaux 3, 5, 25, 26 et 28
sous-zone à *G. striatulum:* niveau 25
sous-zone à *Phl. dispansum:* niveau 28.
Zone à *P. aalensis:* niveau 9.
Zone à *L. murchisonae:* niveau 8.

2. Ruisseau de la Cergnaule: les affleurements sont discontinus.

- Entre 1040 et 1050 m, on retrouve les niveaux 1 à 6 décrits dans le Rio de Liderrey.
- Aux environs de 1050 m: zone à *L. jurense*
  Grammoceras striatulum (Sow.)
  Grammoceras sp. ? (3 ex.)
  Nombreuses *Ammonites* indéterminables
- Schistes cartons à 1140 m, sur la rive droite du ruisseau: zone à *H. falcifer* (?):
  Harpoceras sp. (4 ex.)
  Steinmannia bronni (Voltz)
- A 1170 m: calcschistes argileux gris foncé: zone à *H. falcifer* (?):
  Lillia sp. (cf. *bayani* (Dum.))
- A 1190 m, dans l'axe du ruisseau:
  Posidonia radiata (Gdf.)

De minimes affleurements de schistes pointent çà et là dans le pâturage. Aux environs immédiats du chalet La Cergnaule, on rencontre des schistes et des calcaires argileux tachetés, durs, à cassure conchoïdale, identiques à ceux du niveau 28 du Rio du Liderrey (zone à *L. jurense*). Les *Posidonia alpina* (Gras) sont nombreuses, mais je n'ai pas trouvé d'*Ammonites*.

Le contact avec la formation siliceuse n'est jamais observable. Conclusions: Les affleurements aux environs de la Cergnaule (ruisseau et pâturage) appartiennent au Toarcien inférieur et moyen, ce qu'avaient déjà reconnu Gilliéron (1885) et Horwitz (1932).

3. Environs d'Arsajoux: le contact formation siliceuse – formation calcaréo-argileuse n'est jamais observable. Mais en parcourant minutieusement la région, de minimes affleurements permettent de localiser approximativement cette limite.

Dans le ruisseau à l'W d'Arsajoux, entre 1280 et 1300 m, on ne rencontre que quelques schistes et calcaires argileux sans continuité; ils ne m'ont livré aucune faune. Horwitz (1932), plus heureux que moi, y signale la zone à *Dumortieria levesquei*.

Au SW d'Arsajoux, entre 1280 et 1345 m, dans une très légère dépression, une succession de minimes affleurements de schistes cartons permet d'individualiser sur la carte une petite bande de Toarcien inférieur (zone à *H. falcifer*).

4. W de la Chufry: les deux ruisselets qui coulent à l'W de la Chufry ont découvert quelques schistes et calcaire argileux tachetés à cassure conchoïdale. L'importance de ces affleurements discontinus varie d'une année à l'autre. Mes recherches de fossiles sont demeurées sans résultat. Par analogie avec le niveau 28 du Rio du Liderrey et le niveau 11 du Rio de la Chapelleyre, on peut supposer que ces dépôts appartiennent à la zone à *L. jurense*.

5. Ruisseau des Reposoirs:

Les schistes cartons affleurent à 1140 m, dans le bras occidental du ruisseau, à la hauteur du chemin,

zone à *H. falcifer:*

Harpoceras cf. *falcifer* (Sow.)
Lillia cf. *bayani* (Dum.)
Harpoceras capellinum (Schloth.)
Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
Laevicornaptychus striatolaevis Voltz?
Aptychus ind.
Steinmannia bronni (Voltz)

Schistes et calcaire argileux tacheté à cassure conchoïdale: dans le bras occidental entre 1170 et 1180 m et dans le bras oriental entre 1200 et 1220 m.

6. Troisième affluent du Rio de l'Essert à partir du pont: calcaire et schistes argileux gris-bleu, très altérés, dominance des schistes
zone à *P. aalensis*, à 1160 m:

Pleydellia cf. *aalensis* (Zieten)

De 1160 à 1190 m: traces de *Zoophycos*.

7. Quatrième affluent du Rio de l'Essert à partir du pont:

A 1100 m, schistes et calcschistes argileux gris-bleu
zone à *P. aalensis:*

Pleydellia cf. *aalensis* (Zieten)
Pleydellia sp. (?)
Dumortieria sp. (aff. *moorei* (Lycett)?)

De 1150 à 1180 m, schistes argileux se débitant irrégulièrement

Steinmannia bronni (Voltz) (nombreux exemplaires)

8. Rio de l'Essert: à 1070 m, au-dessus de la rive droite, des schistes cartons sont chevauchés par la formation siliceuse (Fig. 14, p. 666). Les feuillets sont souvent couverts d'*Ammonites* complètement écrasées et indéterminables, les petites formes sont les plus nombreuses,
zone à *H. falcifer:*

Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
Hildoceras sp. (aff. *bodei* (Denckm.))
Hildoceras sp. (aff. *kisslingi* Hug)
Hildoceras sp. (aff. *renevieri* Hug)

B. Anticlinal de Charmey

1. Col de Montminard: des schistes argileux gris pointent le long du chemin, sur le versant SE de la colline. Je n'y ai trouvé aucun fossile. Horwitz (1932) par contre a pu dater l'affleurement de la zone à *D. levesquei*.

2. Les Arses: au N du hameau, sous le pont et en amont de celui-ci affleurent quelques mètres de schistes et de calcaire argileux à grain très fin et cassure terne,
zone à *P. aalensis:*

Pleydellia aalensis (Zieten)
Pleydellia cf. *aalensis* (Zieten)
Pleydellia cf. *mactra* (Dum.)
Pleydellia sp.

3. Pâturage au NW de «En la Gitettaz»:

A 1220 m, un glissement du top-soil a mis à jour un minime affleurement de schistes cartons,

zone à *H. falcifer:*

Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
Harpoceras sp.

Entre 1110 et 1250 m, la surface cartographiée comme roche en place ne présente en fait que quelques pointements de schistes argileux; celui situé à 1135 m, en bordure du chemin m'a livré une

Pleydellia sp.

4. Rio des Arses, entre 1300 et 1400 m: la direction des couches forme un angle très faible avec le lit du ruisseau. Les bancs sont souvent rendus calcschisteux; calcaires et schistes sont fortement altérés.

Zone à *P. aalensis:*

à 1365 m: *Pleydellia aalensis* (ZIETEN) (2 ex.)
Pleydellia costula (ZIETEN)
Pleydellia lotharingicum (BRANCO)

à 1385 m: *Pleydellia subcompta* (BRANCO)
Pleydellia sp.
Posidonia alpina (GRAS)

5. Entre le col de Tichenuva et le Rio de la Chapalleyre: les affleurements sont épars et trop minimes pour s'arrêter sur chacun d'eux, les meilleurs sont évidemment dans l'axe de la dépression.

6. Rio de la Chapalleyre: à 1245 m, la formation calcaréo-argileuse est en contact anormal (décrochement) avec la formation siliceuse sous-jacente. Pendage 87° vers 22°. (Fig. 15, p. 666).

1. Calcaires plaquetés et schistes argileux gris sombre à grain fin, très homogène . . . 1,85 m
   Zone à *H. falcifer:*
   Harpoceras serpentinum (REIN.)
2. Calcaire très finement spathique, à fines laminae argileuses; se débite suivant les laminae en plaquettes parfaitement planes et parallèles . . . . . 0,14 m
   Zone à *H. falcifer:*
   Lytoceras cornucopia (Y. et B.)
   Harpoceras sp.
3. Bancs de calcaire finement spathique gris sombre; stratification marquée par de très minces laminae argileuses; la roche est très dure et se débite mal (bancs de 10 à 22 cm) . . . . . 0,58 m
   En CM: la calcite grenue constitue l'essentiel de la roche: dans les laminae argileuses sa texture est un peu plus fine; quelques grains de quartz subanguleux et de glauconie; nombreux micro-agrégats et granules de pyrite. *Milioles.*
4. Calcschistes argileux gris-bleu, se débitant en plaques à surface irrégulière . 1,40 m
   Steinmannia bronni (VOLTZ)
   Ammonites indéterminables (3 ex.)
5. Calcaire argileux gris foncé, cassure parfois très finement spathique, rares grains de quartz, agrégats de pyrite: 0,14 m
   schistes argileux: 0,07 m
   calcaire argileux idem: 0,12 m
   calcschistes argileux: 1,08 m
   zone à *H. falcifer*:

Harpoceras exaratum (Y. et B.) fide HUG

calcaire argileux idem: 0,09 m
schistes argileux: 0,22 m
calcaire argileux: 0,10 m
schistes argileux: 0,80 m
calcaire argileux idem: 0,24 m . . . . . 2,86 m

6. Interruption, épaisseur évaluée à . . . . . 6,10 m
7. Calcaire argileux gris foncé, cassure finement spathique . . . . . 0,35 m
8. Schistes argileux tachetés . . . . . 0,50 m
9. Alternance de calcaire et de schistes argileux tachetés; la surface des bancs est brun-jaunâtre; les calcaires sont durs et présentent la cassure conchoïdale 3,70 m
10. Interruption, épaisseur évaluée à . . . . . 7,30 m
11. Calcaire argileux tacheté à cassure conchoïdale, bancs de 15 à 40 cm et joints schisteux jusqu'à 8 cm d'épaisseur. Affleurement surtout sur la rive gauche, mais d'une manière discontinue . . . . . environ 32,00 m

Zone à *L. jurense* (sous-zone à *Phl. dispansum*) faune récoltée à la base du complexe:

Polyplectus discoides (ZIETEN) (2 ex.)
Polyplectus subplanatum (OPPEL) (2 ex.)
Polyplectus sp. (2 ex.)
Lytoceras rubescens DUM. (7 ex.)
Lytoceras sp.
Inoceramus (cf. *dubius* SOW. ?)
Ammonites indéterminables (6 ex.)

Soulignons immédiatement l'identité lithologique de ce niveau avec le niveau 28 du Rio de Liderrey daté lui aussi de la sous-zone à *Phl. dispansum*.

12. Alternance de schistes et de calcaires argileux gris-bleu non tachetés. Contrairement à 11, dominance des schistes, l'épaisseur des bancs varie de 15 à 20 cm 5,80 m

Fragments indéterminables d'*Ammonites*

13. Idem 12, mais les bancs sont aussi puissants que les schistes, quelques-uns sont très finement spathiques . . . . . 7,50 m

Zone à *D. levesquei*, faune récoltée au sommet du niveau:

Dumortieria nicklesi BENECKE
Dumortieria cf. *bleicheri* BENECKE
Dumortieria sp. (2 ex.)

14. Affleurement discontinu, les schistes semblent être plus importants que les bancs . . . . . 7,50 m

Dumortieria sp.

Nous sommes au point de confluence avec un petit affluent de la rive droite. Le ruisseau coule parallèlement à la direction des couches. Il se pourrait que le niveau 15 recoupe le sommet du niveau 14.

15. Alternance de calcaire et de schistes argileux gris . . . . . 3,00 m

Zone à *D. levesquei:*

Dumortieria subundulata (BRANCO)
Dumortieria pseudoradiosa (BRANCO)

16. Schistes argileux gris: 0,80 m
calcaire argileux gris: 0,12 m
schistes argileux gris: 0,45 m
calcaire argileux gris: 0,12 m
schistes argileux gris: 0,41 m . . . . . 1,90 m
17. Calcaire argileux gris: 0,14 m
schistes argileux gris: 0,74 m
calcaire argileux gris: 0,19 m . . . . . 1,07 m

Zone à *D. levesquei*, faune récoltée dans le premier banc:
Dumortieria cf. levesquei (D'ORB.)
Dumortieria sp. (aff. *subundulata* (BRANCO))
Dumortieria sp. (aff. *radians* (REIN))
Dumortieria sp. (7 ex.)

18. Bancs et schistes indiscernables, très altérés . . . . . environ 2,00 m
19. Aucun affleurement sur une distance de 40 mètres.
20. Calcschistes argileux gris-bleu . . . . . 0,91 m
Cotteswoldia grandjeani BENECKE
Cotteswoldia (cf. *attrita* BUCKMAN ?)
Cotteswoldia sp.
Dumortieria nicklesi BENECKE
Dumortieria cf. *gundershofensis* (SCHNEIDER)
Age de la faune du niveau 20: les *Cotteswoldia* (synonymes de *Pleydellia* pour ARKELL (1957) et DONOVAN (1958)) indiquent la zone à *P. aalensis*. BUCKMAN signale *Cotteswoldia attrita* et *Dumortieria nicklesi* dans les *Moorei Beds*. Des *Dumortieria gundershofensis* ont été récoltées par BENECKE dans les «Couches grises» de Lorraine dont la partie inférieure est équivalente à la sous-zone à *D. moorei* pour DEAN, DONOVAN et HOWARTH (1961). En conclusion: la présence de *Cotteswoldia* semble indiquer la zone à *P. aalensis*, et leur association avec des *Dumortieria* précise la base de la zone, de sorte que la faune du niveau 20 représente probablement la sous-zone à *D. moorei*.
21. Calcaire argileux à cassure un peu esquilleuse: 0,26 m
calcschistes argileux gris-bleu: 0,80 m
calcaire argileux: 0,20 m
calcschistes argileux gris-bleu: 0,85 m
calcaire argileux: 0,24 m . . . . . 2,35 m
22. Alternance de calcaires et de schistes argileux gris-bleu clair; les bancs (souvent boudinés) ne dépassent pas 30 cm d'épaisseur, les schistes sont toujours plus épais que les bancs (0,80 à 1,30 m) . . . . . 11,30 m
Zone à *P. aalensis:*
Pleydellia aalensis (ZIETEN) (10 ex.)
Pleydellia cf. *leura* (BUCK.)
Pleydellia sp. (aff. *mactra* (DUM.))
Pleydellia sp. (aff. *subcompta* (BRANCO))
Pleydellia sp. (nombreux exemplaires)
Walkeria sp. (aff. *arcuata* BUCK.)
Posidonia alpina (GRAS) (très abondant)
Zoophycos
25. Aucun affleurement sur une distance de 90 mètres. La direction des couches étant presque parallèle à celle du ruisseau, il est très difficile d'estimer l'épaisseur de l'interruption.
24. Calcschistes argileux gris très friables, altération de couleur rouille: les *Posidonia* sont si abondantes qu'elles confèrent à la roche le caractère lumachellique 0,80 m
Zone à *L. opalinum:*
Leioceras sp. (aff. *comptum* (REIN.) ?)
Posidonia alpina (GRAS) (très abondant)
25. Schistes argileux noirs extrêmement fissiles . . . . . 0,70 m
26. Interruption sur une distance de 12 mètres.
27. Membre B. (suite de la description du ruisseau au chapitre suivant, p. 690).

Description dans un affluent de la rive droite: cet affluent n'est pas figuré sur la carte, son point de confluence est situé à la fin du niveau 14 de la coupe du Rio de la Chapalleyre.

1. Alternance de schistes argileux (0,50 à 1,40 m) et de calcaires argileux gris-bleu à cassure conchoïdale (bancs de 8 à 30 cm); couleur d'altération beige. En

CM: calcite grenue dans un ciment argileux, matériel très homogène, très rares et minuscules grains de quartz, quelques agrégats de pyrite . . . . . 26,50 m

Zone à *P. aalensis:*

à 0,50 m: *Pleydellia* cf. *aalensis* (ZIETEN) (2 ex.)
Pleydellia sp. (nombreux exemplaires)
à 3,70 m: *Pleydellia subcompta* (BRANCO)
Pleydellia sp.
à 9,60 m: *Pleydellia mactra* (DUM.)
à 18,40 m: *Pleydellia* cf. *aalensis* (ZIETEN)
à 23,00 m: *Pleydellia mactra* (DUM.)
Pleydellia sp.
Fragments d'*Ammonites* indéterminables
à 25,00 m: *Walkeria* cf. *lotharingica* (BRANCO)
à 25,40 m: *Walkeria* sp.

2. Calcschistes et schistes argileux gris-bleu clair . . . . . 3,20 m

Zone à *L. opalinum:*

Leioceras cf. *opalinum* (REIN.)
Leioceras sp. (aff. *opalinum* (REIN.) ?)

3. Aucun affleurement sur une distance de 16 mètres.
4. Membre B: calcaire argilo-sableux gris-bleu, très dur, grains de glauconie . environ 10,00 m

Bajocien inférieur:

Otoites sp. (aff. *contractus* (SOW.))

En vue de recherches micropaléontologiques, j'ai désagrégé sans succès des schistes récoltés dans les niveaux 1, 4, 5, 11 (base et sommet), 13 et à diverses hauteurs dans l'affluent (5 échantillons).

7. Ruisseau au NE du chalet Poyet Riond: ce ruisseau coule parallèlement à la direction des couches. Il présente sur la rive gauche des schistes et des calcaires argileux gris bleuté à cassure terne, contenant de nombreuses *Pleydellia*, probablement toutes de l'espèce *aalensis* (ZIETEN).

Nous verrons au chapitre suivant (p. 680) que les couches sises sur la rive droite appartiennent au Membre B (Bajocien).

C. NW de l'anticlinal II

On y observe d'importantes variations de faciès. Au-dessus de la formation spathique (absence de la formation siliceuse), on rencontre une série calcaréo-argileuse très monotone. Ces couches, dont j'évalue la puissance à 200–250 m, correspondent plus ou moins aux Membres A et B de l'anticlinal de Charmey.

La limite inférieure est située au-dessus du dernier banc spathique et la limite supérieure se trace à l'apparition du premier banc oolithique ou gréseux, exactement comme au sommet du Membre B de l'anticlinal de Charmey, de la Tsintre et de l'anticlinal I. Je le répète, dans l'anticlinal II, les Membres A et B ne peuvent être individualisés; ils représentent probablement une partie du Toarcien supérieur, l'Aalénien et le Bajocien.

La faible extension latérale de ce faciès dans les limites de mon terrain (moins de 1700 mètres), le manque d'affleurement continu et l'absence quasi totale de fossiles ne me permettent pas d'apporter plus de précisions au sujet de ce que j'appelle le Membre A–B (voir par contre la thèse de J. D. ANDREY: partie orientale du Massif des Bruns).

Description des affleurements:

1. Les meilleurs affleurements sont situés le long du chemin qui conduit à Oberberg, au N–NW de Im Fang:

- aux environs de 1050 m, calcaires et schistes faiblement argileux et un peu siliceux, gris, très durs. Les bancs et les schistes ont environ la même épaisseur, soit 20 à 25 cm.
  La présence de nombreux *Zoophycos* laisse supposer que ces couches ne sont pas antérieures au Toarcien supérieur.
- A partir de 1060 m environ apparaissent des calcaires argileux gris très légèrement tachetés, leur couleur d'altération beige est visible sur 2 cm; minuscules agrégats de pyrite. Ces calcaires sont très durs, ils se débitent difficilement. L'observation microscopique montre qu'il s'agit de calcaire argileux à spicules dont les sections se présentent sous la forme de calcédoine en sphérolites; les grains de quartz ne sont pas rares; concrétions argileuses et pyriteuses.
- A 1070 m, sur le bord du chemin, j'ai trouvé une *Ammonite* que j'attribue à la sous-famille des *Cadomitinae*. Ce fragment d'*Ammonite* permet ainsi de situer l'affleurement dans le Bajocien supérieur.
- Coupe mince dans un calcaire argileux à cassure finement esquilleuse prélevé à 1140 m, près du captage: la calcite est l'essentiel de la roche; l'argile en constitue le ciment; petites concrétions argileuses et pyriteuses en moins grand nombre que dans l'échantillon recueilli à 1060 m, les grains de quartz par contre sont nettement plus abondants, quelques sphérolites de calcédoine, minuscules agrégats de pyrite, une belle section de *Pentacrinus*.

2. Le long du chemin allant à Unterberg, à 1140 m, près du couloir: alternance de bancs calcaires ou calcschistes argileux très durs, à cassure finement esquilleuse, et de schistes; ces derniers ont une épaisseur inférieure à celle des bancs. Un horizon calcschisteux présente de nombreux débris charbonneux dont une partie de feuille bien conservée (*Conifèrale*?)

3. Près de Schoresberg, à 1245 m, aux abords du chemin et à l'intérieur de la forêt: affleurements discontinus de calcaire argilo-siliceux très durs, dégageant une forte odeur de silex à la cassure; les calcschistes sont rares et les schistes absents.

Il aurait été intéressant de dater ces affleurements très proches de la limite inférieure de la formation. Je n'ai malheureusement trouvé aucune *Ammonite*, malgré de nombreuses recherches. Les seules traces organiques sont des *Zoophycos*.

Considérations sur le Membre A

Le tableau V résume et compare la lithologie des zones d'*Ammonites* reconnues dans les Replis bordiers et au SE de l'anticlinal de Charmey. Il pourrait induire en erreur en laissant croire que l'une ou l'autre zone reconnue dans les deux unités tectoniques y revêt la même importance.

Nous avons vu lors de la description des affleurements que le Toarcien inférieur et moyen est mieux développé dans les Replis bordiers, tandis que le Toarcien supérieur et en particulier la zone à *P. aalensis* est plus importante dans l'anticlinal de Charmey.

L'Aalénien est très mal représenté: un affleurement dans les Replis bordiers (zone à *L. murchisonae*) et deux minimes affleurements dans l'anticlinal de Charmey (zone à *L. opalinum*).

Dans l'ensemble, mes résultats concordent avec ceux d'Horwitz (1932) bien que cet auteur mentionne un plus grand nombre de genres et d'espèces d'*Ammonites* que moi. Cependant je n'ai pas retrouvé ses fameuses «Couches à *Leptaenes*» (1913, page 399): «Sur le Domérien, quand la quantité d'argile devient encore plus grande, sans que la roche soit franchement et entièrement marneuse, nous arrivons à une

Tableau V: Lithologie résumée des zones *d'Ammonites* du Toarcien et de l'Aalénien

	ZONES à	REPLIS BORDIERS	ANTICLINAL DE CHARMEY	ANTICLINAL II
AALENIEN	*G. concavum*	non reconnue		Calcaires argileux très légèrement tachetés, à spicules de *Spongiaires*. (Aalénien ? - Bajocien ?)
	L. murchisonae	Alternances de calcaires et de calcschistes silico-marneux bleus, durs, à grain fin. Environ 10 mètres.	non reconnue	
	L. opalinum	non reconnue	Calcschistes et schistes argileux gris-bleu.	
TOARCIEN supérieur	*P. aalensis*	Alternances de calcaire argileux gris-bleu sombre à cassure terne et de schistes argileux toujours plus épais que les bancs calcaires *Sous-zone à* D. *Moorei:* non reconnue	Calcschistes argileux gris-bleu.	
	D. levesquei	Reconnue par L. Horwitz (1932).	Calcaires et schistes argileux; à la base, quelques bancs sont très finement spathiques.	Calcaires et schistes faiblement argileux et siliceux, avec *Zoophycos*. (Toarcien supérieur ?)
TOARCIEN moyen	*L. jurense*	*Sous-zone à P. dispansum:* Calcaires argileux tachetés à cassure conchoïdale et esquilleuse, joints schisteux peu épais. En CM: spicules de *Spongiaires*. *Sous-zone à G. striatulum:* Calcschistes et schistes très argileux, très faiblement tachetés à cassure fraîche	non reconnue	— ? — ? — ? — ? — ? — ? —
	H. bifrons	Calcaires et schistes argileux tachetés ou non; schistosité généralement irrégulière.	non reconnue	FORMATION SPATHIQUE
TOARCIEN inférieur	*H. falcifer*	«Schistes cartons»	«Schistes cartons» (très rares) et calcaires très finement spathiques, parfois à fines laminae argileuses, et calcschistes argileux à cassure terne.	
	D. tenuicostatum	non reconnue		

zone toute différente. Grâce à la présence du fer dans une quantité assez considérable, la roche présente presque toujours des traînées jaunes allongées, très caractéristiques. Par contre elle n'est jamais tachetée. Ces deux propriétés permettent de distinguer ce niveau très facilement du Lias supérieur, avec lequel il présente pourtant quelque ressemblance. Ce niveau possède une faune riche, assez particulière, puisqu'elle contient surtout des *Brachiopodes.*» Suit une liste de fossiles, puis ...: «l'ensemble de la faune énumérée ne laisse aucun doute que nous sommes en présence de la zone nommée «Couches à *Leptaena*», une zone intermédiaire entre le Lias moyen proprement dit, et le Lias supérieur (Toarcien).» Malheureusement Horwitz ne situe pas le gisement, tout ce que l'on sait est qu'il devrait être dans les Replis bordiers (Massif d'Arsajoux). Malgré de minutieuses recherches répétées, je n'ai pas retrouvé ce gisement. Ainsi, personne n'a jamais retrouvé, ni dans le Massif d'Arsajoux, ni ailleurs dans les Préalpes Médianes ces fameuses «Couches à *Leptaenes*» dont l'existence peut être mise en doute.

L'identification des sous-zones à *G. striatulum* et *Phl. dispansum*, lithologiquement différentes l'une de l'autre, est le seul fait nouveau apporté par la présente étude.

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

La monotonie de la lithologie traduit une période de relative stabilité. Les grains de quartz et de glauconie propres aux faciès néritiques sont très rares. De minuscules agrégats de pyrite sont par contre presque toujours présents.

La brève réapparition des spicules de *Spongiaires* au sommet de la zone à *L. jurense* pourrait avoir été provoquée par un relèvement du fond marin. Il est intéressant d'ailleurs de voir que Chatton (1947), Pugin (1952) et von der Weid (1962) signalent également un relèvement du fond de la mer ou des oscillations, mais à la base du Toarcien supérieur (ancien Aalénien).

Conclusions d'ordre paléogéographique: dans l'anticlinal II le faciès néritique persiste jusqu'au Toarcien supérieur tandis qu'au N du synclinal de la Gruyère le faciès bathyal à faune d'*Ammonites* s'établit dès le début du Toarcien (zone à *H. falcifer*). J'attribue cette différence à une subsidence plus rapide du lieu de dépôt des sédiments actuellement au front de la Nappe.

Le Membre B (Bajocien)

La limite lithologique inférieure n'est nulle part observable à l'échelle du banc mais il est aisé de la situer à 10 ou 15 mètres près; je l'ai donc tracée en traits-tirés sur la carte. La base du Membre B se reconnaît à ses calcaires, calcschistes et schistes argileux bleu clair, finement sableux et micacés avec intercalations de bancs siliceux.

I. Lithologie

De petites différences lithologiques permettent, avec un peu d'habitude, de situer les affleurements dans la partie inférieure, moyenne ou sommitale du Membre; il n'est cependant pas possible de délimiter ces trois parties sur la carte.

1. Les calcaires, calcschistes et schistes argilo-siliceux bleu clair avec intercalations de calcaires siliceux (gaizes) sont caractéristiques de la base du Membre B. Certains bancs sont un peu sableux et micacés. Ils contiennent tous de la pyrite. Cette partie du Membre est la plus fossilifère.

2. Dans la partie moyenne, la lithologie est plus monotone: ce sont des calcaires argileux gris-bleu généralement tachetés et très résistants, alternant invariablement avec des schistes. Un banc de calcaire argilo-siliceux à spicules rompt parfois cette monotonie.

3. Les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*» constituent la partie sommitale du Membre B. Ces Ammonites sont extrêmement abondantes et se dégagent aisément de la gangue constituée de calcaire, de calcschistes et de schistes argileux gris clair légèrement tachetés, à cassure conchoïdale, altérés en beige-olivâtre, avec nodules de pyrite.

II. Description des affleurements et paléontologie

A) *Replis bordiers:* le Membre B n'est pas représenté; le Membre A (Lias supérieur) est donc la plus jeune unité lithologique.

B) *Anticlinal de Charmey:* les affleurements seront décrits dans l'ordre, du NE vers le SW.

1. Ruisseau au NE du chalet Poyet Riond coule parallèlement à la direction des couches. Les affleurements de la rive gauche ont été datés, au chapitre précédant, de la zone à *P. aalensis;* ceux de la rive droite représentent la base du Membre B: ce sont des calcaires, des calcschistes et des schistes argileux bleu clair, finement sableux et micacés, légèrement tachetés; lorsque la cassure est fraîche, ils produisent un son clair au choc du marteau.

Zone à *Sonninia sowerbyi:*

à 1270 m *Witchellia laeviuscula* (Sowerby)
Sonninia sp. ind.
Holcophylloceras cf. *zignodianum* (d'Orbigny)
Zoophycos

à 1310 m la même faune est associée à des *Posidonia alpina* (Gras)

à 1355 m au coude du chemin, j'ai également récolté des *Witchellia*

2. Dans le petit ruisseau à l'E–NE du chalet Poyet Riond affleurent des calcaires argileux gris-bleu, tachetés, à cassure conchoïdale; je n'y ai trouvé que des fragments indéterminables d'*Ammonites* et de très nombreuses *Posidonia alpina* (Gras). D'après la lithologie, ces affleurements se situent probablement dans la partie moyenne du Membre B.

3. Dans le Rio de la Chapalleyre, le Membre B débute à 1335 m. La description ci-après fait suite à celle du Membre A: (p. 675)

27. Bancs de calcaire argileux gris foncé, un peu siliceux, très durs, diaclasés, puissants de 0,30 à 0,50 m; au sommet du complexe la roche est légèrement tachetée lorsque la cassure est fraîche. Ces calcaires présentent parfois une certaine schistosité parallèle mais se débitent très difficilement. En CM: très nombreux spicules de *Spongiaires* et de *Radiolaires* sous forme de sphérolites de calcédoine ou de calcite; le ciment est constitué d'opale, de calcédoine, de calcite et d'argile; les grains de quartz détritiques, ainsi que ceux de glauconie et les cristaux de pyrite sont en quantité négligeable; présence de quelques *Miliolidae* . . . . . 3,77 m

Pendage 70° vers le SE.

Zone à *Sonninia sowerbyi*:
Witchellia sp. (aff. *propinquans* (BAYLE))
Witchellia sp. ind. (nombreux exemplaires)
Fragments d'*Ammonites* indéterminables

28. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 2,00 m
29. Bancs de calcaires argileux à cassure conchoïdale, de 0,25 à 0,30 m d'épaisseur. Ces bancs sont séparés par de petits niveaux schisteux. A cassure fraîche, la roche est faiblement tachetée mais au contact de l'air ce caractère s'atténue rapidement. Altération jaune-olivâtre . . . . . 2,35 m

Zone à *Sonninia sowerbyi* ?
plusieurs *Witchellia* à la base du complexe

30. Interruption . . . . . 1,40 m
31. Alternance de schistes et de calcaire argileux largement tachetés, à cassure conchoïdale et tranchante (bancs de 20 à 30 cm) . . . . . 5,68 m
32. Idem 31, mais on ne voit que des fragments de roche en place . . . . . 2,90 m
32/33. Schistes argileux noirs . . . . . 0,10 m
33. Trois bancs respectivement de 0,08 0,15 et 0,15 m de calcaire argilo-siliceux gris idem 27 . . . . . 0,38 m
34. Quatre bancs de calcaire argilo-siliceux idem 27, mais séparés par des joints schisteux de 7 cm d'épaisseur . . . . . 1,26 m

Zone à *Stephanoceras humphriesianum:*
Stephanoceras sp. ind.

35. Zone broyée où alternent des bancs et des schistes idem 34 . . . . . 4,00 m
36. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 8,00 m
37. Idem 35 . . . . . 3,10 m
38. Calcaires argileux bleu clair, très finement sableux, durs, tapissés de *Zoophycos* (bancs de 0,18 à 0,43 m d'épaisseur) en alternance avec des schistes généralement plus épais que les bancs (jusqu'à 1,40 m). A la loupe on remarque de minuscules filaments charbonneux. Ces couches pendent de 82° vers le SE . 38,40 m
Les *Posidonia alpina* (GRAS) peuvent être si nombreuses que parfois elles confèrent à la roche un caractère lumachellique.
Tout le complexe contient de nombreuses *Witchellia* et *Sonninia;* cette faune, plus ancienne que celle du niveau 34, révèle la présence d'un décrochement ou d'un chevauchement impossible à situer sur le terrain.
Le sommet de ce complexe se trouve à 1370 m (point de confluence avec un petit affluent de la rive gauche non figuré sur la carte).
39. Partie moyenne du Membre: calcaires argileux tachetés gris clair, durs, à cassure conchoïdale, à grain fin, en alternance avec des schistes argileux tachetés . . . . . environ 10,00 m
Les *Ammonites* sont rares et fragmentées, presque toutes indéterminables.

Zone à *S. sowerby* ou *O. sauzei:*
Oppelia sp. ind.
Bradfordia sp. ind. ?
Posidonia alpina (GRAS)

Nous sommes à 1380 m d'altitude, au point de confluence des deux ruisseaux.
Suite de la description dans l'affluent oriental:

40. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 4,50 m
41. Idem 39 . . . . . 1,60 m

Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (2 ex.)

42. Interruption sur une épaisseur évaluée à. . . . . 6,80 m

43. Idem 39 . . . . . environ 2,50 m

Sonninia sp. ind. ?
Phylloceras du gr. *heterophyllum* SOWERBY

44. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 8,00 m
45. Calcaires argileux bleu clair tachetés (grandes taches irrégulières disparaissant au contact de l'air) à grain fin, cassure tranchante, altération jaune-rouille, en alternance avec des schistes et calcschistes argileux se débitant en plaquettes environ 9,80 m

Zone à *O. sauzei:*
Oppelia cf. *subradiata* (J. DE C. SOWERBY)
Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL)

46. Interruption . . . . . environ 3,30 m
47. Idem 45, avec intercalation d'un banc de 0,26 m de calcaire gris foncé, un peu argileux et siliceux, moucheté de minuscules grains de pyrite, altération brunâtre. En CM: *Radiolaires* et spicules de *Spongiaires* (sphérolites de calcédoine, sphérules de quartz et d'opale); quartz détritique et glauconie en teneur négligeable, ciment de calcite et d'opale indifférencié. *Miliolidae* . . 3,30 m
48. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 3,60 m
49. Idem 45 . . . . . 7,20 m
50. Un banc de calcaire argileux gris, plus dur que les précédents, altération beige-olivâtre . . . . . 0,60 m

Phylloceras sp. ind.
Fragments indéterminables d'*Ammonites*

51. Calcaire gris foncé un peu argileux et siliceux (gaize) idem 47 . . . . . 0,35 m
52. Calcaire argileux à grain fin, largement tacheté, à cassure conchoïdale et tranchante . . . . . 3,85 m
Nombreux fragments d'*Ammonites* malheureusement tous indéterminables.
53. Idem 52, mais tout à fait stérile . . . . . 5,80 m
54. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 1,70 m
55. Calcaire argileux à grain fin (le caractère tacheté n'apparaît que lorsque la roche est humide). Les bancs sont toujours séparés par des joints schisteux d'épaisseur très variable; le passage des bancs aux joints est progressif . . 4,70 m
56. Idem 55. Le toit et le mur des bancs se débitent en plaquettes à cassure lisse 4,96 m
57. Interruption sur une épaisseur évaluée à . . . . . 5,30 m
58. Idem 56 . . . . . 5,00 m

Zone à *Stephanoceras humphriesianum:*
Stephanoceras sp. ind. (plusieurs exemplaires)

59. Idem 47, mais les *Radiolaires* et les spicules sont moins nombreux et le ciment est moins siliceux, la teneur en pyrite par contre est plus élevée . . . . . 0,15 m
59/60. Joint de schistes argileux . . . . . 0,06 m
60. Calcaire argileux tacheté, altération vert-olive . . . . . 0,26 m
60/61. Joint de schistes argileux . . . . . 0,55 m
61. Idem 60 . . . . . 0,15 m
61/62. Joint de schistes argileux . . . . . 0,07 m
62. Alternance de schistes argileux et de calcaires argileux tachetés durs . . . environ 11,20 m
63. Affleurements très mauvais, idem 62 semble-t-il . . . . . 5,00 m
Nous sommes à 1415 m d'altitude, le lit du ruisseau décrit une légère courbe. Malgré de patientes recherches, je n'ai trouvé aucun fossile depuis le niveau 58.
64. Idem 59, avec de fins débris charbonneux.

Puis les affleurements sont de plus en plus épars et médiocres, le contact avec le Membre C n'est pas observable, j'ai donc tracé la limite en traits-tirés sur la carte, aux environs de 1420 m d'altitude.

4. Col de Tichenuva:

a) au SE du chalet, à la croisée des chemins, un affleurement de calcaires et schistes argileux bleu clair, très finement sableux et micacés, durs, parfois un peu siliceux, est très fossilifère.

Zone à *Sonninia sowerbyi:*

Witchellia cf. *laeviuscula* (SOWERBY) (nombreux exemplaires)
Witchellia corrugata (SOWERBY)
Witchellia cf. *corrugata* (SOWERBY)
Bradfordia praeradiata H. DOUVILLÉ (2 exemplaires)
Lytoceras sp. ind.
Rhynchonella cf. *concinna* SOWERBY
Posidonia alpina (GRAS)

b) En suivant le chemin vers les Banderettes, j'ai trouvé des *Witchellia* jusqu'à 1490 m, soit un peu avant la petite dépression. Puis les niveaux sableux et siliceux disparaissent au profit de calcaires argileux tachetés, souvent zonés, altérés en vert-olive avec taches brunâtres, la roche est dure et se débite en polyèdres irréguliers.
Je n'y ai trouvé que des fragments d'*Ammonites* rappelant certaines formes du Bajocien moyen.

c) Sur le versant occidental du col, à 1440 m d'altitude, le petit affleurement situé en bordure d'une zone marécageuse est identique à celui décrit sous a).

Zone à *Sonninia sowerbyi:*

Witchellia laeviuscula (SOWERBY).

5. Dans le ruisseau au SW de L'Arse du Mîtin: à 1270 m d'altitude affleurent des calcaires argileux tachetés gris-bleu, à cassure conchoïdale, durs, avec auréole d'altération beige-olivâtre. Ces calcaires sont très fossilifères.

Zone à *Otoites sauzi* (?):

Witchellia corrugata (SOWERBY)
Witchellia cf. *propinquans* (BAYLE)
Oppelia sp. ind.
Holcophylloceras cf. *zignodianum* (D'ORBIGNY)
Phylloceras sp. ind.
Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (plus. ex.)
Inoceramus cf. *polyplocus* F. ROEMER *fide* BENECKE

6. Près du chalet En-la-Gittetaz, sur la rive gauche du Rio des Arses, à 1300 m d'altitude:

1. Calcaire argilo-siliceux bleu-gris à cassure esquilleuse. En CM: gaize à spicules de *Spongiaires* . . . . . 0,31 m
2. Schistes argileux légèrement sableux, se débitant en plaquettes irrégulières 0,15 m
3. Calcaire argileux faiblement tacheté lorsque la cassure est fraîche . . . . 0,22 m
4. Schistes idem 2 . . . . . 0,16 m
5. Calcaire siliceux avec auréole d'altération brunâtre. En CM: gaize à *Radiolaires* et spicules de *Spongiaires* . . . . . 0,18 m
6. Calcschistes argilo-siliceux . . . . . 0,55 m
7. Schistes idem 2 . . . . . 0,47 m
8. Calcaire argileux à cassure finement esquilleuse, très fine pigmentation pyriteuse 0,10 m
9. Schistes contenant des lentilles de calcaire argileux . . . . . 0,40 à 0,50 m
10. Calcaire idem 8 . . . . . 0,33 m
11. Schistes idem 2 . . . . . 0,07 à 0,14 m
12. Calcaire idem 8 . . . . . 0,47 m
13. Schistes idem 2; à 7 cm de la base, intercalation d'un petit banc de 1,5 cm d'épaisseur; gaize gris foncé, profonde altération brunâtre . . . . . 0,58 m
14. Gaize gris foncé, altération brunâtre . . . . . 0,05 m
15. Calcschistes argilo-siliceux . . . . . 0,74 m
16. Calcaire argileux bleu, légèrement tacheté lorsque la cassure est fraîche, cassure finement esquilleuse . . . . . 0,31 m
17. Schistes idem 2 . . . . . 0,45 m
18. Calcaire argileux idem 16 . . . . . 0,11 m
19. Schistes idem 2 . . . . . 0,30 m
20. Calcaire idem 16 . . . . . 0,35 m

Puis les bancs et les schistes ne s'individualisent plus, les calcaires deviennent de plus en plus argileux et tachetés. L'ensemble de l'affleurement est de teinte bleutée avec une altération jaunâtre. Presque tous les bancs sont diaclasés et varient latéralement d'épaisseur. Une fine pigmentation pyriteuse est presque toujours observable. Tous les niveaux sont fossilifères.

Zone à *Sonninia sowerbyi:*

Witchellia laeviuscula (Sowerby) (nombreux exemplaires)
Witchellia cf. *laeviuscula* (Sowerby) (nombreux exemplaires)
Witchellia corrugata (Sowerby)
Witchellia cf. *corrugata* (Sowerby)
Witchellia sp. ind. (nombreux exemplaires)
Sonninia cf. *modesta* Buckman
Sonninia cf. *decora* Buckman
Sonninia cf. *subcostata* Buckman
Sonninia sp. (aff. *substriata* Buckman)
Sonninia sp. (aff. *brevispinata* Buckman)
Dorsetensia sp. ind.
Holcophylloceras cf. *zignodianum* (d'Orbigny) (2 exemplaires)
Nombreux fragments d'*Ammonites* indéterminables
Lamellaptychus cf. *bajociensis* Trauth
Cornaptychus cf. *hectici* Quenstedt
Posidonia alpina (Gras) (formant parfois lumachelle)
Zoophycos (très nombreux)

7. Dans le Rio des Arses, des schistes argileux et finement sableux, très altérés, affleurent au-dessus de la rive gauche, à 1110 m.

Zone à *Sonninia sowerbyi* (?):
plusieurs fragments de *Witchellia* sp. ind.
Lamellaptychus bajociensis TRAUTH

8. Au SW de Montminard, à 960 m d'altitude, les travaux pour l'aménagement d'une route ont mis à jour des calcaires argileux gris foncé très durs, à cassure un peu esquilleuse, et des schistes argileux gris très altérés; quelques bancs sont très légèrement tachetés.

Zone à *Sonninia sowerbyi* ou *Otoites sauzei:*
Witchellia sp. ind. (?)
Oppelia sp. ind.
Aptychus
Posidonia alpina (GRAS)

Résultats biostratigraphiques: le Membre B cartographié sur le versant SE de l'anticlinal de Charmey appartient au Bajocien inférieur et moyen.

La zone à *Sonninia sowerbyi*, reconnue en plusieurs endroits, est généralement en contact avec la zone à *Pleydellia aalensis* (Membre A). Les *Witchellia* et essentiellement la *Witchellia laeviuscula* sont très fréquentes.

La zone à *Otoites sauzei* a été reconnue mais avec incertitude. C'est dans cette zone qu'apparaîtraient les premiers *Nannolytoceras tripartitum* (RASPAIL).

La zone à *Stephanoceras humphriesianum* n'est présente qu'au NE du col de Tichenuva où la bande cartographiée devient plus large.

La zone à *Garantiana garantiana* n'affleure pas dans cette unité tectonique.

La discontinuité des affleurements et l'absence de la zone à *Garantiana garantiana* ne me permettent pas de formuler un chiffre relatif à l'épaisseur du Bajocien.

Ces résultats concordent avec ceux d'HORWITZ (1932).

C) *Anticlinal de la Tsintre*

1. Aux Pâquiers, dans le ravin situé au SE du chalet, entre 1190 et 1220 m d'altitude affleurent des calcaires argileux gris-bleu généralement tachetés et durs, alternant avec des schistes argileux de même couleur; les nodules de pyrite y sont abondants. Vers le haut du ravin, un banc de calcaire pseudoolithique gris rompt la monotonie de cette série (en CM: les pseudoolithes, subcirculaires et souvent allongées, accompagnées de quelques oolithes et de rares grains de quartz, ne laissent que peu de place au ciment de calcite microgrenue). Les *Ammonites* sont rares et mal conservées.

Zone à *Stephanoceras humphriesianum:*
Stephanoceras sp. ind.
Stemmatoceras sp. ind.
Oppelia sp. ind.
Phylloceras sp. ind. (nombreux exemplaires)
Nannolytoceras tripartitum RASPAIL (nombreux exemplaires)
Bélemnites

2. A la Vieille Cierne, les affleurements sont minimes et très dispersés, ce sont des calcaires argileux gris clair tendres, à cassure conchoïdale. Je n'y ai pas trouvé d'*Ammonites*; par contre HORWITZ (1932, p. 20) et GILLIÉRON (1885, p. 134) signalent une faune de la zone à *Garantiana garantiana*.

3. Dans la Combe Ganet les affleurements sont très épars et d'aspect ruiniforme, ce sont des schistes et des calcaires argileux gris-bleu, légèrement tachetés, à cassure conchoïdale, avec nodules de pyrite. Zone a *Garantiana garantiana*, déterminations de L. PUGIN:

a) au-dessus de la rive gauche du Rio Ganet
à 1410 m: *Garantiana baculata* QUENSTEDT)
Garantiana sp. ind. (2 exemplaires)
à 1450 m: *Partschiceras viator* (D'ORBIGNY)
Garantiana sp. ind.
à 1400 m, en éboulis:
Garantiana garantiana (D'ORBIGNY)
Garantiana cf. *baculata* (QUENSTEDT)
Vermisphinctes martinsi (D'ORBIGNY)

b) à 1550 m: sur le chemin qui conduit au col de Vounetse:
Garantiana tercieri PUGIN
Garantiana crassa BENTZ?
Partschiceras viator (D'ORBIGNY)

c) à 1540 m: au SE du gisement précédent:
Patschiceras viator (D'ORBIGNY)
Lamellibranche

d) au col de Vounetse, à 1565 m:
Oecotraustes sp. ind.
Perisphinctaceae

e) Les niches d'arrachement sises sur le versant NW de la Combe ont mis à jour les «Couches à *Nannolytoceras tripartitum*» qui représentent la partie sommitale du Membre B, leur puissance est d'environ 10 mètres[1]). Le premier banc gréseux roux (base du Membre C) est situé à mi-hauteur des niches; les couches pendent en moyenne de 30° vers le NW. Je n'y ai pas trouvé de fossile de zone. Les *Posidonia alpina* (GRAS) sont très abondantes.
En éboulis: *Sphaeroceras brongniarti* (SOWERBY) (dét. L. PUGIN).

4. Au SE de Vounetse, à 1525 m d'altitude, un petit glissement de terrain a découvert des schistes et des calcaires argileux gris-bleu, durs, très homogènes, à fine pigmentation pyriteuse, altérés en beige-olivâtre. (Dét. L. PUGIN).

Holcophylloceras zignodianum (D'ORBIGNY)
Partschiceras viator (D'ORBIGNY)
Partschiceras cf. *viator* (D'ORBIGNY)
Posidonia alpina (GRAS)

---

[1]) Pour la description pétrographique voir au paragraphe I.

5. Dans le ruisseau au N de Tichenuva Derrey, à 1305 m d'altitude, le Membre B est en contact avec la formation siliceuse (Lias moyen):

- Sur 1,40 m, zone broyée de schistes argileux gris foncé très altérés dans lesquels sont noyés quelques miches de calcaire argileux tacheté (fig. 13, p. 663).

Zone à *Otoites sauzei* (?):

Oppelia sp. (aff. *subradiata* SOWERBY)
Sonninia parvicostata BUCKMAN
Holcophylloceras zignodianum (D'ORBIGNY)
Phylloceras sp. ind.

- Interruption sur une épaisseur évaluée à 13 m: la roche est recouverte d'alluvions torrentielles.
- Calcaires argileux à grain très fin; ces bancs sont très résistants, altérés en gris-vert olive et parcourus de grandes taches ramifiées, noirâtres.

Sonninia cf. *substriata* BUCKMAN
Fragments de *Phylloceras*

- De 1320 à 1330 m, la roche n'affleure pas.
- Depuis 1330 m, les bancs plongent vers le NW suivant un angle légèrement inférieur à celui du ruisseau. Nous sommes sur l'axe de l'anticlinal qui subit une descente axiale de 25 à 45° vers le NW. Les affleurements présentent des calcaires argileux tachetés très durs, contenant de nombreux agrégats de pyrite. Les bancs sont tapissés de *Zoophycos* et entrelardés de schistes tachetés qui se débitent mal ou en épais feuillets.
- A 1340 m, la lithologie est inchangée, les schistes mesurent environ 30 cm d'épaisseur et les bancs 50 à 60 cm.

Zone à *Otoites sauzei* (?):

Oppelia sp. ind.
Sonninia sp. ind.
Phylloceras sp. ind.
Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (4 exemplaires)
Fragments d'*Ammonites*, probablement du genre *Oppelia*

- A 1345 m, la descente axiale est de 28 à 30° vers le NW.
- Environ 20 mètres avant le chemin, j'ai découvert un important gisement de *Stephanoceras* (zone à *St. humphr.*). Ces *Ammonites* sont si nombreuses qu'elles se chevauchent, de sorte qu'il n'est pas possible d'extraire un specimen dont l'espèce soit déterminable.
  La lithologie n'a pas changé, la roche est peut-être un peu plus olivâtre que précédemment et les *Zoophycos* sont moins abondants.
- Jusqu'au chemin, les affleurements sont très mal dégagés.
- Au-dessus du chemin, la descente axiale est de 32°; sur la rive droite, les couches plongent vers le SE de 40 à 50°.
- A 1360 m, sur la rive gauche affleurent des calcaires argileux bleus tachetés, à cassure conchoïdale.

Zone à *Stephanoceras humphriesianum:*

Stephanoceras cf. *freycineti* (BAYLE)
Stephanoceras cf. *humphriesianum* (J. DE C. SOWERBY)
Stemmatoceras sp. (aff. *subcoronatum* OPPEL)
Phylloceras kudernatschi (HAUER)

- A 1370 m, le lit du ruisseau est très large: sur la rive droite les bancs plongent vers le SE et sur la rive gauche vers le NW. Les pendages sont évidemment assez faibles puisque nous nous trouvons sur l'axe de l'anticlinal.
- A partir de 1375 m le ruisseau se rétrécit; la roche, tout en restant argileuse, devient extrêmement dure et plus ferrugineuse; elle est altérée en brun rouille. Les *Zoophycos* sont abondants mais les *Ammonites* semblent faire totalement défaut.

Résultats biostratigraphiques: le Membre B cartographié dans l'anticlinal de la Tsintre représente le Bajocien moyen et supérieur.

- La zone à *Otoites sauzei* a été reconnue avec incertitude dans le ruisseau sous Tichenuva Derrey;
- la zone à *Stephanoceras humphriesianum* est représentée dans le ruisseau sous Tichenuva Derrey et aux abords du chalet Les Pâquiers;
- les affleurements de la zone à *Garantiana garantiana* ne se trouvent que dans la Combe Ganet.

Les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*» marquent le passage du Bajocien au Bathonien; je n'ai malheureusement pas trouvé d'*Ammonites* me permettant de cerner cette limite d'âge avec précision. Selon J. VON DER WEID (1962), le Bathonien débuterait avant l'apparition du premier banc massif de calcaire gréseux roux, soit environ 8,50 m au-dessous de la limite lithologique.
La qualité des affleurements et les conditions tectoniques s'opposent à toute estimation de puissance.

D) *NW de l'anticlinal II*

Nous avons vu au chapitre précédent que les Membres A et B ne peuvent être différenciés lithologiquement.

Pour la description des affleurements et de la faune je renvoie le lecteur à la page 677.

Je dois encore ajouter que les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*» sont présentes mais beaucoup moins riches que dans l'anticlinal de la Tsintre. J'ai relevé deux gisements:

a) au NW de Schoresberg, entre 1330 et 1340 m d'altitude,

b) au N de Schoresberg, entre 1340 et 1350 m d'altitude, au pied d'une barre rocheuse.

Ces affleurements sont médiocres; ce sont des calcaires argileux brunâtres et des schistes argileux gris foncé légèrement tachetés.

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Les conditions de sédimentation évoluent très sensiblement de la base au sommet du Bajocien: dans la partie inférieure de l'étage, les intercalations de calcaire siliceux à spicules de *Spongiaires* (gaizes) relèvent d'un milieu moins bathyal que les assises franchement argileuses du Bajocien moyen et supérieur.

Afin de mieux saisir l'évolution du géosynclinal, jettons un coup d'œil rétrospectif: aux calcaires siliceux à spicules du Pliensbachien succédait la série argileuse du Toarcien inférieur, puis au sommet de la zone à *Lytoceras jurense* nous avions une brève réapparition des calcaires argileux à spicules, et voici qu'au Bajocien inférieur nous retrouvons des intercalations de calcaires à spicules de *Spongiaires* marquant une nouvelle oscillation de la sédimentation.

La dissymétrie des faciès reconnue dans l'anticlinal II durant le Pliensbachien et le Lias supérieur tend à s'atténuer au Bajocien bien que les calcaires demeurent

moins argileux et les schistes moins importants que dans les anticlinaux de Charmey et de la Tsintre, mais les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*» y sont représentées; la présence de grains de quartz témoigne encore d'un caractère légèrement détritique que ne possèdent pas les sédiments bajociens du front de la nappe.

Le Membre C (Bathonien)

Bien que le Membre C occupe une importante partie du terrain étudié, aucun affleurement ne se prête à un levé de détails. Les affleurements sont non seulement épars et minimes mais encore la faune y est très pauvre; ainsi la région décrite dans ce travail n'est absolument pas propice à l'étude du Membre C.

La limite lithologique inférieure est particulièrement facile à suivre puisqu'elle se trace à l'apparition du premier banc massif de calcaire gréseux ou pseudoolithique ou oolithique, dont la couleur d'altération rousse contraste avec le gris clair des couches sous-jacentes. L'intercalation de bancs massifs et très résistants au sein de la formation calcaréo-argileuse se traduit dans la morphologie par un relief bien marqué (crête de Vounetse).

I. Lithologie

1. *Les calcaires gréseux:* la couleur d'altération rousse se propage profondément à l'intérieur de la roche qui devient gris très foncé. Les grains de quartz sont subanguleux à subarrondis et leur diamètre varie de 0,1 à 0,4 mm; ils sont accompagnés mais dans une moindre proportion de paillettes de micas, essentiellement de muscovite. On y rencontre fréquemment quelques grumeaux et pseudoolithes et même parfois quelques oolithes. L'épaisseur de ces bancs varie de 4 à 70 cm.

Les calcaires gréseux du Membre C présentent très souvent des laminae à débris charbonneux riches en paillettes de muscovite. Enfin leur ressemblance avec le faciès Flysch est très caractéristique: le mur et le toit des bancs présentent parfois des pistes d'organismes et de ces reliefs souvent énigmatiques bien connus dans les dépôts du Flysch sub-alpin.

Il est remarquable de constater combien ces sédiments, pourtant très durs, peuvent se plissoter sans se rompre.

2. *Les calcaires pseudoolithiques*: aux pseudoolithes (diamètre compris entre 0,1 et 0,6 mm) sont toujours mêlés, en proportion variable, des oolithes, des grumeaux et des grains de quartz. Ces calcaires contiennent fréquemment des microgalets et même des lentilles (longueur du plus grand axe compris entre 5 et 20 mm) de calcaire cryptocristallin argileux.

3. *Les calcaires oolithiques:* les oolithes sont très proches les unes des autres; leur structure est souvent reconnaissable sans avoir recours à l'usage de la loupe.

4. *Les calcaires, calcschistes et schistes argileux* sont régulièrement intercalés entre les bancs gréseux, pseudoolithiques ou oolithiques. Ils sont gris-bleutés avec auréole d'altération beige. La pyrite, sous forme de nodules ou de minuscules agrégats, est abondante. Les calcaires argileux présentent le plus souvent une cassure conchoïdale; s'ils contiennent des grains de quartz, c'est toujours dans une très petite proportion; sous le microscope, ils révèlent parfois une structure grumeleuse.

II. Description des affleurements et paléontologie

A) Entre l'anticlinal de Charmey et celui de la Tsintre, le Membre C représente la plus jeune unité du *synclinal de Vounetse* (les pendages indiqués sur la carte révèlent immédiatement la présence des deux flancs. J'évalue sa puissance à quelque 150 mètres, mais il est bien évident qu'une partie d'importance difficile à estimer a été emportée par l'érosion. Les conditions d'observation sont extrêmement défavorables.

1. J'ai été contraint de tracer la limite septentrionale en traits-tirés car les affleurements sont très dispersés. Il est fort probable que la base du Membre C ait été retenue en profondeur, tout comme la partie supérieure du Membre B (voir au chapitre précédent p. 685), car les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*» ne sont pas visibles dans ce flanc du synclinal.

2. Description du ruisseau qui du SW de Vounetse descend vers «En la Gitettaz»: (les affleurements sont distants les uns des autres, mais un levé au 1 : 10000, tel que je l'ai fait, ne permet pas de les individualiser sur la carte.[1])

- Les premiers bancs de calcaire gréseux apparaissent vers 1210 m, au-dessus de chaque rive.
- A 1235 m, au-dessus de la rive gauche, des calcaires finement gréseux alternent avec des schistes argilo-sableux.
- A 1250 m, des bancs de calcaire gréseux à altération rousse émergent ici et là des alluvions.
- A 1260 m, sur la rive gauche, des bancs de calcaire gréseux riches en laminae à débris charbonneux, fortement diaclasés et broyés, pendent de 75 à 80° vers le SE. Les calcaires argileux et les schistes apparaissent rarement: étant plus tendres, ils ont été érodés et recouverts d'alluvions.
- Quelques bancs de calcaire gréseux et micacés affleurent à 1270 m, puis à 1310 m.
- De 1310 à 1360 m, une couverture de tuf calcaire masque la roche.
- A 1360 m, sous la ligne du télécabine, j'ai relevé la présence de calcaire gréseux fortement micacé se débitant suivant les laminae à débris charbonneux, de schistes argilo-sableux mouchetés de débris charbonneux, et de calcaire argileux altéré en beige-olivâtre.

Bathonien supérieur (?):

Siemiradzkia (Siemiradzkia) sp. ind. (aff. *verciacensis* (LISSAJOUS) ?)
Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL)
Posidonia alpina (GRAS)

- Depuis 1400 m (point de confluence des ruisseaux) la pente s'accentue, nous entrons dans une zone déboisée et en glissement, recouverte d'éluvions. Seuls les sommets de quelques niches d'arrachement présentent des bancs en place: tous les types décrits dans la lithologie sont représentés, ils sont tapissés de *Zoophycos*.
- La niche d'arrachement indiquée sur la carte au-dessus de 1500 m ne découvre que quelques bancs en place dans sa partie sommitale; ce sont des calcaires gréseux avec laminae à débris charbonneux et des calcaires argileux constellés de minuscules débris charbonneux.

Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (nombreux exemplaires)
Posidonia alpina (GRAS)
Zoophycos

3. La niche d'arrachement sise au NW de Vounetse, entre 1470 et 1540 m offre tous les types de roches décrits dans la lithologie, mais les roches argileuses sont dominantes.

Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (nombreux exemplaires)
Phylloceras sp. ind. (plusieurs exemplaires)
Posidonia alpina (GRAS)

---

[1]) Cette remarque est valable pour toute la surface cartographiée selon la légende du Membre C.

4. Dans les pâturages au N et au NW des Banderettes, j'ai cartographié trois horizons où abondent les *N. tripartium* (RASPAIL). Les roches argileuses y sont dominantes.

5. Le long de la petite crête située au N des Banderettes, entre 1460 et 1480 m, j'ai récolté quelques fossiles dans des calcaires argileux légèrement tachetés, durs, se débitant en cubes irréguliers suivant des plans altérés:

Oecotraustes sp. ind. (?)
Nannolytoceras tripartitum (RASPAIL) (plusieurs exemplaires)
Fragments d'*Ammonites* indéterminables

6. A l'E-SE du chalet Poyet Riond, au-dessus de la rive gauche du ruisseau, à 1310 m, un petit affleurement m'a livré, en association avec *N. tripartitum* (RASPAIL) un exemplaire de

Procerozigzag crassizigzag (S. BUCKMAN)

de la zone à *Zigzagiceras zigzag* (Bathonien inférieur).

7. Sur la crête qui, de Vounetse descend vers le NE, en direction de la vallée de l'Essert, j'ai cartographié, entre 1410 et 1570 m, une bande oolithique dont je ne puis préciser l'épaisseur. Ce sont des calcaires oolithiques gris clair avec auréole d'altération beige-brunâtre: les oolithes, grandes et proches les unes des autres, cèdent parfois un peu place à des passées finement gréseuses.

Au SE de cette crête, des calcaires gréseux, pseudoolithiques et parfois un peu oolithiques déterminent des abrupts. La particularité de ces affleurements est de présenter des rubans et rognons de silex que je n'ai jamais remarqués ailleurs. Les pendages ne sont pas mesurables mais ils paraissent être vers le NW.

8. Avant la mise en place des pylônes du télécabine de Vounetse j'ai suivi chacune des excavations. La seule à présenter un certain intérêt se situait à 1540 m: j'y ai trouvé des calcaires pseudoolithiques finement gréseux comprenant des lentilles de calcaire argileux à structure grumeleuse (le plus grand axe de ces lentilles mesure de 5 à 20 mm); à ces calcaires, étaient associés des calcaires argileux gris clair dans lesquels j'ai trouvé deux *Ammonites* mal conservées:

Oppeliidae (*Hecticoceratinae*)
Oppeliinae (*Paroecotraustes*?)

9. A proximité de la fontaine du chalet Drotzu, j'ai récolté des fragments d'*Ammonites* malheureusement indéterminables et de nombreuses *Posidonia alpina* (GRAS).

10. Les niches d'arrachement sises sur le versant NW de la Combe Ganet ont mis à jour le seul affleurement montrant le passage du Membre B au Membre C. Les bancs sont plissotés, diaclasés et hachés de petites failles à faible rejet. Comme je le disais au chapitre précédent, le premier banc gréseux est situé à mi-hauteur des niches. Les calcaires gréseux, puissants de 4 à 50 cm, sont régulièrement entrecoupés de calcaires, calcschistes et schistes argileux généralement plus épais, j'en ai mesuré de 17 à 150 cm, la moyenne se situant aux environs de 35 cm.

Les *N. tripartium* (RASPAIL) sont toujours fréquents. Au-dessus du 14e banc gréseux, soit juste au-dessous de la crête, se trouvait l'unique *Ammonite* caractéristique que j'aie eu la chance de découvrir:

Ebrayiceras filicosta (WETZEL)

de la zone à *Zigzagiceras zigzag* (Bathonien inférieur)

En éboulis, j'ai ramassé deux fragments indéterminables de

Perisphinctidae

Considérations biostratigraphiques: la découverte d'un *Ebrayiceras* à l'affleurement 10 et d'un *Procerozigzag* à l'affleurement 6 m'autorise à considérer le Membre C d'âge Bathonien. La pauvreté de la faune ne m'a pas permis de préciser d'avantage la limite Bajocien-Bathonien qui serait située au-dessous de la limite lithologique (voir p. 688).

Si la *Siemiradzkia* signalée à l'affleurement 2 se rapportait vraiment à l'espèce *verciacensis*, le Bathonien supérieur serait représenté dans le synclinal de Vounetse, ou tout au moins dans la partie occidentale de celui-ci.

Rappelons que les *Phylloceras* et surtout les *Nannolytoceras tripartitum* (RASPAIL) se rencontrent fréquemment dans tout le Membre C du synclinal de Vounetse.

B) *Versant SE de l'anticlinal de la Tsintre*

Les affleurements sont encore plus réduits et dispersés que dans le synclinal de Vounetse.

1. A l'arête Vieille Cierne, j'ai cartographié le Membre C sur le versant S du col, mais je m'empresse de dire que les affleurements y sont si faibles que l'on se demande si la roche est vraiment en place. Ce sont des calcaires argileux gris, très durs, à cassure un peu esquilleuse; je n'ai pas vu de calcaires gréseux, pseudoolithiques ou oolithiques. HORWITZ (1939) y signale le Bathonien supérieur:

   «*Lytoceras polyhelictum* BÖCKH.
   Lytoceras tripartium (RASPAIL)
   Perisphinctes aequalis ROEM.
   Phylloceras subobtusum KUDERN.
   Phylloceras (?) *julii* (PARONA)
   Stephanoceras (*Cadomites*) *rectelobatus* (HAU).
   Divers *Térébratules, Rhynchonelles et Lamellibranches*»

2. Sur le versant SE de la Combe Ganet, la majorité des affleurements, tous minuscules, présentent des calcaires gréseux ou pseudoolithiques avec laminae à débris charbonneux; il ne faut cependant pas croire que les roches argileuses aient perdu de l'importance; si elles sont moins fréquentes, c'est que l'érosion y a taillé des rentrants par la suite remplis d'éboulis. Les *Nannolytoceras tripartitum* RASPAIL et les *Posidonia alpina* (GRAS) sont fréquents.

C) *Anticlinal I*

Le Membre C est la plus ancienne unité lithologique affleurant dans les limites de mon terrain.

Les affleurements cartographiés représentent vraisemblablement la partie supérieure du Membre C. Ce sont des calcaires oolithiques, pseudoolithiques ou gréseux avec auréole d'altération rousse et laminae à débris charbonneux en bancs de 4 à 70 cm; on rencontre également des plaquettes gréseuses de 1 à 3 cm d'épaisseur; les calcaires argileux sont extrêmement rares et les schistes sont absents ou ne constituent que des joints irrégulièrement visibles et très minces.

Je n'ai trouvé aucun fossile.

D) *Anticlinal II*

Les affleurements sont nettement mieux dégagés et plus nombreux que dans les précédentes structures mais n'offrent pas non plus la possibilité de lever un profil banc à banc.

Le Membre C y est également encadré de séries schisteuses et calcaréo-argileuses plus tendres; ses limites inférieures et supérieures sont par conséquents soulignées dans la morphologie par une rupture de pente bien marquée.

Les calcaires oolithiques sont nettement plus importants que dans les structures septentrionales, j'en ai relevé quatre horizons malheureusement difficiles à suivre, surtout dans la partie orientale du territoire étudié.

Description du versant W du Leim-Graben: à l'intérieur de la forêt, entre 1340 et 1350 m, affleurent les «couches à *Nannolytoceras tripartitum*». Le premier banc oolithique est situé au pied de la falaise indiquée sur la carte. Cette barre rocheuse, essentiellement constituée de calcaires oolithiques, ne permet pas de lever un profil détaillé; mais voici la succession observée:

- calcaire oolithique brun, les oolithes sont rondes et de taille variable; la structure concentrique est bien conservée;
- calcaire oolithique gris-mauve avec grains de quartz dont le diamètre est plus ou moins semblable à celui des oolithes;
- la taille des oolithes diminue fortement et les grains de quartz prennent de l'importance;
- calcaires pseudoolithiques;
- calcaires finement oolithiques;
- ravinement creusé aux dépens d'une zone schisteuse, on y trouve les termes lithologiques suivants:
  a) schistes sableux gris bleuté, très feuilletés,
  b) schistes argileux tachetés gris clair et bleu,
  c) calcschistes sableux avec inclusion d'une multitude de petits galets calcaires dont quelques-uns mesurent plus d'un mm de diamètre,
  d) calcaires gréseux contenant quelques débris charbonneux,
  e) calcaires pseudoolithiques avec quelques oolithes et galets calcaires atteignant 2 mm de diamètre, grains de quartz,
- nouvelle série monotone de calcaires oolithiques;
- le passage au Membre D s'observe avec plus de détails le long d'un chemin, à 1490 m d'altitude:

1.	bancs de calcaires gréseux de couleur claire	X	m
2.	bancs de calcaires très finement oolithiques avec grains de quartz en forte proportion . . . environ	2,00	m
3.	trois bancs de calcaire finement gréseux et pseudoolithique. En CM: grains de quartz (diamètre compris entre 0,1 et 0,2 mm), grumeaux et pseudoolithes avec termes de passage, ciment peu important de calcite grenue et microgrenue	0,95	m
4.	un banc de calcaire pseudoolithique et gréseux. En CM: grains de quartz subanguleux (diamètre compris entre 0,1 et 0,4 mm), pseudoolithes de même grandeur, de forme ronde ou allongée, ciment peu important de calcite microgrenue	0,65	m
5.	calcaire gréseux avec de minuscules oolithes disparaissant dans la partie supérieure du banc	0,10	m
6.	idem 3	0,58	m
6/7.	Joint de stratification		
7.	calcaire finement gréseux gris foncé. En CM: grains de quartz subanguleux (diamètre compris entre 0,1 et 0,3 mm), ciment calcaire de structure cryptocristalline englobant des agrégats de calcite grenue	0,49	m

8. calcaires oolithiques et gréseux . . . . . environ 1,00 m
9. calcaire gréseux devenant oolithique et gréseux dans la partie supérieure du banc . . . . . 0,39 m
10. plusieurs bancs de calcaire gréseux idem 7 . . . . . 2,80 m
11. calcaire pseudoolithique et gréseux gris foncé; augmentation de la teneur en quartz au sommet du banc . . . . . 0,37 m
12. calcaire gréseux . . . . . 0,30 m
13. calcaire gréseux avec plages oolithiques dans la partie inférieure du banc . 1,11 m
14. calcaire gréseux . . . . . 0,38 m
15. schistes argilo-siliceux . . . . . environ 0,70 m
16. quatre bancs de calcaire gréseux, respectivement de 0,51, 0,64, 0,80 et 0,59 m 2,54 m
17. complexe schisteux entrecoupé de petits bancs gréseux . . . . . 2,15 m
18. schistes et calcschistes argilo-siliceux comprenant des petits bancs gréseux de 4 à 30 cm d'épaisseur . . . . . 5,05 m
19. schistes et calcschistes argileux entrelardés de petits bancs très finement gréseux de 4 à 5 cm d'épaisseur . . . . . 4,55 m
20. calcaires gréseux avec plages finement oolithiques à la base du complexe . environ 3,70 m
21. petit ravinement dans lequel passe la limite avec le Membre D: début d'une longue et monotone série de schistes brunâtres.

III. Considérations biostratigraphiques

Quelques *Ammonites* récoltées dans la partie inférieure du Membre C du synclinal de Vounetse m'ont permis d'attribuer au Bathonien l'unité lithologique décrite dans ce chapitre. Dans l'anticlinal de la Tsintre et dans les anticlinaux principaux I et II mes recherches de fossiles sont demeurées sans résultat, ce n'est donc que par analogie lithologique que je considère le Membre C de ces structures d'âge Bathonien.

Signalons encore que l'examen de quelques coupes minces a révélé la présence de *Foraminifères* dont j'ai volontairement négligé l'étude car un minutieux travail sur la microfaune du Bathonien dans la chaîne du Kaiseregg est actuellement en cours (M. Gisiger, thèse à paraître).

IV. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Malgré la déplorable discontinuité des affleurements, j'ai pu constater quelques variations de faciès entre le Membre C du synclinal de Vounetse et du flanc SE de l'anticlinal de la Tsintre d'une part et celui de l'anticlinal II d'autre part. Le Membre C de l'anticlinal I ne peut entrer en considération car sa plus grande partie est érodée ou masquée par l'éboulis.

Le Membre C du synclinal de Vounetse et de l'anticlinal de la Tsintre traduit par ses rapides alternances de sédiments argileux et de calcaires gréseux (plus rarement oolithiques et pseudoolithiques) une grande instabilité des conditions de sédimentation. Dans l'anticlinal II, les calcaires oolithiques constituent la plus grande partie du Membre, les roches argileuses sont rares; les variations de faciès sont beaucoup moins fréquentes et s'établissent plus calmement.

Les dépôts actuellement au front de la nappe relèvent d'un milieu bathyal où pullulent les *Lytoceras*, mais où des arrivées brutales d'abondants matériaux détritriques (quartz, micas, débris charbonneux, oolithes et pseudoolithes) remplacent

périodiquement les sédiments calcaréo-argileux. L'aire de sédimentation des dépôts de l'anticlinal II était plus proche de la zone d'apport et par conséquent plus régulièrement approvisionnée; d'ailleurs les grains de quartz et les galets calcaires y sont moins arrondis et d'un calibre très légèrement supérieur.

Le Membre D (Callovien et Oxfordien inférieur?)

Le Membre D occupe les premières niches d'arrachement au pied des grandes barres rocheuses (Dents Vertes et Vanils des Raveires). Sa coloration beige brunâtre, son aspect ruiniforme et sa situation permettent de détecter facilement sa présence.

La limite lithologique inférieure se trace entre le dernier banc masssif de calcaire gréseux, pseudoolithique ou oolithique altéré en roux et la base d'un épais complexe schisteux beige brunâtre; ce dernier peut encore contenir quelques bancs gréseux roux mais n'excédant pas 4 à 6 cm d'épaisseur. Cette limite est généralement difficile à suivre car les affleurements sont discontinus.

La limite lithologique supérieure est particulièrement aisée à situer puisqu'elle court au pied de la première falaise. Au-dessus des niveaux argileux beiges, parfois rouges ou légèrement verdâtres apparaissent subitement des schistes ou des calcaires noduleux que nous rattachons à la formation des calcaires massifs (MALM).

I. Lithologie

1. Les calcaires et les calcschistes argileux sont gris à gris-bleu clair avec une auréole d'altération beige brunâtre, parfois légèrement orangée. Ils produisent un son clair au choc du marteau et sont assez résistants; leur grain est très fin et homogène, leur cassure est finement esquilleuse. Ils contiennent presque toujours de la pyrite sous forme de minuscules taches bleu-noir, les agrégats de cristaux présentant l'éclat métallique jaune sont assez rares. Ce type de roche est parfois constellé de minuscules débris charbonneux dont les plus grands peuvent atteindre 1 cm de longueur.

Dans la partie supérieure du Membre, les calcaires argileux sont fréquemment chargés de glauconie.

L'observation en coupe mince révèle une structure cryptocristalline et très souvent une ébauche de structure grumeleuse (cf. CAYEUX 1935, Pl. XVIII, fig. 67); en proportion variable mais toujours très faible on rencontre les minéraux détritiques suivants: des grains de quartz subanguleux et souvent brisés dont le diamètre est inférieur ou égal à 0,1 mm, en moindre quantité des paillettes de muscovite et quelques grains de gluconie. Il n'est pas rare d'y rencontrer des spicules.

2. Les schistes argileux présentent les mêmes caractéristiques pétrographiques. L'extraction des fossiles y est quasi impossible car ils se débitent en grosses aiguilles.

Sous l'effet conjugué de la tectonique et de l'écrasement par l'énorme masse calcaire qui les surmonte les bancs passent insensiblement aux calcschistes et aux schistes; le résultat de ces phénomènes se traduit à l'affleurement par une surface moutonnée; il n'est par conséquent pas possible de mesurer l'épaisseur respective des bancs et des schistes; ces derniers semblent toutefois être les plus puissants.

Les calcaires, calcschistes et schistes que nous venons de décrire constituent la plus grande partie du Membre D.

3. Des calcaires gréseux rompent parfois la monotonie du faciès, particulièrement à la base du Membre. Ils sont gris foncé avec auréole d'altération rousse et constituent des petits bancs de 4 à 6 cm d'épaisseur. L'observation microscopique révèle une composition hétérogène; dans un ciment de calcite microgrenue et de calcaire cryptocristallin nous trouvons, en proportion variable, les éléments suivant:
des grains de quartz subanguleux et souvent brisés dont le diamètre varie entre 0,1 et 0,05 mm,
des grumeaux,
des pseudoolithes dont le noyau est souvent pyriteux,
de rares oolithes généralement brisées,
des paillettes de muscovite,
et une forte teneur en pyrite.

4. Dans la partie sommitale du Membre, on rencontre des calcaires et des calcschistes presque compacts ou à cassure largement esquilleuse avec rares pseudonodules aux contours irréguliers et faiblement soulignés. Ils sont beige olivâtre ou rouge lie-de-vin, ces deux teintes pouvant se côtoyer dans le même banc. Comme le faisait remarquer V. Gilliéron (1885, p. 140): «Cette couleur rouge n'appartient pas à certaines assises: elle semble parfois s'étendre assez loin dans le sens de la stratification, mais ordinairement elle ne forme que de grandes taches dans des couches essentiellement grises ou bleuâtres.»

L'observation en coupe mince révèle une structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse; ces calcaires sont riches en spicules généralement calcifiés, parfois même répondent-ils à la définition d'une gaize; ils contiennent également quelques *Radiolaires*.

II. Description des affleurements et paléontologie

A. Flanc SE de l'anticlinal de la Tsintre

1. Au pied de la Dent de Vounetse: l'épaisseur de la bande cartographiée est nettement supérieure à l'épaisseur réelle du Membre D car le pendage des couches détermine un angle très aigu avec la surface topographique. De ce fait, l'affleurement bien que continu ne se prête pas à un levé de détail, de plus, les strates sont souvent broyées et affectées de fauchage. La lithologie est très monotone, il s'agit de calcaires, calcschistes et schistes argileux (voir au paragraphe I) avec quelques intercalations de calcaires gréseux roux à la base du Membre.

Les fossiles et les *Ammonites* en particulier ne sont pas rares mais généralement rendus indéterminables par l'écrasement. J'ai récolté la faune suivante:

a) à 1650 m, sur la petite crête descendant vers le col:

Callovien (supérieur?)

Rursiceras sp. ind.
Hecticoceras sp. ind.
Ammonites ind.
Bélemnite
Lamellibranches
Globochaete alpina Lombard (4 ex.)

b) à 1630 m, dans la dépression la plus septentrionale
Callovien (moyen ou supérieur)

Reineckeia sp. ind.
Nannolytoceras cf. *tripartium* (RASPAIL)
Lytoceras ind.

c) à 1600 m, au N du décrochement
Callovien supérieur

Reineckeia (*Kellawaysites*) sp. ind.
Hecticoceras (*?Jeanneticeras*) sp. ind.
Perisphinctinae
Ammonites ind.
Bélemnite
Térébratules
Bivalves
Globochaete alpina LOMBARD

2. A l'arête Vieille Cierne: le versant occidental de l'arête présente un affleurement bien dégagé dans la partie supérieure du Membre.

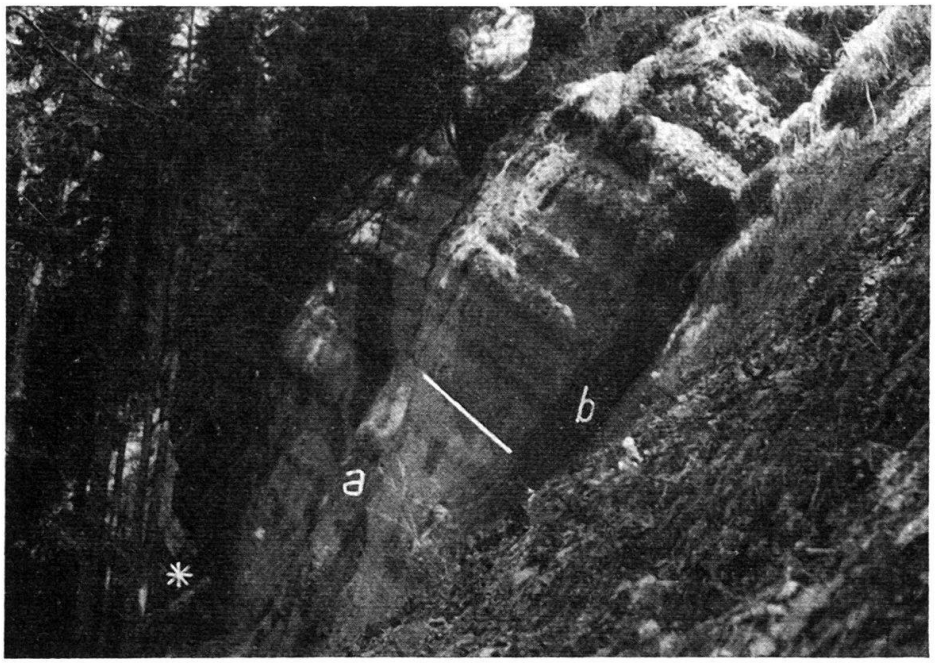


Fig. 16.: La limite entre les niveaux *a* et *b* du Membre D, à l'arête Vieille Cierne.
* = gisement fossilifère

a) Calcaires, calcschistes et schistes argileux gris clair à cassure finement esquilleuse; ces roches ont une densité relativement élevée due à une forte teneur en pyrite; les débris charbonneux sont assez fréquents mais irrégulièrement répartis dans le niveau. En CM: la structure est cryptocristalline avec passages à la structure grumeleuse, les grains de quartz sont rares et la teneur en glauconie augmente peu à peu vers le sommet du niveau. Les microorganismes sont assez rares, j'ai remarqué des spicules, quelques *Textulariidae*, quelques *Miliolidae* et fragments de *Foraminifères* indéterminables . . . . . environ 10,00 m
A la base de ce niveau, les fossiles sont abondants mais mal conservés et difficiles à extraire, (Fig. 16)

Callovien (probablement moyen, éventuellement supérieur):
Reineckeia cf. *grossouvrei* PETITCLERC
Reineckeia sp. ind. (4 ex.)
Hecticoceras (*Lunuloceras*) *compressum compressum* (QUENSTEDT, 1849)
Hecticoceras sp. ind. (2 ex.)
Ammonites ind.
Modiola
Exogyra
Rhynchonelles
Térébratules

b) Calcaires beige olivâtre avec auréole d'altération pulvérulente grise, la cassure est largement esquilleuse. La surface altérée de ces bancs présente un aspect très grossièrement noduleux. En CM: calcaire très homogène de structure grumeleuse peu marquée, très rares et minuscules paillettes de muscovite;
spicules généralement calcifiés
quelques *Radiolaires*
Globochaete alpina LOMBARD (nombreux exemplaires)
Les bancs ne sont pas discernables mais on remarque une alternance de légers rentrants et sortants; les rentrants soulignent des bancs faiblement argileux environ 4,80 m

A 1,50 m de la base, Callovien supérieur ou Oxfordien inférieur:
Alligaticeras ou *Properisphinctes* sp. ind.
Phylloceratidae
Gastéropode
Térébratules
Rhynchonelles
A 2,70 m de la base:
Phylloceras (aff. *manfredi* OPPEL)
Térébratule

c) Calcaires verdâtres à cassure finement esquilleuse. En CM: calcaire à spicules (gaize), structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse, passées un peu siliceuses; les spicules sont généralement calcifiés, quelques-uns sont en calcédoine; ils sont accompagnés de quelques *Radiolaires*. . . . . environ 1,50 m

d) Calcaires rouges et beige brunâtre tachetés de rose avec quelques pseudo-nodules aux contours irréguliers et faiblement soulignés. En CM: idem c) . . environ 2,50 m

L'affleurement est interrompu sur environ 2,50 à 3,00 m, puis apparaissent les premiers schistes noduleux.

Considérations biostratigraphiques: l'ensemble du Membre D appartient au Callovien. Je n'ai pas pu préciser la limite Bathonien-Callovien, les sédiments proches de la limite lithologique étant tout à fait stériles. Mais à l'entrée du Motélon, à moins de 2 km de la Tsintre, M. CHATTON (1947) a découvert des *Ammonites* caractéristiques de la base du Callovien dans la première couche épaisse de schistes: ainsi la limite pétrographique coïncide avec la limite biostratigraphique.

Le problème de la limite Callovien-Oxfordien n'a jamais été résolu dans les Préalpes médianes et l'existence de l'Oxfordien inférieur (zones à *Q. mariae* et *C. cordatum*) est difficile à démontrer. Il est cependant très probable que les niveaux b), c) et d) décrits à l'arête Vieille Cierne représentent cet Oxfordien inférieur.

La microfaune n'a pas été l'objet d'une étude particulière; l'examen de 12 coupes minces a révélé la présence de *Textulariidae*, de *Miliolidae* et, dès le Callovien supérieur, de quelques *Globochaete alpina* LOMBARD, forme généralement signalée dans les Préalpes dès l'Oxfordien.

B. Anticlinal I

Le Membre D semble être tectoniquement réduit. Les conditions d'observation étant peu favorables, j'ai dû me contenter de décrire sommairement le deuxième affleurement à partir de l'W, entre 1080 et 1110 m, sur le versant oriental d'une petite arrête (coord. 581, 630/162, 250):

1.	Calcaires, calcschistes et schistes argileux gris altérés en beige, avec débris charbonneux et grains de glauconie; ces sédiments se débitent en aiguilles suivant une direction perpendiculaire à la stratification . . . . environ	18,00 m
2.	Idem 1 mais à grain plus fin	6,50 m
3.	Calcaire beige-brunâtre à cassure finement esquilleuse, avec horizon de silex à la base (5,5 cm). En CM: calcaire dont la structure présente le type intermédiaire entre le calcaire grumeleux et le calcaire pseudoolithique (cf. CAYEUX 1935, Pl. XVIII, fig. 69), ciment de calcite microgrenue, rares grains de glauconie et de quartz; quelques calcisphères et Textulaires	1,10 m
3/4.	Schistes un peu siliceux	0,08 m
4.	Idem 3 avec un ruban de silex au milieu du banc	0,60 m
5.	Idem 3, à la base du niveau plaquettes de 2,5 à 10 mm d'épaisseur et délits de silex	0,78 m
6.	Formation calcaire: calcaire noduleux gris (p. 704)	

Je n'y ai trouvé aucun fossile, toutefois par analogie avec la région décrite par M. CHATTON (1947), le Membre D peut être considéré d'âge Callovien.

C. Anticlinal II

Les affleurements sont épars et discontinus, les limites inférieure et supérieure rarement visibles. La meilleure section est située à mi-distance entre Ackerstutz et Vordere Maischüpfen dans un couloir d'avalanche: les schistes argileux occupent une place prépondérante et sont irrégulièrement entrecoupés de bancs gréseux ou pseudoolithiques avec rubans de silex.

a) Les schistes argileux sont gris clair avec auréole d'altération beige orange, leur épaisseur varie de 0,40 à 1,00 m, ils produisent un son métallique au choc du marteau et se débitent en fines plaquettes, leur cassure est finement esquilleuse. Ces schistes comprennent parfois des petits bancs ou plaquettes de même nature pétrographique. En CM: ces roches présentent une structure microgrenue ou parfois crypto-cristalline avec ébauche de structure grumeleuse, on y trouve quelques grains arrondis de quartz; les débris organiques ne sont pas rares: spicules, *Radiolaires*, articles de *Crinoïdes* et fragments de *Bivalves*.

b) Les bancs gréseux et pseudoolithiques sont peu épais (10 à 15 cm); ils ont une auréole d'altération brunâtre ou rousse contrastant violemment avec les teintes claires des schistes. Le milieu de ces bancs est presque toujours entièrement silicifié. Au sein des schistes on trouve également des plaquettes de même nature, de 0,5 à 2 cm d'épaisseur.

Dans la partie sommitale du Membre, les calcaires gréseux se chargent de glauconie; en CM on constate que le ciment de calcite englobe également quelques grumeaux et pseudoolithes, que les grains de quartz sont anguleux à subanguleux et de même dimension que les grains de glauconie, soit 0,1 à 0,05 mm.

Relevons encore qu'au NE du «l» de «Le Brésil», à 1010 m d'altitude affleure le même niveau de calcaires rouges que celui décrit à l'arête Vieille Cierne (paragraphe d), p. 698); il est par contre un peu calcschisteux et mesure environ 3 m d'épaisseur.

Puis à 1110 m, en bordure E du pierrier, nous retrouvons ce même niveau, puissant d'environ 4 m; les calcaires rouges sont régulièrement entrecoupés d'un liséré gris clair à vert pâle; on y observe déjà quelques ébauches de nodules. Les calcaires noduleux apparaissent directement au-dessus de ces «couches rouges».

Considérations chronostratigraphiques: malgré de patientes recherches je n'ai pas récolté le plus petit fragment d'*Ammonite*. HORWITZ (1939, p. 378) signale un *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTHEIM en éboulis. Ce n'est donc que par analogie de faciès que j'attribue le Membre D de l'anticlinal II au Callovien.

III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Malgré la discontinuité des affleurements, nous pouvons dire que les conditions de sédimentation sont presque uniformes dans la région étudiée; en fait, dans l'anticlinal II, la proportion d'argile paraît être un peu plus faible et les minéraux détritiques (quartz et muscovite) un peu moins rares.

Le faciès bathyal occupe une place primordiale mais les intercalations de calcaire gréseux et pseudoolithique reflètent l'arrivée brutale de matériaux détritiques dans le géosynclinal. Dans la partie supérieure du Membre, les sédiments se chargent de glauconie et l'on constate une diminution de la teneur en argile; le faciès devient moins profond: le passage à la formation calcaire s'établit progressivement.

CHAPITRE VII

La formation des calcaires massifs (MALM)

I. Généralités

La formation des calcaires massifs constitue les hautes barres rocheuses de la chaîne des Dents Vertes et des Vanils des Raveyres. Elle peut être subdivisée en trois groupes lithologiques distincts:

1. La base de la formation est caractérisée par des niveaux de calcaires, de calcschistes et de schistes noduleux et présente encore quelque horizons argileux. Lithologiquement cartographiable, nous l'appellerons désormais le «membre noduleux» (Argovien auct.).

Sa limite inférieure est très nette puisqu'elle se trace à l'apparition du premier niveau noduleux; de plus elle est soulignée dans la morphologie par une rupture de pente.

Sa limite supérieure par contre est beaucoup moins précise: elle se place au sommet du dernier niveau noduleux, qui est généralement difficile d'accès; mais se trouvant habituellement au pied d'une forte rupture de pente, cette limite peut être cartographiée sans trop de difficulté.

La puissance exacte du membre noduleux n'a pas pu être précisée, elle est probablement de l'ordre d'une cinquantaine de mètres.

2. La partie médiane de la formation est de loin la plus importante puisque son épaisseur atteint 100 à 110 mètres. Elle se distingue par une succession de séquences dont la fondamentale se présente comme suit: brèche ou microbrèche passant progressivement à un calcaire pseudoolithique qui, à son tour, s'affine peu à peu pour faire place à un calcaire grumeleux, le dernier terme de la séquence étant un calcaire compact, de structure cryptocristalline. Le passage d'une séquence à l'autre s'effectue sans transition: au calcaire compact succédera la brèche de la séquence suivante. Les séquences que j'ai observées sont quelquefois rythmiques, le plus souvent lacunaires, parfois arythmiques. La partie médiane de la formation (Séquanien, Kimméridgien, Tithonique inférieur auct.) présente donc la forme des séries dites pararythmiques (A. Lombard 1956, p. 270 et 534).

3. La formation se termine par une série monotone de calcaires compacts et sublithographiques (Portlandien supérieur et base du Berriasien) dans laquelle s'intercalent exceptionnellement des calcaires finement pseudoolithiques (à la coupe du «Brésil», j'en ai relevé 5 bancs d'une épaisseur inférieure ou égale à 20 cm. alors que la puissance de la série est d'environ 45 mètres).

Cette série, bien que très différente de la précédente, ne peut être isolée sur la carte car sa limite inférieure traverse des régions inaccessibles tout au moins pour un alpiniste inexpérimenté.

II. Lithologie

A. Roches propres au membre noduleux

1. Les calcaires, calcschistes et schistes noduleux sont généralement gris clair ou légèrement verdâtres, parfois gris mauve, assez rarement rouge lie-de-vin. Les nodules sont calcaires tandis que leur gangue se différencie par une teneur en argile très variable. Ces niveaux contiennent des *Ammonites* qui se confondent facilement avec les nodules, particulièrement les genres *Sowerbyceras* et *Phylloceras*. Les strates à nodules sont plus fréquentes dans la chaîne des Dents Vertes (flanc N du synclinal de la Dent de Broc) qu'aux Vanils des Raveyres (flanc S du synclinal de la Gruyère) et sont de plus en plus distantes à mesure que l'on s'approche de la série pararythmique.

2. Les brèches monogènes présentent des galets de calcaire compact; ces éléments sont souvent juxtaposés en s'impressionnant mutuellement; le ciment montre une structure très finement pseudoolithique. Ce type de brèche est peu fréquent, il se rencontre uniquement dans le membre noduleux.

3. Les calcaires faiblement argileux sont assez rares, ils se présentent en plaquettes ou en bancs généralement peu épais. Leur cassure est finement esquilleuse si la structure est grumeleuse, ou conchoïdale si la structure est cryptocristalline. Ils contiennent des spicules, des *Radiolaires* et des *Globochaete*.

4. Les schistes argileux gris verdâtre se débitent en fines aiguilles, leur présence est assez rare et leur épaisseur n'excède qu'exceptionellement 10 cm.

B. Roches de la séquence fondamentale caractérisant la partie médiane de la formation

1. Les brèches et les microbrèches polygènes: la majorité des éléments constitutifs sont anguleux ou subanguleux si bien qu'aucun échantillon n'a pu être considéré comme conglomérat. Nous appellerons microbrèches les roches dont la plus grande partie des éléments ont un diamètre inférieur à 2 mm. On peut distinguer deux types de brèches et de microbrèches:

a) les brèches contenant principalement les éléments suivants: des calcaires compacts à *Radiolaires*, des blocs de calcaire pseudoolitique ou oolithique, des articles de *Crinoides* et des fragments d'*Algues*; le ciment est grumeleux ou pseudoolithique, il occupe une place très restreinte. Ce type de brèche est le plus commun;

b) les brèches présentant essentiellement des blocs de calcaire compact à *Radiolaires* et par conséquent une très faible quantité de matériel d'origine néritique. Ce type pourrait facilement être confondu avec une brèche monogène qui, nous le verrons plus loin, relève d'un autre processus de formation.

Peu à peu la taille des éléments va décroître et le ciment prendre de l'importance, les brèches vont céder le pas aux calcaires pseudoolithiques.

2. Les calcaires pseudoolithiques ont une couleur d'altération brunâtre caractéristique. On reconnaîtra deux types bien distincts de calcaires pseudoolithiques:

a) les calcaires de structure chaotique dont la taille des pseudoolithes varie de 0,1 à 0,4 mm contiennent parfois quelques oolithes brisées ou dont la structure concentrique est en voie de disparition, des blocs remaniés de calcaire compact (jusqu'à 6 mm de diamètre) et plus rarement des articles de *Crinoïdes*. Ils présentent même parfois des passées bréchiques ou microbréchiques. Ces calcaires pseudoolithiques sont en somme un terme de passage entre les brèches polygènes et les calcaires pseudoolithiques du type b);

b) les calcaires dont la structure est parfaitement homogène; les pseudoolithes sont très proches les unes des autres et mesurent en moyenne 0,1 mm de diamètre.

3. Les calcaires grumeleux, comme les calcaires pseudoolithiques d'ailleurs, se distinguent facilement des calcaires compacts par leur couleur d'altération brunâtre et par leur cassure finement esquilleuse. La structure grumeleuse peut être à un stade de différenciation avancé se rapprochant de la structure pseudoolithique ou au contraire être à peine esquissée, annonçant déjà le dernier terme de la séquence fondamentale: les calcaires compacts.

4. Les calcaires compacts et sublithographiques sont beige clair, gris clair, gris bleuté ou gris légèrement verdâtre, leur cassure est très largement esquilleuse ou lisse. Ils deviennent un peu tachetés à l'extrême sommet de la formation.

La séquence fondamentale présente donc un granoclassement bien apparent.

Le silex est abondant dans toute la formation, soit sous la forme de rognons, soit sous la forme de petits bancs paraissant continus.

A la suite des déformations tectoniques un délit chloritique s'est intercalé entre certains bancs (ceci ne s'observe que dans la carrière du «Brésil»).

III. Description des affleurements

Deux facteurs ont rendu les conditions d'observations très défavorables: l'érosion et la tectonique. L'érosion a poli et façonné la tranche et la surface des bancs, les rendant fréquemment indiscernables; la direction et le pendage des couches ne sont pas souvent reconnaissables. Le jeu des décrochements et des chevauchements trouble un peu partout la succession stratigraphique.

A) *Flanc NW du synclinal de la Dent-de-Broc (versant N de la chaîne des Dents Vertes)*

1. *A l'arête Vieille Cierne,* les affleurements sont bien dégagés mais ne présentent pas d'intérêt du point de vue stratigraphique car la succesion chronologique des couches est bouleversée par la tectonique (voir Pl. III, profil 5).

Description faisant suite à celle du membre D (voir p. 698): au-dessus du niveau d), la roche est masquée par un enchevêtrement de grosses racines et d'arbres sur une épaisseur évaluée à 2,50 m, la limite lithologique entre la formation calcaréo-argileuse et la formation des calcaires massifs court dans ce passage.

5.	Schistes noduleux verts contenant des fragments indéterminables d'*Ammonites*	0,40 m
6.	Calcaires lités, en bancs de 2 à 15 cm, tantôt finement pseudoolithiques, tantôt grumeleux, avec termes de passage; la teinte de ces calcaires varie du beige au gris sombre; concrétions de silex	1,07 m
7.	Schistes noduleux verts	0,24 m
8.	Calcaire finement pseudoolithique beige	0,20 m
9.	Calcaire très finement pseudoolithique beige	0,24 m
10.	Schistes noduleux gris	0,41 m
11.	Calcaire noduleux gris-vert clair	0,13 m
12.	Schistes noduleux gris	0,18 m
13.	Calcaires et schistes noduleux gris-verdâtre se terminant par 13 cm de schistes environ	1,00 m
14.	Calcaire grumeleux devenant noduleux au sommet du banc; rubans de silex	0,56 m
15.	Calcaire grumeleux comprenant des passées de calcaire compact	0,52 m
16.	Schistes noduleux gris-vert	0,28 m
17.	Calcaire finement pseudoolithique dont le mur et le toit sont noduleux	0,25 m
18.	Calcaire très finement pseudoolithique devenant grumeleux au sommet du banc	0,15 m
19.	Schistes noduleux gris-vert	0,06 m
20.	Alternance de schistes noduleux gris-vert et de petits bancs mesurant 10 à 15 cm d'épaisseur; ces bancs sont presque toujours hétéropolaires: finement pseudoolithique ou grumeleux à la base et au sommet et compact au milieu du banc; le passage d'un calcaire à l'autre est souligné par une surface noduleuse environ	1,50 m

Zone à *Gregoryceras transversarium:*
Persphinctes (*Arisphinctes*) cf. *cotovui* SIMIONESCU
Sowerbyceras sp. ind.
Phylloceras cf. *manfredi* OPPEL

Les conditions d'observation ne permettent pas de poursuivre cette description niveau par niveau.

Il faut encore signaler la présence de calcaires et de calcschistes noduleux rouges aux environs de la cote 1390 (versant occidental de l'arête). On peut y cons-

tater que la limite des colorations ne suit pas celle des bancs. J'y ai trouvé de nombreux *Phylloceras* cf. *manfredi* OPPEL, des *Bélemnites* indéterminables et des *Térébratules* dont *Terebratula bouei* ZEUSCHN. HORWITZ (1939) signale les fossiles suivants:

«*Belemnites Royerianus* D'ORB.
Aspidoceras lusitanicum CHOFF.
Aspidoceras Tietzei NEUM.
Lytoceras polyanchomenum GEMM.
Lytoceras sp.
Oppelia (*Neumayria*) *callicera* OPP;
Oppelia (?) *trimarginata* OPP.
Petroceras transversarium WAAG. *fide* QUENSTEDT
Perisphinctes birmensdorfensis MOESCH
Perisphinctes Lucingensis FAVRE
Divers *Phylloceras*»

2. Des affleurements du Membre noduleux, discontinus et décalés par décrochements, sont visibles tout au long du pied de la chaîne. Il est souvent difficile d'en fixer la limite supérieure car la plupart des horizons noduleux ont été laminés.

B) *Anticlinal I*

Description faisant suite à celle du Membre D de la formation calcaréo-argileuse (voir p. 699):

6.	Calcaire noduleux gris	1,30 m
7.	Calcaire pseudoolithique et grumeleux beige brunâtre à cassure esquilleuse, contenant des galets subanguleux ou anguleux de calcaire compact gris foncé; leur dimension va du granule microscopique au centimètre; quelques lentilles de silex	0,63 m
8.	Calcaire compact beige passant insensiblement au niveau suivant	0,45 m
9.	Calcaire noduleux	0,07 à 0,10 m
10.	Calcaire compact beige (2 bancs respectivement de 0,45 et 0,15 m)	0,60 m
11.	Plaquette de calcaire compact	0,01 m
12.	Calcaire noduleux gris (5 bancs respectivement de 20, 17, 10, 7,5 et 15 cm)	0,70 m
13.	Plusieurs bancs indiscernables de calcaire noduleux	2,67 m
14.	Calcschistes argileux et noduleux gris	0,18 m
15.	Calcaire noduleux gris	0,25 m
16.	Calcaire finement pseudoolithique et grumeleux beige blanchâtre passant progressivement à des calcaires compacts	1,12 m
17.	Plusieurs bancs de calcaire noduleux et un peu argileux	2,18 m
18.	Calcaire compact plaqueté, gris-vert	0,33 m
19.	Alternance de schistes et de calcaires un peu argileux	1,50 m
20.	Calcaire beige clair pseudoolithique et grumeleux avec quelques rares oolithes	1,10 m
21.	Calcaire noduleux gris-vert	0,58 m
22.	Calcaire compact beige	0,09 m
23.	Calcaire noduleux gris	0,18 m
24.	Calcaire compact avec passées finement pseudoolithiques	0,11 m
25.	Calcaire noduleux	0,08 m
26.	Calcaire grumeleux passant après 10 cm à un calcaire compact	1,97 m

27. Alternance de calcaires et de schistes noduleux; l'épaisseur moyenne des bancs est de 13 cm, celle des schistes est de 5 à 10 cm . . . . . 1,35 m
Au sommet du niveau, Oxfordien supérieur (?):
Perisphinctes cf. *navillei* FAVRE, *fide* ARKELL
Aptychus ind.
28. Calcaire grumeleux avec lentilles de silex . . . . . 1,03 m
29. Alternance de schistes (environ 5 cm d'épaisseur) et de calcaires noduleux en bancs de plus ou moins 14 cm . . . . . 0,52 m
30. Calcaire compact . . . . . 0,67 m
31. Schistes argileux se débitant en fines aiguilles . . . . . 0,02 m
32. Calcaire grumeleux . . . . . 0,62 m
Altitude 1140 m.

Une succession de falaises verticales m'empêche de poursuivre cette description.

C) *Anticlinal II*

1. Description de la base du Membre noduleux dans le couloir d'avalanche (côté occidental de la faille) entre Ackerstutz et Vordere-Maïschüpfen; les bancs sont indiscernables, le pendage des couches n'est généralement pas visible:

- Au-dessus des derniers calcaires argileux du Membre D de la formation calcaréo-argileuse apparaît, à 1590 m, le premier banc de calcaire noduleux beige verdâtre, avec passées légèrement roses.
- Calcschistes noduleux mauve gris-vert, avec nodules de silex.
- Calcaire un peu argileux gris-beige clair, à cassure esquilleuse (environ 2,60 m).
- Calcaire pseudoolithique gris foncé (environ 0,60 m); suit une petite interruption.
- Plusieurs bancs de calcaire grumeleux beige à *Radiolaires*, contenant également des lentilles de silex (environ 3,00 m).
- Calcschistes et schistes plaquetés calcaréo-argileux, parfois légèrement tachetés.
- Calcaire grumeleux beige à *Radiolaires* (0,40 m).
- Schistes noduleux avec petits rognons de silex (1,00 m).
- Calcaire pseudoolithique gris foncé (0,70 m); ce banc constitue la base d'une petite barre rocheuse.
- Les conditions d'observation deviennent de plus en plus défavorables. On peut cependant remarquer que les bancs de calcaire pseudoolithique et de calcaire grumeleux sont les plus fréquents; ils se traduisent dans la morphologie par de petites protubérances crevant la couverture végétale; leur épaisseur peut être supérieure à 0,60 m. Quelques niveaux schisteux sont également visibles. Au-dessus de ces alternances d'affleurements et de surfaces herbues, l'érosion a découvert un vaste affleurement:
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Brèche monogène.
- Calcaire compact faiblement argileux gris-beige.
- Calcschistes argileux et noduleux gris clair à légèrement verdâtres, avec quelques *Aptychus* indéterminables.
- Calcaire compact gris-beige avec quelques *Radiolaires*.
- Calcaire gris foncé altéré en gris clair, à cassure finement esquilleuse. En CM: calcaire cryptocristallin avec ébauche de structure grumeleuse, très riche en *Radiolaires*.
- Calcaire compact gris-beige à *Radiolaires*.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcschistes argileux et un peu noduleux.
- Microbrèche monogène passant progressivement à un calcaire pseudoolithique.
- Plusieurs bancs de calcaire pseudoolithique gris brunâtre avec de rares sections de *Crinoïdes*. En CM: distribution irrégulière des pseudoolithes dans un ciment de calcite. Quelques *Globochaete alpina* LOMBARD, *Miliolidae* et *Textulariidae*.

- Calcaire grumeleux gris foncé.
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcaire sublithographique (2 cm) passant à un calcaire faiblement argileux d'allure compatec et contenant de petits rognons de silex.
- Calcaire compact faiblement argileux, avec *Radiolaires*.
- Le même calcaire, avec lentilles de silex.
- Calcaire pseudoolithique avec silex.
- Calcaire compact à *Radiolaires*.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire pseudoolithique avec de minuscules rognons de silex.
- Calcaire compact un peu argileux gris foncé avec de minuscules agrégats de pyrite et concentrations irrégulières de silex. En CM: calcaire de structure cryptocristalline, riche en *Radiolaires* quelquefois calcifiés.
- Le même calcaire avec quelques *Radiolaires* isolés.
- Calcaire pseudoolithique avec silex.
- Calcschistes argileux beiges à cassure finement esquilleuse.
- Calcaire noduleux faiblement argileux, avec quelques *Radiolaires*.
- Calcaire très finement pseudoolithique.
- Calcschistes noduleux un peu argileux.
- Calcaire finement pseudoolithique.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire faiblement argileux à cassure très finement esquilleuse.
- Plusieurs bancs de calcaire finement pseudoolithique.
- Calcaire compact gris foncé très faiblement argileux. En CM: calcaire de structure cryptocristalline, rempli de *Radiolaires* calcifiés.
- Calcschistes noduleux.
- Calcaire très finement pseudoolithique.

Puis les affleurements deviennent trop dispersés pour pouvoir poursuivre cette description d'ailleurs sans grand intérêt.

2. *La coupe du «Brésil» (Fig. 17, p. 708)*

Le seul affleurement continu se prêtant à un levé de détail est situé sur la rive droite de la Jogne, au lieudit «Le Brésil». Le passage de la formation calcaréo-argileuse à la formation des calcaires massifs est cependant masqué par les éboulis. La coupe reproduite ici débute environ au milieu du Membre noduleux, à 1040 mètres d'altitude, sur une petite crête boisée. La limite entre les bancs étant souvent incertaine, les épaisseurs données sont sujettes à caution. La succession chronologique des couches paraît normale.

1. Calcaire pseudoolithique beige brunâtre du type a. En CM: les pseudoolithes sont arrondies ou à section polygonale, leur diamètre est compris entre 0,1 et 0,4 mm; quelques oolithes parsèment la coupe mince, leur structure concentrique est généralement en voie de disparition, les spécimens dont la structure est conservée sont très souvent brisés; présence de petits blocs remaniés, de quelques sections et articles de *Crinoïdes*, ciment de calcite . . . . . 1,35 m

   Miliolidae et *Textulariidae*

2. Calcaire très finement pseudoolithique, gris . . . . . 0,77 m
3. Calcaire gris à cassure très finement esquilleuse. En CM: calcaire présentant une structure grumeleuse à ses débuts; nombreux exemplaires de . . . . 0,39 m

Globochaete alpina LOMBARD

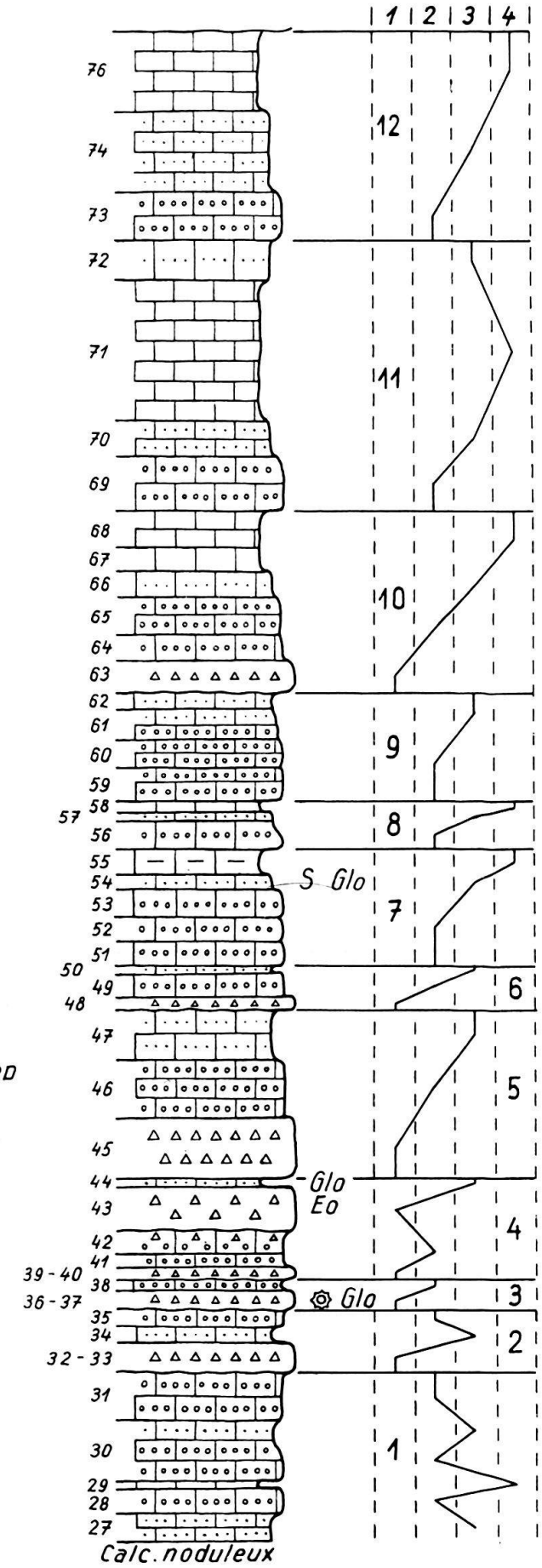
4. Calcaire plaqueté un peu argileux gris-bleu clair, à cassure finement esquilleuse 0,80 m
5. Calcaire très finement pseudoolithique gris avec de fins rubans de silex parallèles à la stratification . . . . . 1,35 m
6. Calcaire un peu argileux gris à cassure finement esquilleuse . . . . . 0,35 m
7. Brèche monogène, la taille des galets varie de moins d'1 mm à 45 mm; quelques agrégats de pyrite . . . . . 0,48 m
8. Calcaire très finement pseudoolithique gris . . . . . 0,23 m
9. Calcaire noduleux avec passées calcschisteuses (le sommet de ce niveau constitue le versant SE d'un petit couloir d'avalanche) . . . . . 0,65 m
10. a) Schistes argileux gris verdâtre se débitant en fines aiguilles: 0,15 m
    b) Calcaire noduleux, le diamètre des nodules est compris entre 0,5 et 20 mm, les nodules sont beige clair tandis que la gangue est grisâtre à cause de l'argile qu'elle contient: 0,13 m
    c) Schistes argileux: 0,08 m
    d) Calcaire noduleux idem b): 0,18 m
    e) Schistes argileux: 0,12 m . . . . . 0,66 m
11. a) Calcaire gris clair un peu argileux, avec quelques *Radiolaires*: 0,21 m
    b) Schistes argileux: 0,06 m
    c) Calcaire idem a): 0,10 m
    d) Schistes argileux: 0,03 m
    e) Calcaire idem a) avec agrégats de pyrite: 0,06 m
    f) Schistes argileux: 0,07 m . . . . . 0,53 m
12. Calcaire noduleux . . . . . 0,08 m
13. a) Calcaire compact avec agrégats de pyrite: 0,25 m
    b) Schistes argileux contenant une plaquette de 23 mm d'épaisseur de calcaire faiblement argileux avec de minuscules filets de silex: 0,19 m
    c) Calcaire compact à *Radiolaires*: 0,19 m
    d) Schistes argileux: 0,05 m
    e) Calcaire compact avec silex: 0,15 m
    f) Schistes argileux: 0,11 m . . . . . 0,94 m
14. a) Calcaire noduleux: 0,11 m
    b) Schistes argileux: 0,09 m
    c) Calcaire noduleux: 0,12 m
    d) Schistes argileux: 0,21 m . . . . . 0,53 m
15. a) Microbrèche monogène: 0,21 m
    b) Calcaire pseudoolithique: 0,25 m
    c) Calcaire finement pseudoolithique du type a): 1,23 m . . . . . 1,69 m
    Globochaete alpina LOMBARD
    Spirillina sp.
    Robulus sp.
    Textulariidae

15/16. Schistes argileux gris verdâtre . . . . . 0,05 m
16. Idem 15 c), avec lentilles de silex . . . . . 1,05 m
17. Calcschistes argileux gris terne avec agrégats de pyrite . . . . . 2,50 m
18. Quatre bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur de calcaire noduleux séparés par des schistes argileux (maximum 3 cm) . . . . . 1,44 m
19. Calcaire compact à *Radiolaires* avec lentilles de silex . . . . . 0,36 m
20. Calcaire gris-brunâtre très finement pseudoolithique, parcouru de minuscules veines de calcite et de silex . . . . . 0,60 m
21. Calcaire compact à *Radiolaires* avec agrégats de pyrite et lentilles de silex 1,17 m
22. Idem 20 . . . . . 0,20 m
23. Calcaire gris clair d'allure compacte, haché de veines de calcite. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse . 0,34 m

Fig. 17

COUPE GRAPHIQUE ET COURBE LITHOLOGIQUE DANS LA SÉRIE PARARYTHMIQUE DE LA SECTION DU BRÉSIL

Echelle 1 : 200



Légende

1 Brèches et microbrèches

2 Calcaires pseudoolithiques

3 Calcaires grumeleux

4 Calcaires compacts et sublithographiques

Clypeina jurassica J. FAVRE

Glo Globochaete alpina A. LOMBARD

Eo Eothrix alpina A. LOMBARD

S Saccocoma

Ap Aptychus

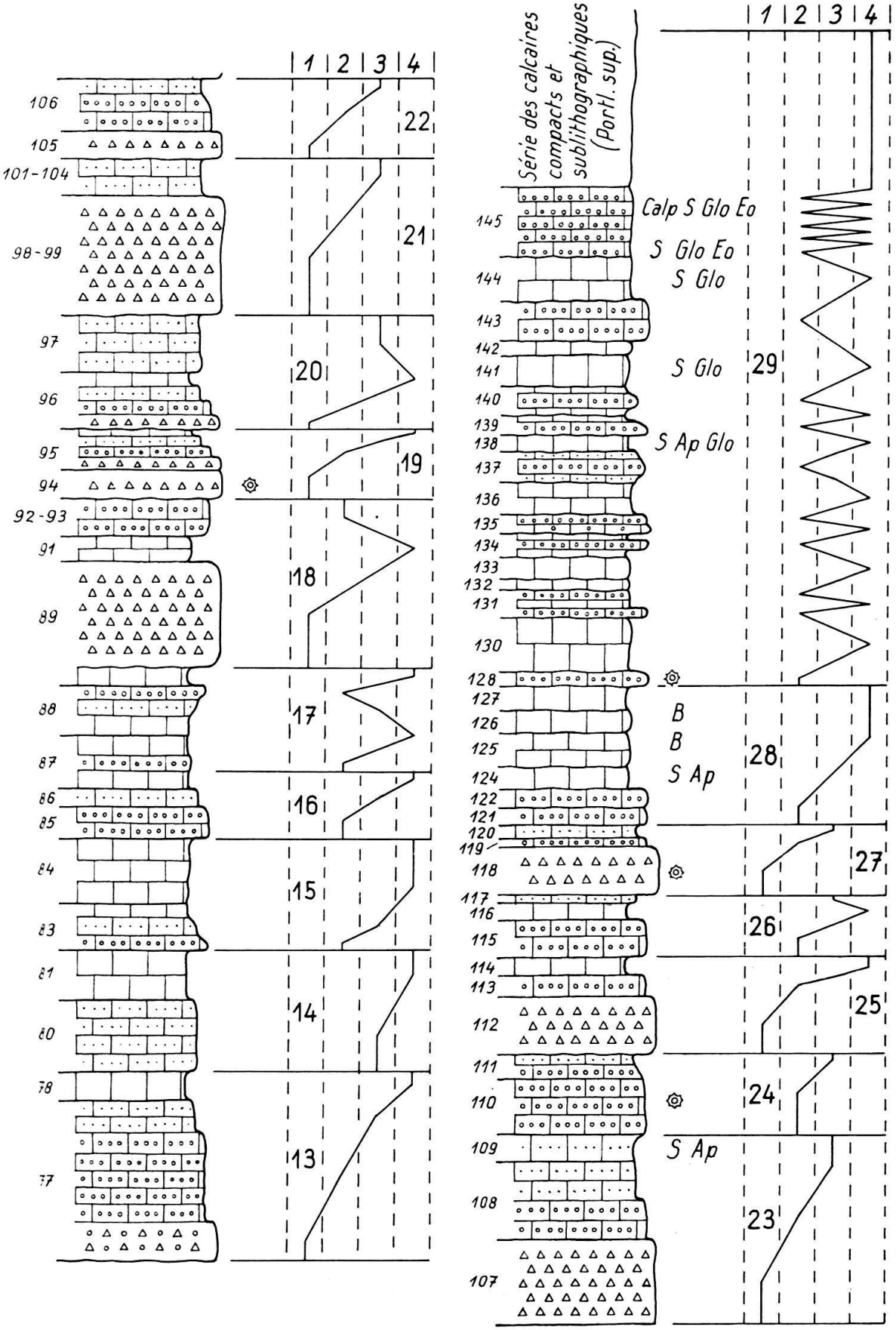
B Bélemnite

Calp Calpionelles

5 m

1

0


1 2 3 4
106
105
101-104
98-99
97
96
95
94
92-93
91
89
88
87
86
85
84
83
81
80
78
77
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
Série des calcaires compacts et sublithographiques (Portl. sup.)
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
134
133
132
131
130
128
127
126
125
124
122
121
120
119
118
117
116
115
114
113
112
111
110
109
108
107
Calp S Glo Eo
S Glo Eo
S Glo
S Glo
S Ap Glo
B
B
S Ap
S Ap
29
28
27
26
25
24
23

24. Brèche monogène, les éléments dont le diamètre se situe entre 0,2 et 0,5 mm sont bien arrondis tandis que ceux qui ont 2 à 6 mm de diamètre sont anguleux ou subanguleux, ces derniers représentent le plus grand nombre . . . 0,53 m
Cette brèche est suivie de deux bancs (0,82 et 0,69 m) de calcaire pseudoolithique avec passées bréchiques puis d'un banc de calcaire finement pseudoolithique . . . . . 2,34 m
25. Calcaire faiblement argileux se débitant en grosses aiguilles, la texture s'affine vers le sommet du niveau. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauches de structure grumeleuse . . . . . 1,85 m
Globochaete alpina LOMBARD
Radiolaires
Spicules calcifiés de *Spongiaires*
26. Calcaire noduleux . . . . . 0,62 m

Début de la série pararythmique: (Fig. 17)

27. Calcaire gris-brunâtre de structure grumeleuse, avec laminae très finement pseudoolithiques . . . . . 0,74 m
28. Deux ou trois bancs de calcaire gris-brunâtre très finement pseudoolithique (type b) . . . . . 0,54 m
29. Suite de la coupe environ 50 mètres plus bas, le raccord étant précis: calcaire compact à *Radiolaires* . . . . . 0,07 m
30. Trois bancs (respectivement de 65, 53 et 37 cm) de calcaire très finement pseudoolithique (type b) passant imperceptiblement à la structure grumeleuse. En CM: *Radiolaires* et spicules de *Spongiaires* . . . . . 1,55 m
31. Calcaire beige brunâtre à cassure largement esquilleuse, présentant une structure pseudoolithique à peine visible . . . . . 1,23 m
32. Microbrèche polygène du type b), la part du ciment est négligeable . . . . 0,38 m
33. Idem 32 mais la taille des éléments diminue peu à peu pour passer, au sommet du banc, à un calcaire pseudoolithique du type a) . . . . . 0,34 m
34. Calcaire beige brunâtre, de structure grumeleuse . . . . . 0,43 m
35. Idem 31 . . . . . 0,43 m
36. Microbrèche polygène du type a); à relever la présence d'un bloc de calcaire oolithique lui-même entouré d'une structure concentrique . . . . . 0,12 m
Clypeina jurassica FAVRE
Globochaete alpina LOMBARD
Miliolidae
Textulariidae
37. Idem 36 mais la taille des éléments a un peu diminué . . . . . 0,36 m
38. Calcaire pseudoolithique gris-beige du type b) . . . . . 0,22 m
Pseudocyclamina sp.
Textulariidae
Miliolidae
39. Microbrèche idem 36 . . . . . 0,23 m
40. Brèche du type a), certains éléments atteignent 10 mm de diamètre . . . 0,12 m
41. Calcaire pseudoolithique du type b), la taille des pseudoolithes diminue légèrement dans la partie supérieure du banc . . . . . 0,35 m
42. Calcaire très finement pseudoolithique à la base, puis la taille des pseudoolithes croît très rapidement et quelques éléments bréchiques s'y trouvent mêlés . . . . . 0,60 m
43. Microbrèche du type a), le ciment est fait de calcaire grumeleux et de calcite 1,16 m
Eothrix alpina LOMBARD
Miliolidae
Sections d'*Algues*
44. Calcaire gris contenant quelques nodules dont le contour n'est que faiblement souligné, leur diamètre varie entre 1 et 10 mm. En CM: calcaire de structure cryptocristalline avec ébauche de structure grumeleuse . . . . . 0,18 m

Globochaete alpina LOMBARD
Radiolaires

45. Brèche du type b), les plus grands éléments atteignent 6 mm de diamètre, la part de ciment, de structure finement pseudoolithique, est assez importante environ 1,50 m
46. Calcaire très finement pseudoolithique du type b) . . . . . 1,45 m
47. Calcaire plaqueté de structure grumeleuse, gris à légèrement verdâtre, riche en minuscules agrégats de pyrite . . . . . 1,29 m
48. Brèche du type b), la diamètre moyen des éléments est d'environ 4 mm, la part du ciment est négligeable . . . . . 0,23 m
49. Calcaire pseudoolithique du type a) contenant en outre des plages (environ 4 × 2 cm) de calcaire grumeleux . . . . . 0,73 m
50. Calcaire plaqueté idem 47. . . . . 0,06 m
51. Calcaire finement pseudoolithique avec de minuscules agrégats de pyrite et gravillon dolomitique . . . . . 0,66 m
52. Idem 51, mais la taille des matériaux est plus fine (deux bancs respectivement de 0,16 et 0,32 m) . . . . . 0,48 m
53. Idem 51 . . . . . 0,74 m
54. Calcaire gris à cassure très finement esquilleuse. En CM: calcaire de structure grumeleuse très homogène . . . . . 0,37 m

Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma
Radiolaires et calcisphères

55. Calcaire faiblement argileux à cassure conchoïdale, deux bancs respectivement de 0,31 et 0,37 m . . . . . 0,68 m
56. Calcaire très finement pseudoolithique passant peu à peu à la structure grumeleuse . . . . . 0,71 m
57. Calcaire grumeleux à cassure très finement esquilleuse . . . . . 0,23 m
58. Calcaire compact gris-beige à *Radiolaires* . . . . . 0,30 m
59. Calcaire grossièrement pseudoolithique, avec nodules de pyrite . . . . . 0,87 m
60. Calcaire très finement pseudoolithique . . . . . 0,80 m
61. Calcaire très finement pseudoolithique passant progressivement à un calcaire grumeleux . . . . . 0,72 m
62. Calcaire plaqueté de stucture grumeleuse devenant cryptocristalline au sommet du banc . . . . . 0,38 m
63. Brèche du type b), le diamètre des éléments varie entre 2 et 10 mm . . . 0,85 m

Foraminifères ind.

64. Calcaire compact, parfois grossièrement noduleux, avec quelques passées irrégulières de calcite finement pseudoolithique . . . . . environ 0,65 m
65. Calcaire finement pseudoolithique . . . . . environ 1,00 m
66. Calcaire plaqueté idem 47 . . . . . environ 0,65 m
67. Calcaire gris-beige à cassure largement esquilleuse. En CM: calcaire très homogène de structure cryptocristalline, avec ébauche de structure grumeleuse; *Radiolaires* . . . . . 0,60 m
68. Idem 67, mais de teinte plus claire; aspect grossièrement noduleux . . . 0,90 m
69. Plusieurs bancs de calcaire finement pseudoolithique . . . . . 1,40 m
70. Calcaire gris foncé altéré en gris clair, la cassure finement esquilleuse suggère une structure grumeleuse . . . . . environ 0,90 m
Le pendage des couches est vertical.
71. Plusieurs bancs de calcaire compact beige à beige olivâtre, avec *Radiolaires* 3,56 m
72. Calcaire idem 70 . . . . . environ 1,05 m
73. Calcaire pseudoolithique du type a) . . . . . 1,15 m
74. Idem 70, la texture devenant plus fine vers le sommet du niveau . . . . . 2,00 m
75. Ruban de silex . . . . . 0,04 m

76. Calcaire à cassure très finement esquilleuse devenant peu à peu grossièrement noduleux; ces pseudo-nodules sont marqués par une coloration plus claire que celle de la gangue. En CM: calcaire cryptocristallin à *Radiolaires*, avec ébauche de structure grumeleuse . . . . . 2,00 m

Globochaete alpina LOMBARD
Cristellaria sp. et *Textulariidae*

77. Calcaire pseudoolithique avec passées microbréchiques. La taille des matériaux diminue peu à peu et le calcaire devient grumeleux au sommet du niveau environ 4,50 m
78. Calcaire compact à cassure lisse . . . . . 0,70 m
79. Ruban de silex . . . . . 0,09 m
80. Quatre bancs respectivement de 45, 21, 85 et 55 cm de calcaire grumeleux gris clair avec rognons de silex et *Radiolaires* . . . . . 2,06 m
81. Six bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur de calcaire compact beige à cassure lisse. En CM: calcaire cryptocristallin très homogène, avec *Radiolaires*. Rognons de silex de 0,5 à 10 mm de diamètre . . . . . 1,39 m
82. Ruban de silex . . . . . 0,17 m
83. Calcaire très finement pseudoolithique devenant grumeleux puis compact (cryptocristallin) . . . . . 1,30 m
84. Idem 81 . . . . . 1,80 m
85. Calcaire pseudoolithique . . . . . environ 0,90 m
86. Calcaire grumeleux gris-beige, avec *Radiolaires* . . . . . environ 0,50 m
87. Plusieurs bancs indiscernables de calcaire compact beige; passée de calcaire finement pseudoolithique au milieu du niveau . . . . . 1,45 m
88. Calcaire compact devenant peu à peu grumeleux puis pseudoolithique (granoclassement inverse), les bancs sont indiscernables . . . . . 1,40 m
89. Calcaire blanchâtre. En CM: calcaire microgrenu parfois imprégné de calcédoine, les *Radiolaires* sont très abondants et tous demeurés siliceux (calcédoine ou opale) . . . . . 0,11 m
90. Affleurement très mal dégagé: calcaires compacts suivis d'une brèche du type a); concrétions de silex . . . . . environ 3,40 m
91. Calcaire compact beige clair avec passées roses . . . . . 0,72 m
92. Calcaire pseudoolithique beige brunâtre du type b) . . . . . 0,31 m
93. Idem 92, mais avec rognons de silex . . . . . 0,73 m
94. Microbrèche du type a) . . . . . environ 0,80 m

Clypeina jurassica FAVRE
Teutloporella sp.
Bryozaires

95. Idem 94 mais la dimension des matériaux s'est affinée, puis on passe insensiblement au calcaire pseudoolithique qui deviendra grumeleux puis compact (séquence fondamentale complète); les bancs ne sont pas discernables environ 1,15 m
96. Complexe présentant la même évolution de la brèche au calcaire compact . 1,60 m
97. Calcaire beige à cassure esquilleuse. En CM: mélange très homogène de grumeaux entourés de calcite . . . . . 1,65 m
98. Brèche du type a) . . . . . environ 3,00 m
99. Idem 98, mais la taille des éléments a diminué . . . . . 0,35 m
Débris microorganiques
100. Ruban de silex . . . . . 0,09 m
101. à 104. Quatre bancs respectivement de 21, 12, 18 et 56 cm de calcaire grumeleux 1,07 m
105. Brèche du type a) . . . . . environ 0,76 m
106. Calcaire compact avec passées finement pseudoolithiques puis calcaire grumeleux; les bancs sont indiscernables . . . . . environ 1,50 m

107. Brèche du type a) . . . . . environ 2,40 m
108. Calcaire finement pseudoolithique passant à la structure grumeleuse. *Radiolaires* abondants au sommet du niveau . . . . . environ 2,20 m
109. Calcaire gris-beige clair à cassure esquilleuse. En CM: calcaire cryptocristallin avec ébauche de structure grumeleuse . . . . . 0,75 m

Saccocoma (très nombreux)
Aptychus
Spicules de *Spongiaires*

110. Calcaire finement pseudoolithique du type a) . . . . . environ 1,55 m

Clypeina jurassica FAVRE
Textulariidae
Débris organiques indéterminables

111. Idem 110 mais les matériaux s'affinent . . . . . environ 0,70 m
112. Brèche du type a) . . . . . 1,60 m
113. Calcaire finement pseudoolithique . . . . . 0,62 m
114. Calcaire compact . . . . . 0,51 m
115. Calcaire finement pseudoolithique, 2 bancs de 60 et 45 cm . . . . . 1,05 m
116. Quatre bancs de calcaire compact . . . . . 0,49 m
117. Calcaire grumeleux beige à cassure esquilleuse . . . . . 0,10 m
118. Microbrèche du type a) . . . . . environ 1,40 m

Clypeina jurassica FAVRE (très nombreux)
Textulariidae et fragments d'*Algues*

119. Calcaire finement pseudoolithique . . . . . 0,11 m
120. Calcaire grumeleux . . . . . 0,38 m
Nous sommes au sommet du versant oriental de la carrière.
121. Calcaire finement pseudoolithique . . . . . 0,56 m
121/122. Résidu argileux verdâtre; ce joint est irrégulièrement ondulé et suivi d'un ruban de silex . . . . . 0,03 m
122. Calcaire très finement pseudoolithique du type b) . . . . . 0,58 m

Textulariidae

122/123. Plaquette de calcite (plus ou moins 1 mm d'épaisseur) irrégulièrement recouverte d'une mince couche de marne grise et de feuillets extrêmement minces de chlorite due au dynamométamorphisme, phénomène d'ailleurs fréquemment souligné par des stries de friction. La direction de ces stries forme un angle d'environ 40 degrés sous l'horizontale vers le SW. Ce joint, comme tous les suivants, est ondulé et contient des agrégats de pyrite.
124. Calcaire compact beige avec minuscules agrégats de pyrite et quelques feuillets extrêmement minces de chlorite. Interjoint discontinu d'argilite verdâtre à 0,34 m de la base . . . . . 0,66 m

Saccocoma
Aptychus

124/125. Idem 122/123.
125. Calcaire compact avec deux interjoints plus ou moins continus . . . . . 1,20 m
Bélemnite
125/126. Idem 122/123.
126. Idem 124.; la direction des stries de friction est très bien visible . . . . . 0,63 m

Bélemnite

126/127. Idem 122/123.
127. Idem 124; présente plusieurs interjoints irréguliers . . . . . 0,70 m
127/128. Idem 122/123.

128. Calcaire finement pseudoolithique du type b), avec agrégats de pyrite. Fait rapidement place au calcaire compact . . . . . 0,42 m

Clypeina jurassica FAVRE (rare)
Articles de *Crinoïdes*
Textulariidae

128/130. Idem 122/123.
130. Calcaire sublithographique beige clair à légèrement verdâtre, comprenant plusieurs interjoints . . . . . 1,56 m
130/131. Idem 122/123.
131. a) calcaire finement pseudoolithique: 0,20 m
b) Calcaire compact se distinguant de a) par sa couleur verdâtre: 0,15
b/c) interjoint
c) calcaire finement pseudoolithique, interjoint à 10 cm du sommet . . . . 0,80 m
131/132. Idem 122/123.
132. Calcaire gris à légèrement verdâtre avec nodules mal individualisés, contenant des *Radiolaires* . . . . . 0,31 m
132/133. Idem 122/123.
133. Calcaire compact beige; interjoint à 21 cm . . . . . 0,63 m
133/134. Idem 122/123.
134. a) Calcaire compact: 0,21 m
a/b) Interjoint
b) Calcaire finement pseudoolithique: 0,21 m
b/c) Alignement de petits nodules de silex suivi d'un interjoint extrêmement mince de calcite
c) Calcaire finement pseudoolithique: 0,20 m
c/d) Alignement de petits nodules de silex
d) Calcaire compact: 0,05 m . . . . . 0,69 m
134/135. Idem 122/123.
135. a) Calcaire compact avec passées très finement pseudoolithiques au milieu du banc: 0,12 m
a/b) Interjoint
b) Calcaire compact: 0,10 m
b/c) Interjoint
c) Calcaire pseudoolithique passant progressivement à un calcaire compact: 0,29 m . . . . . 0,51 m
135/136. Idem 122/123.
136. a) Calcaire compact présentant trois alignements parallèles de nodules de silex: 0,66 m
a/b) Interjoint
b) Idem a), avec un alignement de nodules de silex dans la partie supérieure du banc: 0,29 m . . . . . 0,95 m
136/137. Idem 122/123.
137. a) Calcaire grumeleux brunâtre: 0,16 m
a/b) Interjoint
b) Banc hétéropolaire: calcaire grumeleux sur 10 cm puis calcaire pseudoolithique et enfin calcaire compact sur 23 cm 0,82
137/138. Idem 122/123.
138. Trois bancs (respectivement de 18, 12 et 16 cm) de calcaire compact beige . 0,46 m

Saccocoma
Globochaete alpina LOMBARD
Aptychus
Radiolaires

138/139. Idem 122/123.

139. a) Calcaire finement pseudoolithique: 0,11 m
b) Alignement de rognons juxtaposés de silex, épaisseur moyenne 5 cm
c) Calcaire finement pseudoolithique (sur 26 cm) passant progressivement à un calcaire compact (environ 10 cm) . . . . . 0,52 m

139/140. Idem 122/123.

140. a) Calcaire compact avec passées très finement pseudoolithiques sur 19 cm
a/b) Interjoint
b) Calcaire finement pseudoolithique blanchâtre: 0,55 m, avec alignement de rognons de silex à 10 cm de la base
c) Calcaire compact: 0,08 m . . . . . 0,82 m

140/141. Idem 122/123.

141. Trois bancs (respectivement de 28, 28 et 37 cm) de calcaire compact gris clair, avec rognons de silex . . . . . 0,93 m

Dans le troisième banc:
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma (très nombreux)

141/142. Idem 122/123.

142. Calcaire compact gris clair . . . . . 0,37 m

142/143. Idem 122/123.

143. Quatre bancs (respectivement de 29, 31, 18 et 30 cm) de calcaire finement pseudoolithique beige clair, altéré en brun. En CM: texture très homogène, les pseudoolithes nagent dans un ciment de calcite, leur diamètre est de 0,1 mm 1,08 m

Textulariidae

143/144. Idem 122/123.

144. Trois bancs (respectivement de 45, 40 et 39 cm) de calcaire compact gris clair avec agrégats de pyrite et rognons de silex; ces bancs présentent parfois des passées irrégulières de calcaire finement pseudoolithique . . . . . 1,24 m

Au sommet du troisième banc:
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma et *Radiolaires*

144/145. Idem 122/123.

145. Cinq bancs hétéropolaires: finement pseudoolithique et brunâtre à la base, ils deviennent compacts et gris-beige clair au sommet
a) calcaire pseudoolithique avec silex: 0,46 m
calcaire compact avec passées pseudoolithiques, silex et agrégats de pyrite: 0,24 m
Eothrix alpina LOMBARD
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma
Articles de *Crinoïdes* (rares)
Textulariidae (dans les passées pseudoolithiques)
b) calcaire pseudoolithique: 0,18 m
calcaire compact: 0,19 m
c) calcaire pseudoolithique: 0,065 m
calcaire compact avec silex: 0,095 m
d) calcaire pseudoolithique avec ruban de silex: 0,14 m
calcaire compact avec silex: 0,40 m
Début de la série des calcaires compacts et sublithographiques
Portlandien supérieur:
Calpionella alpina LORENZ
Calpionella elliptica CADISCH
Globochaete alpina LOMBARD
Eothrix alpina LOMBARD
Fibrosphères

e) calcaire pseudoolithique: 0,06 m
calcaire compact: 0,075 m . . . . . 1,90 m

145/146. Idem 122/123.
146. Nous sommes à l'angle N de la carrière.
Trois bancs (respectivement de 60, 42 et 48 cm) de calcaire compact beige clair avec silex . . . . . 1,50 m

Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Globochaete et *Eothrix alpina* LOMB.
Saccocoma
Radiolaires
Embryon d'*Ammonite* dans le deuxième banc

146/147. Idem 122/123.
147. Calcaire sublithographique . . . . . 0,36 m
147/148. Idem 122/123.
148. Calcaire sublithographique avec silex . . . . . 0,65 m
148/149. Idem 122/123.
149. a) Calcaire finement pseudoolithique sur 10 cm puis calcaire compact sur 23 cm
b) Deux bancs de calcaire sublithographique: 75 et 78 cm . . . . . 1,86 m
149/150. Idem 122/123.
150. Au sommet de la falaise N de la carrière: depuis ici les conditions d'observation ne permettent plus de distinguer les surfaces de stratification des joints de phase positive (sensu LOMBARD 1956).
a) Calcaire finement pseudoolithique passant peu à peu au calcaire sublithographique, silex au milieu du banc: 0,72 m
b) Trois bancs (respectivement de 15, 13 et 44 cm) de calcaire sublithographique beige clair: 0,72 m
c) Deux bancs (respectivement de 30 et 28 cm) de calcaire sublithographique beige avec passées roses; silex au milieu du deuxième banc: 0,58 m
Calpionella apina LOR. et *elliptica* CAD.
Saccocoma et *Globochaete alpina* LOMBARD
Radiolaires
d) Calcaire sublithographique beige clair: 0,28 m . . . . . 2,30 m
151. Plusieurs bancs indiscernables de calcaire sublithographique beige très clair et parfois légèrement bleuté, avec silex . . . . . 5,45 m

Au sommet du niveau:

Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Saccocoma et *Globochaete alpina* LOMBARD
Radiolaires

152. Idem 151. Il faut en outre relever la présence, à la base du niveau, d'une microbrèche monogène puissante de 18 cm.
Vers le milieu du niveau, un banc est légèrement tacheté . . . . . 4,50 m
153. Trois bancs (respectivement de 40, 16 et 36 cm) de calcaire sublithographique beige clair . . . . . 0,92 m

Dans le premier banc:

Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Aptychus
Radiolaires

154. Bancs indiscernables de calcaire sublithographique beige très clair avec silex. Il faut relever la présence d'un banc de 10 cm d'épaisseur de calcaire finement pseudoolithique à 4 m de la base du niveau . . . . . 10,60 m
155. Calcaire sublithographique beige très clair, très peu tacheté, avec rubans de silex . . . . . environ 7,30 m

A la base du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Globochaete alpina LOMBARD
Au milieu du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Calp. intermedia DURAND DELGA (rares)
Globochaete alpina LOMBARD et *Aptychus*
Au sommet du niveau:
Calpionella alpina LOR. (très nombreuses)
Calp. elliptica CAD.
Calp. intermedia DURAND DELGA
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (très rares)

156. Calcaire finement pseudoolithique sur 13 cm, puis idem 155 . . . environ 3,10 m
Au milieu du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (moins fréquentes qu'*alp.*)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (très rares)
Globochaete alpina LOMBARD

157. Calcaire sublithographique beige, un peu tacheté . . . . . 6,00 m
A la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (moins fréquentes qu'*alp.*)
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.) (moins rares)
Globochaete alpina LOMBARD et *Radiolaires*
A 1,50 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (un peu moins fréquentes qu'*alp.*)
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella carpathica (MURG et FIL.)
Aptychus, *Globochaete* et *Eothrix*
A 3,00 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR.
Calp. elliptica CAD. (dans la même proportion qu'*alp.*)
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.)
Tintin cadischiana COLOM (assez fréquentes)
Aptychus, *Globochaete* et *Radiolaires*
A 4,50 m de la base du niveau:
Calpionella alpina LOR. et *elliptica* CAD.
Calp. intermedia DUR. DELGA (rares)
Tintinnopsella cadischiana COLOM (rares)
Aptychus, *Globochaete* et *Eothrix*

Les conditions d'affleurement ne permettent pas de poursuivre cette coupe. Il semble que nous soyons très près de la limite lithologique formation des calcaires massifs – formation des calcaires plaquetés.

3. Je n'ai pas repris entièrement la coupe que H. WEISS (1949) a levée dans la combe Dislise, sur le versant de la Maïschopfenspitze (Petit Brun), mais j'y ai suivi en détail le passage de la formation des calcaires massifs à celle des calcaires plaquetés, en essayant d'y placer la limite Malm–Crétacé. Cette description sera présenté plus loin, (p. 723, fig. 18) lorsque nous traiterons le problème de la limite Jurassique–Crétacé.

IV. Paléontologie et âge

A. Le Membre noduleux

On n'a pas trop de peine à trouver quelques *Ammonites* dans le membre noduleux. J'ai récolté des exemplaires souvent mal conservés de *Phylloceras*, de *Sowerbyceras* et de *Perisphinctidae* montrant que la zone à *Gregoryceras transversarium* est contenue dans le membre noduleux.

La limite Oxfordien inférieur - Oxfordien moyen (= Oxfordien s.s. - Argovien auct.) n'a pas pu être précisée mais, selon J. VON DER WEID (1962), elle concorderait avec l'apparition des niveaux noduleux.

En corrélation avec le Jura, WEISS (1949) pensait reconnaître le Séquanien (= Oxfordien supérieur) par la présence de *Conicospirillina* qu'il mentionne dans des horizons noduleux; je n'ai malheureusement pas trouvé cet intéressant *Foraminifère* mais après la découverte à l'anticlinal I d'un *Perisphinctes* cf. *navillei* E. FAVRE *fide* ARKELL[1]), cité dans le Séquanien des Préalpes externes, il y a tout lieu de croire que le Membre noduleux déborde dans l'Oxfordien supérieur (= Séquanien auct.).

En coupe mince, j'ai reconnu des *Radiolaires*, des spicules de *Spongiaires*, des *Miliolidae*, des *Textulariidae* et des *Globochaete alpina* LOMBARD.

Conclusion: l'extension biostratigraphique du membre noduleux demeure peu précise, elle comprendrait la zone à *G. transversarium* (= Oxfordien moyen) et tout ou partie de la zone à *E. bimammatum* (= Oxfordien supérieur).

B. La série pararythmique

Après ce que nous venons de dire au paragraphe A, la série pararythmique débuterait au Kimméridgien ou éventuellement au sommet de l'Oxfordien déjà; la coupe du Brésil a montré qu'elle se termine très exactement avec l'apparition des premières *Calpionelles*, soit au sommet du Portlandien inférieur. La limite Kimméridgien–Portlandien[2]) n'est pas identifiable.

Les *Bélemnites* sont les seuls macrofossiles que j'aie trouvés. En coupe mince, j'ai reconnu les microorganismes suivant:

Clypeina jurassica FAVRE
Globochaete alpina LOMBARD
Saccocoma
Eothrix alpina LOMBARD
Teutloporella sp.
Bryozoaires
Spicules de *Spongiaires*
Radiolaires
Miliolidae
Textulariidae
Pseudocyclammina sp.
Cristellaria sp.
Aptychus.

---

[1]) Forme également signalée par WEISS (1949) dans les calcaires noduleux de Lessoc (p. 99).
[2]) Selon le sens français.

A part *Clypeina jurassica* FAVRE dont l'apparition (niveau 36 de la coupe du Brésil) indique au moins le Kimméridgien (P. DONZE, 1958), ces organismes n'ont qu'un intérêt d'ordre écologique. Nous y reviendrons au chapitre suivant, en traitant des conditions de sédimentation.

C. La série des calcaires compacts et sublithographiques

Du point de vue paléontologique, cette série est caractérisée par l'apparition des *Tintinnoïdiens* marquant le début du Portlandien supérieur.

J'ai reconnu les genres et espèces suivants:

Calpionella alpina LORENZ
Calpionella elliptica CADISCH
Calpionella intermedia DURAND DELGA
Tintinnopsella carpathica (MURG. et FIL.)
Tintinnopsella longa (COLOM)
Tintinnopsella cadischiana COLOM
Tintinnopsella colomi BOLLER
Amphorellina subacuta COLOM

En outre nous retrouvons des *Globochaete*, des *Eothrix*, des *Saccocoma*, des *Aptychus* et des *Fibrosphères*.

La question de la limite Malm–Crétacé sera traitée au chapitre suivant, mais relevons immédiatement que certains des organismes cités ci-dessus indiquent déjà le Berriasien si bien que, dans les limites du territoire étudié, la série des calcaires compacts et sublithographiques déborde légèrement dans le Crétacé.

En résumé, dans la partie occidentale du Massif des Bruns, la formation des calcaires massif se présente de la façon suivante:

1. Le Membre noduleux, puissant d'environ 50 mètres, représente l'Oxfordien moyen et tout ou partie de l'Oxfordien supérieur.
2. La série pararythmique, puissante d'environ 105 mètres, représente l'extrême sommet de l'Oxfordien supérieur (?), le Kimméridgien et le Portlandien inférieur.
3. La série des calcaires compacts et sublithographiques, puissante d'environ 45 mètres, représente le Portlandien supérieur et une partie du Berriasien.

V. Conditions de sédimentation

A. Les dépôts du Membre noduleux

M. CHATTON (1947) a certainement raison lorsqu'il dit que «sans nul doute on se trouve en présence d'une concentration du calcaire dans les nodules. Et L. CAYEUX explique cette véritable concrétion par un phénomène de ségrégation qui affecte une association intime de plusieurs substances telles que l'argile et le carbonate de chaux».

Sur la base des observations suivantes, la formation des brèches monogènes du membre noduleux doit être attribuée à des remaniements sous-marins:

a) les éléments des brèches sont des fragments irréguliers et anguleux de calcaire vaseux dont la taille varie du granule microscopique au gravier de plus de 10 mm de diamètre; de plus ils entrent souvent en contact en s'impressionant mutuellement, ce qui prouve que le calcaire était encore à l'état mou au moment de son assemblage;

b) ces éléments ne peuvent en aucun cas avoir été transportés, non seulement à cause de leur forme irrégulière mais encore parce que la roche qu'ils constituent ne présente pas de matériel terrigène ni d'organismes de milieu néritique comme ce sera le cas dans les brèches polygènes de la série pararythmique;

c) entre les éléments des brèches se trouve parfois, en faible quantité, un ciment de calcaire très finement pseudoolithique, homogène et exempt lui aussi de tout corps étranger au milieu, favorable à l'élaboration des calcaires vaseux. L'existence de ces minuscules pseudoolithes ne contredit absolument pas l'idée d'un remaniement sur place.

Les brèches monogènes sont donc autochtones, intraformationnelles.

Avant de parler de la série pararythmique relevons encore que la série du membre noduleux est désordonnée et que la succession lithologique est fonction des phénomènes chimiques (précipitation et ségrégation), des courants remaniant un fond vaseux à peine consolidé, et de la teneur en argile.

B. Les dépôts de la série pararythmique

1. *Milieu de formation*

Avant d'émettre des hypothèses sur le mode de formation des dépôts constituant la séquence fondamentale (voir p. 702) puis d'analyser la courbe lithologique de la coupe du Brésil, il est primordial de savoir si la sédimentation s'est faite dans un milieu néritique ou côtier propice à la formation des brèches (base de la séquence fondamentale) ou au contraire dans un milieu pélagique propre à la précipitation chimique des calcaires compacts et sublithographiques (dernier terme de la séquence fondamentale).

Pour répondre à cette question nous aurons recours aux associations d'organismes reconnues en coupe mince.[1])

«*Clypeina jurassica* Favre ne se rencontre qu'en milieu saumâtre ou marin proche de l'émersion. Grace à sa grande extension géographique et à sa facilité de détermination, cet organisme constitue un critère commode et sûr de faible profondeur marine, à condition bien entendu qu'il n'ait pas été entraîné au large par les courants» P. Donze (1958). En fait je n'ai trouvé des *Clypéines* que dans des brèches et des calcaires pseudoolithiques du type a) c'est-à-dire dans des roches à caractère nettement détritique.

«Les *Saccocoma* sont des formes libres et nageuses, ce qui explique leur présence en milieu pélagique» R. Verniory (1954). Je ne les ai trouvés que dans des calcaires grumeleux ou compacts; il faut aussi remarquer que dans les niveaux 109, 124 et 138 de la coupe du Brésil, les *Saccocoma* étaient accompagnés d'*Aptychus*.

A propos des *Calpionelles*, des *Globochaete* et d'*Eothrix*, A. Lombard (1954) fait la remarque suivante: «ces diverses microformes sont toutes voisines les unes des autres et font partie d'un même ensemble planctonique groupant les caractères

[1]) Il aurait fallu multiplier le nombre des coupes minces et même en faire dans chaque banc, mais cela dépasserait le cadre de ce travail qui n'est qu'une description régionale.

morphologiques et écologiques d'un milieu commun: pélagique ou côtier. On sait combien sont grandes les migrations que peuvent accomplir les spores protégées par leur cuticule. Toutefois le faciès des calcaires et l'absence de caractères terrigènes semble éliminer la possibilité d'une origine côtière.» C'est également l'avis de M. DURAND-DELGA (1956): «dans la presque totalité des cas, *Eothrix* et *Globochaete* se rencontrent dans des calcaires à grain fin, à côté d'autres microorganismes pélagiques.»

Ces remarques de chercheurs avisés, la présence de *Bélemnites* et surtout d'*Aptychus*, le manque total de grains de quartz nous obligent à situer l'ensemble de la série dans un milieu pélagique; d'autre part, la superposition directe des niveaux bréchiques sur les calcaires compacts de la séquence inférieure ne saurait être expliquée par des oscillations de la profondeur de la mer. Par ailleurs on ne voit jamais des caractères néritiques tels que ripple marks, chenaux d'érosion, stratification entrecroisée (il est vrai que les affleurements de nos Préalpes ne sont pas favorables à l'observation de ces phénomènes). Il faut donc que les éléments bréchiques et les organismes tels les *Clypéines* aient été transportés en milieu pélagique.

2. Mode de transport

Deux faits observés vont nous permettre de formuler une hypothèse relative au mode de transport en milieu pélagique des éléments constitutifs des brèches et de leur microflore (*Clypéines*):

a) le granoclassement de la séquence fondamentale (voir p. 702)

b) la forme irrégulière des éléments.

Le granoclassement fait immédiatement penser aux courants de turbidité, une coulée boueuse aurait en effet laissé des dépôts plus chaotiques et l'idée d'un écoulement généralisé est en contradiction avec l'évolution rapide de la série et le caractère souvent lacunaire des séquences.

La forme irrégulière des éléments laisse supposer un court déplacement mais les courants de turbidité, grâce a leur faible pouvoir érosif peuvent transporter des éléments anguleux sur de grandes distances sans usure appréciable (J. REMANE 1960).

Les calcaires pseudoolithiques du type b), c'est-à-dire de structure parfaitement homogène se seraient alors formés sur place lorsque les courants ne charriaient plus de matériel soit par défaut de celui-ci, soit parce que devenus trop faibles.

Ainsi l'hypothèse des courants de turbidité semble répondre à toutes les exigences des faits observés.

Remarques au sujet de la coupe graphique et de la courbe lithologique (fig. 17, p. 708)

1. Les rognons et rubans de silex ne figurent pas sur la coupe graphique pour ne pas surcharger inutilement le dessin.

2. Une séquence est interrompue chaque fois qu'un courant vient rompre la sédimentation calme des calcaires vaseux ou d'une manière plus générale chaque fois qu'un dépôt est surmonté par un autre plus grossier que lui, à moins que la séquence soit désordonnée c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de granoclassement.

3. Sur les 29 séquences que comporte la série pararythmique de la coupe du Brésil, 20 sont positives c'est-à-dire présentent un grano/classement. De ces 20 séquences

affectées de graded bedding, 3 seulement sont complètes, ce sont les séquences 10, 13 et 19. Les cinq biséquences 2, 11, 18, 20 et 26 présentent la forme + —, la phase positive étant toujours la plus importante. Les séquences 1, 4 et 17 sont désordonnées. La séquence 29 n'est pas granoclassée mais présente une alternance calcaire pseudo-olithique – calcaire compact: l'intensité et la fréquence des courants diminuent, annonçant déjà la période de sédimentation calme du Portlandien supérieur.

En résumé, la coupe du Brésil a permis de démontrer que la partie médiane de la formation des calcaires massifs est affectée de graded bedding, et de mettre ainsi en évidence le rôle joué par les courants de turbidité durant la sédimentation du Kimméridgien et du Portlandien inférieur.

CHAPITRE VIII

La formation des calcaires plaquetés (Néocomien)

Du point de vue strictement géographique, la formation des calcaires plaquetés (le Néocomien des auteurs) occupe la majeure partie de la vallé des Fornis dont elle tapisse la presque totalité des versants.

Sur le plan tectonique, la formation des calcaires plaquetés occupe le cœur du synclinal de la Dent-de-Broc dont elle termine la série stratigraphique et le synclinal de la Gruyère où nous verrons qu'elle enserre encore deux petites bandes du «complexe schisteux intermédiaire».

V. Gilliéron (1885) a parfaitement bien su décrire la lithologie de cette formation: «C'est un calcaire assez tendre, à pâte très fine, à cassure habituellement conchoïde, de teinte gris blanchâtre, parfois olivâtre, presque toujours parsemé de taches noires à bords imparfaitement circonscrits, quelquefois même confluentes avec la teinte générale; en se ramifiant ces taches peuvent prendre l'apparence de *Fucoïdes*. Les bancs de ce calcaire sont peu épais (plus ou moins 10 cm) et souvent séparés par des parties schisteuses et argileuses, d'une teinte plus foncée et assez tendres, il arrive aussi que ces intercalations schisteuses sont surtout calcaires, et que l'argile n'est qu'un enduit noir à la surface des feuillets. A l'air l'ensemble prend une teinte bleuâtre assez marquée dans les parties où les produits de la décomposition ne sont pas restés attachés à la roche. Le peu d'épaisseur des bancs fait que la stratification est ordinairement très apparente: elle ne disparaît que lorsqu'ils ont été soudés par une action mécanique ou autre, et forment une masse plus ou moins remplie de veines de spath calcaire. Outre quelques pyrites de fer, le néocomien contient, comme le tithonique sous-jacent, du silex corné noir, en rognons aplatis dans le sens de la stratification et souvent reliés entre eux».

L. Pugin (1952) remarquait au Moléson que «l'épaisseur des bancs augmente vers le milieu de l'étage, ce qui a pour résultat de former des abrupts dans la morphologie». Les abrupts situés entre Osseyre Dessous et Ferredetz, sur le versant Sud de la vallée, donnent une valeur extra-régionale à cette remarque.

Les magnifiques replis dysharmoniques qu'offre la formation des calcaires plaquetés ont été signalés partout dans les Médianes plastiques; sur le territoire étudié, les plus beaux exemples se trouvent dans la combe des Morvaux et sur les versants de l'arête du Petit Brun.

1. La limite lithologique inférieure court le long d'une rupture de pente soulignée d'un côté par les abrupts dénudés de la formation des calcaires massifs et de l'autre par de maigres pâturages à moutons, domaine des calcaires plaquetés. Lorsque l'érosion nous a préparé une section perpendiculaire à la direction des couches, comme c'est le cas dans la combe Dislise et dans celle des Petits Morvaux, la limite lithologique se présente de la façon suivante: sur les bancs relativement épais et rectilignes des calcaires clairs du Portlandien supérieur apparaissent peu à peu des petits bancs plissotés d'un calcaire plus sombre. Cette limite est aisément cartographiable lorsqu'elle est observée avec un certain recul mais quand on est à l'affleurement il n'est bien souvent plus possible de la situer avec précision.

2. Etude de la limite d'âge Malm-Crétacé (Portlandien supérieur-Berriasien)

A la suite de l'important travail de K. Boller (1963), j'ai cherché à cerner le plus près possible cette limite. Dans la région décrite ici trois affleurements présentent une succession chronologique normale et suffisamment complète pour ce genre d'étude (voir le tableau VI, p. 727).

1. La coupe du Brésil (flanc sud du synclinal de la Gruyère; voir page 717, niveaux 155 à 157), sans atteindre la limite lithologique, a déjà fourni une microfaune indiquant le Berriasien.

2. La combe Dislise, sur le versant du Petit Brun (flanc sud du synclinal de la Gruyère) offre une excellente section. J'ai commencé à prélever des échantillons immédiatement après le deuxième gros banc visible sur le croquis de la figure 18.

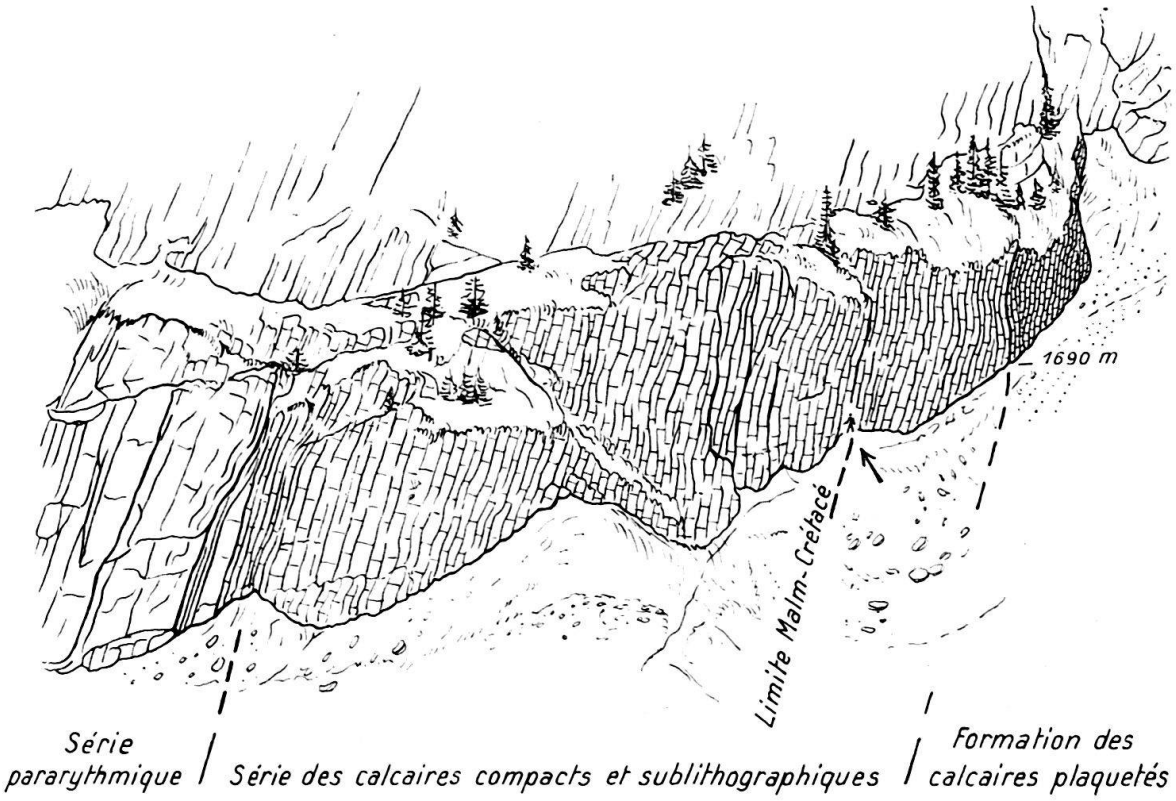


Fig. 18. Croquis de la section levée dans la combe Dislise. (La situation du croquis par rapport au Petit Brun se trouve à la fig. 20.)

1. Dans un calcaire grumeleux brunâtre prélevé à la base du niveau[1] . . . . 20 m

Saccocoma

2. Calcaire compact beige clair . . . . . 15 m

A 80 cm de la base du niveau: *Portlandien supérieur* (*faunizone B*)
alp, ell, Glo[2])

3. Calcaire compact beige très clair . . . . . 15 m
alp, ell, Spi, Ap
4. Calcaire compact beige très clair . . . . . 10 m
alp, ell
5. Calcaire compact beige clair . . . . . 0,50 m
alp, ell, Spi
6. Calcaire compact beige clair . . . . . 0,50 m
alp, ell
7. Calcaire compact beige clair . . . . . 1,00 m

Berriasien (*faunizone C*)
alp, ell, carp, (très rares)

8. Calcaire compact beige clair . . . . . 0,50 m
alp et *ell* en même proportion
carp et *int* rares; *Glo*
9. Calcaire compact beige clair . . . . . 0,50 m

Faunizone D
alp, ell (plus fréquentes que *alp*), *carp, cad* (rares)

10. Calcaire compact beige clair . . . . . 0,50 m
alp, ell, cad (rares), *carp*
11, 12. Calcaire compact beige clair avec une passée de calcaire grumeleux . . . . 1,50 m
alp, (rares) *ell, carp* (abondantes)
13. Calcaire compact beige clair . . . . . 5,00 m
alp, ell (plus nombreuses que *alp*), *int, carp* (fréquentes), *cad* (quelques exemplaires),
Amphorellina sp. (aff. *subacuta* COLOM)
14. Calcaire compact très peu tacheté . . . . . 5,00 m
alp, ell, carp, cad, subac, Glo
15. Calcaire compact beige clair . . . . . 2,00 m
alp, ell, int, carp, cad, lo, subac, Glo, Ap
16. Calcaire compact un peu tacheté . . . . . 4,00 m
alp. ell (plus nombreuses que *alp*), *carp* (plusieurs exemplaires), *cad* (rares), *co* (1 exemplaire), *lo, subac* (4 exemplaires), *Ap*

A environ 3 mètres *limite lithologique*: calcaire compact gris clair un peu tacheté avec passée de calcaire grumeleux brun, en petits bancs de 10 cm d'épaisseur
alp (rares), *ell* (nombreux), *carp* (nombreux), *cad* (1 exemplaire), *Ap*

17. Calcaire compact gris clair un peu tacheté . . . . . 3,00 m

Faunizone E
alp (rares), *ell* (fréquentes), *carp* (rares), *neoc.*

---

[1]) La faune mentionnée a été déterminée dans une coupe mince pratiquée dans un échantillon provenant de la base de chacun des niveaux, sauf mention spéciale.
[2]) Explication des abréviations au tableau VI, page 727.

18. Calcaire compact beige très clair, très peu tacheté . . . . . 2,00 m
alp (très rares), *ell* (rares), *carp* (fréquentes) *cad* (2 exemplaires), *Ap*
19. Calcaire compact beige très clair, très peu tacheté . . . . . 3,00 m
alp et *ell* (très rares), *carp* (fréquentes), *cad* (4 exemplaires), *neoc* (6 exemplaires)
20. Calcaire gris clair un peu tacheté avec passé de calcaire grumeleux brunâtre 2,00 m
alp et *ell* (extrêmement rares), *neoc* (2 exemplaires)
Au sommet du niveau:
ell (très rares), *carp*, *lo*, *co*, *cad*, *neoc*.

Les conditions tectoniques (décrochement et plissotements) nous font renoncer à poursuivre cette étude stratigraphique.

3. A l'entrée de la combe des Petits Morvaux, sur le versant occidental, à environ 1450 mètres d'altitude (flanc nord du synclinal de la Dent-de-Broc):

1. Calcaire compact beige . . . . . 10,00 m
Portlandien supérieur (*faunizone B*)
alp, *ell* (moins nombreuses que *alp*)
2. Calcaire compact un peu tacheté . . . . . 4,50 m
Berriasien (*faunizone C*)
alp, *ell*, *carp* (rares), *Glo*
3. Calcaire compact avec passée de calcaire grumeleux . . . . . 4,00 m
Faunizone D
alp, *ell* (plus fréquentes que *alp*), *cad*, *carp*
4. Calcaire compact beige, très peu tacheté . . . . . 2,00 m
alp, *ell*, *cad*, *carp*
5. Calcaire compact beige, un peu tacheté . . . . . 4,00 m
alp, *ell* (plus fréquentes que *alp*), *carp* (assez nombreuses), *int* (rares), *cad*, *co*
6. Calcaire compact beige tacheté . . . . . 4,00 m
alp, *ell*, *carp*, *cad*
7. Calcaire compact gris clair un peu tacheté . . . . . 4,80 m
alp, *ell*, *int*, *carp*, *cad*, *lo*, *subac*, *Glo*
Limite lithologique à environ 3,50 m
8. Calcaire compact gris clair tacheté . . . . . 2,00 m
Faunizone E
alp, et *ell* (très rares), *carp* (fréquentes), *co*, *lo*, *obl*, *neoc*
9. Nous sommes dans un petit couloir d'avalanche.
Calcaire compact beige très peu tacheté . . . . . 3,00 m
carp, *neoc* (très fréquentes), *obl*, *lo*, *co*, *cad*,
il faut souligner la disparition de *alp* et *ell*
10. Calcaire compact gris clair un peu tacheté . . . . . 1,50 m
obl (très fréquentes), *neoc*, *co*, *carp*, *cad*, *lo*
11. Calcaire compact gris-bleu tacheté . . . . . 2,50 m
obl (très fréquentes), *neoc*, *co*, *carp*, *lo*, *subac*, *Ap*
12. Calcaire compact gris-bleu tacheté . . . . . 3,00 m
Faunizone F
lev, *obl*, *neoc*, *co*, *carp*, *cad*, *lo*, *subac*
Calpionellites sp. (aff. *darderi* (COLOM)
13. Calcaire compact gris-bleu tacheté . . . . . X m
lev, *obl*, *neoc*, *co*, *carp*

3. Remarques concernant le tableau VI

1. Les faunizones B, C, D, E, F répondent aux définitions de K. Boller (1963, p. 47 et 48). Mes résultats concordent parfaitement avec ceux de cet auteur sauf en ce qui concerne les deux points suivants:

a) la faunizone E, caractérisée par l'apparition de *Cs neocomiensis* et de *T. oblonga*, contient encore de très rares *C. alpina* à Dislise et aux Petits Morvaux;

b) j'ai reconnu plusieurs *Amphorellina subacuta* Colom dès la faunizone D alors que Boller place l'apparition de ce fossile dans la faunizone H (Valanginien); Colom (1948, p. 250) et Doben (1963, p. 40–41) mentionnent également *A. subacuta* dès le Berriasien inférieur.

2. Suivant les conclusions du Colloque français de 1963 sur le Crétacé inférieur, les couches qui contiennent *T. carpathica* doivent être attribuées au Crétacé; ainsi la faunizone C se place à la base du Berriasien et non plus au sommet du Portlandien supérieur.

3. Les coupes de Dislise et des Petits Morvaux ont montré que la limite lithologique entre la formation des calcaires massifs et celle des calcaires plaquetés est située à une vingtaine de mètres au-dessus de la limite d'âge Malm–Crétacé ou plus précisément au sommet de la faunizone D.

4. Dans la partie supérieure de la formation: les calcaires deviennent très faiblement argileux, leur teinte s'assombrit et les minces intercalations schisteuses deviennent plus fréquentes. Gilliéron (1885) signale les fossiles suivants:

Aptychus undacostatus dans les rochers à l'ouest d'Arpille
Belemnites pistilliformis Bl. à Osseyre
Belemnites sp. au SE du Fornis
Crioceras Meriani (Ooster) ? à Jaquetta
Belemnites minaret Rasp. à Jaquetta
Belemnites sp. à Jaquetta

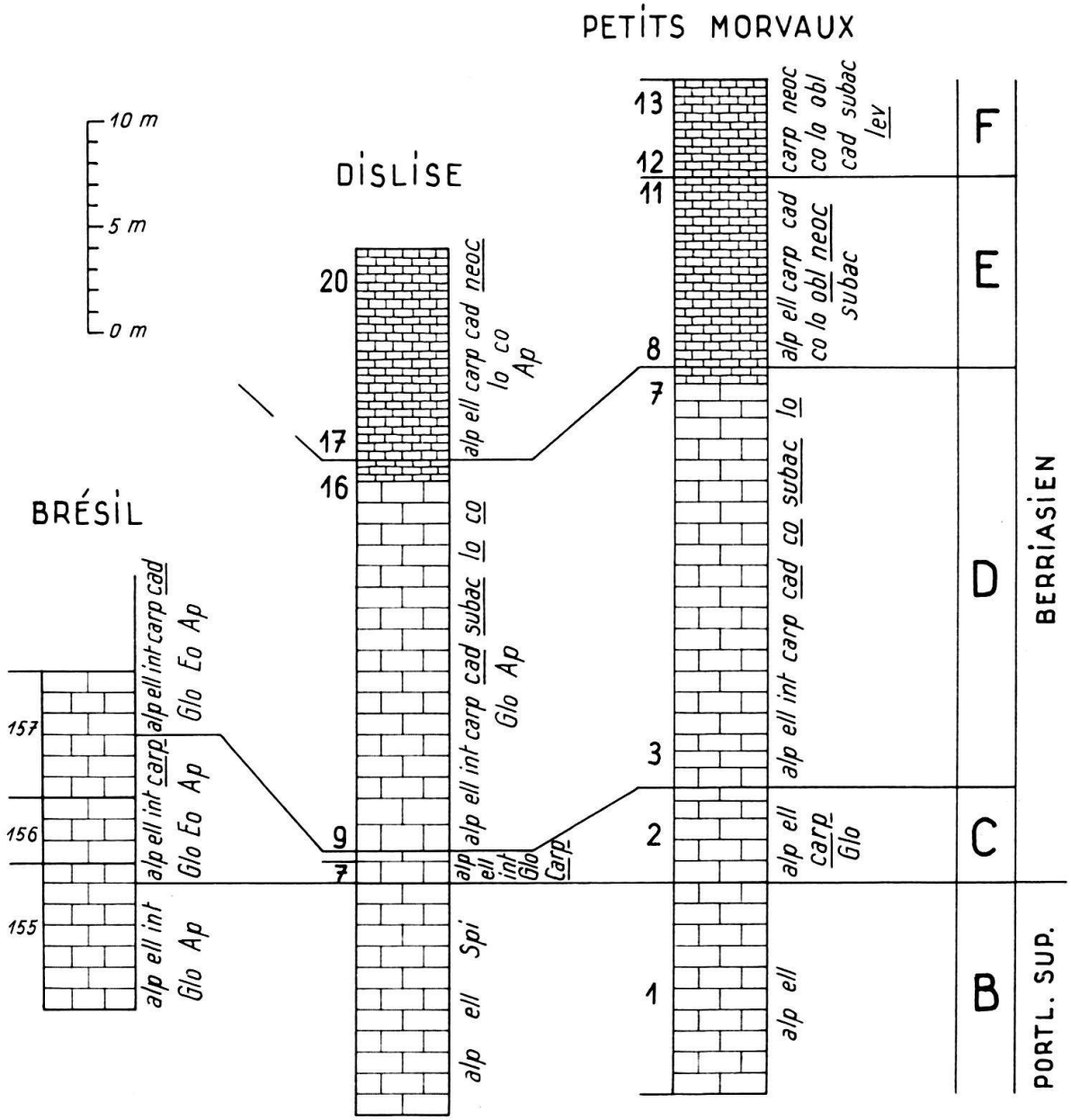
Derrière le chalet Jaquetta Dessus, à 1460 mètres d'altitude, j'ai récolté une faune du Barrémien:

Silesites du gr. *seranonis* (d'Orbigny)
Lamellaptychus studeri (Ooster)
Fragments d'*Ammonites* indéterminables

Une coupe mince faite dans le banc contenant le *Silesites* n'a montré que des *Radiolaires* et un *Spirillinidae* (?).

Ce gisement, situé à peu de distance du complexe schisteux intermédiaire, montre que la formation des calcaires plaquetés monte au moins, jusqu'au Barrémien, il est même possible qu'elle déborde dans l'Aptien.

Tableau VI: La limite Malm–Crétacé d'après les faunizones de tintinnoïdiens



Légende

alp : C. alpina Lor.	lo : T. longa (Colom)	lev : Salp. levantina Colom
ell : C. elliptica CAD	co : T. colomi Boller	Spi : Spirillina sp.
int : C. intermedia Dur. Del.	obl : T. oblonga (CAD)	Glo : Globochaete alp. Lomb.
carp : T. carpathica (M. et F.)	neoc : Cs neocomiensis Colom	Eo : Eothrix alp. Lomb.
cad : T. cadischiana Colom	subac : Amph. subacuta Colom	Ap : Aptychus

Formation des calcaires massifs — Formation des calcaires plaquetés

CHAPITRE IX

Le complexe schisteux intermédiaire

Le complexe schisteux intermédiaire n'est visible que dans le synclinal de la Gruyère. Il y est représenté, sur le versant sud de la vallée des Fornis, par deux bandes étroites dont l'une va disparaître sur le versant occidental de l'arête fermant la combe d'Osseyre vers l'Ouest.

Bien que les affleurements soient restreints et très morcelés, la présence du complexe schisteux se remarque facilement par les teintes vertes et rouges de ses calcaires ainsi que par les horizons parfois assez épais de schistes sombres. Ses limites sont par contre difficiles à situer avec précision, non seulement à cause du morcellement des affleurements mais aussi parce que la tectonique les a rendu très contournées, surtout dans le secteur compris entre Les Raveires Dessus et la combe d'Osseyre.

I. Lithologie

1. *Les schistes:* ils sont ordinairement gris foncé ou presque noirs, et quelquefois gris-vert ou beige olivâtre et tachetés. Les schistes noirs sont extrêmement fissiles et tendres, ce sont les plus fréquents. L'allure des horizons schisteux est très variable à l'intérieur d'un même niveau: des schistes fissiles peuvent devenir progressivement plaquetés avant de céder la place à un banc calcaire, certains horizons de schistes contiennent des passées plus ou moins continues de plaquettes argilo-calcaires et même des fragments de banc calcaire. Leur épaisseur varie de l'ordre du décimètre à celui du mètre.

2. *Les calcaires* sont toujours faiblement argileux, leur épaisseur est généralement de 10 à 15 cm. Ils peuvent être classées en trois groupes:

a) les calcaires tachetés gris clair ou gris-bleu, parfois très foncés, avec auréole d'altération beige olivâtre ou légèrement brunâtre. Ils ressemblent étrangement à ceux de la formation des calcaires plaquetés, leur cassure est conchoïdale, les taches sont irrégulières et à contours diffus;

b) les calcaires gris verdâtre, jaune olivâtre ou franchement verts ont une cassure esquilleuse mate; ils peuvent présenter de très fines laminae noires ou être tachetés, mais contrairement aux calcaires du type précédent, les taches sont petites et à contours très nets, allongées dans le sens de la stratification. Ils sont parfois grossièrement lités;

c) les calcaires lités rouge lie-de-vin ont une cassure esquilleuse brillante; ayant la plus faible teneur en argile, ils sont les plus résistants au choc. Ils présentent très souvent des passées vertes dont la forme ressemble à des nodules ou à des lentilles. Le litage est parfois parallèle mais le plus souvent irrégulier et ondulé. Il faut souligner la présence insolite de ces calcaires rouges au sein du complexe schisteux.

Les schistes aussi bien que les calcaires contiennent fréquemment des agrégats de pyrite qui, par dissolution, donnent à la roche des teintes brunâtres.

Il est extraordinaire de constater à quel point le complexe schisteux intermédiaire a été déformé par la tectonique, il n'est pas un seul banc qui ne montre des fissures presque toujours accompagnées de décrochements dont le rejet varie de 1 à 10 mm.

II. Les affleurements

Le secteur étudié ne présente aucun affleurement continu se prêtant à un levé de détail. J'ai prélevé plus d'une centaine d'échantillons dans le but d'en étudier la microfaune, aux endroits suivants:

1. A proximité du sentier qui conduit des Gros Fornis aux Raveires Dessous, à 1140 mètres d'altitude (coordonnées 582,620/161,700).
2. Dans le lit du torrent qui descent de la Laubspitz vers Litefret, entre 1300 et 1380 mètres d'altitude.
3. Aux coordonnées 583,660/162,460, soit au sud-est de Jaquetta Dessus, exactement à 330 mètres du chalet.
4. Sur la petite arête qui descend entre Jaquetta Dessus et Osseyre Dessus, aux environs de la cote 1600.
5. Sur le versant occidental de l'arête séparant la combe d'Osseyre de la combre d'Arpille, à 1850 mètres d'altitude (coordonnées 584,280/162,860).
6. Au Sud de l'affleurement 5, où se trouve un petit placage d'environ 6 mètres d'épaisseur, entre les cotes 1800 et 1840.
7. Sur l'arête séparant la combe d'Arpille de la combe Dislise, à la cote 1941, de part et d'autre d'un petit col.

III. Paléontologie et âge

Les sept affleurements mentionnés ci-dessus ont fourni les mêmes résultats.

Les macrofossiles sont extrêmement rares: je n'ai trouvé que quelques fragments de *Bélemnites* indéterminables et des restes à peine reconnaissables de *Bivalves*, probablement d'*Inocérames*.

La microfaune s'est révélé très riche en individus mais pauvre en espèces, aussi bien en coupe mince que dans les horizons schisteux désagrégés.

Le fossile le plus fréquent est *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi); certaines coupes minces et surtout celles qui furent préparées dans les calcaires lités rouge lie-de-vin, en sont absolument remplies.

Planomalina pustulosa (Umiker) fut également reconnu dans les échantillons de chaque affleurement; les sections axiales de ce fossile sont facilement identifiables en coupe mince.

En outre j'ai pu isoler deux exemplaires de *Valvulineria parva* Khan dans des schistes argilo-calcaires noirs de l'affleurement 2.

En association, j'ai reconnu quelques *Gyroidina* sp., des *Robulus* sp., des *Globigérines*, des *Nonionidae* et des *Radiolaires*.

Umiker (1952, p. 56) constatant la disparition de *Planomalina pustulosa* avant qu'apparaissent les genres *Praeglobotruncana* Bermudez et *Rotalipora* Brotzen limite l'extension de l'espèce *pustulosa* à la «mittlere Kreide» c'est-à-dire aux étages de l'Aptien et de l'Albien. Ainsi le complexe schisteux intermédiaire du territoire étudié se range entièrement dans la zone 1 à *Hedbergella*, zone représentant l'Albien inférieur et peut-être l'Aptien (d'après J. Klaus 1959, tableau 2, p. 840–841).

CHAPITRE X

Le quaternaire

I. Les dépôts glaciaires

Le travail de GILLIÉRON (1885) et surtout celui de NUSSBAUM (1906) m'ont aidé à saisir l'histoire de la période glaciaire sur le territoire dont il est question ici. Le rôle principal fut joué d'abord par le glacier du Rhône, puis par ceux de la Jogne et du Javroz. Selon NUSSBAUM, un lambeau du glacier du Rhône aurait envahi le bas de la vallée de la Jogne et la vallée du Javroz dès la période de Riss. Durant le maximum würmien, les glaciers du Rhône et de la Sarine barraient la vallée de la Jogne un peu en amont de la Tsintre; un bras du glacier du Rhône pénétrait dans la vallée du Javroz au moins jusqu'aux environs de la Valsainte car j'ai trouvé des blocs de granite, de gneiss, de pegmatite et de micaschiste près du Rio des Reposoirs, à 970 d'altitude, et au nord des Rocs, sur les berges du Javroz. GILLIÉRON signale un bloc de poudingue de Valorsine dans le Rio du Liderrey. A 1080 mètres d'altitude, en contrebas du chemin qui conduit à la Vatia d'Avau se trouve un bloc de Nagelfluh du Pèlerin. Ces blocs erratiques sont les seuls témoins du glacier du Rhône.

C'est probablement lors du maximum würmien que le glacier de la Jogne a déposé les blocs de Flysch et ceux de calcaire spathique que l'on trouve entre 1140 et 1170 mètres sous les Raveires Dessous, ainsi que le bloc de brèche de la Mocausa (?) situé à 935 mètres au bord du chemin qui monte aux Petits Fornis et le bloc d'ophiolite sis à 950 mètres, à l'ouest de Plansika.

Dans une première phase de retrait les glaciers locaux se joignent au glacier de la Sarine qui est encore tributaire de celui du Rhône.

Lors d'une deuxième phase de retrait du glacier de la Sarine, le glacier de la Jogne a constitué d'importants dépôts morainiques à l'W et au SW de Charmey, en même temps qu'il barrait la sortie de la vallée du Javroz.

Les glaciers locaux

1. *Le glacier de la Dent de Vounetse.* Les placages morainiques que l'on rencontre sur les versants du ruisseau du Liderrey en amont du hameau du même nom, ainsi que ceux qui recouvrent tout le versant entre la combe Ganet et Les Arses doivent être attribués à un glacier local car la grande majorité des blocs que l'on y rencontre proviennent de la formation des calcaires massifs de la chaîne des Dents Vertes.

Aux Arses, sur la rive gauche du ruisseau ainsi qu'aux environs de Ganet d'Avau se trouvent d'énormes blocs de la formation des calcaires massifs; des blocs étrangers à la région sont tout à fait absents. Des petites crêtes morainiques indiquant la direction de l'écoulement du glacier se succèdent entre Gros Ganet et Les Arses. A l'ouest de Gros Ganet, la dépression barrée par une moraine frontale a dû contenir un petit lac.

2. *Le cirque glaciaire de Tichenuva Derrey.* Les dépôts morainiques du cirque glaciaire de Tichenuva Derrey sont attribués par NUSSBAUM (1906, p. 147) au stade de Bühl.

3. *Le glacier de la vallée de l'Essert.* Ce glacier provient des niches des Gros et Petits Morvaux. Cet affluent du glacier du Javroz a entaillé la vallée de l'Essert

jusqu'aux environs de la cote 1300, donnant au Poyet Riond sa forme conique; l'actuel profil de la vallée est dû à l'érosion torrentielle.

4. Les glaciers suspendus des combes d'*Osseyre* et d'*Arpille* n'ont laissé que des dépôts pelliculaires; le cirque glaciaire de Dislise est entièrement recouvert de matériaux éboulés.

II. Les dépôts postglaciaires et récents

a) Les dépôts fluvioglaciaires

1. *Dos d'Ane.* La colline dite du Dos d'Ane, sise en amont du point de confluence du Javroz et du Rio de l'Essert, présente tout à fait l'aspect d'une crête morainique et Nussbaum (1906) s'y est laissé prendre. Mais en grattant la couche superficielle des niches d'arrachement qui s'y trouvent on rencontre très vite des bancs en place du Flysch du Gurnigel. Le Flysch de la colline la plus aval est partiellement recouvert d'une couche de graviers épaisse d'environ 2 mètres.

Ces graviers sont bien observables sur le versant nord de la colline; ils sont fortement cimentés et présentent la composition granulométrique suivante[1]):

graviers (100–2 mm): 78%
sables (2–0,06 mm): 18%
limons (0,06–0,002 mm): 3%
argile (moins de 0,002 mm): 1%

Les galets sont peu roulés et ne présentent pas une orientation définie, leur origine est uniquement préalpine. Quelques bancs peu épais et des lentilles de sable sont visibles au pied de la colline. Ces graviers sont certainement de formation fluvioglaciaire, à cause de la forme anguleuse des galets et des stries glaciaires qui les recouvrent encore.

2. *Les Arses.* Les alluvions que j'ai cartographiées à l'ouest des Arses font l'objet de deux petites exploitations récemment mises en chantier. La terre végétale recouvrant les graviers n'excède pas 20 cm. Le front de taille varie entre 4 et 7 mètres; les matériaux sont identiques dans les deux gravières et sur toute la hauteur du front de taille:

graviers (100–2 mm): 73%
sables (2–0,06 mm): 23%
limons (0,06–0,002 mm): 2,5%
argiles (moins de 0,002 mm): 1,5%

On y rencontre également quelques blocs ainsi que des poches difformes de sables et des horizons discontinus et désordonnés de sables et de limons sableux. Les galets sont arrondis mais pas orientés. J'attribue à ces graviers une origine sous-glaciaire; leur formation est certainement bien antérieure à celle du cône de déjections du ruisseau des Arses. Leur accumulation à cet endroit est l'œuvre du glacier de la Dent de Vounetse, au moment où ce dernier venait buter contre la langue du glacier de la Jogne.

---

[1]) Cette granulométrie, ainsi que celle des graviers des Arses, a été faite par le laboratoire d'essais des sols des Autoroutes du canton de Fribourg.

B. Les cônes de déjections.

Les cônes de déjections du Rio du Liderrey et du Rio des Arses ne sont plus actifs. Leur forme n'est pas très caractéristique et la limite aval de leur dépôt est incertaine. Le cône de déjections du ruisseau des Fornis est beaucoup moins important que les précédents mais par contre sa forme est très typique. Les autres ruisseaux n'ont accumulé que peu de matériel au débouché des vallées.

C. Eboulement et éboulis.

D'importants éboulements ont accumulé une quantité considérable de blocs provenant de la formation des calcaires massifs et notamment de l'arête Vieille Cierne dans la combe de Derrière Bonne Fontaine et au SW de la Tsintre, entre le village et la Jogne. Des éboulements semblables mais de moindre importance se sont produits sur tout le versant nord de la chaîne des Dents Vertes, particulièrement dans la combe Ganet.

Les éboulis sont nombreux et étendus dans la région étudiée. Signalons ceux du versant sud du Vanil Blanc et de la combe de Bonne Fontaine puisque ce sont les plus importants. Le versant sud du Vanil des Raveires, de pente régulière, est abondamment recouvert d'éboulis. Les cônes d'éboulis sont bien développés dans les cirques glaciaires et sur les versants de la vallée des Fornis.

D. Masses en glissement

La couverture morainique des versants de la vallée du Javroz a subi des tassements et est encore susceptible de glisser localement, surtout au sommet des ruptures de pente surmontant le lit du cours d'eau. Il n'est pas rare, à la suite de fortes chutes de pluie, de pouvoir observer des petites surfaces de décollement donnant par la suite naissance à des niches d'arrachement.

Le seul glissement de quelque importance que j'ai cartographié est situé dans la combe Ganet où des masses du Membre B de la formation calcaréo-argileuse ont subi de notables déplacements. D'importants travaux de drainage y ont été effectués.

E. Marais

Plusieurs marécages ont pris naissance dans la moraine tapissant le fond de la vallée de l'Essert, en amont de la Scie. D'autre part, le terrain recouvrant les Membres A, B et C de la formation calcaréo-argileuse reste longtemps gorgé d'eau après les périodes de pluie.

F. Tuf et «cornieules bréchiques»

Les dépôts de tuf sont rares et très peu importants. Le seul à signaler est situé sur la rive droite du ruisseau de la Gittetaz, aux environs de 1360 mètres; la formation de ce tuf est due aux eaux dures (23,5 degrés) de la source jaillissant à 1430 mètres.

Des cornieules de formation récente, semblables à celles qu'à décrit J. VON DER WEID (1962, p. 609), sont visibles au sud des Reposoirs, entre 1080 et 1120 mètres d'altitude.

III. Hydrographie

A. Les bassins fermés. Le bassin de Dislise, rempli d'éboulis, est sec. La partie déprimée est profonde d'une vingtaine de mètres. M. LUGEON et E. JÉRÉMINE (1911) ont calculé que son étendue est de 4770 ares. Les eaux collectées par ce bassin ressortent dans le Leim Graben aux environs de 1200 mètres d'altitude.

Le bassin des Gros Morvaux n'est déprimé que d'une dizaine de mètres. Sa superficie, calculée par LUGEON et JÉRÉMINE (1911), est de 1340 ares. Les eaux qui s'y perdent vont alimenter le Rio de l'Essert.

La dépression située au SW du chalet d'Arpille est profonde de 25 mètres, celle située au S d'Osseyre Dessus l'est de 12 mètres; les eaux perdues dans ces bassins ne réapparaissent dans le ruisseau des Fornis que vers 1050 mètres d'altitude.

B. Résurgences et sources

La seule résurgence importante que j'ai observée est située au Pont du Roc, sur la rive droite de la Jogne. Les eaux jaillissent abondamment mais par intermittence au pied de la falaise constituée par la formation des calcaires massifs; cette résurgence est due à un plan de faille.

En vue d'approvisionner en eau l'hôtel de Vounetse, j'ai eu à m'occuper de quatre sources: la première est située à 1430 mètres sur la rive droite du ruissau de la

	Gittetaz	*Vounetse (fontaine)*	*NE de Vounetse*	*Dents Vertes*
Température	5,4 degrés	10,8 degrés	4,8 degrés	3,7 degrés
Débit	70 l/min	2,5 l/min	11,5 l/min	25 l/min
Aspect	normal	normal	normal	normal
Couleur	incolore	incolore	incolore	incolore
Odeur	inodore	inodore	inodore	inodore
Sédiment	débris végét.	matière organique et protozoaires	matière organique et protozoaires	débris végét.
Colibacilles	non décelables	présents	présents	non décelables
Conclusions	*bonnes*	*mauvaises*	*mauvaises*	*bonnes*
Ions-ammnium	absence	absence	présence faible	absence
Nitrites	absence	absence	absence	absence
Nitrates	traces	traces	traces	traces
Ions-chlore, mg/l	4	4	4	4
Oxydabilité, mg/l	3,5	5,7	4,7	4,7
Résidu sec, mg/l	244	134	288	100
Dureté temporaire	23,5	12,5	28,5	10
sulfates	traces	traces	traces	traces

Gittetaz, la seconde est celle du chalet de Vounetse (fontaine), la troisième se trouve sur le versant NE de Vounetse, à 1550 mètres; ces trois sources sont dans le Membre C de la formation calcaréo-argileuse (Bathonien); la quatrième source est celle qui se trouve au NE de la Dent de Vounetse, à 1520 mètres. Il me paraît intéressant de reproduire ici le rapport établi par l'institut cantonal d'hygiène et de bactériologie de Fribourg; ce rapport m'a aimablement été communiqué par l'intermédiaire de Monsieur M. Barbey de Charmey. Les prélèvements ont été effectués le 30 juin 1961.

Remarque: dans la région de Charmey, les captages dans la moraine sont si nombreux qu'il ne m'a pas été possible de les porter tous sur la carte au 1 : 25000. Par contre la carte originale au 1 : 10000, déposée à l'Institut de géologie de l'Université de Fribourg, présente un inventaire complet des sources et captages de la région étudiée.

DEUXIEME PARTIE

Tectonique

Comme dans la majeure partie de la chaîne des Médianes plastiques, la direction générale des couches est SW–NE.

La tectonique de la partie occidentale du Massif des Bruns ne présente pas de difficultés particulières, sauf dans les replis bordiers où quelques doutes ne peuvent être levés faute d'affleurements et par suite des mauvaises conditions d'observation. La carte tectonique (fig. 19) et les profils de la planche III traduisent l'ordonnance structurale du terrain étudié.

Je décrirai brièvement quelques particularités des éléments structuraux, du NW au SE:

1. *Le plan de chevauchement des Préalpes médianes*

Le plan de chevauchement des Préalpes médianes est situé presque entièrement sur la rive gauche du Javroz, où les dépôts morainiques sont importants. Quelques affleurements émergent cependant de la couverture quaternaire et nous permettent de tracer approximativement la ligne de ce chevauchement.

Sur la rive du lac de Montsalvens, au SW du point 889, H. Guillaume (1955) a reconnu le flanc nord de son anticlinal A_1 par un affleurement montrant du Nord au Sud le Kimméridgien, le Séquanien et l'Argovien de l'Ultrahelvétique. Or un petit affleurement de calcaire siliceux (Lias moyen) des Préalpes médianes se trouve à 160 mètres au SE de cet Argovien; le plan de chevauchement des deux nappes doit donc passer entre ces deux affleurements.

Aux environs des Ciernes on retrouve les mêmes conditions: l'axe de l'anticlinal A_1 du Massif du Montsalvens (Argovien) se trouve à 350 mètres d'un petit affleurement de calcaire siliceux (Lias moyen); la ligne du plan de chevauchement doit passer entre les lettres C et i du mot Ciernes.

Puis jusqu'au point de confluence du rio d'Allière et du Javroz la localisation du chevauchement est incertaine.

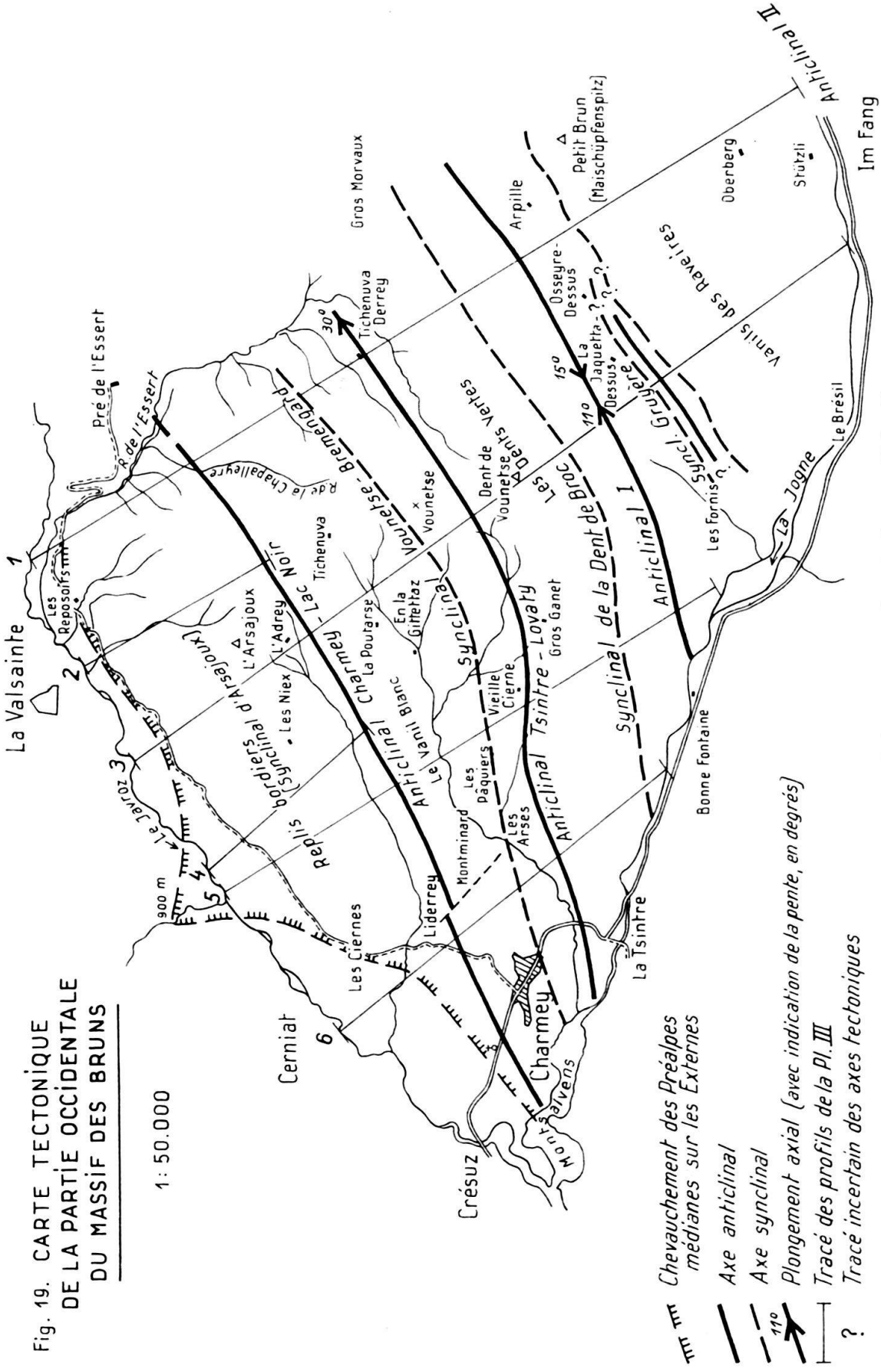


Fig. 19.: Carte tectonique de la partie occidentale du massif des Bruns

Sur la rive droite du Javroz, en dehors des limites de mon terrain se trouve un affleurement de gypse décrit par H. GUILLAUME (1955, p. 163): «au NE de Cerniat, dans le rio d'Allière, à 895 m d'altitude, une coupe fraîche m'a montré de gros blocs de gypse blanc feuilleté et de gypse saccharoïde rose, ainsi que des débris de cornieule bréchique. L'affleurement n'est découvert qu'après les crues, quand le torrent a déblayé les masses d'argile morainique en glissement qui l'étranglent. On trouve cependant sans peine, en aval, des blocs de gypse parmi les graviers. Ce Trias est isolé par la moraine qui recouvre son contact avec le Flysch et le Crétacé supérieur du noyau synclinal chevauché. Il appartient aux Préalpes médianes et décrit un golfe marquant actuellement la plus profonde progression de cette nappe dans son chevauchement des Externes.»

Sur la rive gauche du Javroz, à environ 350 m en amont du point de confluence de l'Allières et du Javroz, j'ai découvert un affleurement assez important de Malm des Externes (Kimméridgien) dont le pendage est de 50 à 60° vers le SE; la direction des bancs incite à croire que ce Malm est celui du flanc sud de l'anticlinal A_1, mais la situation de l'affleurement sur la carte tectonique du Massif du Montsalvens (H. GUILLAUME 1955, p. 165) me laisse supposer qu'il s'agit plutôt de la fin de l'anticlinal A_6. La découverte de cet affleurement ne modifie cependant pas le tracé du chevauchement tel que l'avait dessiné GUILLAUME car à l'emplacement de l'affleurement nous nous trouvons à une altitude inférieure à celle du plan de chevauchement (voir Pl. III, profils 4 et 5).

Il est probable que le contact des Médianes sur les Externes s'effectue en majeure partie par la superposition de la formation dolomitique (gypse, anhydrite ou cornieule) sur le Wildflysch, comme c'est le cas entre Gruyères et le Moléson (L. PUGIN, 1952). Mais dès la Valsainte, probablement même dès la fin du Massif du Montsalvens la nappe des Médianes repose sur le Grès du Gurnigel.

Les collines du Dos d'Ane, sises à l'E de la Valsainte, entre le Rio de l'Essert et le Javroz, sont constituées par le Grès du Gurnigel; or on ne trouve la cornieule qu'à environ 220 m de cet affleurement, sur la rive gauche du Rio de l'Essert (voir Pl. III profil 1) si bien qu'ici le chevauchement des Médianes doit se trouver aux environs de la route conduisant au Pré de l'Essert.

2. *Les replis bordiers ou le synclinal d'Arsajoux*

Par replis bordiers je comprend le secteur situé au NW de l'anticlinal de Charmey. Cette structure, dont la largeur n'excède pas 2 ou 300 mètres aux environs de Charmey, occupe plus d'un kilomètre sur le profil 3; puis vers le NW, en dehors des limites de mon terrain, elle va de nouveau se rétrécir considérablement.

On est à première vue frappé par la complication tectonique qu'offre cette unité structurale; la carte géologique de la planche II montre des directions anormales et des épaisseurs démesurément grandes (par exemple la place qu'occupe la formation siliceuse aux environs de «Les Niex»); la succession observée dans la branche orientale du rio des Reposoirs par exemple est assez déconcertante: sur moins de 250 mètres le Membre A de la formation calcaréo-argileuse occupe trois fois une position synclinale.

En fait les replis bordiers, ou le Massif d'Arsajoux, ne sont qu'un vaste synclinal fracturé selon le style dit «en écaille» (voir les profils de la planche III). Cette façon

d'expliquer la tectonique du Massif d'Arsajoux ne peut être démontrée sur le terrain car les plans des failles figurées sur les profils ne sont pas visibles, ce qui n'a d'ailleurs rien d'étonnant vu le morcellement et la faible étendue des affleurements. Mais en construisant les profils on se rend très vite compte que le style tectonique préconisé ci-dessus est le seul qui puisse expliquer logiquement la structure du Massif d'Arsajoux. Prenons pour exemple les trois petites bandes de Lias supérieur pincées dans le Lias moyen de la forêt des Reposoirs: on ne saurait envisager l'existence de trois synclinaux car par manque de place il serait tout à fait impossible de donner une allure synclinale aux formations sous-jacentes. Un cas analogue se présente à l'W d'Arsajoux: les schistes cartons occupent une position anticlinale et le Lias supérieur qui les borde au N est en position synclinale ce qui est normal, mais la formation siliceuse (Lias moyen) qui affleure dans le ruisseau au NW d'Arsajoux présente des pendages d'environ 50° constamment dirigés vers le SE et son épaisseur qui est anormalement grande (plus de 350 mètres) ne saurait être expliquée par l'existence d'un anticlinal car la place que nécessite sa construction fait défaut (voir le profil 3).

Le fait que les pendages sont toujours dirigés vers le SE est une raison de plus pour envisager une tectonique selon le style «en écaille» (particulièrement pour les profils 2 et 3).

Au col reliant le pâturage de l'Adrey et la combe de la Chaux du Vent, la position du Membre A (Lias supérieur) entre deux bandes de dolomie (Trias) est assez surprenante. Les pendages étant tous verticaux dans ce secteur je pense que ce Lias supérieur n'est qu'une lame pincée dans le Trias (voir profil 2).

Au SW du profil 4, le flanc sud du synclinal d'Arsajoux est en grande partie érodé.

Dans le pâturage de la Cergnaule, à l'W du chalet, la direction des couches est presque nord-sud, GILLIÉRON (1885) l'avait également remarqué:» ...dans le pâturage de la Cerniaulaz, un minime affleurement de toarcien, qui n'est environné que de Jurassique inférieur, sans que l'on puisse déterminer par suite de quel plissement ou de quel faille il se trouve à cet endroit, en même temps qu'au nord et au sud.» Pour comprendre la position nord-sud de cette portion du Membre A (= Toarcien) il faut tenir compte des deux faits suivants:

1. au sommet du versant nord de la crête, la direction des bancs de calcaire siliceux est normale, soit SW–NE,

2. l'axe de la petite crête sise à l'W du chalet «Les Niex» décrit un angle de 50° par rapport à l'axe général du Massif. Ces deux observations me permettent de supposer l'existence de décrochements. Ainsi, comme je l'ai représenté sur le profil 4 de la planche III, cette bande de direction nord-sud n'est qu'un placage peu profond et local.

En lisant la carte géologique de la planche II, on pourrait croire que le synclinal d'Arsajoux se termine aux Pâles et que la formation siliceuse (Lias moyen) affleurant aux environs de Liderrey constitue un nouveau synclinal relayant le précédant. Cependant je ne pense pas qu'il en soit ainsi car les axes des structures sont dans un même alignement; c'est pourquoi j'imagine plutôt une faille aux environs des Pâles, faille qui aurait eu pour conséquence l'affaissement du compartiment compris entre Liderrey et Les Ciernes.

3. *L'anticlinal Charmey–Lac-Noir*

Jusqu'aux environs du profil 3, l'axe des structures sises entre l'anticlinal Charmey–Lac-Noir et le synclinal de la Gruyère décrit un arc à très faible courbure, convexe du côté alpin.

Le noyau de l'anticlinal Charmey–Lac-Noir suit le niveau des cornieules, l'érosion n'ayant atteint le gypse que dans le rio de la Chapalleyre. Les flancs de cet anticlinal sont presque verticaux.

Il faut relever le décrochement bien visible de Liderrey–Montminard dont le rejet est souligné par la morphologie.

4. *Le synclinal Vounetse–Bremengard*

L'axe de ce synclinal est visible dans le Membre C de la formation calcaréo-argileuse, entre la vallée de l'Essert et le rio Ganet. Au SW du rio Ganet la couverture morainique masque la roche, mais aux Arses un affleurement du Membre A (zone à *P. aalensis*) signale le passage du synclinal.

5. *L'anticlinal La Tsintre-Lovaty*

Le flanc sud de l'anticlinal est visible au NE de la Tsintre (formations oolithique, spathique et siliceuse) où il plonge de 45° vers le SE. Puis entre Les Pâquiers et Vieille Cierne, le Membre B de la formation calcaréo-argileuse forme une surface structurale inclinée de 25° vers le NW; cette surface est le flanc nord de l'anticlinal qui se déverse fortement vers les Alpes.

Le profil 5 montre que de part et d'autre de l'arête Vieille Cierne (sur une distance d'environ 500 mètres vers le SW et de plus d'un kilomètre vers le NE), l'anticlinal de la Tsintre se dédouble et se déverse fortement, ce qui explique la répétition du Membre noduleux et l'importante place qu'occupe la formation des calcaires massifs dans ce secteur.

Sur l'arête Vounetse–Dent de Vounetse (profil 3) l'axe de l'anticlinal passe dans le Membre B de la formation calcaréo-argileuse, le dédoublement a disparu mais l'anticlinal est toujours déversé vers le SE.

A Tichenuva Derrey et dans la vallée de l'Essert, l'érosion a décapé l'anticlinal jusqu'à la formation siliceuse (Lias moyen); l'anticlinal se redresse peu à peu. Dans le ruisseau sous Tichenuva Derrey, on observe parfaitement la descente axiale (environ 30°) que subit l'anticlinal.

6. *Le synclinal de la Dent de Broc*

De la Jogne à la hauteur de l'arête Vieille Cierne, soit sur un kilomètre, l'axe du synclinal de la Dent de Broc passe au sein de la formation des calcaires massifs (Malm), puis sur plus de 7 kilomètres il se trouve dans la formation des calcaires plaquetés (Néocomien) qui est bordée de part et d'autre par la formation des calcaires massifs (Malm). Le synclinal de la Dent de Broc est légèrement déjeté vers le NW.

7. *L'anticlinal principal I (Les Combes–Spitzfluh)*

Les sédiments les plus anciens mis à jour par l'érosion sur le territoire étudié sont ceux du Membre C de la formation calcaréo-argileuse (Bathonien), visibles dans le ravin de Bonne Fontaine.

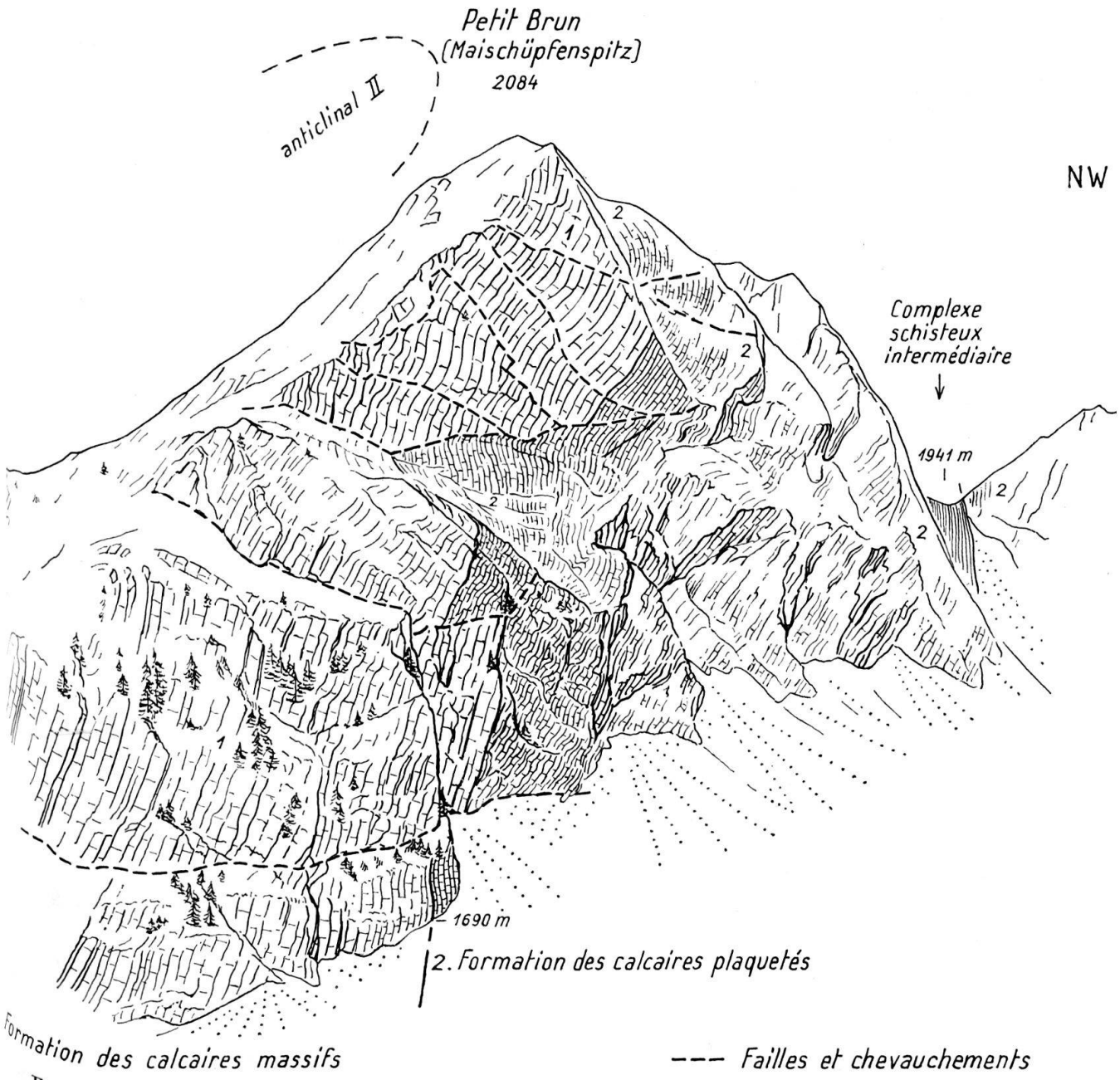


Fig. 20. Le Petit Brun vu du pâturage Bergli, à l'altitude de 1650 m. Dans la partie inférieure du croquis, les formations sont en position normale, tandis que dans la partie supérieure on voit que la tête de l'anticlinal a basculé vers le NW, la formation des calcaires massifs chevauche la formation des calcaires plaquetés.

De bonnne Fontaine jusqu'aux environs de Jaquetta Dessous, l'anticlinal subit une descente axiale de 10 à 12 °; les formations disparaissent peu à peu en profondeur et à partir de Planfretz la formation des calcaires plaquetés du synclinal de la Dent de Broc rejoint celle de l'anticlinal I; les deux structures ne sont plus différenciables sur le terrain.

A partir de Jaquetta Dessous environ, l'anticlinal subit une remontée axiale d'environ 15° vers le NE, la formation des calcaires massifs réapparaît sur le versant E de la combe des Gros Morvaux où les pendages sont très faibles.

Entre Bonne Fontaine et Haut Sapi, l'anticlinal I est déversé du côté alpin, puis à mesure que l'on se déplace vers le NE il s'aplatit de plus en plus et ses flancs deviennent presque symétriques.

Les deux fractures dessinées sur le profil 1 sont visibles en dehors des limites de mon terrain, sur le territoire étudié par J. D. ANDREY.

8. *Le synclinal de la Gruyère*

Le synclinal de la Gruyère occupe le versant sud de la vallée des Fornis. Les deux bandes de complexe schisteux intermédiaire que l'on suit entre Les Raveires Dessous et la combe d'Osseyre indiquent un dédoublement du synclinal; la faille que j'ai figurée en profondeur sur le profil 3 est purement hypothétique.

A partir de la combe d'Osseyre en direction du NE, on n'a plus qu'une bande de complexe schisteux, le dédoublement du synclinal a disparu.

Le synclinal de la Gruyère est déversé d'environ 33° vers le SE.

9. *L'anticlinal principal II (Sauta–Jaun–Stockhorn)*

L'axe de cet anticlinal passe au dehors des limites de mon terrain, sur la rive gauche de la Jogne. L'anticlinal II est fortement déjeté vers le NW comme le montrent les profils 1 et 3 ainsi que la figure 20 qui est surtout destinée à expliquer l'épaississement de la formation des calcaires massifs en certains endroits des Vanils des Raveires.

Les failles

Les failles sont nombreuses et toutes ne sont certainement pas visibles. On remarque tout de suite que deux groupes de formations sont particulièrement faillés: ce sont d'une part les formations oolithiques, spathiques et siliceuses et d'autre part la formation des calcaires massifs. La formation calcaréo-argileuse, comprise entre ces deux horizons rigides, est plus souple et a par conséquent plus tendance à se plisser qu'à se rompre, les failles s'y perdent. Il en est de même de la formation des calcaires plaquetés.

Les barres rocheuses que constitue la formation des calcaires massifs sont fracturées à l'extrême; les failles que j'y ai cartographiées ont été tout d'abord observées sur des photos aériennes puis contrôlées sur le terrain.

Relevons encore que dans l'ensemble les failles peuvent avoir deux directions: SE–NW ou SSW–NNE.

BIBLIOGRAPHIE

ADAMS, J. E., and RHODES, M. L. (1960): *Dolomitization by Seepage Refluxion*. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., *44*.

ANDREY J. D.: Thèse Fribourg, à paraître.

ARKELL, W. J. (1933): *The Jurassic System in Great Britain*. Oxford.

– (1946): *Standard of the european Jurassic*. Bull. geol. Soc. Amer., *57*.

BADOUX, H., et MERCANTON, C. H. (1962): *Essai sur l'évolution tectonique des Préalpes médianes du Chablais*. Eclogae geol. Helv. *55*/1.

BOLLER, K. (1963): *Stratigr. und Mikropal. Untersuchungen im Neocom der Klippendecke*. Eclogae geol. Helv., *56*/1.

BOURCART, J., et RICOUR, J. (1954): *Essais sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères du Trias*. C. R. Congrès géol. d'Alger XIII, pp. 35–47.

BRUCKNER, W. (1941): *Über die Entstehung der Rauhwacken und Zellendolomite.* Eclogae geol. Helv. *34.*

BUCKMAN, S. S. (1887–1907): *Ammonites of the Inferior Oolite series.* Palaeontographical Society, London.

CANAL, P. (1947): *Observations sur les caractères pétrographiques des calcaires dolomitiques et des dolomies.* C. R. som. Soc. géol. Fr.

CAROZZI, A. (1946): *Sur quelques Dasycladacées du Purbeckien du Jura.* Suppl. Arch. Sci. phys. et nat. Genève.

– (1953): *Pétrographie des roches sédimentaires.* Rouge éd. Lausanne.

CAYEUX, L. (1935): *Les roches sédimentaires de France.* Masson et Cie, Paris.

CHAROLLAIS, J., et RIGASSI-STUDER, J. (1961): *Répartition de quelques microfossiles dans le Jurassique supérieur et Crétacé inférieur de Châtel-St-Denis.* Arch. Sci., Genève.

CHARPAL DE, O. L., MONTADERT, L., GUBLER, Y. G., ROUGE, P. E. (1959): *Contribution française à l'étude de la dolomitisation.* Fifth World Petroleum Congress.

CHILINGER, G. V., and BISSELL, H. J. (1961): *Dolomitization by Seepage Refluxion (Discussion).* Bull. Amer. Petrol. Geol., *45.*

CHATTON, M. (1947): *Géologie des Préalpes médianes entre Gruyères et Charmey.* Mém. soc. frib. Sci. nat. *13.*

COLOM, G. (1948): *Fossils Tintinnids.* J. Paleont. *22.*

DONOVAN, D. T. (1958): *The Lower Liassic Ammonite Faune from the Fossil Bed at Langeneckgrat, near Thun (Median Prealps).* Mém. Soc. suisse de Pal. 74.

DONZE, P. (1958): *Précision sur Clypeina jurassica Favre.* CR som. Soc. géol. Fr., p. 21.

DOBEN, K. (1963): *Über Calpionelliden an der Jura/Kreide-Grenze.* Mitt. der Bayer. Staatssamml. für Pal. u. histor. Geol., 3.

DURAND DELGA, M. (1956): *Répartition stratigraphique de certains microorganismes définis dans le Malm mésogéen.* Bull. serv. carte géol. Algérie [N. S.] 8.

FAVRE. E., & SCHARDT, H. (1887): *Description géol. des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse.* Matér. carte géol. suisse, *22.*

GAGNEBIN, E. (1918): *Les lacunes du Lias inférieur entre Montreux et le Moléson.* Bull. Soc. vaud. Sci. nat. *52.*

– (1920): *Les Préalpes entre Montreux et le Moléson.* Eclogae geol. Helv. *16.*

GIGNOUX, M. (1930): *Tectonique des terrains salifères.* Livre Jub. Soc. géol. Fr. *2*, 329–360.

GILLIERON, V. (1885): *Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne.* Mat. carte géol. suisse *18*, Feuille XII.

GREINER, H. R. (1956): *Methy Dolomite, Devonian Reef, Alta.* Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. *40*, 2057–2081.

GUILLAUME, H. (1957): *Géologie du Montsalvens.* Mat. carte géol. suisse [NS] 104.

HAAS, H. (1885): *Etude monographique et critique des Brachiopodes Rhétiens et Jurassiques des Alpes vaudoises.* Mém. Soc. Pal. suisse. *11.*

HORWITZ, L. (1913): *Quelques résultats d'un levé géol. dans les Alpes de Fribourg.* CR Soc. Sci. Varsovie, VI Fasc. 5.

– (1914): *Sur le Lias du Massif des Bruns et de ses annexes.* Proc.-verb. Soc. vaud. Sc. nat., Séance du 21 janvier.

– (1917): *Anciens plis dans les Préalpes médianes.* Proc.-verb. Soc. vaud. Sc. nat., Séance du 19 décembre.

– (1918): *Sur le faciès des dépôts liasiques dans quelques régions des Préalpes médianes.* Proc. verb. Soc. vaud. Sc. nat., Séance du 20 février.

– (1918): *Sur le Dogger et le Malm du Massif des Bruns.* C. R. Acad. Sc. Cracovie. Série A.

– (1919): *L'âge des calcaires à Entroques liasiques dans les Préalpes médianes.* Proc.-verb. Soc. vaud. Sc. nat. Séance du 15 janvier.

– (1922): *Notices préalpines.* Bull. Soc. vaud. Sc. nat. *54*, 205.

– (1926): *Faunes lotharingiennes dans la région de Charmey (Préalpes fribourgeoises).* Eclogae geol. Helv. *19.*

– (1932): *Le Lias supérieur et le Bajocien dans les Préalpes de Charmey.* Bull. Univ. Lausanne, *49.*

– (1939): *Bathonien, Callovien, Oxfordien et Argovien dans le Massif des Bruns.* Bull. Soc. vaud. Sc. nat., *60*, no 250.

JEANNET, A. (1912–18): *Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinnantes*. Mat. carte géol. suisse [NS] 34.

– & GERBER, ED. (1919): *Sur une lacune du Lias inférieur et moyen dans l'anticlinal du Stockhorn*. Proc.-verb. Soc. vaud. Sc. nat., Séance du 19 novembre.

KLAUS, J. (1958): *Stratigraphie et micropaléontologie du «complexe schisteux intermédiaire» dans le synclinal de la Gruyère*. Actes Soc. Helv. Sc. nat. Glaris, pp. 123–126.

– (195 9): *Le complexe schisteux intermédiaire dans le synclinal de la Gruyère*. Eclogae geol. Helv. *52*.

LOMBARD, AUG. (1945): *Attribution de microfossiles du Jurassique supérieur alpin à des Chlorophycées*. Eclogae geol. Helv. *38*.

– (1956): *Géologie sédimentaire. Les séries marines*. Masson & Cie, Paris.

LUGEON, M., & JÉRÉMINE, E. (1911): *Les bassins fermés des Alpes suisses*. Bull. Lab. géol. Lausanne, *17*.

LUGEON, M., & GAGNEBIN, E. (1941): *Observation et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes*. Mém. Soc. vaud. Sc. nat. *7*, 1.

NUSSBAUM, F. (1906): *Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes*. Jber. geogr. Ges. Bern, 20.

PETERHANS, E. (1926): *Révision des Brachiopodes liasiques du Grammont, des Tours d'Aï, du Pissot et de Rossinière, figurés dans l'ouvrage de H. Haas*. Mém. Soc. vaud. Sc. nat. *13*, 2.

PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks* (second edition). Harper & Brothers, New-York.

PUGIN, L. (1949-50): *Sur la présence de la zone à Pleydellia aalensis dans l'Aalénien des Préalpes médianes*. Bull. Soc. Frib. Sc. nat, *40*.

– (1952): *Les Préalpes médianes entre le Moléson et Gruyères (Préalpes fribourgeoises)*. Eclogae geol. Helv. *44*.

REMANE, J. (1960): *Les formations bréchiques dans le Tithonique du SE de la France*. Trav. Lab. géol. Grenoble, *36*.

RENEVIER, E. (1864): *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises*. I. Infra-Lias. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. *8*, 51.

– (1890–92): *Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoise*. Eclogae geol. Helv. *2*.

RINNE, F. (1928): *La science des Roches*. J. Lamarre, éd. Paris.

SANDO, W. J., DUTRO, J. R., GERE, W. C. (1959): *Brazer Dolomite (Mississipian)*. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. *43*, 2741–2770.

SLOSS, L. L. (1953): *The significance of evaporites*. J. of Sedim. Petrol. *23*.

SCHWARTZ-CHENEVART, CH. (1945): *Les nappes des Préalpes médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt (Préalpes fribourgeoises)*. Mém. Soc. frib. Sci. nat. *12*.

STEIDTMANN, E. (1917): *Origin of Dolomite as Disclosed by Stains and other Methods*. Bull. Geol. Soc. Am. *28*, 431–450.

TERCIER, J. (1928): *Géologie de la Berra*. Mat. carte géol. suisse [NS] 60.

THÈOBALD, N. & CHEVIET, M. T. (1959): *Les Ammonites du Toarcien supérieur du Jura franc-comtois*. Ann. sc. Univ. Besançon, 2è s., géol., *9*.

UMIKER, R. (1952): *Geologie der westlichen Stockhornkette*. Inauguraldissertation. Buchdruckerei Jordi Belp.

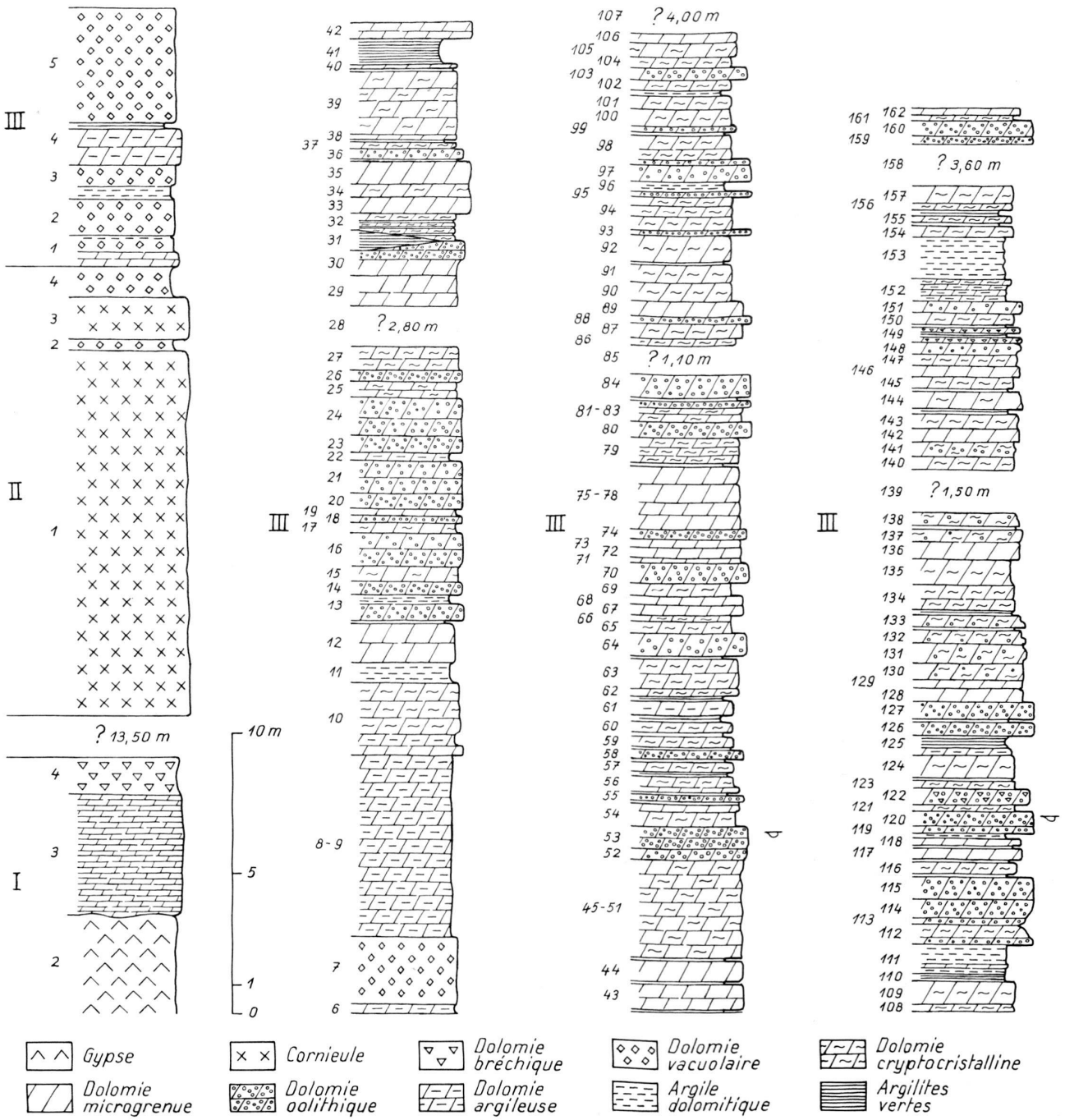
VERNIORY, R. (1954): *Eothrix alpina Lombard, Algue ou Crinoïde ?* Arch. Sc. Genève., *7*, 4.

– (1955): *Extension géographique et stratigraphique du genre Saccocoma Agassiz, dans le Dauphiné méridional et en Provence*. Arch. Genève, *8*, 2.

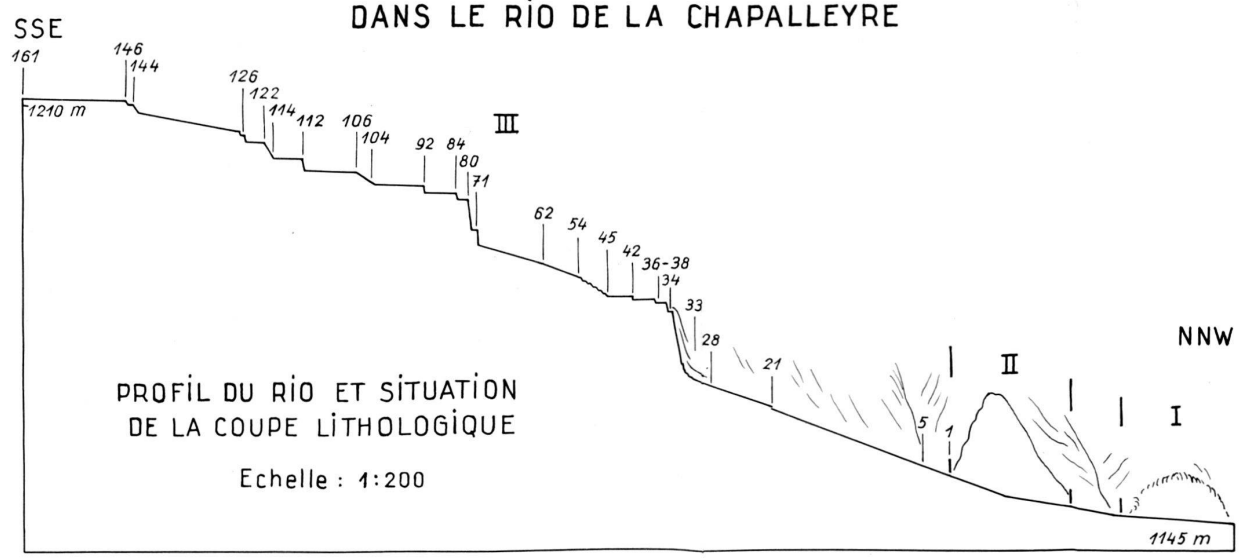
– (1955): *Extension géographique et stratigraphique du genre Saccocoma Agassiz, entre l'Oberland bernois et la Provence*. Arch. Sc. Genève, *8*, 1.

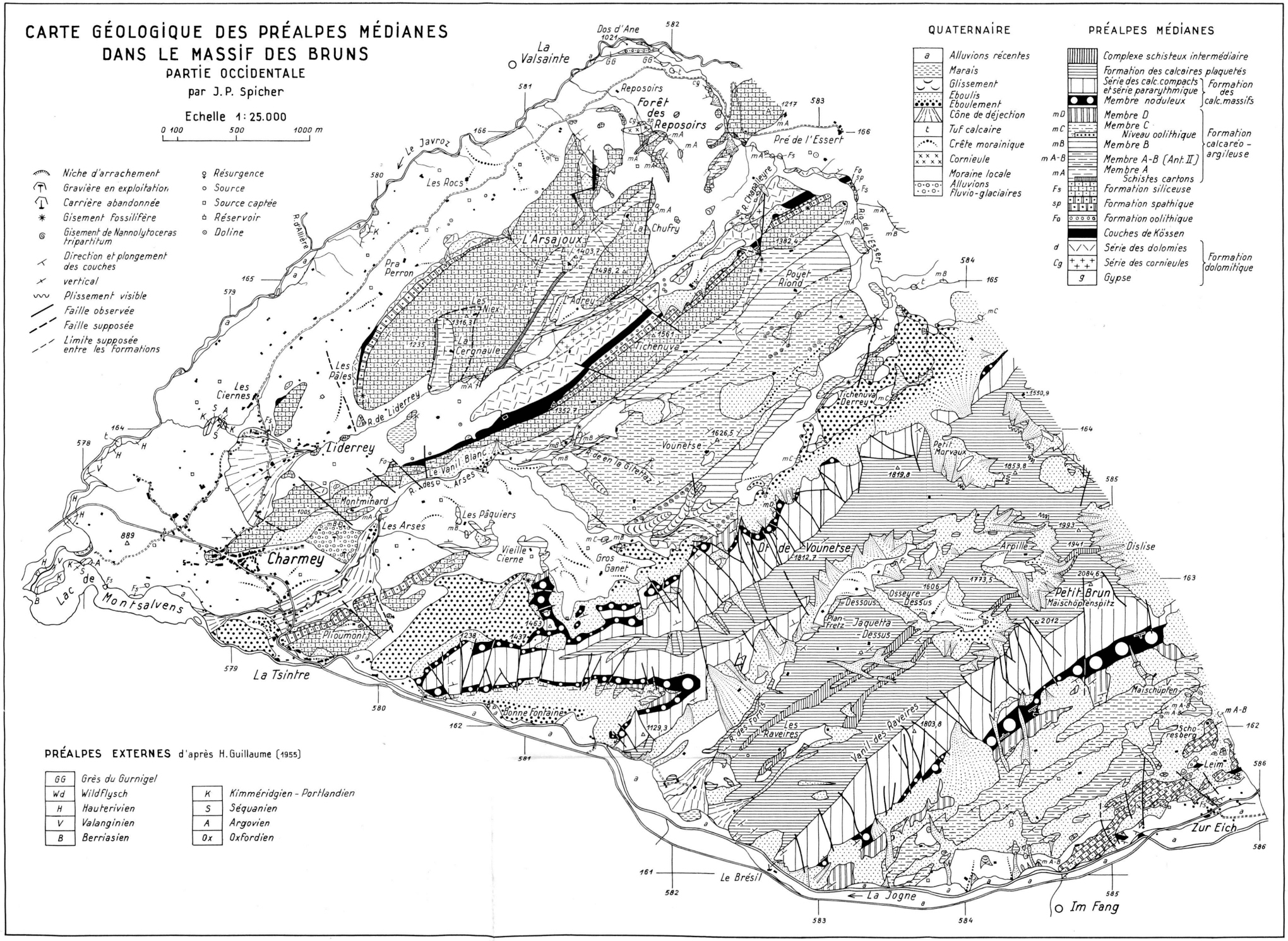
VON DER WEID, J. (1961): *Géologie des Préalpes médianes au SW du Moléson (Préalpes fribourgeoises)*. Eclogae geol. Helv. *53*.

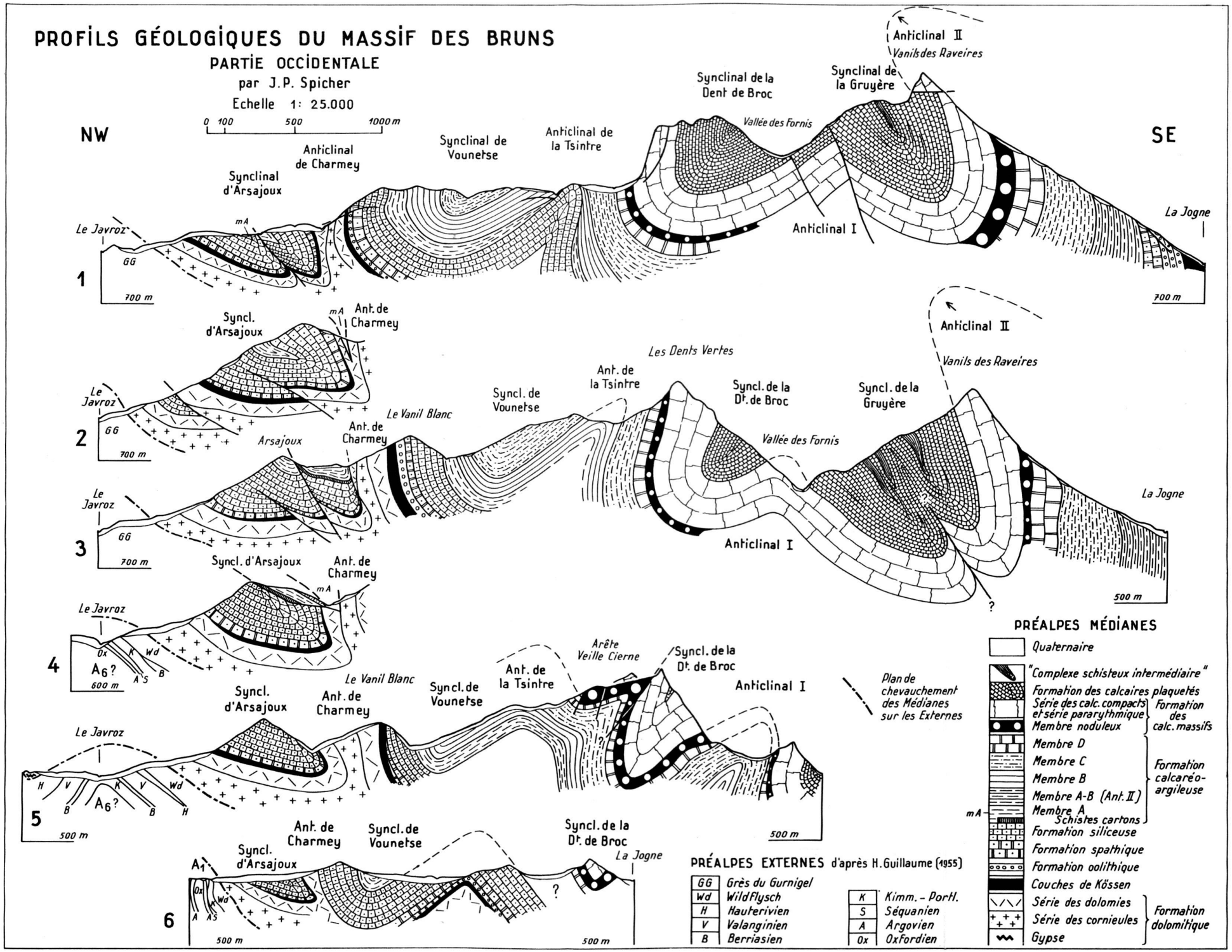
WEISS, H. (1949): *Stratigraphie und Mikrofauna des Klippenmalm*. Dissertation, Zürich.



COUPE LITHOLOGIQUE DE LA FORMATION DOLOMITIQUE DANS LE RIO DE LA CHAPALLEYRE




CARTE GÉOLOGIQUE DES PRÉALPES MÉDIANES
DANS LE MASSIF DES BRUNS
PARTIE OCCIDENTALE
par J.P. Spicher
Echelle 1:25.000
0 100 500 1000 m
Niche d'arrachement
Gravière en exploitation
Carrière abandonnée
Gisement fossilifère
Gisement de Nannolytoceras tripartitum
Direction et plongement des couches
vertical
Plissement visible
Faille observée
Faille supposée
Limite supposée entre les formations
Résurgence
Source
Source captée
Réservoir
Doline
QUATERNAIRE
a Alluvions récentes
Marais
Glissement
Eboulis
Eboulement
Cône de déjection
t Tuf calcaire
Crête morainique
Cornieule
Moraine locale
Alluvions fluvio-glaciaires
PRÉALPES MÉDIANES
Complexe schisteux intermédiaire
Formation des calcaires plaquetés
Série des calc. compacts et série pararyhmique
Membre noduleux
Formation des calc. massifs
mD Membre D
mC Membre C
Niveau oolithique
mB Membre B
mA-B Membre A-B (Ant. II)
mA Membre A
Schistes cartons
Fs Formation siliceuse
sp Formation spathique
Fo Formation oolithique
Couches de Kössen
d Série des dolomies
Cg Série des cornieules
g Gypse
Formation calcaréo-argileuse
Formation dolomitique
PRÉALPES EXTERNES d'après H. Guillaume (1955)
GG Grès du Gurnigel
Wd Wildflysch
H Hauterivien
V Valanginien
B Berriasien
K Kimméridgien - Portlandien
S Séquanien
A Argovien
Ox Oxfordien
La Valsainte
Dos d'Ane
Reposoirs
Forêt des Reposoirs
Pré de l'Essert
Le Javroz
Les Rocs
R. d'Allière
Pra Perron
L'Arsajoux
La Chufry
R. Chapelière
Rio de l'Essert
Poyet Riond
Adreu
Les Niex
La Cergnaulex
Tichenuve
Les Pâles
Les Ciernes
R. de Liderrey
Liderrey
Le Vanil Blanc
R. des Arses
Montmihard
Les Arses
Les Pâquiers
Vieille Cierne
Gros Ganet
Vounetse
R. de en le Gilettaz
Tichenuva Derrey
Petit Marvaux
Dir de Vounetse
Arpille
Dislise
Petit Brun
Maischöpfenspitz
Osseure Dessus
Dessous
Plan-Fretz
Jaquetta Dessus
Charmey
Lac de Montsalvens
Ploumont
La Tsintre
Bonne Fontaine
R. des Tomis
Les Raveires
Vanil des Raveires
Maischüpfen
Schoresberg
Leim
Zur Eich
Le Brésil
La Jogne
Im Fang


PROFILS GÉOLOGIQUES DU MASSIF DES BRUNS
PARTIE OCCIDENTALE
par J.P. Spicher
Echelle 1: 25.000
0 100 500 1000 m
NW
SE
Anticlinal de Charmey
Synclinal d'Arsajoux
Synclinal de Vounetse
Anticlinal de la Tsintre
Synclinal de la Dent de Broc
Synclinal de la Gruyère
Anticlinal II
Vanils des Raveires
Vallée des Fornis
Anticlinal I
Le Javroz
La Jogne
Ant. de Charmey
Syncl. d'Arsajoux
Le Vanil Blanc
Arsajoux
Les Dents Vertes
Ant. de la Tsintre
Syncl. de la Dt. de Broc
Syncl. de la Gruyère
Arête Veille Cierne
Plan de chevauchement des Médianes sur les Externes
PRÉALPES MÉDIANES
Quaternaire
"Complexe schisteux intermédiaire"
Formation des calcaires plaquetés
Série des calc. compacts et série pararythmique
Membre noduleux
Formation des calc. massifs
Membre D
Membre C
Membre B
Membre A-B (Ant. II)
Membre A
Schistes cartons
Formation calcaréo-argileuse
Formation siliceuse
Formation spathique
Formation oolithique
Couches de Kössen
Série des dolomies
Série des cornieules
Gypse
Formation dolomitique
PRÉALPES EXTERNES d'après H. Guillaume (1955)
GG Grès du Gurnigel
Wd Wildflysch
H Hauterivien
V Valanginien
B Berriasien
K Kimm.-Portl.
S Séquanien
A Argovien
Ox Oxfordien
700 m
600 m
500 m