[Géologie Alpine, t. 44, 1968.]

# Etude stratigraphique et tectonique du Monte Boulliagna
## (Haut Val d'Acceglio, Italie)

par Joséphine MÉGARD-GALLI [1]

SOMMAIRE. — Dans le cadre d'une description d'ensemble d'un petit massif de la zone briançonnaise interne (versant italien des Alpes), l'auteur analyse en détail une série particulièrement complète et représentative du Trias calcaro-dolomitique briançonnais. Des comparaisons sont tentées avec d'autres coupes du Trias de la même zone structurale. L'étude tectonique fine fait apparaître le rôle des failles cisaillantes ou « troncatures ».

ABSTRACT. — As part of a general description of a little massif belonging to the inner briançonnais zone (Italian side of Alpes), a detailed analysis of an unusually complete and representative series from the calcareous and dolomitic briançonnais Triassic formations is presented. Comparissons with others sections through the Triassic formations of the same belt are attempted. Detailed tectonic study brings out the role played by shear-faults or « truncatures ».

PLAN DE L'ETUDE

INTRODUCTION.

PREMIÈRE PARTIE : STRATIGRAPHIE.

I. Le Permien.
II. Le Werfénien.
III. Le Trias calcaro dolomitique.
A) L'Anisien.
B) Le Ladinien.
C) Les niveaux post-ladiniens et anté-bathoniens.
IV. La dolomitisation au Trias en liaison avec la paléogéographie.
V. Essai de corrélation stratigraphique.
VI. Les terrains post-triasiques.

DEUXIÈME PARTIE : TECTONIQUE.

I. Introduction.
II. Analyse structurale détaillée.

BIBLIOGRAPHIE.

[1] C'est au cours des écoles de terrain de Lagrasse (Aude), dirigées par M. le Professeur F. ELLENBERGER, que je découvris ce qu'est la géologie de terrain. Durant l'un de ces stages il me proposa ce travail en vue d'un Diplôme d'Etudes Supérieures ; qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour la confiance qu'il me manifesta alors. Durant l'été 1961 il m'initia, lors d'un séjour en Vanoise et dans les Alpes italiennes, à la géologie alpine et en particulier à l'étude des massifs triasiques. Je le remercie particulièrement pour m'avoir non seulement consacré beaucoup de son temps sur le terrain et au laboratoire, mais encore pour m'avoir obligée, par son exemple, à toujours plus de rigueur, d'honnêteté et de ténacité.

Je remercie non moins vivement M. le Professeur DEBELMAS de s'être intéressé à ce travail et d'avoir accepté de le publier presque entièrement.

Tandis que j'achevais la rédaction de ce travail, M. le Professeur LEMOINE me proposa de faire plusieurs courses dans les massifs triasiques de la région de Briançon. Au cours de ces randonnées il me fit non seulement profiter de sa grande connaissance des Alpes, mais me permit de saisir sur le terrain les plus importants parmi les problèmes que pose le Trias alpin. Je voudrais lui exprimer ici toute ma gratitude et l'assurer de mon vif désir de reprendre ces travaux lors de mon retour en France.

M. le Professeur BADOUX et M. G. BOTTERON, de Lausanne, M. J. P. BLOCH, de l'Ecole Normale Supérieure, ont bien voulu, au cours de l'été 1963, me faire prendre connaissance du Trias alpin de leur terrain de thèse respectif ; leurs propres connaissances des Alpes et leur expérience du terrain me permettront d'élargir plus tard le cadre même de ce sujet. Je leur adresse mes plus vifs remerciements.

Je remercie également M. B. FRANCESCHETTI et C. MERLO, de l'Université de Turin, pour l'aide qu'ils m'ont apportée au cours de plusieurs équipées, ainsi que mon amie Bénédicte GERIN qui n'a pas craint de partager les fatigues et les difficultés d'une première campagne.

Je ne puis non plus oublier ma tante « ZIA MINA » qui, durant deux étés, m'accompagna; elle adoucit et facilita au maximum mes séjours à Acceglio; enfin, je ne peux passer sous silence la chaude hospitalité que me donnèrent si souvent les familles de bergers BARALIS et OLIVERO.

## INTRODUCTION

Le massif étudié se situe géographiquement dans le Sud des Alpes Cottiennes ; on y accède par le versant italien, depuis Cuneo et Dronero, par la vallée de la Maïra.

La première monographie de cette région, qui appartient à la zone briançonnaise interne, est due à Maurice GIDON (1954) auquel on se reportera pour la bibliographie antérieure.

Le Monte Boulliagna appartient à la *zone Ceillac-Chiappera* de cet auteur (fig. 1), zone où règnent encore les faciès briançonnais classiques.

Pour avoir trouvé en éboulis divers faciès typiques du Trias briançonnais, F. ELLENBERGER avait pensé que ce massif pouvait faire l'objet d'une excellente coupe de référence du Trias, comparable, par sa position interne en bordure des Schistes lustrés, à celle du Trias de Vanoise, deux cents kilomètres plus au Nord.

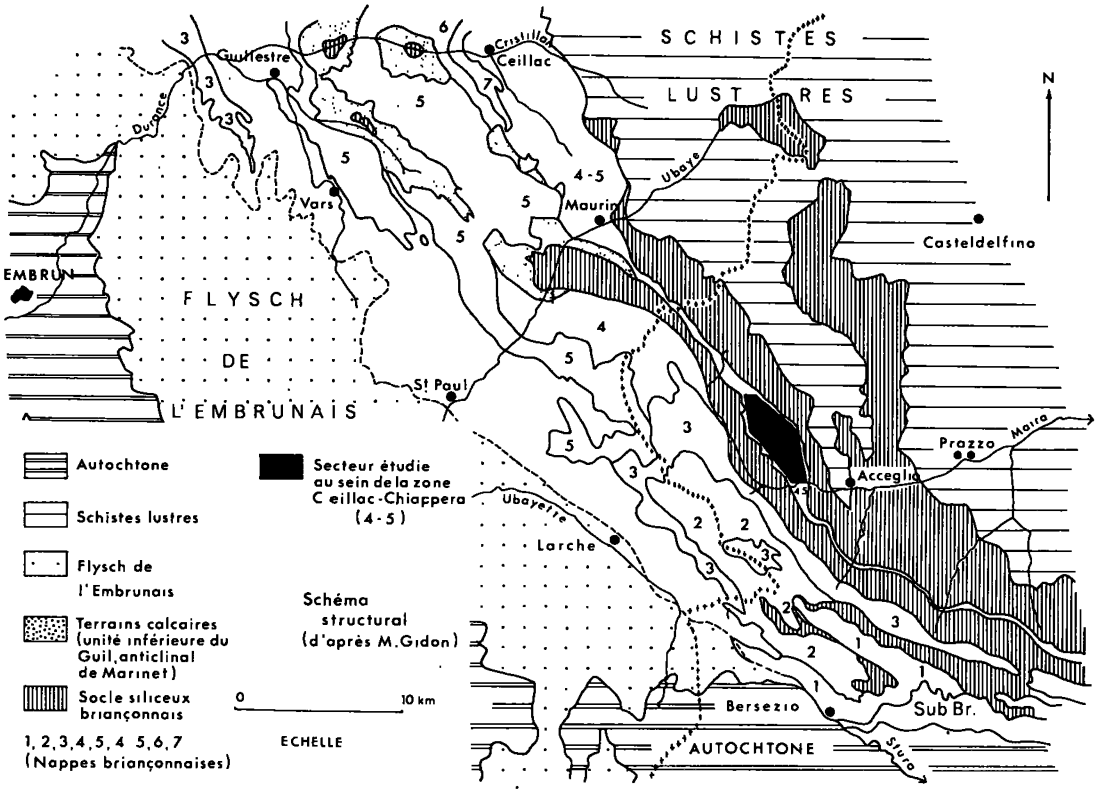



Fig. 1. — Schéma structural de position du Monte Boulliagna (en noir). D'après M. GIDON (1962).

En raison des nombreuses dislocations tectoniques qui affectent ce massif et d'une récolte de fossiles relativement pauvre (ceci malgré l'application des méthodes d'attaque acide), le Monte Boulliagna ne peut se comparer aux coupes désormais classiques et homologues du Roc de la Pêche et de St-Triphon. J'ai néanmoins pu retrouver, dans ces coupes partielles, les principaux niveaux repères du Trias briançonnais, ce qui m'a permis de faire en outre une étude tectonique détaillée de ce chaînon.

# PREMIERE PARTIE

## STRATIGRAPHIE

La figure 2 résume la stratigraphie du Monte Boulliagna. Cette série est caractérisée par le grand développement du Trias calcaro-dolomitique, l'absence de tout Lias bien caractérisé, la transgression

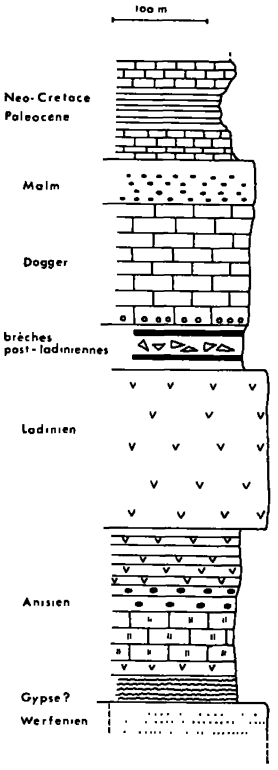



Fig. 2. — Série stratigraphique simplifiée du Monte Boulliagna.

du Dogger, un Malm peu distinct du Dogger, la lacune probable du Crétacé inférieur, la présence d'un Néocrétacé-Paléocène passant à un flysch de type spécial.

Ces caractères sont ceux d'une série de *type briançonnais*.

*L'étude stratigraphique faite ici vise essentiellement* le *Trias calcaro-dolomitique* que j'ai étudié par comparaison avec les niveaux repères de Vanoise, des Préalpes médianes, du Briançonnais (*sensu stricto*) et des Alpes ligures italiennes. Je ne ferai que citer, sans les décrire longuement, les termes rencontrés dans le Permien, le Trias siliceux, le Jurassique et le Crétacé.

### I. — Le Permien.

Il affleure dans les écailles de Saretto-Chiappera ; je me suis tenue aux subdivisions faites par FRANCHI sur la carte Dronero-Argentera (1930). Ce sont des schistes sériciteux, luisants, papyracés gris ou rouges, bleus, violacés, lie-de-vin à certains endroits. Ces schistes passent à des roches feldspathiques porphyroïdes intercalées dans leur masse. D'ailleurs M. GIDON parle « d'andésites permiennes » pour caractériser ces niveaux.

### II. — Le Werfénien.

Le Verrucano affleure sous forme de débris repris dans la moraine au-dessus de Saretto. Ces blocs se mêlent à de nombreux fragments de quartzite.

Il semble que le passage au Trias calcaro-dolomitique ne se fasse pas ici par l'intermédiaire de « gypses inférieurs ». Si ces derniers étaient localement présents, il s'agirait vraisemblablement d'injections tectoniques.

### III. — Le Trias calcaro-dolomitique.

Le Trias du Monte Boulliagna et des massifs voisins, initialement cartographiés en « Tm » par S. FRANCHI, comprenait, selon lui, de l'Anisien et du Ladinien, que personne n'étudia en détail par la suite.

Le but de mon travail consistait à étudier cette série en détail, à l'instar des coupes récentes faites dans d'autres parties des Alpes occidentales : F. ELLENBERGER (Vanoise), E. GENCE (Préalpes bernoises), G. BOTTERON (Préalpes romandes), J. DEBELMAS et M. LEMOINE (Briançonnais), J. P. BLOCH et J.-R. KIENAST (Alpes ligures italiennes), R. CABY (Rois Mages, Hautes-Alpes).

J'ai essayé d'appliquer à cette série les méthodes mises en œuvre par certains de ces auteurs, notamment l'extraction des fossiles par attaque ménagée à l'acide acétique (voir thèse F. ELLENBERGER, p. 173) et le relevé des litho-faciès macroscopiques permettant la mise en évidence de séquences caractéristiques.

Il est impossible de reproduire ici l'extrême détail avec lequel furent effectuées les coupes originales. Je me bornerai donc à les situer, à faire l'étude lithologique et paléontologique des principaux niveaux et discuter leur valeur stratigraphique. Le lecteur qui serait intéressé par les relevés banc par banc effectués sur le terrain peut se référer à J. GALLI (1964), Etude stratigraphique et tectonique du Monte Boulliagna (haut Val d'Acceglio, Italie) (D. E. S. ronéotypé, Paris, déposé à la Société Géologique de France). Une coupe synthétique de la série triasique dans le Monte Boulliagna (fig. 3) permet le repérage des principaux niveaux lithologiques et paléontologiques.

### A) *L'Anisien.*

#### I. — L'ANISIEN INFÉRIEUR.

Cette coupe a été effectuée sur le flanc normal qui affleure dans la face Sud-Ouest du Monte Boulliagna, au-dessus de Saretto.

L'Anisien inférieur ne semble pas excéder 25 à 30 mètres. Cette épaisseur est donnée sous toutes réserves, car dans tout le chaînon l'Anisien inférieur et moyen affleure en surface structurale.

1) *Etude lithologique.*

— La séquence comprend une alternance de bancs dolomitiques jaunes auxquels sont associés les « calcaires vermiculés » vrais à *Rhyzocoralliums* (niveaux 1, 3, 6) et des calcaires gris à grain fin (niveaux 2, 4) pétris de fossiles dolomitisés très déformés.

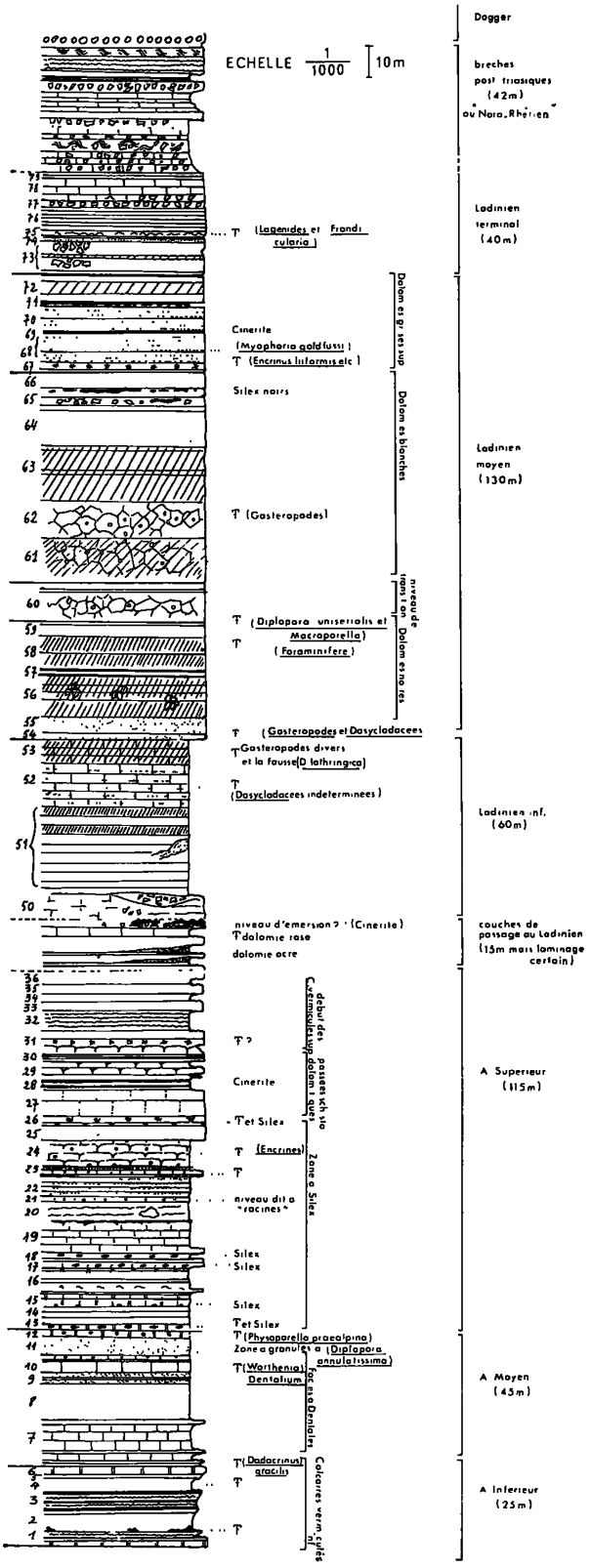



Fig. 3. — Coupe générale du Trias calcaro dolomitique dans le Monte Boulliagna.

Le niveau 5 est un mince banc de calcaire rosâtre à gros vermicules blancs que j 'appelle « faciès nacré », très constant au sommet de cette séquence ; il mérite d'être signalé.

— L'étude pétrographique des calcaires gris (niveaux 2 et 4) indique qu'ils sont très recristallisés, mais il arrive que des restes de la structure ancienne subsistent ; il devait s'agir de calcaires grumeleux. On peut noter la présence de fantômes de Lamellibranches et Gastéropodes (1 à 1,5 cm), complètement dolomitisés et déformés par étirement de la roche. Ces lames montrent également quelques quartz automorphes et érodés, ainsi qu'une « injection » tardive de quartz microcristallin en filonnets et lentilles.

2) *Etude paléontologique.*

● *Les Calcaires vermiculés inférieurs à « Rhizo corallium ».*

La description de ce faciès et les diverses hypothèses émises pour tenter d'expliquer l'origine des boudins rectilignes ou en « U » sont données successivement par F. BLANCHET, puis par F. ELLENBERGER (*Thèse,* p. 184) et par G. BOTTERON (*Thèse,* p. 38).

D'après F. ELLENBERGER, il s'agit presque certainement de « boudins de vase moulant les terriers superficiels d'organismes fouisseurs (Annélides) qui se nourrissaient peut-être d'Alcyonnaires ou d'une vase à spicules ». Selon M. LUGEON, ces « pieds de bœuf » (terme de carriers) seraient plutôt dus à des Holothuries. BOTTERON, à la suite de remarques personnelles qu'il a faites au cours d'une plongée en bathyscaphe au large de Capri, fait remarquer que « ... de telles cavernes ou « terriers » se présentèrent sous la forme de petits monticules percés sur le côté d'un trou, devant lequel étaient accumulés des débris étalés en cercles concentriques. Il s'est avéré que certains de ces trous étaient habités par des vers ». Cette observation tend à justifier le point de vue de Th. FUCHS (1895).

● « *Première faune de Mollusques* » (selon la terminologie de F. ELLENBERGER).

Cette faune est localisée essentiellement dans le niveau 2 et dans le premier niveau à Algues (niveau 4).

NIVEAU 2 : Il abonde en Lamellibranches et Gastéropodes écrasés. Par dégagement à l'acide acétique, j'ai pu mettre en évidence :

• *Omphaloptycha cf. gregaria* (*in* ELL. 1958, pl. II, fig. 16-22) (voir dessin fig. 6, *f* et *g*).

• *Neritaria cf. prior var. Cognata* E. PICARD (*in* ELL. 1958, pl. II, fig. 23-27) (voir dessin fig. 6, *d*).

Ce gastéropode est caractérisé par la lèvre infléchie du péristome qui masque l'ombilic (voir dessin fig. 6, *h*).

• *Omphaloptycha stotteri* KLIPPST ? (*in* ELL. 1958, pl. III, fig. 5).

• *Omphaloptycha pyramidata* KOKEN (*in* ELL. 1958, pl. III, fig. 3-4) (voir dessin fig. 6, *e*).

• *Loxonema ahlburgi Assm.* ou *Omphaloptycha gracillina* SCHL. (voir dessin, fig. 6, *a*).

• *Undularia sp.* (jeune ?) (*in* ELL. 1958, pl. III, fig. 7) (voir dessin fig. 6, *b*).

• *Actaeonina scalaris* MUNSTER, var. *gracilis* HOHENST. (*in* ELL. 1958, pl. I, fig. 28-30) (voir dessin fig. 6, *c*).

• *Worthenia hausmanni* GOLDF. (*in* ELL. 1958, pl. IV, fig. 23-25). Il est caractérisé par ses carènes élevées et l'angle fort du sommet de la spire (voir dessin fig. 5, *a, b, c, e*).

• *Worthenia* (*nov. sp* ?) ELLENBERGER (*in* ELL. 1958, pl. IV, fig. 4) (voir dessin fig. 5, *j* et *k*).

• Un minuscule exemplaire de *Pleurotomariidé.* Il se caractérise par un angle très aigu au sommet de l'apex. Ce worthénidé semble correspondre à la nouvelle espèce de *Worthenia* décrite par F. ELLENBERGER. Cet individu est-il atteint de nanisme ou est-il simplement jeune ?

• *Worthenia* non déterminé (voir dessin fig. 5, *f, g*).

• *Paleonucula sp. aff. rotunda* BITTN. D'après F. ELLENBERGER, c'est une forme juvénile (voir dessin fig. 4, *n*).

NIVEAU 4 : C'est une dalle de calcaire gris à fins granules dolomitiques orangés pouvant parfaitement s'assimiler au « faciès à Anisopelles » tel qu'il est décrit en Vanoise.

Avec F. ELLENBERGER, nous avons trouvé, lors d'une course commune, des Diploporidés très dolomitisés qui ne sont visiblement pas des Physoporelles. Les sections transversales ont 4 à 6 mm de diamètre, tandis que le manchon extrêmement mince a une épaisseur peu constante, ce qui carac-

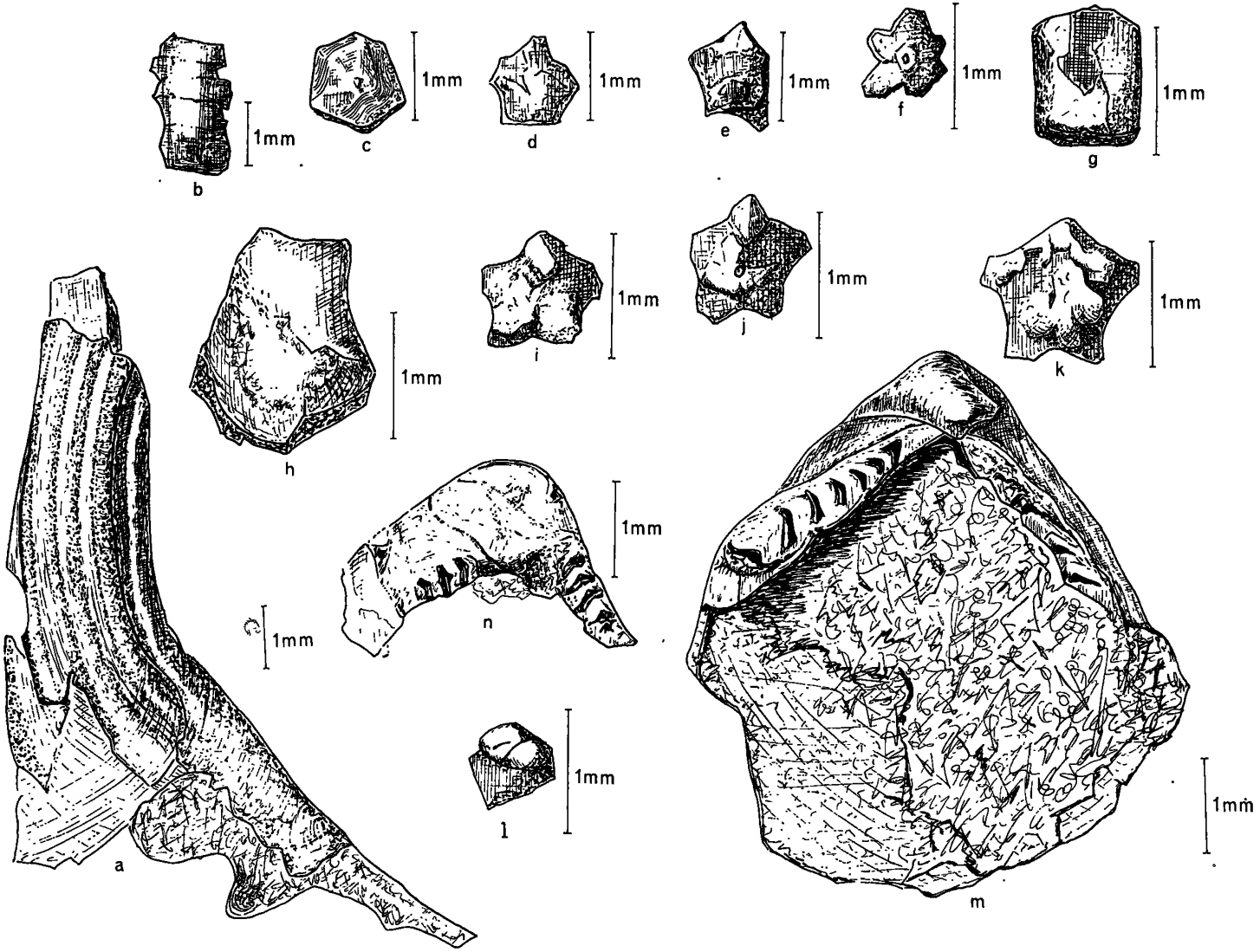



Fig. 4. — Faune des Calcaires vermiculés inférieurs (Anisien inférieur).

a, dent ou phanère de Sélacien ; b à l, *Dadocrinus gracilis* (b, article de la tige ; c à l, pièces du calice et des bras) ; m, *Paleonucula* sp. ; n, *Paleonucula sp. aff. rotunda* Bittn., forme juvénile.

térise assez bien *Anisoporella occidentalis* Botteron ; mais aucune lame mince ni dégagement fin à l'acide acétique n'ont pu montrer la disposition typique des pores d'Anisoporelles. La même faune de Mollusques que celle décrite précédemment, et une *dent* (ou phanère ? de Sélacien ?) (voir dessin fig. 4, *a*) se rencontrent également dans ce niveau.

• *Le banc à Dadocrinus gracilis* (niveau 6).

Ce banc massif de dolomie jaune à cassure grise contient de minuscules articles pentagonaux noirs de Crinoïdes, Ce sont, soit des articles de la tige, soit des pièces du calice et des bras. La forme en « tonnelet » d'un certain nombre d'entre eux rappelle les articles de *Dadocrinus gracilis,* presque toujours signalé par les auteurs ayant étudié ces niveaux au sommet des Calcaires vermiculés inférieurs (voir dessins fig. 4, *b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l*).

3) *Les limites de l'Anisien inférieur.*

La limite inférieure de l'Anisien ne peut être précisée, car la moraine masque, en tous les points de ce chaînon, le passage aux quartzites. Peut-être y a-t-il d'autres assises sous le gros banc de dolomie jaune (niveau 1), notamment des argilolites ?

Comme on l'a vu, la base de l'Anisien est datée dans le Monte Boulliagna par les deux espèces de *Worthenia,* de très rares Anisoporelles (?) et *Dado crinus gracilis* qui caractérise ici la fin de la séquence. J'ai considéré le niveau 6 à *D. gracilis* comme niveau terminal de l'Anisien parce que les calcaires phylliteux qui lui font suite forment un complexe calcaire gris assez épais, qui dans le paysage se distingue des bancs dolomitiques jaunes de l'Anisien inférieur.

Cependant il faut souligner combien cette limite est arbitraire. En Vanoise [2], *Worthenia hausmanni* n'apparaît que dans la « deuxième faune à Mollusques » (Anisien moyen). Dans les Spillgerten (Préalpes Médianes), E. Gence signale que la « deuxième faune à Mollusques » (Dentales, *Worthenia,* etc.) est contenue dans des « calcaires vermiculés ». Ce fait est également commun dans le Briançonnais ligure où le faciès des calcaires vermiculés monte jusqu'au niveau à silex ; la « deuxième faune à Mollusques » y est d'ailleurs absente de la presque totalité des coupes ; c'est le cas à la cluse de Nava (proximité de Garessio) et au « Salto del Lupo » (environ de Toïrano).

II. — L'Anisien moyen.

Trois coupes effectuées successivement sur le flanc normal SW de la Costa Boulliagna et sur le flanc inverse [3] du col Saretto - Chiappera m'ont permis d'étudier l'Anisien moyen. Cette séquence affleure uniquement dans les dalles brisées par des replis transverses, aussi le levé banc par banc a-t-il été difficile, et même souvent hasardeux. La succession que je donne dans la coupe générale du Trias (fig. 3) est synthétique ; les épaisseurs sont également très approximatives.

1) *Etude lithologique.*

Cette séquence me semble caractérisée par le fait que les calcaires dont elle est constituée sont envahis par de fins granules dolomitiques ; ils contiennent à des niveaux précis la « deuxième faune à Mollusques » et la « deuxième flore à Diploporidés ». Le caractère « oolithique » de cette séquence a frappé tous les auteurs qui se sont intéressés au Trias briançonnais. J'ai placé sa limite inférieure là où cessent les calcaires vermiculés francs, et sa limite supérieure, là où commence la zone à silex fort développée dans cette région.

De la comparaison de ces trois coupes, il ressort que l'on peut mettre en évidence six niveaux sujets à des variations de détail, mais cependant constants dans le Monte Boulliagna.

Niveau 7 : Ce sont des calcaires gris à réseaux dolomitiques jaunes flexueux, délimitant parfois des nids fossilifères ; c'est le faciès « portor [4] » appelé par F. Ellenberger « faciès à Dentales ». Il est toujours ici associé au niveau 8.

Niveau 8 : C'est une épaisse formation azoïque dite : « Calcaire phylliteux ». Il s'agit: soit de calcaires à phyllites, soit, le plus souvent, de marbres blancs, gris, roses ou noirs.

---

[2] F. Ellenberger, en Vanoise (1960), G. Botteron dans les Préalpes médianes (1963) et J. P. Bloch dans les Alpes ligures (1963), ont eu l'amabilité de me montrer les coupes triasiques qu'ils ont étudiées sur leur terrain de thèse respectif.

[3] Voir la deuxième partie (Tectonique).

[4] F. Ellenberger définit ainsi « les portors » : « Calcaires gris à réticulum dolomitique jaunissant formant des anastomoses flexueuses ou zigzagantes autour de noyaux sombres. »

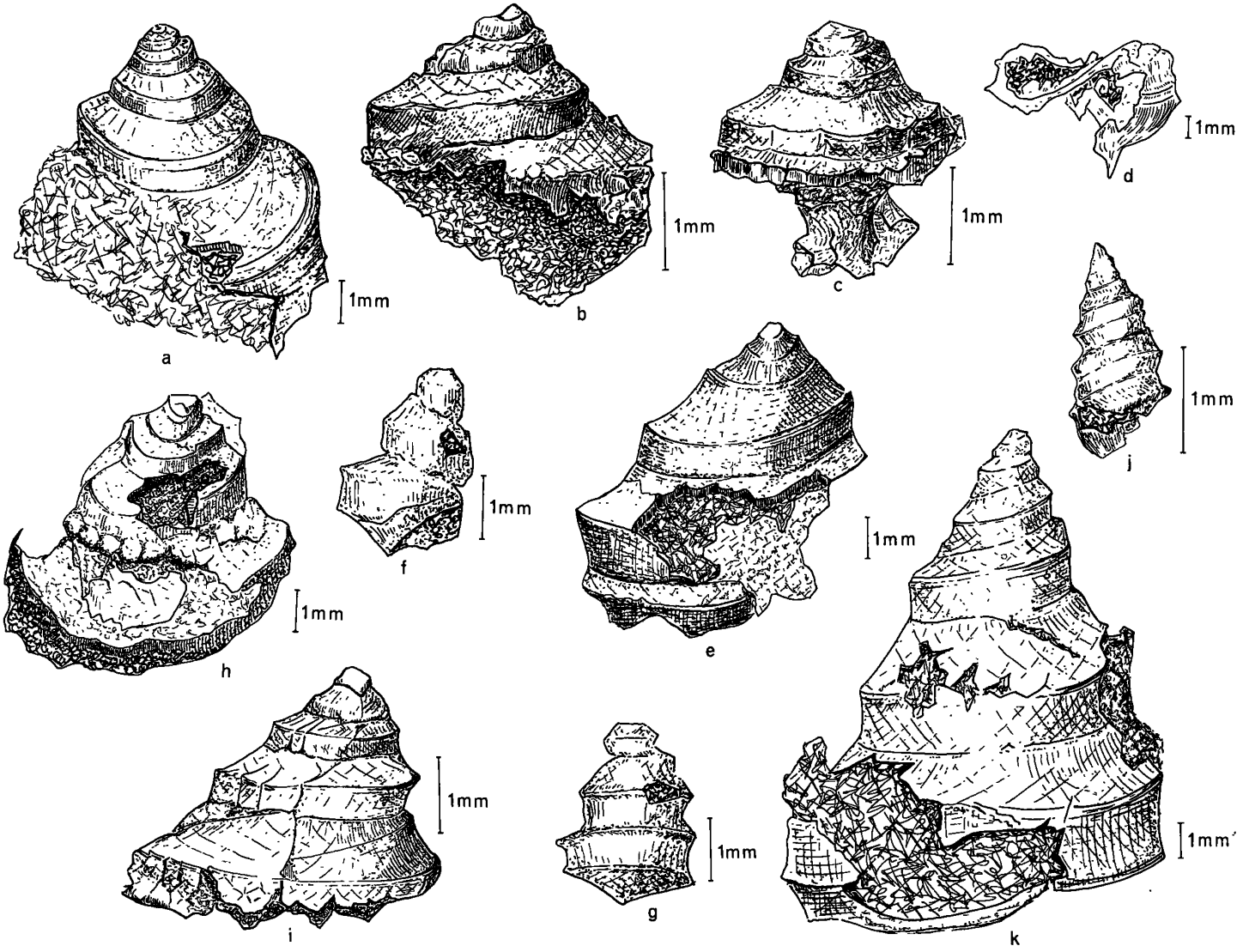



Fig. 5. — Faune des Calcaires vermiculés et du « Banc à Dentales » (Anisien inférieur et moyen).

a, b, c, e, *Worthenia hausmanni* Goldf. (Anisien inférieur) ; d, *Worthenia hausmanni* Goldf. (Anisien moyen) ; f, g, *Worthenia sp. ind.* (Anisien inférieur) ; j, k, *Worthenia nov sp ?* Ellenb. (Anisien inférieur ; h, i, *Worthenia cf. nov. sp.* Ellenb (Anisien moyen).

NIVEAU 9 : A ce niveau commence la zone à granules qui parfois débute plus haut dans la série ou est remplacée par des dolomies brunâtres, saccharoïdes, très massives. Ces dernières représentent peut-être une condensation de la zone à granules (?) après la recristallisation alpine.

NIVEAU 10 : Son faciès est identique à celui du niveau 7 ; il contient la « deuxième faune de Mollusques ».

NIVEAU 11 : Il présente une assez grande variabilité, c'est un calcaire gris clair en plaquettes, quelquefois si uniforme qu'on aurait tendance à le confondre avec le Malm, d'où la dénomination de « faux Malm » que je donne ici à cette dalle. Elle est souvent envahie de fins granules orangés et contient également quelques éléments de la « deuxième flore à Diploporidés » (*Diplopora annulatissima*).

NIVEAU 12 : Ce niveau est désormais classique dans les coupes du Trias à faciès briançonnais, il coïncide avec ce que F. ELLENBERGER appelle : « le faciès à Physoporelles ». Il s'agit d'un calcaire gris à granules et accidents dolomitiques blancs ou orangés dessinant des tubes sinueux. Ce faciès est très fréquent au Monte Boulliagna ; il existe même localement au sommet de la zone à silex dans l'Anisien supérieur, alors que les Physoporelles qu'il paraît contenir quelquefois ont une extension très limitée dans l'espace et dans le temps.

2) *Etude paléontologique.*

● « *Deuxième faune de Mollusques* ».

Elle est présente dans les niveaux 10 et 11. Les réseaux dolomitiques ménagent dans le calcaire des nids le plus souvent azoïques, quelquefois fossilifères.

NIVEAU 10 : Une série d'attaques à l'acide acétique m'a permis d'extraire deux espèces de Pleurotomariidés :

• *Worthenia hausmanni* GOLDF. (*in* ELL. 1958, pl. IV, fig. 23-25) (voir dessin fig. 5, *d*).

• *Worthenia cf.* (*nov. sp. ?*) ELLENBERGER (*in* ELL. 1958, pl. V, fig. 1, 2, 3) (voir dessin fig. 5, *h, i*).

Ces deux exemplaires rappellent, par l'angle faible au sommet de l'apex, le *Worthenia nov. sp.* ELLENBERGER ; par contre, leur base assez large est comparable à celle de *Worthenia hausmanni ?*

De rares fragments de Dentales sont associés à ces Worthenia : il s'agit très probablement de :

• *Entalis cf. torquata* V. SCHL. (*in* ELL. 1958, pl. V, fig. 1, 2).

• *Umbonium sp.* (*ou Adaeorbis ?*) (*in* ELL. 1958, pl. VI, fig. 4-11).

● « *Deuxième flore à Diploporidés* ».

NIVEAU 11 : Le niveau à granules supérieur m'a fourni un beau gisement de Dasycladacées avec :

• *Diplopora annulatissima* PIA (*in* ELL. 1958, pl. VI, fig. 20 21) (voir dessin fig. 6, J). Sur cet échantillon, naturellement dégagé par les eaux de pluie, on voit le cylindre central, le manchon, les larges anneaux très peu élevés quelquefois soudés sur leur bord extérieur et déprimés sur leur face supérieure. Tous les autres individus de cette flore, très belle en apparence, ne m'ont pas permis de mettre en évidence la disposition typique des pores, malgré plusieurs attaques ménagées à l'acide acétique. La dolomitisation, qui permet la conservation de la quasi-totalité des fossiles triasiques, est ici un peu trop poussée...

A ce niveau sont associés, selon les affleurements, soit :

• des débris de *Entalis cf. torquata Schl.*, soit :

• *Physoporella praealpina* PIA (*in* ELL. 1958, pl. VI, fig. 12-17) (voir dessin fig. 6, *i*). Généralement les pores sont obturés, mais j'ai pu reconnaître cette espèce, sans ambiguïté, au moins une fois (gros pores alternes).

• *Macroporella sp.* J'ai pu observer plusieurs extrémités de manchon après attaque à l'acide acétique (voir dessin fig. 6, K).

G. BOTTERON signale dans ses coupes cette même association, d'où les Gastéropodes semblent exclus.

NIVEAU 12 : Immédiatement avant le début de la zone à silex on trouve quelquefois des manchons de Dasycladacées qui rappellent :

• *Physoporella praealpina* PIA. Ces Algues sont peu abondantes. Lorsqu'elles sont présentes, leur mauvais état de conservation ne m'a pas permis de mettre en évidence la disposition typique des pores ; cependant, leur taille, leur forte annulation (anneaux groupés par deux) m'ont enhardie à conclure qu'il s'agissait bien de Physoporelles.

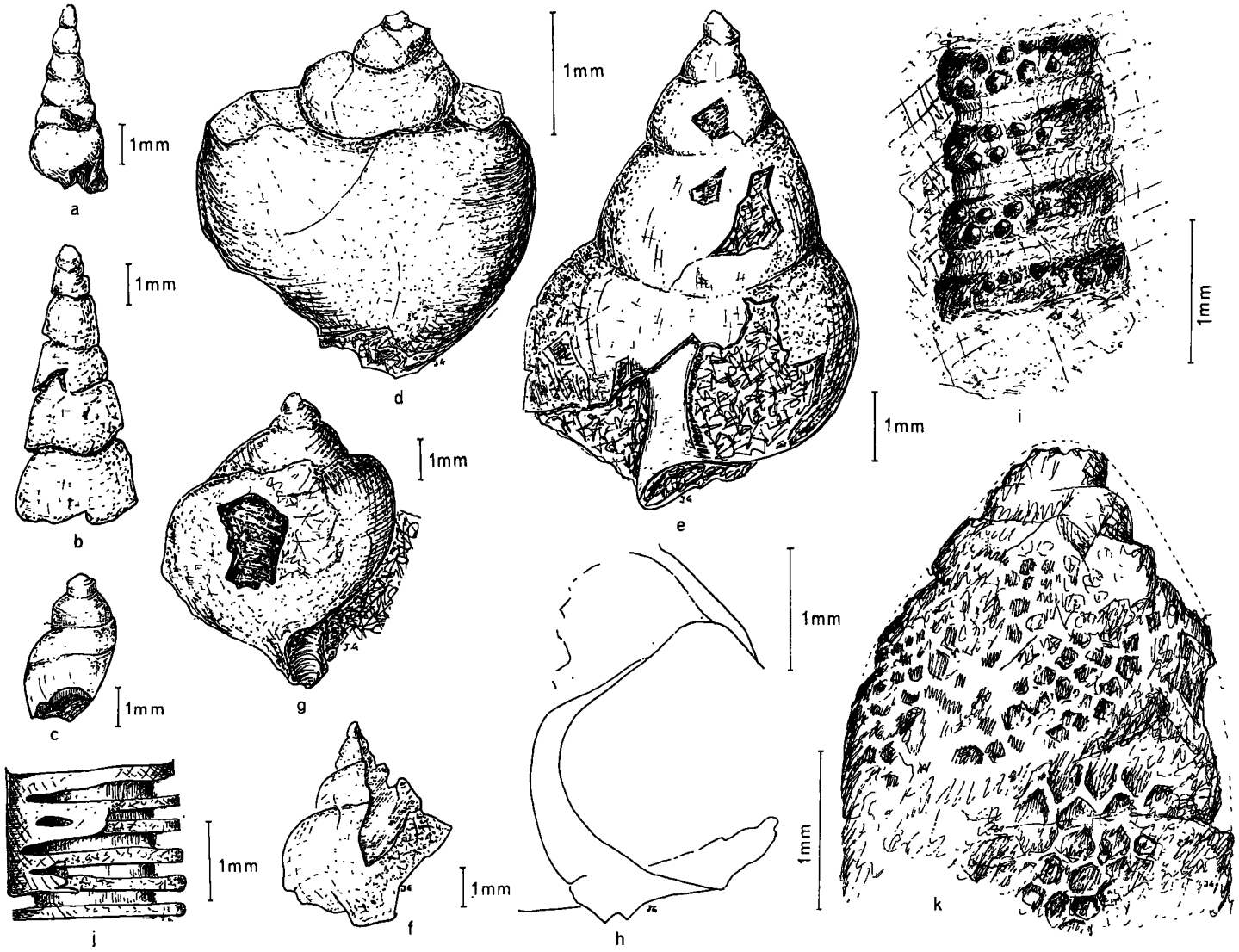



Fig. 6. — Anisien inférieur et moyen ; Faune des calcaires vermiculés inférieurs (Anisien inférieur).

a, *Loxonema ahlburgi Assm.* ou *Omphaloptycha gracillina Schl.* ; b, *Unilularia sp.* (jeune) (in Ell. 1958, pl. III, fig. 7) ; c, *Actaeonina scalaris Munster*, var. *gracilis Hohenst.* (in Ell 1958, pl. I, fig. 28-30) ; d, *Neritaria cf. prior*, var. *cognata E. Picard.* (in Ell. 1958, pl. II, fig. 23-27) ; e, *Omphaloptycha pyramidata Koken* (in Ell. 1958, pl. III, fig. 3-4) ; f et g, *Omphaloptycha cf. gregaria.* (in Ell. 1958, pl. II, fig. 16-22) ; h, *Neritaria cf. prior, var. cognata Picard* (in Ell. 1958, pl. II, fig. 23-27) (schéma montrant la lèvre infléchie du péristome).

Flore des bancs à Physoporelles (Anisien moyen).

i, *Physoporella praealpina. Pia* (in Ell. 1958, pl. VI, fig. 12-17) (la disposition alterne des pores est bien visible de même que la fine « fissure » séparant les anneaux) ; j, *Diplopora annulatissima Pia* (in Ell. 1958, pl. VI, fig. 20-21) (échantillon naturellement dégagé). Les anneaux sont peu élevés et fins, légèrement déprimés sur leur face supérieure. Sur cet échantillon exceptionnel, on peut voir : le cylindre central, les anneaux, le manchon calcaire presque totalement décapé par l'érosion ; k, *Macroporella sp.* (cet échantillon, dégagé par attaque à l'acide acétique, montre l'extrémité d'un manchon et la forme hexagonale des pores, de même que leur disposition légèrement hélicoïdale sur le manchon).

Comparativement à la Vanoise et aux Préalpes médianes, cette séquence est bien datée paléontologiquement par la « deuxième faune de Mollusques et de Diploporidés ». Si on considère dans ce massif les Physoporelles comme étant absentes ou quasiment vu leur rareté, elles sont par contre remplacées par les *Diplopora annulatissima* qui, elles, sont très abondantes et ont la même valeur stratigraphique (attribuées à l'Anisien supérieur par PIA).

III. — L'ANISIEN SUPÉRIEUR.

Le flanc inverse du col Saretto - Chiappera offre une coupe exceptionnelle de l'Anisien supérieur. Cette séquence est facile d'accès, affleure magnifiquement et est continue sur 112 mètres de puissance : elle est de plus aisément reconnaissable à distance par son fin rubannement gris et jaune.

1) *Etude lithologique.*

Me référant aux auteurs qui se sont intéressés au Trias à faciès briançonnais, j'ai placé la limite inférieure de ce complexe au début de la zone à silex, et sa limite supérieure après le dernier « niveau d'émersion » comme cela a été classiquement admis jusqu'à ce jour. Cette limite est très discutable : le Ladinien se définit par une faune, lui chercher une limite et vouloir qu'elle corresponde avec une limite lithologique précise est inconcevable. Dans la coupe générale du Trias, fig. 3, je parle de « couches de passage au Ladinien » : cette fin de série assez originale lithologiquement dans le chaînon du Monte Boulliagna mérite d'être distinguée dans une coupe stratigraphique. Je continuerai néanmoins à assimiler cette séquence à l'Anisien, tant que toute faune ou flore ladinienne sera absente de ces assises. Je n'ai jamais pu observer, de façon continue, la succession lithologique jusqu'au Ladinien fossilifère ; ces « couches de passage », très tendres par rapport aux dolomies ladiniennes sus-jacentes et à l'Anisien supérieur armé de bancs dolomitiques de plus en plus fréquents au sommet de la série, sont sujettes à des écaillages et laminages intenses. Par son énorme développement (125 à 130 m) et sa grande variabilité (ceci concerne « les couches de passage » surtout), l'Anisien supérieur de ce massif me semble différer beaucoup des coupes précédemment étudiées dans le Trias briançonnais (sauf peut-être le Grand Galibier, coupe inédite étudiée avec F. ELLENBERGER).

a) *La séquence :*

Elle comprend, de bas en haut : — *la zone à silex* (niveau 13 à 26) qui affleure sur 90 m d'épaisseur, ce qui est exceptionnellement épais ; — *la zone à passées schisteuses* (niveau 27 à 31) qui comporte plusieurs lits schisto-dolomitiques orangés à cassure verte ; — les *Calcaires vermiculés supérieurs* (niveau 32...) dont l'épaisseur atteint 20 m environ, qui sont eux-mêmes couronnés par les « *couches de passage* ».

● *La zone à silex* (niveau 13 à 26).

Elle comporte à sa base de véritables *bancs à rognons de silex* (niveaux 13-18), qui le plus souvent s'ordonnent en lits continus et mamelonnés de 10 à 20 cm d'épaisseur. Ces silex sont bruns à cassure blanche. F. ELLENBERGER considère ce niveau comme un repère essentiel au sommet de l'Anisien. On peut remarquer, sur le tableau de corrélation des principales assises triasiques, fig. 8, que le banc à silex est présent, au sommet de l'Anisien, depuis les Alpes bernoises jusqu'au Briançonnais ligure : J.-P. BLOCH m'a cependant fait remarquer que ce niveau n'existait pas dans la coupe (tectoniquement intacte) du Salto del Lupo, mais que, par contre, la silice semble exister en assez grande quantité dans ces niveaux, mais à l'état diffus. J'ajouterai, à propos de ce niveau, que dans le Monte Boulliagna il a fort bien résisté aux efforts tectoniques et qu'il m'a souvent permis, par sa présence, de déchiffrer la géométrie de cette montagne. Sur le plan sédimentologique, le dépôt de ces rognons et lits siliceux pose quelques problèmes de genèse.

Au sujet des conditions de précipitations chimiques de la silice, CAROZZI émet une hypothèse intéressante. La silice serait transportée sous forme d'un complexe colloïdal hydrophile qui est stabilisé par les colloïdes protecteurs (organiques de préférence) ; la destruction de ces colloïdes par les bactéries ou l'introduction d'électrolytes de signes opposés ($Ca^{++}$ par exemple) provoque la précipitation de la silice. On pourrait déjà en déduire paléogéographiquement les lieux de dépôts optima de la silice. CAROZZI tente également d'expliquer les formes de répartition de la silice dans les calcaires, par le jeu des courants. L'absence

de courants aboutirait (cas de la coupe du Salto del Lupo) au dépôt d'un calcaire siliceux à silice diffuse ; leur action faible ou intermittente (cas général) conduirait à l'élimination d'une partie du carbonate de chaux, d'où formation sur place d'un calcaire à nodules siliceux, avec redéposition ailleurs du calcaire. L'augmentation du précipité siliceux serait essentiellement réglée par la vitesse de sédimentation locale et aurait lieu par contact direct avec l'eau de mer ; si le dépôt colloïdal est partiellement recouvert par le sédiment encaissant, les concentrations de silice se limitent aux parties restées découvertes et ainsi se développent les protubérances et autres figures rognoneuses. CAROZZI pense que le développement des nodules par épigénie à partir de silice d'origine organique est un processus restreint.

Dans ses travaux récents sur la géochimie de la silice, G. MILLOT étudie la signification des silex ; il pense que les conditions paléogéographiques de la précipitation de la silice amorphe (formation des silex) sont les suivantes :

La teneur en silice amorphe doit être supérieure à 140 ppm à 25° C ; les eaux en présence doivent être acides ou neutres (le pH devant être inférieur à 9). De plus, la silice minérale a une solubilité moins grande que la silice amorphe, une très petite quantité de silice suffit donc pour que la solution soit sursaturée par rapport à des débris de quartz qui servent de germes à l'édification des futurs silex. Paléogéographiquement, l'arrivée brutale dans l'eau de mer de débris quartzeux devrait suffire pour qu'il y ait formation de silex.

On peut remarquer que dans le cas du Monte Boulliagna où la « zone à silex » est très dilatée, les granules dolomitiques sont fréquents, de même que des mouchetures, fins réseaux, « doigts de gant », boudins, anfractuosités dolomitiques. Dans ses travaux G. MILLOT montre les relations géochimiques pouvant exister entre les phénomènes de dolomitisation et la formation des silex. J.-R. KIENAST (D. E. S., 1963) résume ces discussions en disant qu'il existe dans l'eau de mer un domaine de pH où pourront se faire simultanément des dépôts de silice et de dolomie diagénétique. Pour qu'il y ait dolomitisation, une certaine baisse de la réserve alcaline est nécessaire, le pH oscille alors autour de 7,5 et au-dessus ; or la silice, elle, précipite pour un pH égal ou inférieur à 9. Les deux dépôts peuvent donc être concomitants.

— En ce qui concerne le *niveau dit « à racines »* de la Vanoise (couches n$^{os}$ 17 et 21), l'origine de ces « tigelles » droites et ramifiées est inconnue. Un niveau assez semblable lui correspond au Monte Boulliagna, avec « doigts de gant », et réticulum fin dolomitique.

— *Le banc à « amygdales noires »* (niveau 23).

C'est un repère original et aisément discernable dans l'Anisien supérieur, bien qu'il n'ait que 15 à 20 cm d'épaisseur. C'est un calcaire dolomitique gris sombre envahi par de la dolomie jaune clair. Sur ce fond se détachent des amygdales de calcaire noir, de 1 à 2 cm de diamètre, qui sont probablement les vestiges de Brachiopodes ayant conservé à l'intérieur des valves le sédiment originel. On peut également noter dans la dolomie de nombreuses sections d'organismes indéterminables.

— *Les Calcaires à Encrines* (niveau 24).

Ces calcaires gris clair de 10 à 12 cm d'épaisseur se situent au quart supérieur de la zone à silex et fournissent un assez bon repère dans le paysage ; selon les affleurements, ils sont plus ou moins riches en gros articles d'Encrines. Ils donnent un bon repère stratigraphique dans le Trias du Monte Boulliagna et sont également présents dans la coupe d'Upega (Alpes ligures) et au Galibier. Le sommet de la zone à silex s'enrichit en dolomie, par contre la silice ne se présente plus que sous forme de grumeaux siliceux épars et raréfiés.

● *La zone à passées schisteuses.*

Fortement en retrait par rapport aux dolomies sous et sus-jacentes, ces assises se localisent aisément dans la coupe du col Saretto-Chiappera (niveau 28). Ce sont de minces lits schisto-dolomitiques à patine orangée et cassure verte qui m'ont semblé correspondre à la définition du « niveau d'émersion » de F. ELLENBERGER, G. GENGE, BOTTERON, etc. ; restaient 25 à 30 m de calcaires et dolomies jaunes alternantes, attribuables au Ladinien (?), bien que très semblables aux couches anisiennes sous-jacentes. Je me suis aperçue, plus tard, qu'au niveau 32 de la coupe du col Saretto-Chiappera affleuraient les « calcaires vermiculés supérieurs signalés ailleurs par F. ELLENBERGER et G. BOTTERON dans l'Anisien supérieur, j'ai donc remonté la limite Anisien-Ladinien en la situant 15 à 20 m au-dessus des calcaires vermiculés supé-

rieurs, puisque eux-mêmes sont surmontés par plusieurs « niveaux d'émersion » rouge et vert, accompagnés de brèches localisées dans des poches. Cette limite ainsi définie par le dernier « niveau d'émersion » n'en reste pas moins arbitraire.

● *Les « calcaires vermiculés supérieurs ».*

Leur épaisseur semble très variable dans le Monte Boulliagna à cause des laminages tectoniques, dans certaines coupes ils peuvent se dilater beaucoup. On n'observe jamais de « Rhizocoralllium » vrais en fer à cheval, mais des boudins vermiculés lenticulaires assez semblables à ceux des Calcaires vermiculés inférieurs ou « vrais » de la base de l'Anisien.

● *Les couches de passage de l'Anisien au Ladinien.*

Ces niveaux sont intensément laminés, affectés de replis et le lieu de prédilection des contacts anormaux qui décollent la série dolomitique par rapport aux calcaires sous-jacents. L'épaisseur (15 mètres) donnée sur la coupe stratigraphique est très aléatoire.

*Une coupe* effectuée au col Saretto-Chiappera (sous le sommet du Monte Boulliagna) donne approximativement cette succession de bas en haut :

— calcaire à fines mailles dolomitiques orangées ;
— calcaire noir à rubannements dolomitiques jaunes ;
— dolomie ocre à cassure rouge vineuse [c'est ce niveau qui, à distance, souligne la grande charnière anticlinale couchée de la paroi Nord-Est du Monte Boulliagna (voir Tectonique Panorama n° V)] ;
— calcaire noir laminé ;
— dolomie ocre à cassure rose contenant des sections blanches de gros fossiles dolomitisés [5] ;
— dolomie jaune et grise avec épigénie de calcite ;
— calcaire noir laminé ;
— dolomie jaune avec poches schisto-dolomitiques jaunes à cassure verte ;
— calcaire noir schisteux laminé ;
— dolomie grise et jaune ;
— calcaire noir à filets dolomitiques jaunes, et minces lits verts argilo-calcaires ;
— banc dolomitique gris à fins granules ;
— calcaire gris uniforme marmoréen ;
— dolomie (0,80 m) très ferrugineuse avec « niveau d'émersion » rouge et vert. Ces *argilolites* remplissent des anfractuosités et des poches dans la dolomie qui peut localement se bréchifier.

*Valeur stratigraphique du « niveau d'émersion » de* F. ELLENBERGER :

Dans son article paru au Colloque du Trias (1963), F. ELLENBERGER résume nos connaissances actuelles sur la limite Anisien-Ladinien dans le Trias briançonnais.

Il trouve toujours à cette limite soit des schistes dolomitiques à patine rutilante et cassure verte, soit des brèches, soit les deux. Un cas exceptionnel est le « sidérolithique » de Roche-Gautié, signalé par M. LEMOINE dans le Briançonnais. F. ELLENBERGER écrit : « Comme les faciès et, semble-t-il, la faune se modifient brusquement à ce niveau, nous estimons fondé d'y placer la coupure entre Virglorien et Ladinien, en voyant dans ce niveau un effet indirect de la régression ayant d'ailleurs causé le dépôt de l'Anhydritgruppe germanique et de la Mittlere Rauhwacke ou cargneules moyennes de l'austro-alpin inférieur des Grisons. Il y a précisément 1 m de cargneules à ce niveau au Mont d'Or vaudois (G. BOTTERON). Peut-être est-ce l'homologue du niveau semblable étudié par E. NEHER au Splügener Kalkberge, attribué par lui à des cinérites et où cet auteur a trouvé des os de Reptiles (renseignement oral). »

La grande ressemblance qui existe entre ces schistes dolomitiques et un niveau de Cinérites du Ladinien trouvé par R. CABY (Massif des Rois Mages, Hautes-Alpes), M. LEMOINE (Briançonnais) et moi-même à Acceglio, nous a incitée à rechercher et nous a permis de trouver dans ce niveau dit « d'émersion » des traces de cendres volcaniques. Peut-être y a-t-il eu simultanément émersion et dépôt de cendres ?

J.-R. KIENAST (D. E. S., 1963) émet au sujet de ces schistes rutilants une hypothèse intéressante : remarquant leur importance considérable dans sa coupe du Bas-Biecai où le Trias est très réduit, il en déduit qu'une relation existe entre ces deux faits ou, autrement dit, que les schistes dolomitiques rutilants sont peut-être un faciès de moindre profondeur.

[5] R. CABY a également trouvé ce niveau au Sud de Modane.

b) *Etude pétrographique de l'Anisien supérieur :*

L'étude pétrographique de l'Anisien supérieur ne m'a pas semblé dépourvue d'intérêt, d'une part parce que les bancs dolomitiques ne semblaient pas azoïques et qu'une microfaune avait plus de chance d'avoir échappé à la dolomitisation fine qu'à la recristallisation marmoréenne grossière générale dans les bancs calcaires, d'autre part parce que la zone à passées schisto-dolomitiques méritait quelque attention. En outre, l'examen de ces lames illustre bien le phénomène de dolomitisation secondaire des calcaires dont on devine encore la structure initiale. La dolomitisation s'effectuant, on voit apparaître des plages de dolomies crytocristalline, ou des rhomboêdres isolés de dolomite ; dans ce dernier cas, la dolomitisation est incomplète et laisse subsister des témoins calcaires, pré sents quelquefois au sein même des rhomboêdres.

— *Les lits à lumachelles* (niveau 23).

Ce sont de minces lits (20 à 30 cm) de dolomie blanche à cassure noire, très riches en macrofossiles visibles en section ; ces fossiles mesurent 1 à 5 cm ; ce sont des Gastéropodes et Lamellibranches épigénisés en calcite. D'après l'étude microscopique on peut se demander si l'on avait originellement une dolomie primaire dans laquelle les organismes auraient été ultérieurement épigénisés en calcite. Mais ne s'agit-il pas plutôt d'une dolomitisation secondaire différentielle succédant de peu au dépôt au cours de laquelle les fossiles auraient, eux, recristallisé en macro-cristaux de calcite repoussant ainsi vers l'extérieur les impuretés ? Ceci expliquerait l'accumulation fine et sombre de sédiment repoussée à la limite entre la gangue totalement dolomitisée et les restes d'organismes.

— *Les schistes orangés à cassure verte : « faux niveau d'émersion »* (niveau 28).

Ils sont uniformément cryptocristallins, aussi rien n'est décelable au microscope. Quelques lits de phyllites marquent la stratification. Des filonnets de quartz recoupent d'une manière quelconque l'ensemble.

Il n'en est pas de même des schistes dolomitiques orangés à cassure verte, prélevés, l'un au Sud de Modane (Le Plan), l'autre dans le Briançonnais (Petit Peygu). Des lames minces y révèlent un ciment constitué par un feutrage sériciteux non orienté et divers éléments tels que : des débris anguleux et esquilleux de quartz, des petits zircons automorphes, des biotites altérées. En outre, une analyse chimique de ces niveaux donne une norme de trachyte.

Nous avons donc pu conclure que ces schistes verts proviennent probablement de l'évolution de cendres volcaniques plus ou moins diluées dans une sorte de sidérolithique (c'est le cas pour le dernier « niveau d'émersion » du Monte Boulliagna) ou un quelconque sédiment dolomitique proche de l'émersion.

2) *Etude paléontologique de l'Anisien supérieur.*

Malgré une recherche méthodique dans les éboulis et sur les affleurements, je n'ai pas trouvé la « troisième faune de Mollusques » de F. Ellenberger, ni les Brachiopodes de la faune de Recoaro (*Spirigera trigonella, Spiriferina fragilis,* etc.) trouvés ailleurs à ce niveau.

Lors d'une course commune, F. Ellenberger m'a fait remarquer que le curieux faciès à amygdales de calcaire noir (niveau 23) est probablement un ultime vestige de Brachiopodes lisses (on connaît ailleurs *Coenothyris vulgaris* à ce niveau et dans de tels faciès). Il me semble, par ailleurs, que les lumachelles (niveau 23) liées à la zone à silex ont une certaine extension ; elles existent dans la coupe du Petit Peygu [6] (route du col d'Izoard, Briançonnais). Les gros articles d'Encrines trouvés dans les calcaires gris uniformes (niveau 24) sont fréquemment associés à la « troisième faune de Mollusques et de Brachiopodes ». Il s'agit très probablement d'*Encrinus cf. liliiformis Goldf ;* à ces Encrines sont associées des sections de Lamellibranches indéterminables.

**B) *Le Ladinien.***

Lorsqu'on examine succinctement la coupe stratigraphique du Monte Boulliagna, on est frappé par le fait que la presque totalité du Ladinien est dolomitique et rubané (Ladinien moyen et supérieur), mais que, par contre, la base de ce complexe comporte une masse de calcaires noirs, lités, fossilifères, qui semblent propres à ce massif. Il

[6] M. Lemoine a eu l'amabilité de me montrer cette coupe (1963).

m'a semblé logique de distinguer cette séquence (Ladinien inférieur) de celle qui la surmonte (Ladinien moyen et supérieur).

I. — Le Ladinien inférieur.

La base de la série ladinienne s'observe bien dans le flanc normal, à l'Est du sommet de 2 910 mètres.

1) *Etude lithologique.*

— La séquence comporte, de bas en haut :

Une dolomie grise bréchoïde, très compacte, alternant avec de minces lits schisteux roses, verts et blancs, discontinus mais fréquents. Le sommet de ce niveau 50 emballe une lentille bréchoïde à éléments anguleux, dolomitiques et ciment calcaire noir.

Niveau 51 : Il s'agit d'une alternance décimétrique de calcaires gris foncé, durs, en plaquettes, finement recristallisés, et de calcaires gris plus clairs. Cette zonation évoque les « Bänderkalke » décrits par E. Genge au même niveau dans les Préalpes bernoises. F. Ellenberger (Colloque du Trias) généralise et parle d'une « puissante série de calcaires à zonation pigmentaire » comme caractérisant le Ladinien inférieur briançonnais dans son ensemble. Lorsqu'ils ne sont pas trop tectonisés, les niveaux sombres plaquettés ressemblent un peu aux calcaires vermiculés supérieurs quand ils sont laminés ; lorsqu'ils sont fortement déformés, ces niveaux deviennent marmoréens. Ces calcaires, qui couronnent le sommet de 2 908 m, ont déjà été signalés par M. Gidon comme appartenant au Ladinien ; ils ont environ 35 m d'épaisseur.

Niveau 52 : Ce sont des calcaires très noirs à sutures dolomitiques, orangées, fines et irrégulières [7]. Par attaques ménagées à l'acide acétique, j'ai pu dégager une assez belle faune et flore de Gastéropodes et de Dasycladacées. Ce niveau a 20 à 30 mètres d'épaisseur.

Niveau 53 : Il comprend 10 mètres environ de calcaires gris fossilifères.

[7] Ce calcaire noir schisteux, rappelant un peu le marbre « portor », était déjà signalé par S. Franchi dans la légende de sa carte (1930). Selon F. Ellenberger, il rappellerait le calcaire à Gastéropodes et Diplopores du vallon du Biol (Vanoise).

2) *Etude paléontologique du Ladinien inférieur.*

Pour plus de clarté, je parlerai des flores et faunes ladiniennes dans leur contexte sédimentologique.

— *Les calcaires noirs à fines sutures dolomitiques orangées* (niveau 52).

Ils ressemblent parfois à s'y méprendre aux calcaires contenant la faune à Anisoporelles de l'Anisien inférieur.

De fines sections transversales de Dasycladacées y sont visibles à l'œil nu, mais des attaques acides ménagées mettent en évidence d'autres organismes et permettent l'étude structurale des manchons d'Algues.

a) *Les Algues :*

• « *Pseudo* » *Physoporella lotharingica* Ben. (*in* Ell. 1958, pl. VII, fig. 17-19).

D'après F. Ellenberger, il s'agirait d'un cas de dimorphisme somatique, et l'on aurait tous les types de passage morphologiques entre cette fausse « Physoporelle » et *Diplopora uniserialis*. La diversité des individus que j'ai pu observer me semble confirmer ce point de vue (voir dessins fig. 7, *g, h*).

• *Diploporidé indéterminé* (voir dessin fig. 7, *c*).

Une section longitudinale imparfaite montre l'intérieur du manchon et souligne la grande similitude qui existe entre cette forme et l'Algue non annelée (sauf pour les renflements verticillés externes) signalée et figurée par F. Ellenberger dans sa thèse (pl. VII, fig. 26). La rareté de cet échantillon ne m'a pas permis de faire une étude paléontologique précise. Cela est regrettable, car on est peut-être ici en présence d'une nouvelle flore qui caractérise le Ladinien inférieur (?) et qui confirmerait la coupure Anisien-Ladinien.

• *Diplopora uniserialis* = (*Diplopora briancon-nensis* Schn.).

Il y en a peu dans ce faciès ; cependant, la vue interne du manchon (voir dessin fig. 7, *d*) est très comparable à la section longitudinale que F. Ellenberger donne de cette algue (*in* Ell. 1958, pl. VII, fig. 21-22).

• *Diplopora sp.* (voir dessins fig. 7, *a, b*).

Plusieurs manchons, dégagés de l'intérieur, ressemblent au premier abord à *Physoporella praealpina* par la localisation des pores en doigts de gant (groupés en verticilles complexes) dans des

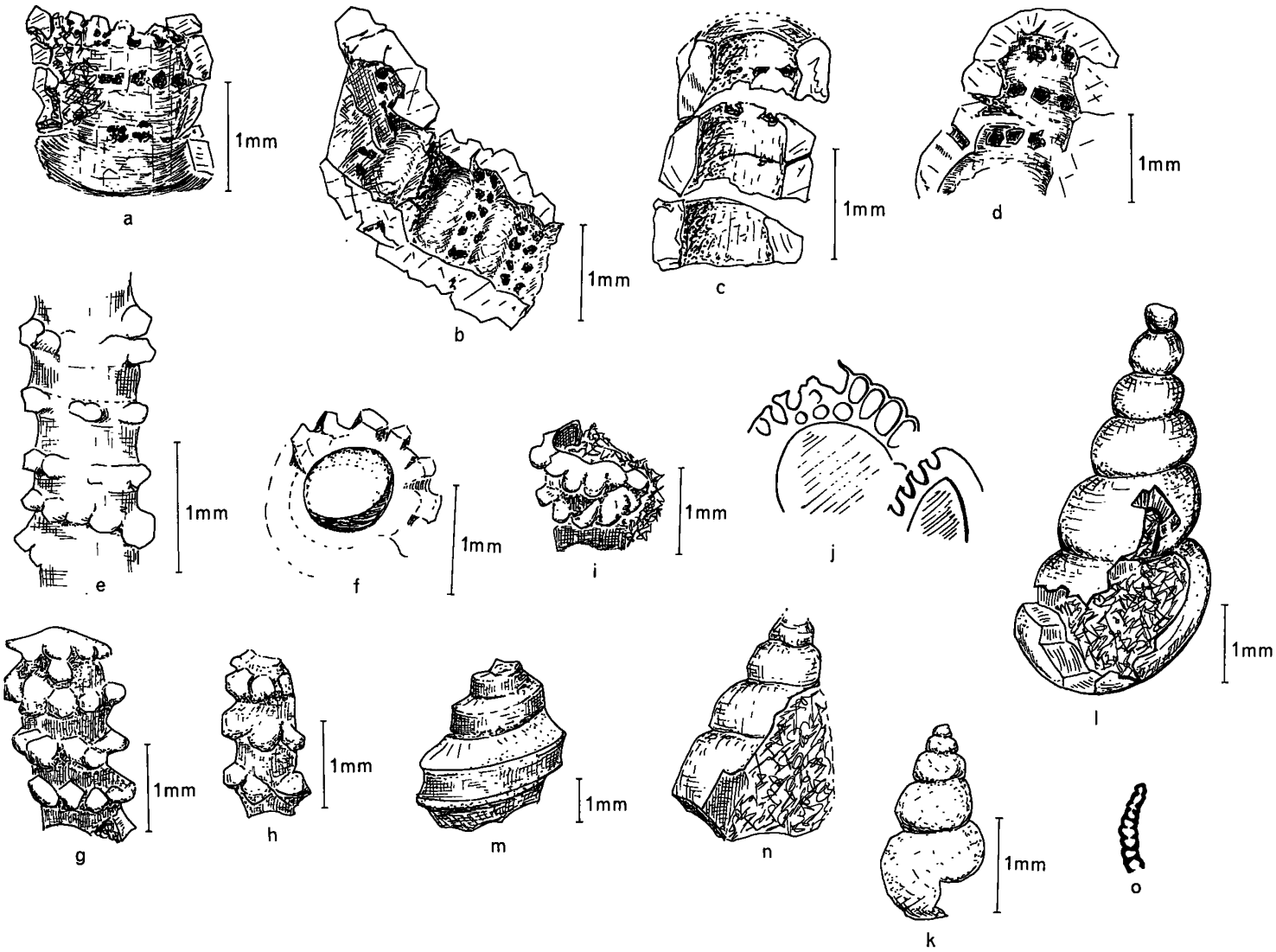



Fig. 7. — Faune et Flore du Ladinien inférieur et moyen.

Ladinien inférieur (calcaires noirs à sutures dolomitiques du niveau 52) : a, b, *Diplopora sp.* (ressemble beaucoup à *Physoporella praealpina*) ; c, Diploporidé indéterminé (in Ell. 1958, pl. 7, fig. 26) ; d, *Diplopora uniseriatis* (= *D. briançonnensis* Schn.) (in Ell., 1958, pl. 7, fig. 21-22) ; g, h, *Pseudo-Physoporella lotharingica* Ben. (in Ell., 1958, pl. 7, fig. 17-19) ; k, *Omphaloptycha cf schüttei* Gieb. (in Ell., pl. 7, fig. 13).

Ladinien moyen (calcaires gris clair et dolomies sombres du niveau 53) : j, *Macroporella* sp. (lame mince) ; e, f, i, *Pseudo-Physoporella lotharingica* Ben. ; l, n, *Omphaloptycha cf. schüttei* Gieb. ; m, *Pleurotomariidé* ind.

Ladinien moyen : o, *Ammobaculites* sp.

sillons annulaires. La paroi externe paraît lisse et continue.

Les dimensions sont très inférieures à celles de *Physoporella praealpina,* aussi bien en ce qui concerne l'épaisseur du manchon que son diamètre extérieur et intérieur. Les pores sont nettement groupés par quatre, ce qui établit l'appartenance au genre *Diplopora,* au lieu d'être alternes comme chez *Ph. praealpina,* leur écartement relatif varie d'une pièce à l'autre.

b) *Les Gastéropodes :*

• *Omphaloptycha cf. schüttei* GIEB. (*in* ELL., pl. VII, fig. 13) (voir dessin fig. 7, *k*). Les Gastéropodes sont peu nombreux dans ce niveau.

— *Les calcaires gris clair et les dolomies sombres farineuses* (niveau 53), qui précèdent immédiatement la trilogie du Ladinien moyen, contiennent plusieurs genres de Dasycladacées.

• *Macroporella sp.* (voir dessin fig. 7, *j*).

• « *Pseudo* » *Physoporella lotharingica* BEN. (voir dessin, fig. 7, *e, f, i*).

Ces algues sont accompagnées par de nombreux débris de Gastéropodes qui peuvent, dans de bons affleurements, apparaître sous forme de véritables nids fossilifères dans les calcaires. Ce sont :

• *Omphaloptycha cf. schüttei* GIEB. (*in* ELL. 1958, pl. VII, fig. 13) (voir dessins fig. 7, *l, n*).

• Un *Pleurotomariidé* (voir dessin fig. 7, *m*).

• Des formes globuleuses naticoïdes.

## II. — LE LADINIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR.

La coupe du Ladinien moyen et supérieur est particulièrement belle dans le flanc inverse du synclinal qui affleure au-dessus du Gias Cervet. La série est relativement tranquille et complète, mais difficile à lever, à cause de la raideur des couloirs. La totalité du Ladinien moyen et supérieur y mesure 170 m environ.

1) *Etude lithologique.*

Les limites du Ladinien moyen et supérieur ne sont pas datées paléontologiquement mais semblent s'inscrire naturellement dans le paysage. J. DEBELMAS donne un exemple particulièrement net du rubanement des dolomies ladiniennes avec la coupe de la Crête de l'Aiguillas au-dessus de Clot-la-Font, dans le versant Est de la Tête de Gaulent (voir thèse, fig. 2, p. 30). On y observe, de bas en haut, quatre bandes : les dolomies à patine sombre, les dolomies blanches, les dolomies sombres supérieures, les dolomies jaunes et schistes noirs du Ladinien terminal. Au-dessus vient un ensemble bréchique, très variable quant à son épaisseur, qu'il appelle « Niveaux post- ou finitriasiques ».

Cette zonation aux coupures bien nettes dans les dolomies ladiniennes avait frappé FRANCHI dans le Val Maïra (Rocca Bianca, près de Chiappera) ; M. GIDON la signale lui aussi dans sa thèse. Ces divisions du Ladinien s'imposent également à la vue dans le Briançonnais *sensu stricto,* et restent aussi frappantes au Sud de Modane (Massif des Rois Mages, Hautes-Alpes). Plus au Nord (Vanoise, Préalpes, etc.) et plus au Sud dans le Briançonnais ligure, le Ladinien devient plus homogène et perd un peu de son originalité.

a) *La séquence type ladinienne comporte :*

• *Les dolomies sombres inférieures* (niveau 54 à 60).

Elles englobent également les dolomies dites « de transition » ; l'ensemble a cinquante mètres d'épaisseur environ.

Ces dolomies sont farineuses ou même sableuses au toucher et généralement d'odeur fétide à la cassure. On les distingue assez bien des dolomies sombres supérieures par leur teinte presque noire et par les figures sédimentologiques qu'elles présentent. Ces dolomies noires ne sont pas finement « varvées » comme les dolomies grises supérieures, mais seulement rubanées par endroit. Les dolomies noires inférieures sont parsemées de très fines lentilles de dolomite jaunissante qui font penser aux prétendus « Bactryllium keuperinum » des auteurs, signalés par F. ELLENBERGER notamment au sommet de l'Anisien ; l'idée admise actuellement est que ces « Bactryllium » seraient des pseudomorphoses de cristaux de gypse.

• *Les dolomies blanches* (niveau 61 à 66).

Ce sont des dolomies à cassure gris clair mais à patine blanche, farineuses au toucher, mais beaucoup plus fines que les précédentes. En certains points (synclinal du Gias Cervet), elles affleurent sur 60 m d'épaisseur environ, mais dans le chaînon même du Monte Boulliagna, cette épaisseur n'a aucune signification. Comme J. DEBELMAS l'a fait remarquer dans sa thèse (p. 30), les dolomies blanches peuvent passer latéralement de façon

continue aux dolomies sombres qui les encadrent, perdant ainsi localement une très grande épaisseur. Quelquefois, « elles peuvent se présenter comme des lentilles distinctes, incluses dans les dolomies à patine sombre ». Ce phénomène s'observe dans l'épaule dolomitique qui domine le Rio Serrancia, et est visible d'Acceglio.

Ces dolomies blanches sont toujours liées à des brèches intraformationnelles d'éclatement, causées selon J. DEBELMAS par une grande instabilité du fond marin (émersions ou remaniement du fond par séismes et courants). Cette instabilité expli querait également certaines anomalies dans les conditions physico-chimiques du milieu qui permettraient à leur tour une épigénation de type spécial.

Le sommet des dolomies blanches comporte *une zone à silex* de 6 à 10 mètres d'épaisseur (niveau 65) ; ces silex bruns et noirs sont rognoneux ou lités.

• *Les dolomies grises supérieures* (niveau 67 à 72).

Epaisses d'une trentaine de mètres, elles présentent un certain intérêt.

Ces dolomies, d'un gris sombre, ne peuvent être confondues avec les dolomies noires basales. Sur toute leur épaisseur, elles sont ponctuées par des lignes horizontales de fins granules dolomitiques plus clairs alternant tous les 20 à 30 cm avec la dolomie grise qui constitue la matrice ; cette alternance a parfois été improprement appelée « varves ». Une étude sédimentologique approfondie montrerait peut-être qu'on a là une succession de « rythmes sédimentaires » ? (tels ceux décrits par P. MICHOT dans le Siegénien et le Viséen belges.

Dans le Monte Boulliagna comme aussi au Petit Peygu (Briançonnais)[8] et quelque deux cents kilomètres plus au Nord dans le massif des Rois Mages, ces dolomies débutent par un banc (niveau 67) nettement plus jaune, de 0,80 m à 3 m d'épaisseur, bourré de gros articles d'*Encrinus liliiformis*. C'est, dans le Ladinien supérieur, à 6 ou 7 mètres au-dessus du niveau à silex, un excellent repère, déjà signalé par S. FRANCHI. Ce niveau à Encrines est à son tour directement surmonté par un banc lumachellique à fossiles dolomitisés. Cette lumachelle, associée au niveau à Encrines, est également présente dans le massif des Rois Mages où nous avons levé plusieurs coupes ; dans l'une d'elles, la lumachelle a rigoureusement l'aspect de celle que l'on trouve au Monte Boulliagna. Une autre coupe, beaucoup moins riche en organismes, montrait des sections assez typiques de tests costulés, probablement de *Myophoria goldfussi*.

A 15 mètres environ du niveau à Encrines débutent de minces bancs schisto-dolomitiques jaunes à cassure grise et lentilles vertes intercalées (niveau 69), qui alternent avec la dolomie grise ponctuée des niveaux 68 et 70.

Certaines de ces lentilles s'avèrent avoir une composition de cinérite (voir plus loin la description pétrographique). Ces cinérites, on le sait maintenant, sont présentes dans le Briançonnais (M. LEMOINE) et dans les massifs triasiques au Sud de Modane (R. CABY). Lors de courses communes avec ces deux auteurs[9], j'ai pu remarquer que si ces cinérites occupent partout une position stratigraphique précise vers le sommet du Ladinien, elles présentent cependant un développement beaucoup plus important dans les régions par eux étudiées (au Sud de Modane, on a localement de véritables tufs), alors qu'au Monte Boulliagna, situé beaucoup plus au Sud, il n'y a plus que des passées discrètes de cinérites souvent peu distinctes et comme noyées dans les schistes dolomitiques.

Il est possible que ces cendres volcaniques, dont l'origine est probablement à rechercher dans les Alpes calcaires méridionales, se soient également déposées dans le Briançonnais ligure. Par contre, on sait que des cinérites ladiniennes commencent à être retrouvées un peu partout au Nord, dans le Briançonnais et les Grisons. Elles ne doivent pas être confondues avec celles qui existeraient dans le « niveau d'émersion » entre Anisien et Ladinien. Au-dessus des cinérites, il y a 18 à 20 m de dolomie gris sombre finement ponctuée de blanc alternant parfois avec d'autres passées cinéritiques (niveau 71). Ces dolomies grises ponctuées renferment quelques minces bancs dolomitiques plus clairs, véritables lumachelles contenant également des Myophories, des Encrines, des Coraux, des tubes de Diploporidés, etc.

---

[8] Voir travaux en cours de M. LEMOINE.

[9] Course commune avec R. CABY, septembre 1963.

• *Les dolomies kaki et schistes noirs du Ladinien terminal.*

Les limites de cette subdivision n'ont pas de signification stratigraphique.

La limite inférieure est marquée, dans le paysage, par le contraste de couleur entre les dolomies sombres supérieures et le « Ladinien terminal » noir jaunâtre. Sur le terrain, on peut s'aider, pour trouver la limite inférieure de cette formation, de ces deux critères : les dolomies grises supérieures cessent avec les fines granulations dolomitiques blanches, et le Ladinien terminal commence avec les premiers schistes dolomitiques noirs à patine ocre.

Cet ensemble, très riche en schistes noirs, semble devoir annoncer l'émersion de la fin du Trias ; de même, les brèches qui les accompagnent témoignent d'une certaine instabilité. Pourtant je n'ai pas cru devoir confondre ces niveaux avec les brèches sus-jacentes dites « brèches post-ladiniennes antébathoniennes », qui se caractérisent par :

— l'absence totale de dolomies grises ponctuées de blanc, encore fréquentes dans le Ladinien terminal ;
— des brèches polygéniques qui existent aussi dans le Ladinien terminal mais qui renferment ici des éléments de calcaire noir ;
— l'absence, jusqu'à présent, de flore et de faune alors que le Ladinien terminal, bien que très pauvre, contient des Frondiculaires. Ces formes n'ont aucune valeur stratigraphique absolue, mais sont considérées à cachet triasique.

Par contre, je ne pense pas que ces dolomies terminales à schistes associés qui constituent le sommet de la série soient, comme l'admet J. Debelmas, une association lagunaire, voire continentale. Les Foraminifères et les microfaciès prouvent que nous sommes encore en régime marin, quand bien même la régression marine de la fin du Trias serait amorcée.

b) *Etude pétrographique du Ladinien moyen et supérieur et les problèmes sédimentologiques qu'il pose :*

• *Les dolomies noires inférieures.*

L'examen de nombreuses lames minces dans ces niveaux révèle de façon constante que les sédiments qui participent à la formation des *dolomies noires inférieures* se sont probablement déposés dans les mêmes conditions que les *dolomies sombres supérieures.* A l'examen des lames, il ressort que dans les dolomies noires inférieures, la dolomitisation, bien que s'étant faite en deux temps, n'est pas absolument complète. Le champ de la lame est parsemé de rhomboèdres de dolomite isolés ou agglomérés (ceux-ci correspondent à un premier temps de dolomitisation) ; le ciment est, soit un calcaire microcristallin qui, fortement éclairé, s'avère avoir été grumeleux et pseudo-graveleux, soit une dolomie cryptocristalline, généralement plus claire que les plages calcaires. Cette dolomie correspond à un deuxième temps de dolomitisation.

• *Les dolomies blanches,* bien plus fines au toucher que les dolomies sombres sous et sus-jacentes, ont une texture très différente des précédentes. Il y a là aussi deux phases de dolomitisation : une phase correspondant à une épigénie destructrice très poussée des fossiles qui apparaissent en surface comme des pustules ou amas concentriques de dolomie jaune clair, et une phase précédant celle-ci et qui correspond peut-être à un dépôt de dolomie primaire. Quoi qu'il en soit, il n'y a pas trace, même palimpseste, de structures organodétritiques préexistantes. La présence des bancs de silex dans les dolomies blanches ne serait, selon les idées de Carozzi, qu'un cas particulier de silicification des calcaires ; cette silicification aurait eu lieu, en général, avant et pendant la dolomitisation, de préférence aux dépens du $CO_3Ca$ plutôt que du $CO_3Mg$.

Donc, comme le dit J. Debelmas, ce sédiment évoque peut-être un sédiment lagunaire ; il est certainement calcaire à l'origine, mais son milieu de sédimentation est un peu différent de celui des dolomies sombres inférieures et supérieures.

Une lame mince effectuée à la limite dolomie blanche - dolomie sombre supérieure montre uniquement une dolomie gris clair, grumeleuse, devenant par place pseudo-oolithique et oolithique. Dans ce sédiment imparfaitement dolomitisé on trouve une enclave sombre cryptocristalline probablement calcaire à l'origine qui est pénétrée de toutes parts sur son pourtour par la matrice calcaro-dolomitique gris clair. Cette dolomie gris clair est elle-même incluse dans l'enclave sombre sous forme de vermicules aux limites courbes. On pourrait penser qu'à l'origine l'enclave sombre était

un calcaire perforé par des organismes vermiformes ou autres, puis qu'à partir du moment où ce fragment calcaire s'est trouvé enrobé par le sédiment gris clair, celui-ci a pénétré et moulé les vides. Ce fait n'est il pas l'indice d'un fond marin en eau agitée plutôt que tranquille et boueuse ?

• *Les dolomies sombres supérieures.*

Une lame mince dans la dolomie gris-jaune à gros articles d'*Encrinus liliiformis* (niveau 67) permet d'observer :

1) L'abondance des articles d'Encrines et d'Echinodermes qui subsistent, épigénisés en monocristaux de dolomite.

2) La structure graveleuse de cette dolomie. Ces gravelles de grande taille se sont formées par le même processus que de vraies oolithes. A partir d'un article d'Encrine qui sert de noyau, il y a enrobement par des couches successives de sédiment calcaro-dolomitique originel.

3) La dolomitisation dans ces microfaciès revêt des apparences particulièrement intéressantes. La dolomie secondaire cryptocristalline a envahi le ciment en épargnant les organismes épigénisés et en repoussant le sédiment calcaro-dolomitique originel tout contre les éléments monocristallins plus résistants. Parfois, il ne subsiste qu'un mince liséré gris sombre du sédiment primaire, quelquefois ce dernier a mieux résisté (écorce des gravelles), mais il est entièrement déformé par les pressions externes.

De nombreuses lames minces dans les lentilles vert d'eau (niveau 69) permettent d'identifier une cinérite assez typique [10].

*Structure :* Finement détritique, bréchique localement, cette roche ne montre pas trace de stratification. Les minéraux détritiques très abîmés et souvent brisés semblent parsemer un ciment très fin schisto-dolomitique à trame sériciteuse non orientée. Le ciment et les minéraux sont abondamment envahis de fins granules bruns (ancienne pyrite) qui obscurcissent parfois totalement la lame.

*Les éléments détritiques* sont : quelques beaux zircons, de petits feldspaths potassiques, de la pyrite, des *quartz parfois typiquement corrodés,* du leucoxène, qui est peut-être un ancien minéral ferro-magnésien masqué par le fer, de l'apatite recristallisée et quelques micas blancs de néoformation.

• *Le Ladinien terminal.*

Il s'agit d'une brèche de faciès typique du Ladinien terminal (niveau 73), c'est-à-dire assez peu polygénique et dont les éléments sont séparés les uns des autres par d'abondantes membranes schisto-dolomitiques noires, interstratifiée dans des bancs dolomitiques impurs brun-gris, plus compacts et continus.

— Une lame mince dans la brèche proprement dite montre, à l'examen, *des éléments* comprenant des fragments de dolomie lithoïde de 0,5 cm à 0,2 cm sur 1 cm, apparemment anguleux, mais en fait corrodés sur leur pourtour, et quelques quartz détritiques. Ces brèches sont peut-être intraformationnelles, mais il faut imaginer un fort remaniement sur place.

*Le ciment,* riche en matière organique, est souvent graveleux, quelquefois oolithique. Il est riche en organismes, notamment en Bryozoaires.

— Une lame mince dans les bancs de dolomie brune de ces mêmes niveaux fournit un bel exemple de dolomitisation incomplète d'un calcaire détritique contenant des petits fragments de dolomie, de quartz, avec localement des oolithes et gravelles qui semblent remaniées.

— L'examen au microscope des petits bancs de dolomie gris sombre à fins réseaux siliceux (niveau 76), alternant systématiquement avec les schistes dolomitiques noirs, indique que la dolomie est microbréchique et incomplètement dolomitisée. Les éléments de la brèche, primitivement de structure grumeleuse, ont conservé, en plus de leur structure initiale, quelques tests de Lagénidés extrêmement fins. Ces niveaux doivent également contenir quelques macrofossiles (Gastéropodes).

A l'examen de mes propres lames, F. Ellenberger m'a fait remarquer que ces gravelles étirées, toutes si homogènes, pourraient être d'anciennes structures algaires, mais aucune d'entre elles, même les moins dolomitisées, n'a montré de structure caractéristique identifiable. Dans le Viséen belge, M. Pirlet a trouvé qu'à l'origine des gravelles il y avait des restes d'Algues que l'on retrouve parfois exceptionnellement bien conservées, mais seulement au sommet des « rythmes sédimentaires », là où la dolomitisation s'effectuait

[10] Détermination confirmée par P. Collomb et F. Proust.

mal (modification des conditions physico chimiques du milieu préludant à la fin de la séquence).

J. DEBELMAS note de son côté, à propos de la structure microscopique des dolomies sombres, que « ces pseudo-oolithes ne seraient que des amas d'impuretés apparaissant sous la forme de grains noirâtres qui ne montrent jamais la structure concentrique. Ces taches marquent donc la place d'éléments préexistants de la dolomie (grumeaux ou débris calcaires roulés) aujourd'hui uniquement silhouettés par les impuretés qu'ils renfermaient ».

2) *Etude paléontologique : associations animales et végétales du Ladinien moyen et supérieur.*

La flore ladinienne comporte deux genres de Dasycladacées :

• *Diplopora uniserialis* = (*Diplopora briancon-nensis* SCHNEEGANS).

Elle est bien reconnaissable par ses anneaux à section carrée et bord externe supérieur saillant, et par la soudure fréquente des bords externes des anneaux.

• *Macroporella sp.*

Si les dolomies grises supérieures montrent une belle profusion de *Diplopora uniserialis,* les macroporelles au contraire y sont peu fréquentes. Ces Dasycladacées ont été signalées par tous les auteurs ayant travaillé dans le Trias de la région, y compris FRANCHI qui dit y avoir vu de fréquents Diplopores et « Gyroporelles ».

La faune comporte le classique niveau à :

• *Encrinus liliiformis* GOLDF. (*in* ELL. 1958, fig. 15 et 16, pl. VII), accompagné d'une lumachelle contenant de nombreux débris de Myophories ; il s'agit probablement de *Myophoria goldfussi.*

• Des Foraminifères :

— un Lithuolidé provenant des dolomies noires à Dasycladacées : *Ammobaculites sp.* (voir dessin fig. 7, *o*) ;

— des Lagénidés provenant des dolomies gris sombre (niveau 75) du Ladinien terminal, certains sont indéterminés, d'autres appartiennent au genre *Frondicularia ;* de rares Bryozoaires et Polypiers leur sont associés.

Bien que ces niveaux annoncent par leur caractère argileux et bréchique l'émersion de la fin du Trias, l'influence marine se fait encore sentir dans le bassin sédimentaire à cette époque.

### C) *Les niveaux « post-ladiniens anté-bathoniens ».*

Cette séquence varie beaucoup selon la localisation des coupes stratigraphiques sur le « géanticlinal briançonnais ».

Dans le Monte Boulliagna elle comporte une quarantaine de mètres de brèches polygéniques alternant avec des dolomies kaki et quelques bancs de calcaire noir. Ces niveaux, présents dans un grand nombre de coupes du Briançonnais, ont une épaisseur fort variable. Le problème que pose leur âge a déjà préoccupé les premiers géologues alpins ayant travaillé dans cette région ; il n'est toujours pas résolu.

I. — HISTORIQUE.

• S. FRANCHI (1899, « Sull' età mesozoïca della zona delle pietre verdi delle Alpi occidentali ») décrit des brèches calcaires couleur café au lait associées à des schistes marneux bariolés. « Ces niveaux sont au-dessus des calcaires dolomitiques à *Encrinus liliiformis* », et supportent à leur tour des calcaires gris marmoréens à « Belemnites près du lago delle Moglie ».

Ces brèches, dit-il, doivent correspondre à celles décrites par W. KILIAN comme appartenant au Lias inférieur (brèche du Télégraphe) à 8 km seulement de cet endroit.

• J. DEBELMAS (*Thèse,* 1955).

Cet auteur étudie dans la nappe de Peyre-Haute le passage du Trias au Rhétien ; les couches de passage sont caractérisées par un sédiment lagunaire à apports continentaux, bien que la présence de quelques lits calcaires lumachelliques indique un retour progressif des influences marines. Quelquefois la sédimentation de la fin du Trias est troublée par des secousses ou crises s'accompagnant de la formation de brèches et annonçant l'individualisation du géanticlinal. J. DEBELMAS ramène ces brèches triasiques à quatre types : brèches d'éclatement, brèches de remaniement, brèches tectoniques et brèches sédimentaires continentales dites « post- ou fini-triasiques » et qui ravinent le Trias. Ces brèches continentales sont

de deux types ; on trouve soit l'un, soit l'autre, soit les deux, les brèches du second type surmontant alors celles du premier type.

— Le premier type de brèches sédimentaires continentales.

Selon J. DEBELMAS, il y aurait immédiatement sous le Dogger une vingtaine de mètres d'une formation détritique bréchique résultant du remaniement sur place par fragmentation en milieu continental des dolomies et schistes par lesquels se termine le Trias. Ce serait une formation de ce type que l'on observe au Monte Boulliagna sous le Dogger et dans le Ladinien dit « terminal » (caractérisé par l'alternance de schistes noirs et dolomie kaki).

— Les brèches continentales du deuxième type, signalées par J. DEBELMAS, remplissent à l'emporte-pièce des cavités et peuvent s'étendre en surface, mais en ravinant la dolomie sous-jacente ; ce sont des brèches polygéniques triasiques avec réticulations siliceuses recoupant ciment et éléments. La genèse de ces brèches serait due au remaniement, par les eaux de ruissellement, d'éléments de toutes sortes qui recouvraient la surface triasique après émersion. J. DEBELMAS signale également un « sidérolithique », véritable terra rossa probablement contemporaine des brèches continentales. Quel serait l'âge de l'émersion ? début du Carnien ? fin du Trias ? début du Lias ? Cet auteur ne tranche pas définitivement sur l'âge de cette formation.

• F. ELLENBERGER (*Thèse,* 1958).

Il décrit différents types de coupes montrant le passage du Trias au Jurassique. C'est à la fin du Trias moyen que le Briançonnais cesse d'être subsident pour jouer le rôle d'un géanticlinal, stable à certains endroits, beaucoup moins à d'autres, sujet à l'émersion à certains moments, etc., d'où la variabilité des niveaux fini-triasiques. Ces différents cas sont tous réalisés en Vanoise. L'un d'eux paraît correspondre assez bien à la description du Trias élevé de la zone Ceillac-Chiappera.

Il s'agit d'une « série triasique sommitale uniformément dolomitique, apparemment concordante et continue du Ladinien au Rhétien inclus, sans indices formels d'émersion, ni de discordance nette, ni de niveau gypsifère intercalaire ».

C'est le cas du Roc de la Pêche où ce puissant complexe bréchique dolomitico-calcaire a été attribué en 1958 par cet auteur au Rhétien (type dit « de Vanoise occidentale ») à cause de la très grande analogie de faciès existant entre certaines couches de ce niveau et le Rhétien fossilifère de l'Esseillon (j'ai pu voir en Vanoise, avec F. ELLENBERGER, le Rhétien daté de l'Esseillon).

Ainsi ces niveaux post-ladiniens antébathoniens contiennent, comme le Rhétien vrai, des bancs de calcaire très noir à membranes schisteuses jaunâtres, des dolomies d'un noir franc, à grain fin et à patine olivâtre, et des brèches montrant des types variés de remaniement intraformationnel. Dans sa communication au Colloque du Trias (1963), F. ELLENBERGER pense, après de nouvelles observations faites au Roc de la Pêche et dans d'autres coupes, que ce complexe n'est pas sûrement Rhétien et devrait être appelé Noro-Rhétien. Il fait remarquer dans cet article qu'il est étrange qu'aucun fossile Rhétien ne se retrouve jamais dans les calcaires, ni aucune microlumachelle, et qu'il est possible que les « Cardites » de l'Esseillon signalées par lui en 1958 ne soient en fait que des *Myophoria goldfussi* (ou une forme voisine) qui se seraient attardées dans un Noro-Rhétien indivis. Pourquoi s'arrête-t-il sur ce terme de Noro-Rhétien ? Malgré l'apparente continuité entre le Ladinien et ces couches, l'auteur a observé au Roc de la Pêche que des brèches d'éclatement *in situ* sinon de remplissage, constituées uniquement d'éléments de dolomie ladinienne, ravinent localement le sommet des dolomies sommitales à *Myophoria goldfussi.* Ce ravinement correspondrait peut-être à une émersion qui pourrait rendre compte de la lacune du Carnien gypsifère. F. ELLENBERGER pense que ce complexe post-ladinien antébathonien comprend peut-être un peu de Norien, ceci par analogie avec les couches de passage du Norien au Rhétien qu'il a observées dans certaines coupes plus internes (exemple : le Chaberton), d'où la dénomination proposée par lui de « Noro-Rhétien ».

• E. GENGE (*Thèse,* 1958).

Dans le Spillgerten (voir thèse, coupe décrite p. 162) il y a également une apparente continuité entre le Ladinien et les brèches souvent puissantes, bien qu'à d'autres endroits les brèches terminales n'aient plus que 0,80 m d'épaisseur et soient

érodées par le Dogger. Selon E. GENGE, un âge « Norien » n'est pas exclu pour ces niveaux.

• J. RICOUR (*Thèse,* 1962).

On sait la part décisive que cet auteur a prise dans l'identification du Keuper moyen (Carnien gypseux à Equisetum) dans les Alpes occidentales. Mais il ne propose guère d'autres solutions que celles envisagées par ses prédécesseurs au problème des séries post-ladiniennes antébathoniennes.

• J. DEBELMAS, M. LEMOINE (Colloque du Trias, 1963).

Ils font remarquer, à propos du problème du Trias supérieur, que trois cas se présentent :

1) « *Trias supérieur absent* ».

Le Dogger est légèrement discordant sur les dolomies ou calcaires qui présentent à leur sommet des poches d'argiles rouges « sidérolithiques » ou des croûtes siliceuses rouges. La couleur rouge tendrait à prouver qu'on est en milieu oxydant, ce qui se concilie mal avec le milieu réducteur nécessaire au dépôt des couches à *Equisetum mytharum ;* mais ces auteurs font remarquer que rien ne prouve que ces couches rouges soient du Trias supérieur.

2) « *Trias supérieur réduit sans brèches* ».

C'est le cas à Peyre-Haute par exemple. Le Ladinien est surmonté par des schistes versicolores à lentilles calcaires eux-mêmes concordant avec le Rhétien à *Avicula contorta.*

3) « *Trias supérieur et (Lias ?) à brèches dolomitiques* ».

Il s'agit des séries identiques à celle du Monte Boulliagna, à ceci près que les brèches sont couronnées de pélites noires rognoneuses bitumineuses à traces végétales. S'agit-il d'un faciès Carnien ? Les auteurs se demandent en définitive si cette formation lagunaire non datée appartient au Trias ou au Lias.

4) « *Trias supérieur à Equisetum, exotique en Briançonnais et problème de l'existence d'un Keuper à gypse dans le Briançonnais interne* ».

D'après J. RICOUR, il est tentant de dire que cette masse de gypse à faciès germanique est intercalée dans une série marine a faciès briançonnais ou autre ; pour M. LEMOINE (comme pour F. ELLENBERGER du reste) il est impossible, pour des raisons tectoniques et stratigraphiques, que ces gypses Carnien à lentilles fossilifères soient expulsés d'une série sédimentaire briançonnaise ; en effet, on ne les retrouve jamais en place dans une coupe du Trias briançonnais. Mais peut-être proviennent-ils d'une série briançonnaise très orientale maintenant sous les Schistes Lustrés ? Ceci n'est qu'une hypothèse, mais qui s'appuie sur le fait que des lentilles de Carnien apparaissent de-ci de-là et peut être aussi sur l'existence de gypse en place dans le Briançonnais le plus interne (Pointe de Rasis).

## II. — ETUDE LITHOLOGIQUE DES NIVEAUX POST-LADINIENS ANTÉBATHONIENS DU MONTE BOULLIAGNA.

Cette séquence affleure bien et semble relativement complète dans le synclinal du Gias Cervet, où elle repose normalement sur le Ladinien et est surmontée en concordance par la brèche de base du Dogger. On y mesure une épaisseur maxima d'environ 42 m. Elle y comporte une série de brèches alternant avec des bancs de calcaire noir et de dolomie noire à patine grise et kaki (voir la coupe générale du Trias, fig. 3). Ces brèches appartiennent à deux des types définis par J. DEBELMAS ; selon les endroits, il s'agit soit de brèches de remaniement, soit de brèches sédimentaires continentales du premier type.

1) *Les brèches de remaniement.*

Au Monte Boulliagna, on observe dans la séquence post-ladinienne antébathonienne des calcaires gris alternant régulièrement avec des lits dolomitiques jaune clair ou olivâtres qui leur donnent un aspect rubané ; latéralement on les voit passer à des brèches. L'examen détaillé des termes de passage suggère qu'à la moindre rupture d'équilibre les niveaux dolomitiques se bréchifiaient sur place ; le sédiment calcaire encore mou était envahi par la dolomie plus ou moins fluide elle aussi qui, sous l'effet de secousses verticales, s'éclaboussait dans le calcaire ou se brisait, là où la couche dolomitique était plus dure et homogène ; la dolomitisation se poursuivait et devenait presque totale, épargnant au hasard quelques enclaves encore calcaires, toutes plus ou moins allongées dans le même sens.

Cette interprétation a bien des points communs

avec celle de J. DEBELMAS qui fait remarquer que, quelle que soit la cause de la bréchification, elle est, dans le cas des brèches de remaniement, intimement liée à la dolomitisation du milieu. Il évoque, soit un fond marin en voie de durcissement perturbé par des courants marins capables de remanier ce dépôt en un autre sédiment, soit une émersion temporaire à la suite de laquelle il y aurait eu dessication de la vase et invasion du sédiment ainsi fragmenté par la dolomie qui semble avoir également son origine dans les ruptures d'équilibre des fonds marins.

Dans son hypothèse sur la genèse des brèches, E. GENGE associe à la fois un déséquilibre du fond marin (microséisme ou émersion) et des phénomènes de thixotropie différentielle qui expliqueraient la grande fluidité de certaines couches de sédiments par rapport à d'autres, sans qu'elles soient mises en mouvement par la gravité. F. ELLENBERGER fait remarquer (thèse) que dans ces brèches le slumping est moins fréquent qu'on pourrait le croire ; il a retrouvé cependant, dans des échantillons exceptionnels de dolomie à *Myophoria goldfussi,* des fossiles froissés et plissotés, témoins d'un glissement latéral du sédiment qui les contenait.

2) *Les brèches sédimentaires continentales du premier type.*

Elles sont également spécifiques des niveaux post-ladinien antébathonien du Monte Boulliagna, où l'on n'observe pas de « brèches du second type ».

Mes observations correspondent rigoureusement aux descriptions de J. DEBELMAS : la brèche jaune olivâtre ou grise contient toujours un peu d'argile ayant donné des membranes papyracées noirâtres entre les éléments de la brèche. Enfin, ciment et éléments sont parcourus par des réticulations siliceuses, très caractéristiques de ces niveaux. L'étude microscopique de ce complexe révèle parfois une texture assez détritique. Pour J. DEBELMAS, de telles formations résultent du remaniement en milieu continental des dolomies et schistes du Trias terminal. Ces brèches sont indifféremment monogéniques ou polygéniques.

## III. — CONCLUSION.

Les patientes recherches de fossiles et l'étude des microfaciès des niveaux post-ladiniens antébathoniens du Monte Boulliagna n'ont pas donné de résultat ; le problème du Trias supérieur reste donc entier et à résoudre dans d'autres coupes briançonnaises.

## IV. — La dolomitisation au Trias en liaison avec la paléogéographie.

Cette étude, si peu approfondie du point de vue sédimentologique, ne donne pas matière à traiter cette question ; je ne ferai que l'ébaucher ici.

Comme l'ont fait remarquer certains auteurs s'étant intéressés au complexe calcaro-dolomitique triasique, le phénomène de dolomitisation semble intimement lié à la paléogéographie du Trias.

L'étude des niveaux post-ladinien antébathonien pose le problème de l'émersion post-triasique (ou tout au moins d'une « lacune »). Quoi qu'il en soit, la profondeur de la mer fini-ladinienne devait être bien faible, sinon parfois nulle, comme tendraient à le prouver la présence des brèches continentales (voir J. DEBELMAS). Le fait évident, également souligné par les auteurs, est une intensification de la dolomitisation au cours des temps triasiques. L'Anisien présente surtout des « accidents dolomitiques », le Ladinien est dans sa presque totalité constitué de dolomies à grain fin, pulvérulentes, faisant à priori penser à un sédiment primaire.

Dans une publication récente, des sédimentologistes russes [11] tendent à établir que les dolomies primaires sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne voudrait le penser. Dans le cas où il y a lessivage des calcaires et remplacement de l'ion Ca par l'ion Mg, il se pose néanmoins le problème du devenir de l'ion Ca. Cette hypothèse est séduisante, mais est-elle applicable au Ladinien par exemple ?

SARIN pense également qu'on peut avoir une sédimentation primaire des dolomies, mais il se place dans le contexte particulier des « rythmes sédimentaires ». Selon sa théorie, dans un bassin se succèdent : des calcaires détritiques, puis des calcaires algaires, puis des dolomies primaires qui sont liées à un changement brutal des conditions de sédimentation du bassin (changement des courants, mais aussi relèvement graduel du bassin, accompagné d'érosion d'où augmentation du pH

[11] Renseignement oral communiqué par A. OVTRACHT.

et de la salinité), il y a ainsi dépôt de dolomie sous une faible épaisseur d'eau.

On ne peut pas appliquer à la mer ladinienne la théorie de SARIN ; en effet, l'examen en lames minces des sédiments ladiniens montre que de bas en haut de la série on a affaire à un ancien sédiment calcaire cryptocristallin, grumeleux, graveleux, oolithique, plus ou moins épigénisé par une dolomie secondaire qui masque le sédiment originel. Dans la limite actuelle de mes observations, je n'ai aucun argument en faveur de « dolomie de précipitation primaire » dont les conditions de dépôt sont définies par de nombreux auteurs dont J. RICOUR. Ce dernier s'appuie sur les expériences de Mlle LALOU et pense qu'il pourrait y avoir formation de la dolomie par précipitation bactérienne des carbonates par 40 m de fond en présence de matières organiques. A. MICHARD, dans une note récente, précise de nouveau ces conditions et insiste sur le fait qu'une très faible profondeur d'eau est nécessaire à ce dépôt et que le pH n'est pas seulement conditionné par la quantité en $CO_2$ mais aussi par la présence de nombreux acides formés au cours de la fermentation.

En accord avec les observations faites par J. DEBELMAS il me semble que les dolomies ladiniennes sont, dans la classification donnée par A. MICHARD, « pénécontemporaines épigénétiques ». « Il y aurait eu enrichissement *per descensum* de la mer à la vase fraîchement déposée. » Cette théorie s'appuie sur les études classiques de RIVIÈRE. Selon cet auteur, la dolomitisation est favorisée par des pH élevés et un appauvrissement en $CO_2$ (eaux chaudes peu profondes avec photosynthèse active).

Avec CAROZZI on peut penser que la dolomitisation secondaire à grande échelle se produit à un moment déterminé de l'histoire géologique d'un bassin, quand celui-ci passe, par isolement, d'un sédiment calcaire (le plus souvent oolithique) à des conditions de saturation qui annoncent les évaporites. Ceci cadre bien avec la fréquence considérable des calcaires dolomitiques et des dolomies secondaires.

Dans l'Anisien, on rencontre souvent des exemples spectaculaires de dolomitisation secondaire, ils n'en restent pas moins isolés ; par contre, tout au long de cette séquence, on est frappé par le jeu curieux et capricieux de la dolomie par rapport aux calcaires. Avec J. DEBELMAS, F. ELLENBERGER et d'autres auteurs, je pense que la dolomitisation des calcaires anisiens devait succéder de peu au dépôt des calcaires ou leur être concomitante. Comment expliquer, par exemple, les faciès de type « portor » sans imaginer un brassage non pas violent mais suffisant pour mêler en un intime et flexueux réseau les sédiments calcaires et dolomitiques non encore consolidés ? On ne peut pas faire appel ici à des « courants » chargés de sédiments qui, en se déposant, ravineraient plus ou moins les sédiments sous-jacents ; je n'ai jamais observé dans ces niveaux inférieurs de l'Anisien, ni de figures de charge, ni de ravinements de bancs, seulement un mélange souple et intime des deux sédiments.

Beaucoup d'autres problèmes ayant trait à ce sujet seraient à analyser, notamment celui de l'épigénie des tests de Mollusques et des manchons d'Algues en dolomite monocristalline. J'espère y revenir dans des travaux ultérieurs.

## V. — Essai de corrélations stratigraphiques des différents niveaux du Trias calcaro-dolomitique des domaines des Préalpes médianes, Vanoise, Briançonnais et Briançonnais ligure des Alpes occidentales.

Cet essai de corrélations stratigraphiques dans les Alpes occidentales en ce qui concerne le Trias à faciès briançonnais est un peu hâtif et sera sujet dans l'avenir à de nombreuses corrections ; cependant, même schématique et sommaire, une étude de l'évolution du Trias à faciès briançonnais du Nord au Sud de l'arc des Alpes occidentales peut présenter un certain intérêt.

En examinant le tableau comparatif (planche hors texte en pochette), on est frappé en premier lieu par la grande différence d'épaisseur qui affecte le Trias briançonnais, tant du Nord au Sud que d'Est en Ouest. Dans le Diemtigtal (Seehorn), le Trias calcaro-dolomitique (« Trias supérieur » compris) n'a pas loin de 800 m d'épaisseur, il n'atteint que 450 à 500 mètres dans les Alpes Cottiennes et 200 mètres (épaisseur maximum) dans les Alpes maritimes italiennes. Dans la Vanoise, la puissance de l'Anisien varie du simple au double sur 10 km dans un même chaînon NS, et le Trias moyen atteint au total 800 mètres au Roc de la Pêche Sud.

En ce qui concerne l'Anisien, il est étonnant de voir qu'il présente des faciès et des niveaux paléontologiques quasiment constants sur toute la verticale Nord-Sud des Alpes.

Les calcaires vermiculés inférieurs se trouvent à la base dans toutes les coupes de l'Anisien, mais un faciès assez semblable peut réapparaître au niveau de la « deuxième faune de Mollusques » ou même se manifester à tous les niveaux de l'Anisien, depuis la base jusqu'au niveau à silex, il en est ainsi à la cluse de Nava [12] (Alpes maritimes italiennes). Les calcaires à granules et les calcaires pseudo-oolithiques sont aussi signalés par tous les auteurs à divers niveaux de l'Anisien. Enfin le niveau à silex, mal individualisé mais néanmoins présent dans le Diemtigtal, est parfaitement net dans toutes les autres coupes, y compris celle des Alpes maritimes italiennes où il a tendance à former une zone fort épaisse relativement au reste de la coupe. Cette surépaisseur de la zone à silex s'annonce déjà dans le Monte Boulliagna où l'Anisien supérieur est très dilaté. Dans les Alpes maritimes italiennes, cette dilatation de l'Anisien supérieur s'amplifie beaucoup par rapport à la totalité du Trias calcaro-dolomitique, peut-être par suite de la réduction des autres niveaux ? Actuellement le niveau à silex anisien est certainement le plus sûr de nos repères triasiques (voir Thèse G. Botteron).

Les niveaux fossilifères définis par F. Ellenberger se retrouvent dans toutes les coupes, sauf peut-être dans les Alpes maritimes italiennes où l'on a d'assez grandes variations dans la série triasique et où notamment la « deuxième faune de Mollusques » semble souvent faire défaut ; les Physoporelles sont également absentes dans le Briançonnais ligure, par contre les Encrines et les Brachiopodes de la faune de Recoaro continuent de caractériser le sommet de l'Anisien.

Le « niveau d'émersion », ou plus exactement avec indices plus ou moins certains d'émersion, est visible partout et affleure selon les coupes sous l'aspect de différentes formations : schistes jaunes, schistes orangés à cassure verte, cargneules (= cornieules), poches et lits argilo-dolomitiques rouge et vert. La valeur de ce « niveau d'émersion » a été discutée antérieurement. On peut aussi remarquer que dans la coupe du Monte Boulliagna, les schistes orangés à cassure verte, évoquant ceux du Roc de la Pêche, ne correspondent pas au « niveau d'émersion » de F. Ellenberger ; en effet, ils sont surmontés par les calcaires vermiculés supérieurs homologues du sommet de l'Anisien de Vanoise, eux-mêmes supportant « les couches de passage de l'Anisien au Ladinien » qui présentent, elles, plusieurs autres niveaux d'émersion !

De même, dans le Briançonnais ligure, le concept de niveau d'émersion doit être remplacé par celui d'une véritable « zone à indices d'émersion », équivalent des « couches de passage » précédemment citées (c'est ce que F. Ellenberger nomme dubitativement, son « Muschelkalk moyen » : voir Colloque du Trias).

Un fait me semble notoire lorsqu'on compare ces nombreuses coupes : l'Anisien est assez constant dans ses subdivisions du Nord au Sud de la « province briançonnaise ». Par contre, le Ladinien serait plus variable : dans les Alpes maritimes italiennes il ne semble plus avoir que des analogies paléontologiques assez lointaines avec le Ladinien des coupes types de Vanoise du Seehorn et du Mont d'Or. Le Ladinien qui affleure dans le Monte Boulliagna paraît être, pour le moment, le plus méridional connu de type franchement briançonnais.

Très épais dans les Préalpes et en Vanoise, le Ladinien présente à sa base des calcaires noirs, quelquefois rubanés (Bänderkalke présents par exemple au Seehorn en Vanoise et au Monte Boulliagna). La zonation typique des dolomies du Ladinien (dolomies noires, dolomies blanches, dolomies grises supérieures et dolomies kaki) n'apparaît pas très nettement dans les Préalpes et la Vanoise, et pas du tout dans les Alpes maritimes italiennes, par contre cette zonation est extrêmement nette dans le massif des Rois Mages (Sud de Modane) et dans le Briançonnais [13] ; elle est encore très nette dans les Alpes cottiennes.

En ce qui concerne le Ladinien, les corrélations entre les coupes effectuées par R. Caby, M. Lemoine et moi-même sont excellentes. Les dolomies noires inférieures sont fossilifères dans les trois cas. Les dolomies blanches s'achèvent avec le niveau supérieur à silex, immédiatement surmonté

[12] M. Bloch a eu l'amabilité de me montrer cette coupe (1963). Il est possible que le niveau à Physoporelles y soit représenté par une lacune.

[13] Voir thèse J. Debelmas et travaux en cours de M. Lemoine.

par les dolomies grises supérieures qui débutent par le banc à *Encrinus liliiformis*. Ces Encrines supportent une lumachelle ou les bancs à Myophories ou les deux à la fois, et quelques mètres au-dessus viennent les cinérites ladiniennes. Ces dernières sont tantôt individualisées (coupes d'Arrondas et du Plan au Sud de Modane, Grand et Petit Peygu, Cervières, dans le Briançonnais), tantôt au contraire dispersées dans plusieurs niveaux de sédiments ladiniens (Monte Boulliagna).

Au sujet des assises post-ladiniennes antébathoniennes, mes connaissances sont encore insuffisantes et ne me permettent pas d'oser ici une quelconque comparaison. Je voudrais seulement signaler deux faits : leur présence et leur épaisseur sont fonction inverse de l'érosion antédogger qui est quelquefois très importante (il arrive dans certaines coupes que le Ladinien entier soit en grande partie érodé), enfin la présence exceptionnelle de cargneules à ce niveau (Grande Eau en Suisse) a laissé supposer qu'on avait peut-être là un passage continu du Ladinien au Norien.

## VI. — Les terrains post-triasiques : Dogger, Malm, Néo-Crétacé - Paléocène.

Il n'était pas dans mes objectifs d'étudier en détail ces terrains, mais seulement de tenter de les distinguer dans mes levés ; les coupes stratigraphiques possibles dans ces niveaux au Monte Boulliagna sont peu nombreuses et difficilement accessibles, et cette étude si limitée eût manqué d'intérêt [14]. Je reprendrai donc ci-dessous la terminologie de M. GIDON.

### A) *Le Dogger.*

Il est transgressif sur le Trias terminal et débute par une brèche de base (synclinal d'Acceglio et synclinal du Gias Cervet). Evaluée approximativement, l'épaisseur du Dogger semble atteindre 160-180 m. Il s'inscrit dans le paysage sous l'aspect de falaises grises, raides, qui s'échelonnent verticalement par l'intermédiaire de vires à chamois.

Une coupe partielle (synclinal d'Acceglio, face SE) m'a permis d'étudier d'un peu plus près le passage du Trias terminal au Dogger.

Stratigraphiquement et topographiquement, de bas en haut on a la succession suivante :

1 Dolomie kaki à cassure noire et filets schisteux noirs satinés ;
2 Schistes noirs papyracés (0,10 m) ;
3 Brèche dolomitique à éléments de dolomie kaki et ciment schisto-dolomitique noir très flexueux (0,40 m) ;
4 Conglomérat monogénique, dont les éléments noduleux dolomitiques se touchent les uns aux autres sans ciment apparent (1,20 m) ;
5 Brèches de base du Dogger (1 m) à éléments dolomitiques arrondis et ciment de calcaire noir ; c'est une brèche polygénique dont les éléments dolomitiques ou calcaro-dolomitiques semblent être tous d'origine triasique sinon ladinienne. Cette brèche est mal calibrée, la taille de ces éléments varie depuis 2 à 6 cm jusqu'à 3 à 4 mm de diamètre. Les oxydes de fer se substituent souvent au ciment calcaire. Cette brèche contient aussi des éléments de calcaire noir recristallisé ;
6 Brèche identique à la précédente, mais enrichie en oxydes de fer (véritables pisolithes). Les éléments diminuent de calibre vers le haut, tandis que le ciment ferrugineux rouge épargne quelques enclaves du ciment calcaire noir (0,20 m) ;
7 Calcaire cristallin noir à points dolomitiques jaunes (0,40 m) ;
8 Microbrèche à interlits schisteux (0,10 m) ;
9 Calcaire noir à points dolomitiques jaunes (0,30 m). Il passe très progressivement au niveau 10 ;
10 Calcaire gris sombre en plaquettes à litage onduleux, il n'y a plus de petites inclusions dolomitiques (0,60 m) ;
11 Brèches à éléments dolomitiques jaunes de 3 à 4 cm de diamètre dans le ciment noir, dépourvu de fer (0,60 m) ;
12 Début d'une épaisse formation de calcaire noir, un peu bréchique à sa base ; c'est localement une microbrèche dont les éléments sont milli- et centimétriques (0,50 m) ; puis vient un calcaire franchement noir, compact, très finement cristallisé (1,50 m) ; puis un calcaire compact noir présentant quelques filets ferru-

[14] Se rapporter à la thèse de M. GIDON qui a fait une étude à l'échelle régionale de ces niveaux stratigraphiques.

gineux (0,50 m). La coupe est interrompue sur quelques mètres.

Viennent ensuite environ 50 m de calcaires compacts, en plaquettes, noirs, riches en macrofossiles, mais absolument indéterminables, tant la recristallisation est intense ; on devine cependant des columelles de Nérinées, quelques tests costulés de Lamellibranches et des sections de Polypiers. Ces calcaires noirs sont très fétides à la cassure.

Au-dessus de ces calcaires viennent d'autres calcaires plus compacts et beaucoup plus clairs à l'affleurement et à la cassure (100 m environ). On peut y voir le début des marbres gris du Malm, ou peut-être appartiennent-ils encore au Dogger ?, ils portent l'indice : (« Dogger supérieur ou Malm inférieur ») sur les coupes tectoniques et Panoramas. Ces calcaires gris clair sont localement séparés des calcaires noirs du Dogger franc par un très mince interlit schisteux avec filets ferrugineux.

ETUDE MICROSCOPIQUE DU DOGGER.

— *La brèche de base :*

Les éléments dolomitiques sont cryptocristallins ou montrent encore des fantômes de gravelles. Le ciment est riche en quartz xénomorphes et contient probablement un peu de gypse (décelable à l'œil nu sur l'échantillon).

— *Les calcaires massifs :*

Ils sont désespérément uniformes macrocristallins ; de minces traînées ferrugineuses soulignent la stratification.

### B) *Le Malm.*

La base du Malm est impossible à tracer avec précision, de même que son épaisseur est fort variable. Dans presque tous les affleurements (synclinal d'Acceglio et synclinal du Gias Cervet), le Malm affleure dans des falaises verticales ou surplombantes.

J. DEBELMAS, dans sa thèse, montre à propos du Malm (comme à propos du Dogger) que dans le Briançonnais deux sortes de faciès au moins peuvent se caractériser selon que la sédimentation s'est faite sur des rides, ou dans des sillons, d'où deux types de coupes avec séquences caractéristiques.

Or on ne trouve ici : — ni la première séquence : 1) Marbre de Guillestre ; 2) Calcaire marmoréen à patine grise à Calpionelles ; — ni la seconde : 1) Couche schisteuse (Oxfordien) ; 2) Calcaire à zones siliceuses (Argovien, Rauracien) ; 3) Zone plus compacte à pâte fine avec Calpionelles.

Au Monte Boulliagna on a des faciès à cachet beaucoup plus méridionaux évoquant le Briançonnais ligure mais, curieusement, aussi la Vanoise. Il n'y a pas ici de hard-ground ou lits rouges entre Dogger et Malm. On trouve de bas en haut, dans l'ordre stratigraphique :

— des calcaires marmoréens gris (épaisseur très variable) ;
— des calcaires à niveaux siliceux plus ou moins épais, dont certains d'entre eux semblent assez riches en chlorite visible à l'œil nu [15] (épaisseur : 20 à 30 m) ;
— un mince lit de marbre blanc rosé à structure amygdaloïde, soulignée par de l'hématite diffuse colorant le reticulum (non argileux) qui enveloppe les nodules plus clairs.

Ce faciès suggère un peu par son aspect et l'absence d'argile le marbre de Guillestre, mais il couronne ici le sommet du Malm, immédiatement sous les marbres chloriteux et en plaquettes. Il ne s'agit pas du véritable « Argovien rouge basal », mais d'un niveau supérieur du Malm représenté par des « calcaires noduleux roses et verts [16] ».

Je dois préciser ici que, en l'absence complète de macrofaune et microfaune, les limites que je donne sont arbitraires. Par exemple, j'ai considéré comme étant du Malm la zone à passées siliceuses et à chlorite parce qu'elle est comprise entre du Dogger authentique et un « faux Guillestre » surmonté lui-même par des marbres en plaquettes (Néo-Crétacé). Cependant il se peut que cette zone à passées siliceuses, franchement calcschisteuse là où elle est riche en chlorite, représente le Néocomien. Cette hypothèse est improbable mais non totalement exclue, par exemple dans le synclinal du Gias Cervet. Au contraire, dans le synclinal d'Acceglio, les grandes parois marmoréennes à passées siliceuses ont des caractères apparents de

[15] Le Malm est quelquefois chloriteux en Vanoise, mais ceci est assez rare (F. ELLENBERGER, rens. oral).

[16] Ce fait fut précisé par J. DEBELMAS et Louis POTIE en 1960, « Sur l'âge du Malm briançonnais ».

Malm. Le passage du Malm siliceux au Néo-Crétacé-Paléocène est continu. Je n'ai pas trouvé trace de hard-ground à ce niveau.

Quelques lames minces dans le Malm montrent :

1° l'absence de toute microfaune conservée ;
2° une intense recristallisation marmoréenne ;
3° dans les niveaux siliceux d'allure chloriteuse on voit essentiellement des phyllites (séricite prédominante) et des quartz de néoformation ;
4° dans le « faux marbre de Guillestre » on observe surtout de la calcite microcristalline dans les mailles du réseau ferrugineux, ainsi que quelques très petits quartz et quelques feldspaths maclés assez rares.

### C) *Le Néo-Crétacé - Paléocène.*

Il est caractérisé par :

1° des calcaires gris en plaquettes, schisteux à cause d'une trame très fine de minéraux phylliteux peu abondants ;
2° des plaquettes plus claires séricito-chloriteuses ; il s'agit du faciès des marbres chloriteux, semblables à ceux de Vanoise.

Ces deux faciès peuvent alterner verticalement ou plus fréquemment se remplacer latéralement l'un l'autre. Leur épaisseur est impossible à évaluer ; le Malm, malgré sa grande rigidité, est fortement replissé dans le synclinal d'Acceglio, de même que les marbres en plaquettes.

Ces marbres en plaquettes passent très progressivement à une sorte de flysch ; ce sont des calcschistes très tendres, satinés et comportant des fucoïdes de toute taille. Ces niveaux apparemment non fossilifères sont probablement Eocène.

Une étude microscopique des *marbres en plaquettes* du Monte Boulliagna montre une fine alternance de calcaires granoblastiques et de lits phylliteux fortement microplissotés et microfaillés. Les lits phylliteux sont riches en pigments ferrugineux bruns et également en quartz microcristallin qui s'accumule dans les charnières des micro-plis. Certains lits beaucoup plus riches en fer que les précédents présentent une certaine disharmonie par rapport à ces derniers. La calcite granoblastique est déformée d'une manière homogène et ne semble nullement concernée par le froissement tectonique enregistré par les lits phylliteux. On peut noter la présence de quelques quartz, phyllites et albites secondaires dans les lits de calcite. Les petits cisaillements affectant les lits phylliteux ne sont pas assez importants pour être enregistrés dans la calcite.

*Les marbres chloriteux :* Ils ont une structure granoblastique, sont riches en quartz ; celui-ci peut même donner des lits ou des petits « yeux » englobés dans un fond de calcite. Les lits schisteux, très minces, sont formés de phyllite (séricite et autres) ; le long de ces lits, on peut remarquer une forte agglomération de fer. Quelques albites secondaires sont invariablement présentes dans ces lames.

On notera ici l'absence fâcheuse de *Globotruncana* dans les marbres en plaquettes et marbres chloriteux !

# DEUXIEME PARTIE

## TECTONIQUE

### I. — Introduction.

A l'échelle régionale, comme à celle de l'analyse structurale, M. GIDON est le premier avec S. FRANCHI à s'être intéressé à la région. Sa thèse (1962) fut pour moi un point de départ capital pour la compréhension générale de cette zone. Sans les résultats obtenus par cet auteur, tant sur le plan stratigraphique que tectonique, la monographie de détail que je donne du Monte Boulliagna perdrait beaucoup de sa signification.

### II. — Analyse structurale du Monte Boulliagna.

#### A) *Examen de la cartographie, des coupes tectoniques et des conclusions tectoniques et paléogéographiques établies par M. Gidon.*

On peut noter que :

1° Toutes les structures sont déversées vers l'intérieur de l'arc alpin, donc vers le NE.

2° La zone Ceillac-Chiappera, représentée ici par le Monte Boulliagna et le Monte Eighier plus au Nord est coincée entre les deux môles siliceux (bande du Roure à l'Est, bande Chillol-Marinet à l'Ouest) par l'intermédiaire de deux contacts tectoniques majeurs : $\varphi_R$ et $\varphi_6$. M. GIDON considère ces môles siliceux comme des anticlinaux anciens ayant déjà fonctionné comme des paléo-reliefs. M. LEMOINE et J. DEBELMAS rattachent la bande du Roure à la zone d'Acceglio et font de la bande Chillol-Marinet un anticlinal de socle briançonnais à cachet briançonnais classique (Permo-Trias).

3° Structuralement, le Monte Boulliagna est interprété comme un synclinal couché vers le NE, double au SE (synclinal d'Acceglio), et simple au-dessus du Gias Cervet, tandis qu'au Paso di Cervet il existe encore mais il n'est plus identifiable. Ce synclinal à cœur de Néo-Crétacé-Paléocène, Dogger et Ladinien, se complète sur son flanc occidental d'une grande épaisseur d'Anisien qui lui même se ploye en un anticlinal couché vers le NE sur le synclinal (charnières visibles sous la Costa Boulliagna au Sud du chaînon et sous le point 2 851 m (col Saretto-Chiappera, versant Ouest). Le flanc normal de cet anticlinal, érodé au-dessus de Saretto (voir coupe n° 11 de M. GIDON, 1962), se complète plus au Nord ; il est écaillé au niveau de Chiappera (voir coupe n° 10) et normal dans le Monte Eighier. Dès le moment où est établi l'âge néocrétacé-paléocène des marbres en plaquettes, confondus par S. FRANCHI avec le Trias inférieur, on peut voir, en comparant la coupe de FRANCHI avec celle de M. GIDON, que le flanc occidental du Monte Boulliagna interprété comme un synclinal par S. FRANCHI est en réalité un anticlinal.

4° Le style tectonique : M. GIDON dit, en parlant de la zone Ceillac-Chiappera : « Quant au style tectonique (replis relativement souples au cœur, écaillages sur les bords ; constant déversement à l'Est par-dessus la zone du Roure), un dernier caractère très fréquent est enfin l'important développement, en des aires localisées il est vrai, de cargneules dont l'origine paraît complexe et qui semblent correspondre aux secteurs les plus écrasés de la zone... » ; pour cet auteur il ressort que la réduction de volume accompagnant la cargneulisation pourrait être invoquée pour expliquer la faible largeur de la zone Ceillac-Chiappera (c'est-à-dire ce que M. GIDON appelle le boudinage à grande échelle).

A l'examen de ces coupes, il ressort que cette zone est une nappe à tectonique souple comprise entre deux surfaces de contacts anormaux $\varphi_6$ et $\varphi_R$ datant de la phase de rétrocharriage ; en fait, le dessin des coupes de M. GIDON (n$^{os}$ 9 et 10 par exemple) laisserait entendre qu'il s'agit de cisail-

lements tranchant les replis souples, ce qui n'est toutefois pas explicitement affirmé dans le texte (voir ci-dessus). Ceci concerne le style tectonique à l'échelle des nappes calcaires, mais à l'échelle régionale, l'auteur souligne l'importance du « rétrocharriage » responsable du déversement général vers le NE de toutes les structures de la région. M. GIDON pense que deux mouvements combinés sont responsables de cette direction NE :

1) Un mouvement d'Ouest en Est des masses occidentales sur les masses orientales ;
2) Un mouvement d'Est en Ouest des masses orientales sous les masses occidentales se traduisant par des encapuchonnements (« sous-charriages » ou « subductions » d'A. AMSTUTZ).

Donc pour M. GIDON et dans le cadre du Monte Boulliagna, il ressort que le rétrocharriage est responsable du déversement général des structures vers le NE, de l'écaillage intense du Permien (Ecaille des Aiguilles de Mary) sur la zone Ceillac-Chiappera : les klippes de Permien sur le Monte Boulliagna en témoignent, de même que l'écaillage intense des assises calcaires sous-incombantes. Enfin, les écailles d'andésites permiennes de quartzites et verrucano sur les pentes de ce massif à la latitude de Saretto sont des manifestations ultimes des poussées vers l'Est.

Par contre en ce qui concerne les replis de nappes encore visibles actuellement, la position de M. GIDON semble être la suivante : lors de leur déversement vers l'Ouest, les nappes sont affectées de plis qui leur sont propres (plis de II$^{e}$ ordre), puis elles ont ultérieurement basculé vers l'Est, lors des écaillages ($\varphi_R$, $\varphi_M$, etc.) de la phase de rétrocharriage. Ce point de vue me paraît discutable : on peut, dans le cas précis du Monte Boulliagna, se demander si les replis de nappe actuellement encore bien visibles ne sont pas postérieurs dans leur totalité à la mise en place des nappes de M. GIDON et formés lors du rétrocharriage, mais alors que reste-t-il des structures anciennes ?

### B) *Examen des coupes et panoramas ci-joints.*

(Voir coupes tectoniques de la fig. 8 et panoramas I à VII.)

Je ne donnerai pas ici une monographie structurale précise de ce massif ; les panoramas ci-joints et les brèves descriptions qui les accompagnent ont pour but de reconstituer, par des images successives, les faits tels qu'ils se présentent sur le terrain ; par contre, l'examen de mes coupes tectoniques (déjà un peu moins objectives), permet de poser les problèmes et de discuter les hypothèses envisagées.

a) *Faits généraux.*

— Ce qui frappe tout d'abord, ce sont les grands replis de nappes signalés par M. GIDON comme le synclinal d'Acceglio (fig. 8, coupe *b* et Panorama I), le synclinal du Gias Cervet (fig. 8, coupe *e*, Panorama IV) et un repli anticlinal dont la charnière est visible dans le paysage au-dessus de Ponte Maïra, du Rio Serrancia et dans la Costa Boulliagna. Ces synclinaux et anticlinaux, comme nous allons le voir, sont fortement écaillés (synclinal d'Acceglio coupe *b*, Roca Gavia, coupe *g*, etc.).

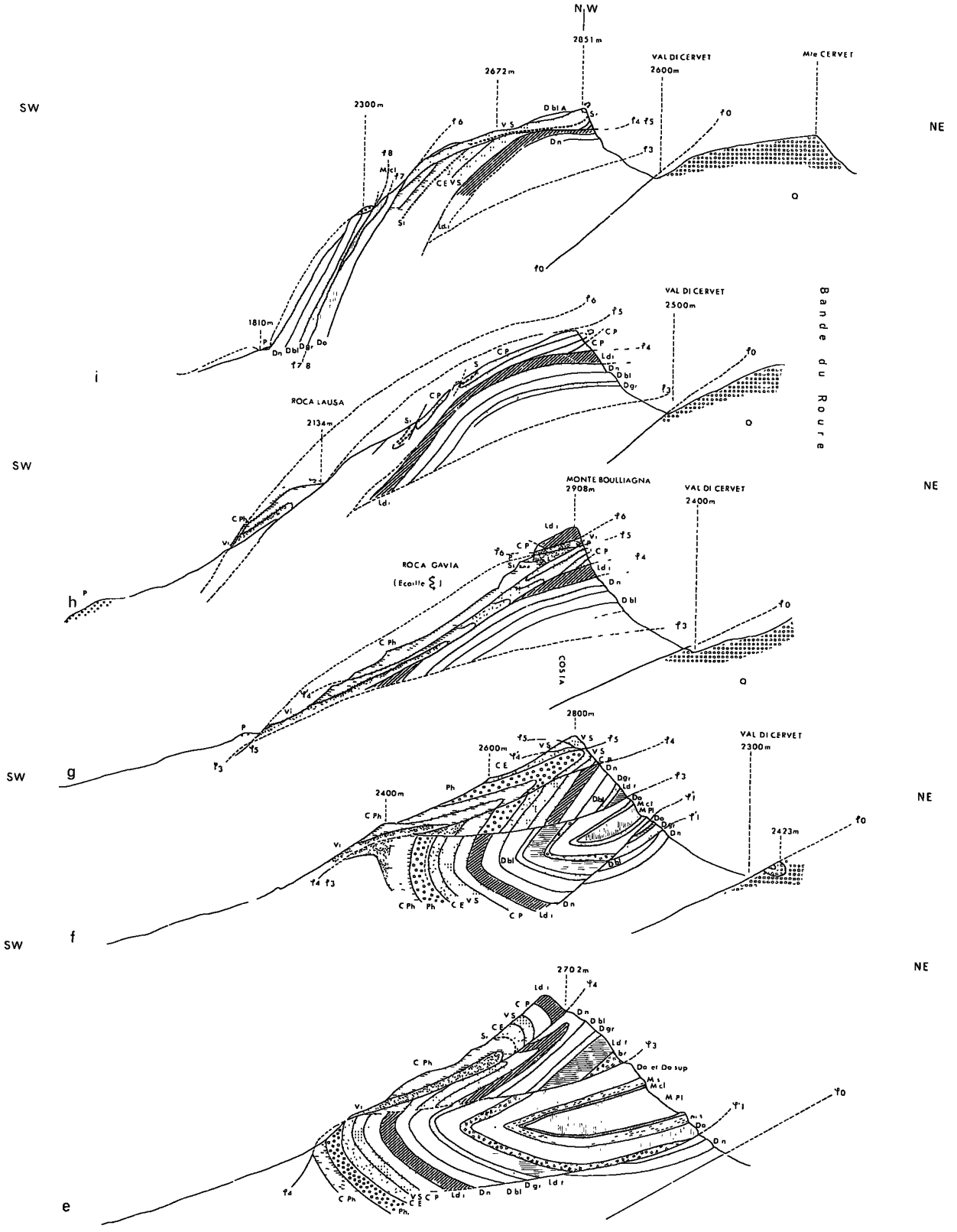
— On peut noter un très fort relèvement axial du SE au NW.

— L'abondance des contacts anormaux assez plats dans leur ensemble peut surprendre, certains d'entre eux assez spectaculaires sont visibles à distance (voir coupes *a* et *i*).

La nature tranchante de certains de ces accidents est visible du village d'Acceglio où le flanc inverse du synclinal est cisaillé par le contact tectonique $\varphi_3$ (coupe *b* et panorama I), qui se suit bien au-dessus de Ponte Maïra (panorama II). Le contact $\varphi_4$ - $\varphi_5$ qu'on peut observer du col Saretto-Chiappera est du même style que le précédent.

On remarque que ces contacts anormaux ne s'accompagnent d'aucun étirement ni rebroussement des couches sédimentaires, qui ne font que subir un déplacement sans disparition de matière. Le laminage par amincissement et glissement couche sur couche existe aussi dans ce massif, mais pas dans cette série de contacts anormaux tardifs.

— L'examen de ce massif révèle assez rapidement une structure aberrante dans le contexte isoclinal du Monte Boulliagna ; il s'agit d'un bombement calcaire visible du Gias Cervet (Panorama n° IV et coupes *d* et *c*) plissé à la manière d'un « S », les axes sont grossièrement Est-Ouest. Quoi qu'il en soit, on a là le vestige d'une phase transverse aux structures principales. Dans la face Sud, des replis transverses de même type compliquent beaucoup l'étude stratigraphique de l'Ani-


N.W
2851 m
VAL DI CERVET
2600m
Mte CERVET
2672m
2300m
SW
NE
1810m
i
VAL DI CERVET
2500m
Bande du Roure
ROCA LAUSA
2134m
SW
NE
MONTE BOULLIAGNA
2908m
VAL DI CERVET
2400m
ROCA GAVIA
(Ecaille ξ)
h
COSTA
2800m
2600m
VAL DI CERVET
2300m
2400m
2423m
SW
g
NE
f
2702m
NE
e

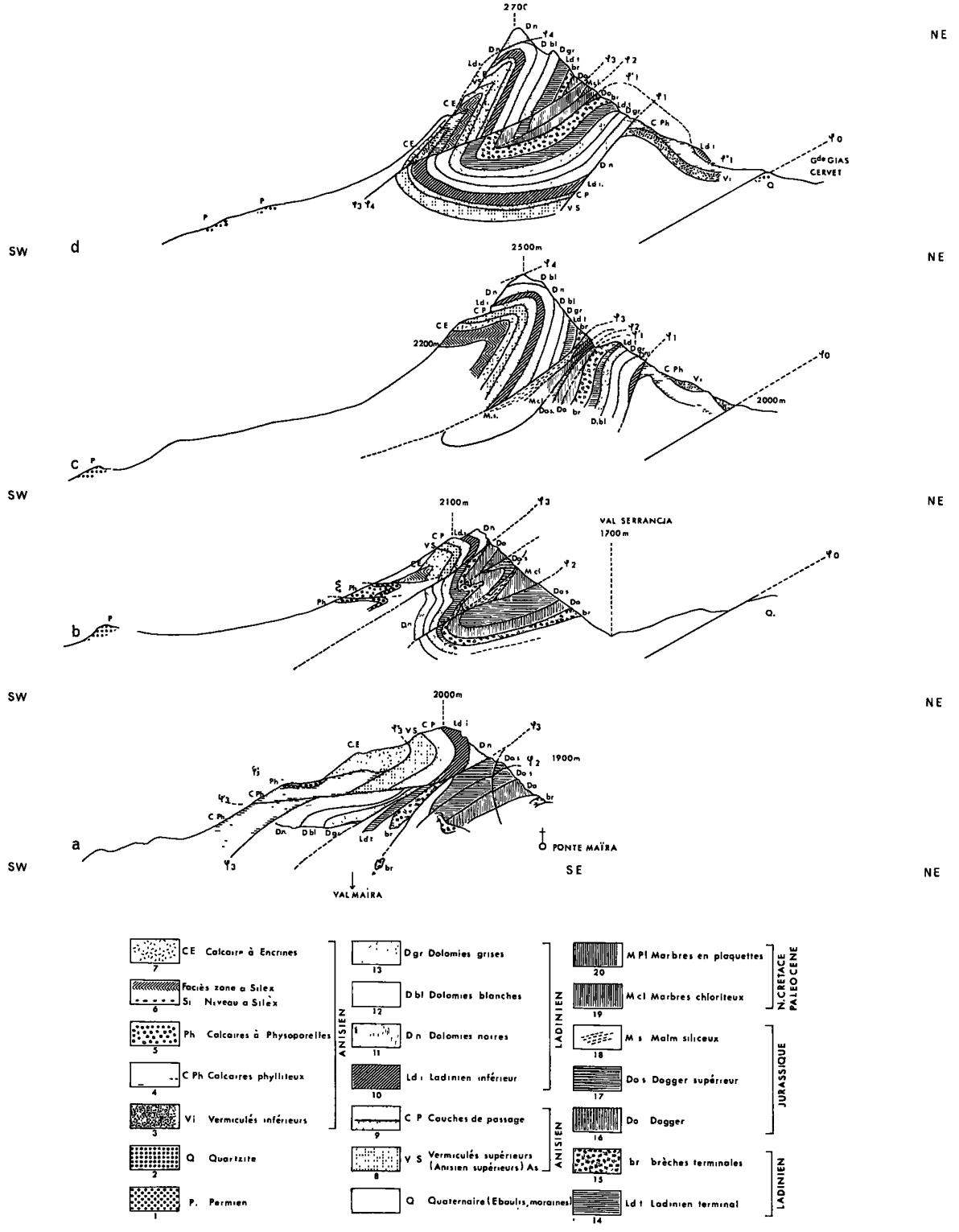



Fig. 8. — Coupes géologiques dans le massif du Monte Boulliagna.

sien. Ces replis sont-ils antérieurs ou postérieurs aux mégastructures longitudinales et à leur cisaillement ? Une étude systématique des charnières et des linéations aurait peut-être permis d'envisager la chronologie des faits.

— Enfin, l'allochtonie des klippes de Permien décrite par M. GIDON est un fait frappant que l'on peut déjà, par temps clair, observer des villages de Saretto et Chiappera, elle a son importance dans l'édification tectonique du massif.

b) *Panoramas des principales faces du Monte Boulliagna.*

PANORAMA I (*face E SE*)

Sur ce panorama, les contacts anormaux sont numérotés mais non indiqués par un trait continu. Se reporter aux coupes tectoniques correspondantes *b* et *c*.

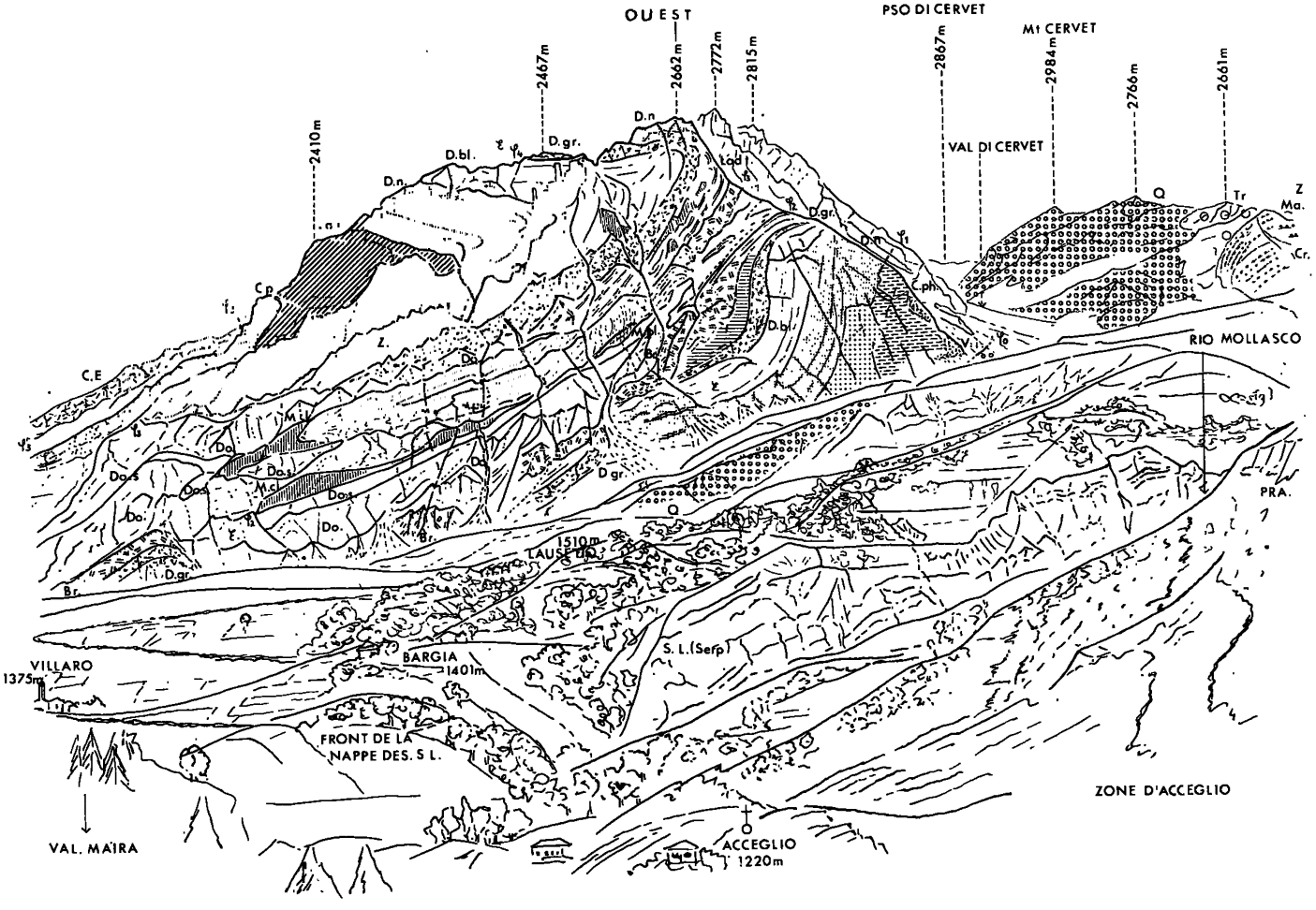
On voit au premier plan :

— les prasinites de la zone d'Acceglio (PRA) ;
— le front de la nappe des Schistes lustrés (Sl et Serp.) ;
— la bande du Roure (zone d'Acceglio) et sa série sédimentaire adhérente : le Malm (Ma) repose directement sur le Trias calcaire très réduit (Tr.) et les quartzites (Q).

Le contact $\varphi_0$ (contact tectonique majeur entre la zone d'Acceglio et le Briançonnais interne calcaro-dolomitique) passe au pied même du Monte Boulliagna.

Cette face E SE, visible du village d'Acceglio, montre que :

1° Le synclinal d'Acceglio est double et très écaillé. Le premier de ses replis en partant du bas de la paroi est cisaillé par l'accident $\varphi_2$ et comporte presque exclusivement un flanc normal (Ladinien, brèches terminales, Dogger. Dogger supérieur ou Malm, Crétacé) ; son flanc inverse n'est plus représenté que par une écaille de Malm siliceux. Le deuxième repli (très écaillé au niveau de la




PANORAMA I. — Pour les abréviations, voir légende de la fig. 8.

coupe *b* et sur la gauche du panorama) à cœur de « faux marbre de Guillestre » (en blanc sur ce panorama) comporte du Malm siliceux microplissé, ployé en position synclinale, et un peu de Dogger à l'envers tectoniquement touché par l'accident $\varphi_3$.

2° L'accident $\varphi_3$ (« troncature » d'après le terme de F. Ellenberger) introduit une discordance tectonique très spectaculaire aux abords d'Acceglio. Il sépare le synclinal du grand repli anticlinal de nappe situé au-dessus de $\varphi_3$ (charnière visible sous le point 2662). $\varphi_3$ est un accident important qui cisaille indifféremment le synclinal d'Acceglio, qui n'est plus représenté que par son flanc normal sur l'épaule située au centre droit du panorama (voir coupe *c*), et le flanc inverse de l'anticlinal (voir coupes *b*, *c* et *d*).

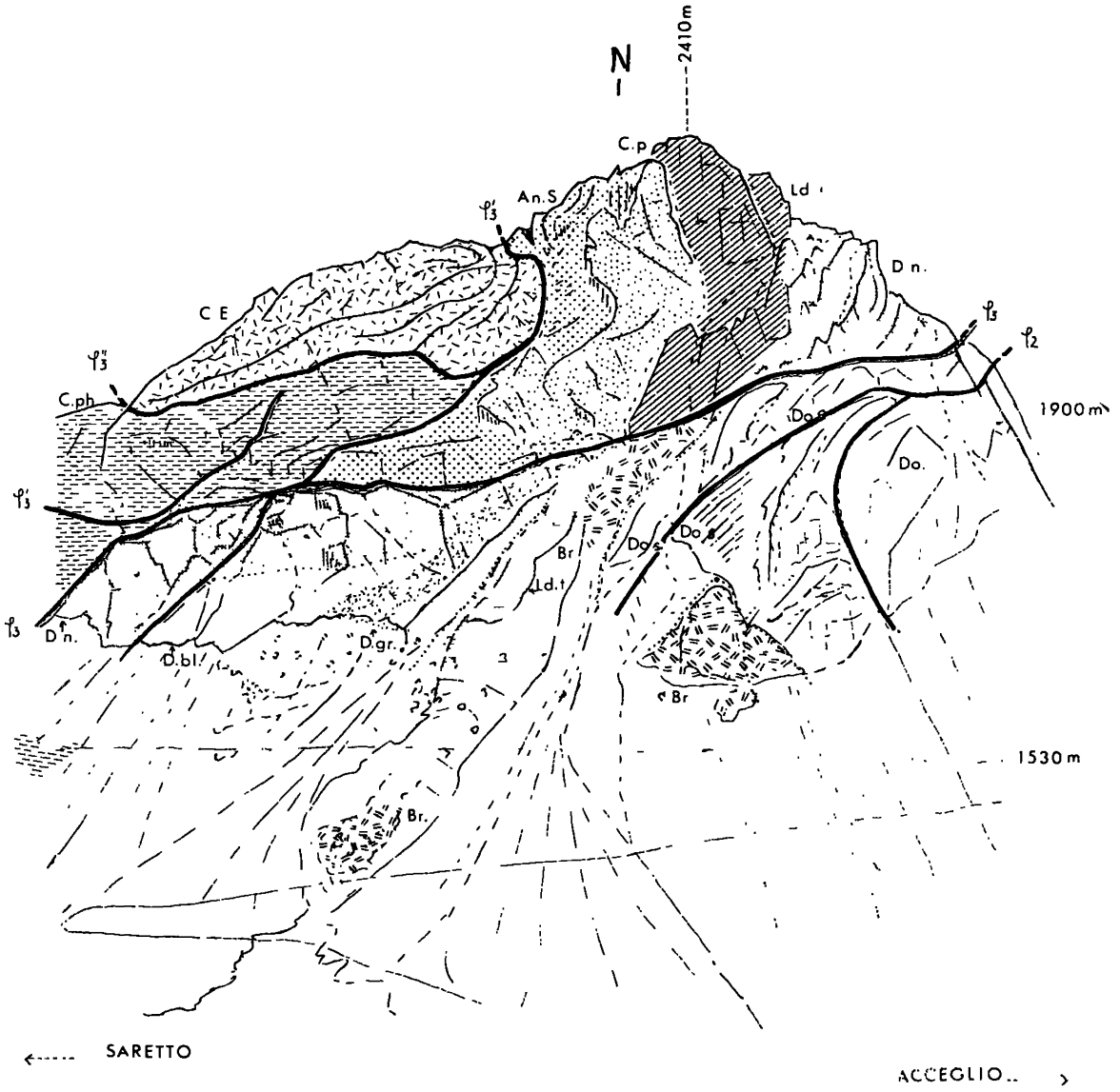
3° L'accident $\varphi_1$ sépare le flanc normal du synclinal d'Acceglio d'un affleurement d'Anisien dont la structure est aberrante (voir Panorama IV).

PANORAMA II (*face Sud*)
(voir aussi coupe *a*, fig. 8)

Dans ce panorama, on voit :

1° La fermeture du synclinal d'Acceglio, complètement brisée mais facile à reconstruire géométriquement.

L'accident $\varphi_2$ sépare le Dogger du flanc normal, qui




Panorama II. — Pour les abréviations, voir légende de la fig. 8.

repose sur les brèches antébathoniennes (voir coupe *a* et panorama I), du Dogger du flanc inverse, surmonté par les brèches, le Ladinien terminal, les dolomies grises, les dolomies blanches et les dolomies noires.

2° Le prolongement vers le Sud de l'accident $\varphi_3$, qui tranche des couches de plus en plus anciennes du flanc inverse du repli synclinal-anticlinal de nappe.

3° La charnière synclinale à laquelle se superpose la charnière anticlinale de la Costa Boulliagna.

4° Les accidents secondaires $\varphi'_3$, $\varphi''_3$ parfaitement plats cisaillent de nombreux replis dans l'Anisien moyen. Certains d'entre eux sont cartographiables grâce au banc à *Diplopora annulatissima* et *Physoporella praealpina.*

## PANORAMA III (*face Sud Ouest*) [17]
(en dépliant hors texte)

(Sur ce panorama, la morphologie est en noir, les affleurements sont en rouge, les contacts anormaux visibles en traits pleins rouges, les contacts anormaux masqués ou dans l'espace en traits rouges interrompus).

Au premier plan émergent d'une importante moraine les écailles de Permien des Aiguilles de Mary (schistes andésitiques verts de M. GIDON). Des klippes de Permien se retrouvent à l'extrême gauche du panorama sous le point 2 349 m, elles reposent anormalement sur les écailles de Chiappera et jalonnent le contact anormal $\varphi_5$ sous le sommet du Monte Boulliagna. Ces écailles de Chiappera ont une certaine autonomie et seront étudiées ultérieurement.

La partie centrale de la face SW représente la retombée du flanc normal de l'anticlinal de la Costa Boulliagna.

La partie droite de ce panorama a déjà été en partie étudiée (Panorama II).

### COMMENTAIRES DES COUPES INTÉRESSANT CE VERSANT.

*Coupe c* (passant un peu à l'W du sommet 2 467 m).

Elle coupe une série normale, bien que certains niveaux soient un peu laminés.

*Coupe d* (passant à l'E du point 2 662 m, au-delà du ravin).

Le flanc normal de l'anticlinal est affecté par le contact $\varphi_4$ qui est peu visible sur cette face, puisqu'il n'affecte sur cette coupe que les dolomies noires. Les éboulis et éboulements sont nombreux sur ce tracé (noter l'affleurement de dolomie noire glissée au pied de la paroi).

*Coupe e* (passant à l'W du point 2 772 m et par la petite fenêtre tectonique ceinturée par le contact $\varphi_4$).

$\varphi_4$ prend d'E en W une importance de plus en plus grande et cisaille la charnière de l'anticlinal de la Costa Boulliagna. Le compartiment sommital (flanc normal), poussé vers l'Est, laisse apparaître très localement le flanc inverse dans une petite fenêtre tectonique située au pied du massif. En ce qui concerne l'amincissement du flanc normal, le rôle de l'érosion n'est pas exclu.

*Coupe f* (passant dans la Costa Boulliagna, un peu à l'Est du point 2 815 m).

Sur la face SW du massif, un changement de pendage aux deux tiers supérieurs annonce la charnière anticlinale ; d'un pendage SW 40° à la base, on passe à des bancs quasi horizontaux. Ce flanc normal est cisaillé à son sommet par deux nouveaux contacts anormaux $\varphi'_4$ et $\varphi_5$ qui déterminent entre eux une écaille fort compliquée qui cesse sous le point 2 815 m.

*Coupe g* (elle passe par le sommet 2 908 m et la Roca Gavia (flanc oriental du col Saretto-Chiappera).

On observe de bas en haut et du SW au NE :

— le Permien écaillé, qui repose sur les calcaires vermiculés inférieurs ;
— un peu du vaste flanc normal décrit précédemment (calcaires vermiculés inférieurs et calcaires phylliteux) ;
— un contact anormal bien visible $\varphi'_4$ mettant l'un sur l'autre, calcaires phylliteux sur calcaires phylliteux. Ce contact délimite la grande écaille amorcée précédemment sous le point 2 815 m ;
— au-dessus de cette écaille et formant la grande pyramide du sommet 2 908 m, on trouve de nouveau le flanc normal comprenant : des calcaires vermiculés inférieurs, des calcaires à « faciès Dentales » (1 m), des calcaires à « faciès Physoporelles » (1 m), puis un contact anormal net $\varphi_6$ superposant à cet Anisien réduit une écaille constituée par des « couches de passage » et les calcaires du Ladinien inférieur (Bänderkalke) en position normale.

Il faut signaler que la grande écaille comprise entre les contacts $\varphi'_4$ et $\varphi_5$ est constituée d'Anisien inférieur, moyen et supérieur, tantôt à l'endroit, tantôt à l'envers, le tout très replissé (charnière bien visible dans les Calcaires vermiculés inférieurs et le niveau à silex).

Pour que cette coupe ait une certaine cohérence et se relie à ce qui affleure à l'Est, où la série normale est tronquée, et à l'Ouest, où l'écaillage est intense, il faut imaginer que :

1) le flanc normal a été fortement replissé (ce qui justifie les séquences de séries inverses que l'on trouve fréquemment) ;
2) la grande écaille comprise entre $\varphi'_4$ et $\varphi_5$ n'est qu'un écaillage de ce flanc normal replissé ;
3) des replis transverses affectent ces terrains plissés et rétroécaillés, ce qui obscurcit complètement la compréhension des faits sur le terrain.

*Coupe h* (elle passe par l'affleurement de calcaires phylliteux se trouvant au pied des écailles de Saretto-Chiappera (extrême gauche du panorama), et par le flanc Est du col Saretto-Chiappera (voir commentaire panorama VI).

Au dessus des écailles de Permien de Chiappera on a de nouveau un éperon de calcaire phylliteux (Roca Lausa,

---

[17] *Errata :* Le contact $\varphi_6$ n'a pas été tracé. Il débute sous l'inscription $\varphi_6$ et vient se confondre avec le contact $\varphi_{7\text{-}8}$ délimitant ainsi une écaille de Dogger.

Lire : C. Ph. au lieu de C. gr. sous le sommet Monte Boulliagna.

2 134 m). C'est tout ce qui subsiste à cette latitude du flanc normal. Ces calcaires se superposent aux calcaires phylliteux du flanc inverse par l'intermédiaire du contact tectonique $\varphi_5$.

*Coupe i.* Cette coupe passe par l'extrême gauche du panorama, par les points cotés 2 349, 2 672, 2 851. On a ici un écaillage maximum du massif :

1° Le Permien est allochtone sur les écailles de Chiappera.

2° Ces écailles sont au moins au nombre de trois.

Ce sont, du SW vers le NE :

— des dolomies ladiniennes poussées sur des marbres chloriteux par l'intermédiaire du contact $\varphi_8$ ;
— des marbres chloriteux poussés sur le Dogger au niveau du contact $\varphi_7$ ;
— le Dogger lui même poussé sur le chaînon du Boulliagna au niveau de $\varphi_6$.

Au niveau des points 2 672 - 2 851 (voir commentaire panorama V) il ne subsiste qu'une partie du flanc inverse et une partie du flanc normal, lui-même ployé en une lame (charnière visible sous le point 2 851).

Un grand contact anormal $\varphi_4$ - $\varphi_5$ cisaille ces deux unités et fait disparaître ainsi la grande charnière anticlinale de la Costa Boulliagna. Il est possible que la lame supérieure représente ce qu'il subsiste de flanc normal de l'anticlinal de la Costa Boulliagna ; mais peut-être pourrait-on l'interpréter comme une écaille supplémentaire en provenance de l'Ouest (Ecailles des Aiguilles de Mary ?).

## PANORAMA IV (*face E NE*) [18]

(Les contacts anormaux sont indiqués en traits pleins rouges.)

Ce panorama est pris de la zone d'Acceglio proprement dite, c'est pourquoi on voit au premier plan : les Schistes lustrés puis la bande du Roure qui disparaît totalement sous la moraine au niveau du Gias Cervet (quelques affleurements sont visibles plus au Sud en direction d'Acceglio). Ce panorama montre comment se fait la jonction entre le synclinal d'Acceglio (voir Panorama I), le synclinal du Gias Cervet non encore décrit (vers la base sous les points cotés 2 772 - 2 815) et la face NE du Monte Boulliagna (voir Panorama V).

### Commentaire des coupes tectoniques intéressant ce versant.

*Coupe f.* Elle passe approximativement sous le point 2 772 et recoupe le synclinal du Gias Cervet.

Elle montre, de bas en haut : une série synclinale tranquille à cœur Néocrétacé-Paléocène, cisaillée à sa base par les contacts $\varphi'_1$ et $\varphi_3$ puis $\varphi_4$. Ce dernier tranche successivement du N vers le S : la charnière anticlinale de la Costa Boulliagna, puis les dolomies noires (coupe *d*) et enfin les dolomies blanches (coupe *c*). Ce synclinal est un peu écaillé vers le Nord avant de disparaître sous les éboulis (voir panorama V).

*Coupes c et d* (l'une passe au Sud du point coté 2 662 (coupe *c*), l'autre au Nord).

La partie orientale de ces coupes tectoniques et le centre du panorama montrent que le synclinal du Gias Cervet et celui d'Acceglio, bien que dans le prolongement l'un de l'autre, ne se rejoignent pas. Là où devrait se faire leur jonction, on a une zone très tectonisée où passent les contacts anormaux $\varphi'_1$, $\varphi_2$, $\varphi_3$ et d'autres contacts secondaires. Il semble que la cause de ce violent pincement et de la disparition de tout le Mézosoïque puisse être imputée à la présence de cet éperon d'Anisien, plissé à la manière d'un « S », qui est visible ici au centre du panorama. Cet affleurement a déjà été signalé dans la description du panorama I.

## PANORAMA V (*face NE*) [19]

Les contacts anormaux sont représentés par des traits minces rouges, les dolomies ocres qui dessinent la charnière de l'anticlinal du Monte Boulliagna sont en traits rouges épais.

Pour lire ce panorama de la droite vers la gauche (c'est-à dire du Nord vers le Sud), il faut se reporter successivement aux coupes tectoniques *i*, *h*, *g*, *f*. La coupe *i* qui passe par le sommet 2 851 sera mentionnée à propos du panorama VII, tandis que la coupe *f* qui passe légèrement au Sud de la cote 2 815 traverse le synclinal du Gias Cervet étudié précédemment. En outre, les quartzites, qui affleurent au premier plan sur la droite du panorama, appartiennent à la bande du Roure qui entre quasiment ici en contact avec la zone Ceillac-Chiappera.

*La coupe h* passe à l'Ouest du sommet, sous l'écaille de Permien (voir Panorama n° VI). Elle montre la charnière anticlinale du Monte Boulliagna qui s'inscrit dans les « couches de passage » Anisien-Ladinien.

Le contact $\varphi_4$ cisaille fortement le flanc inverse et fait disparaître localement le Ladinien inférieur (Synclinal du Gias Cervet) ; de plus, ce contact limite à sa base une écaille bien repérable à distance, tectoniquement discordante sur les assises sous incombantes. Le contact $\varphi_5$ ne passe plus ici à la limite du flanc inverse et du flanc normal, mais il cisaille le flanc normal lui-même replissé (voir partie occidentale de la coupe *h*).

Sur la gauche du panorama, vers le Sud, s'épanouit le synclinal du Gias Cervet qui disparaît sous l'énorme développement d'éboulis au pied même de la grande pyramide que constitue le sommet du Monte Boulliagna.

---

[18] *Errata :* Lire $\varphi_5$ au lieu de $\varphi_3$ sur la ligne de crête entre les sommets 2 772 et 2 851 ; lire $\varphi'_1$ au lieu de $\varphi''_1$ pour le contact superposant dolomies noires et Dogger, à la verticale du sommet 2 908 (au dessus de l'inscription $\varphi_0$).

[19] *Erratum :* Sous le sommet 2 908 m, plus précisément entre le contact $\varphi_6$ et le banc à silex, le figuré est incorrect, le remplacer par « faciès zone à silex » (voir légende de la fig. 8).

### Panorama VI
*(flanc oriental du col Saretto Chiappera)* [20]

Sur ce panorama, les contacts anormaux sont indiqués par des points alignés.

De bas en haut de ce croquis, on a la superposition suivante :

1° Le flanc inverse affecté de nombreux replis visibles ici.

2° La charnière de la Costa Boulliagna, abondamment plissée et cisaillée, parfaitement visible et soulignée par des dolomies ocres à cassure rouge.

3° La grande écaille d'Anisien décrite précédemment (voir Panorama n° III) et comprise entre les contacts $\varphi'_4$ et $\varphi_5$ qui est ici ployée en une lame synclinale à cœur d'Anisien siliceux (sa structure est en fait beaucoup plus compliquée).

4° Le flanc normal qui repose sur le flanc inverse par l'intermédiaire de klippes de schistes permiens soulignant le contact normal $\varphi_5$.

Au premier plan on peut noter des dalles de calcaire à silex de l'Anisien en position inverse appartenant au flanc occidental du col Saretto-Chiappera (voir coupe *i*).

### Panorama VII
*(flanc W du col Saretto Chiappera)*

Les contacts anormaux et failles sont indiqués par des tirets. Se reporter à la coupe tectonique *i*.

Ce panorama a pour but de montrer :

1° Le rétro écaillage du Monte Boulliagna poussé sur le môle siliceux de la bande du Roure (Monte Cervet) dont le sépare le contact $\varphi_0$ qui est abondamment injecté de cargneules au Paso di Cervet. Ces cargneules et quelques mètres de calcaires tectonisés sont les seuls témoins qui subsistent du synclinal du Gias Cervet.

2° La spectaculaire troncature $\varphi_4$ $\varphi_5$ ; elle sépare le flanc inverse d'une unité supérieure de calcaires anisiens ployée en une lame anticlinale (charnière visible sous la cote 2 992). Cette unité supérieure correspond elle au flanc normal plissé ou à une écaille supplémentaire des Aiguilles de Mary ? Malgré le fort relèvement axial de tout le chaînon vers l'Ouest, je ne pense pas, avec M. Gidon, qu'il s'agisse ici de la grande charnière anticlinale de la Costa Boulliagna, mais plus vraisemblablement d'un nouvel écaillage du flanc normal.

3° Une vue vers l'W et le Sud où s'empilent les nappes et digitations à faciès briançonnais décrites par M. Gidon.

[20] J'ai appelé « col Saretto Chiappera » cette grande combe qui traverse du SW au NE le chaînon du Monte Boulliagna. Ce col est bien visible sur le panorama III et le panorama VI (cote 2 774). La vire qui permettait autrefois la descente depuis le point 2 774 vers le « Val di Cervet » et les Schistes lustrés s'est effondrée récemment.

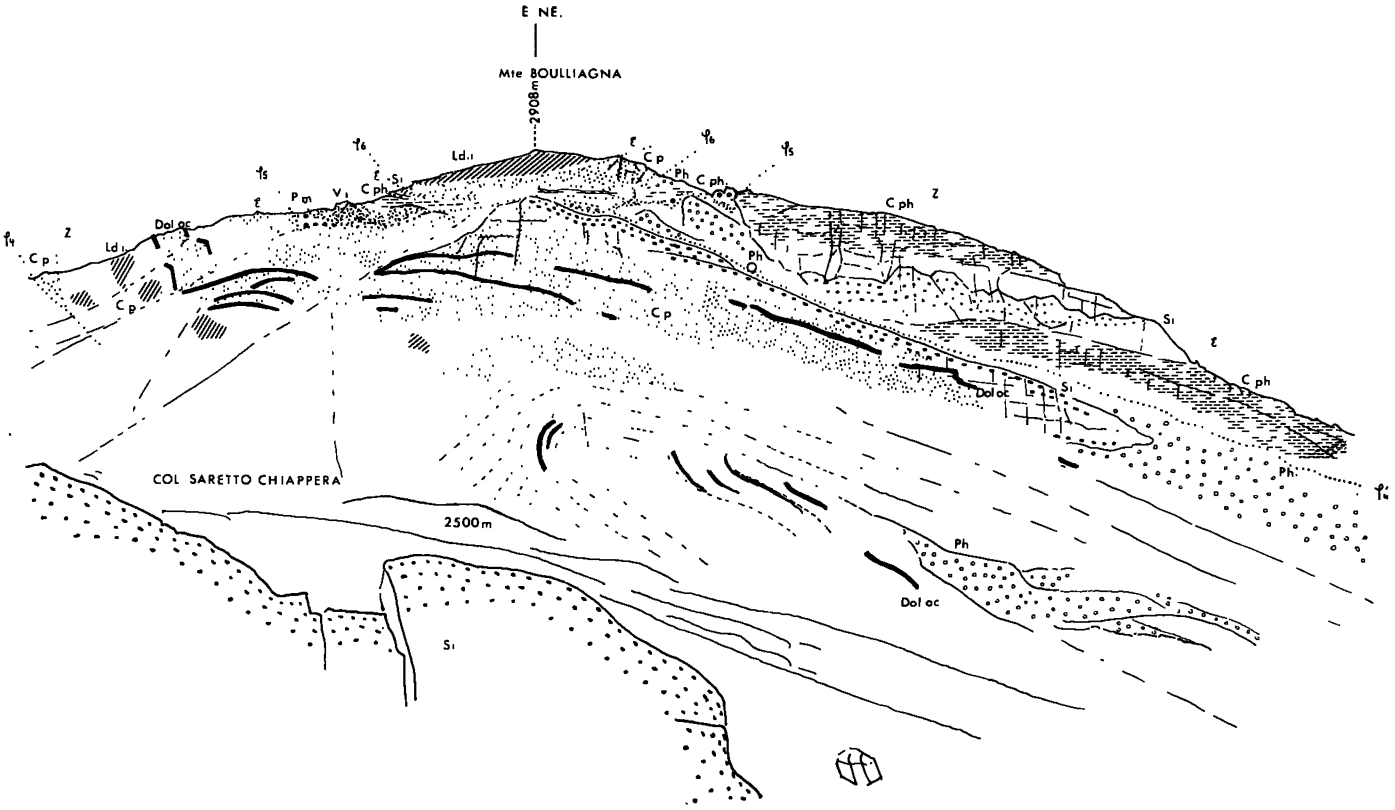
c) *Interprétation des faits, hypothèses et conclusions.*

1) *En ce qui concerne le style tectonique,* un point éloigne ma conception de celle de M. Gidon : c'est la mise en évidence de toute une famille d'accidents cisaillants qui débitent les structures plissées en lames, ayant glissé les unes sur les autres vers l'Est, au sein même de la zone Ceillac-Chiappera. Il ne s'agit donc plus de mouvements différentiels entre compartiments siliceux et calcaires, mais d'une phase de multiples petits charriages cisaillant ces compartiments sans tenir compte de la matière qui les compose ; ceci suppose que la matière était déjà indurée lorsque ces troncatures se sont produites.

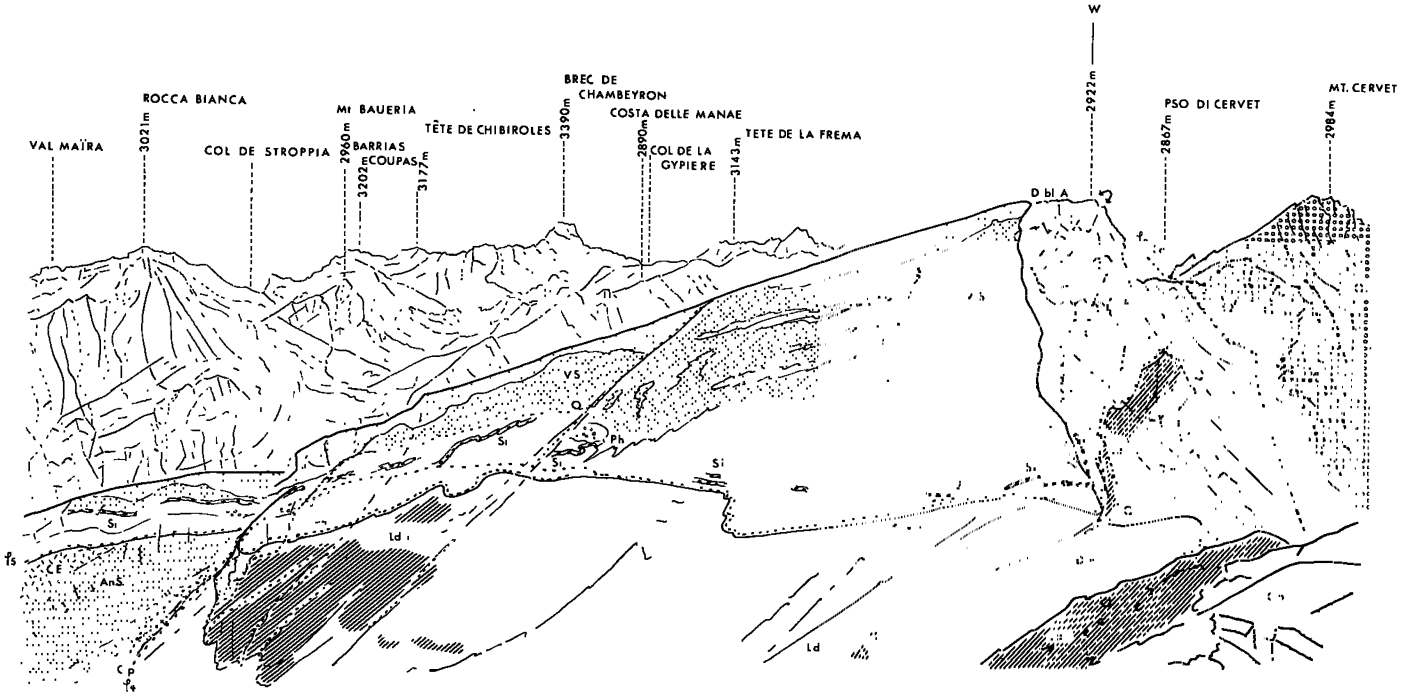
Les travaux de A. Michard et R. Lefèvre mettent en évidence au sein de la zone d'Acceglio une tectonique de lames isoclinales peut-être assez semblable. Le cadre de mon étude est trop restreint pour qu'il soit utile de tenter une explication mécanique générale. R. Caby a observé des écaillages analogues dans les Rois Mages, d'autres existent en Vanoise selon F. Ellenberger, par exemple au col de la Vanoise. Cet auteur, dans une note récente, donne des exemples de charriages cisaillants ; il propose de remplacer en général le terme de « rabotage basal » de P. Fallot par celui de « troncature basale », terme plus descriptif, « ... chaque fois que la surface de base d'un massif charrié est discordante à ses structures internes et dans la mesure où l'on ne tient pas à affirmer que cette discordance a été progressivement obtenue par l'usure en cours de transport ».

F. Ellenberger montre que lorsque P. Fourmarier et les géologues du bassin franco-belge décrivent les charriages cisaillants du Condroz et autres failles plates du bassin houiller franco-belge, l'on a là des « troncatures », « ... puisque ces failles cisaillantes ont sectionné toutes les structures » (ces failles subhorizontales en forme de cuillère ou de pelle étaient appelées « failles listriques » par M. Bertrand).

En ce qui concerne ce phénomène, F. Ellenberger pense que cette tectonique cisaillante procède du stade embryonnaire de failles plates ou « plats crains » qui débitent certains massifs en fines tranches horizontales. Ces failles seraient issues de la compression tangentielle d'un bâti déjà structuré. « Dans tous les cas, le charriage est postérieur à la tectonique plus souple qui avait




PANORAMA VI. — Pour les abréviations, voir légende de la fig. 8.




PANORAMA VII. — Pour les abréviations, voir légende de la fig. 8.

donné des plis droits ou couchés, que ceux-ci aient été « usés » ou plutôt sectionnés, les masses minérales se comportent comme étant rigides. »

2) *En ce qui concerne la genèse des structures cisaillantes et autres* dans le massif du Monte Boulliagna, aucune observation ne me permet d'affirmer avec certitude que les replis de nappes sont antérieurs, postérieurs ou concomitants au « Rétrocharriage ». Par contre, une phase postérieure à la précédente me paraît nécessaire pour expliquer le cisaillement général des assises calcaro-dolomitiques du Monte Boulliagna. Ce *rétro-écaillage* (deuxième phase) pourrait être dû au refoulement vers le NE du Permien qui affleure au pied du Monte Boulliagna (Grangie Agnelli), monte à l'assaut des écailles de Chiappera et forme des klippes sous le sommet (ces klippes, d'après M. Gidon, appartiennent aux « Ecailles des Aiguilles de Mary »). Une hypothèse assez séduisante consiste donc à envisager que le Permien pourrait être le moteur de cette tectonique tranchante. En effet, une analyse rapide des coupes tectoniques à travers le chaînon montre que l'écaillage prend de plus en plus d'importance du SE vers le NW. La coupe *i* (la plus occidentale de ces coupes) laisse apparaître un empilement d'écailles successives ; ce sont, d'Ouest en Est, les écailles de Chiappera (trois au moins) qui représentent un écaillage du vaste flanc inverse, puis le flanc normal, plus anarchique, qui forme une grande écaille replissée (voir les hypothèses émises à son sujet lors de la description du panorama VII).

Dans cette hypothèse, le Permien serait donc le moteur, mais l'autre élément essentiel qui a vraisemblablement favorisé le cisaillement généralisé de ce chaînon est la présence des quartzites rigides de la bande du Roure : môle rigide contre lequel ont été violemment poussés calcaires et dolomies. Bien que séduisante, cette hypothèse est peu vraisemblable à divers points de vue :

1° Comment un matériel aussi souple et plastique que les schistes andésitiques permiens pourrait-il être responsable d'un découpage tangentiel aussi important ?

2° Le style tectonique du Monte Boulliagna n'est certainement pas un cas unique dans la région ni dans les Alpes ; tenter de l'expliquer, c'est s'attaquer aux importants problèmes que pose le « Rétrocharriage alpin » d'une manière générale.

## BIBLIOGRAPHIE


Alsac (C.) (1961). — Spilites dauphinoises dans la couverture sédimentaire du dôme de Rémolon (Hautes Alpes) (*T. L. G.*, t. 37).

Badoux (H.) (1962). — Géologie des collines de Saint-Triphon (Préalpes médianes) (*Bull. Université de Lausanne*, n° 133).

— (1963). — Les Trias dans les Préalpes (Coll. sur le Trias..., Montpellier, 1961) (*Mém. B. R. G. M.*, n° 15, p. 397-400).

Bloch (J.-P.) (1958). — Une coupe du Trias des Alpes ligures italiennes (*C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 204).

— (1958). — Présence dans le Trias des Alpes maritimes italiennes de schistes à Equisetum (*C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 339).

— (1963). — Aperçu général sur le Trias du « Domaine briançonnais » ligure. Colloque sur le Trias..., Montpellier (*Mém. B. R. G. M.*, n° 15, p. 438-445).

Bloch (J. P.) et Galli (J.) (1964). — Découverte du Norien fossilifère dans le domaine briançonnais ligure (Unité du Monte Gallero, Alpes maritimes italiennes) (*C. R. Acad. Sc.*, t. 259, p. 841-844).

Bloch (J.-P.) et Michard (A.) (1962). — Sur le Trias des Alpes Sud-Occidentales du Cuneese et Trias ligure (*C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 72).

Botteron (G.) (1961). — Etude géologique de la région du Mont-d'Or (Préalpes romandes) (*Eclogae Geol. Helv.*, vol. 54).

Caby (R.) (1964). — Etude géologique du bord interne de la zone briançonnaise et de la bordure des Schistes lustrés entre Modane et la vallée étroite (Savoie, haut val de Suse) (*Trav. Lab. Géol. de Grenoble*, t. 40).

Caby (R.), Galli (J.) (1964). — Existence de Cinérites et tufs volcaniques dans le Trias moyen de la zone briançonnaise (*C. R. Acad. Sc.*, t. 259, p. 417).

Carozzi (A.) (1953). — Pétrographie des roches sédimentaires. Lausanne, librairie de l'Université, 23,5 cm, 259 p., fig.

— (1964. — Complex ooids from triasic lake deposit Virginia (*American journal of sciences*, vol. 262, february 1964, p. 231-241).

CAYEUX (L.) (1929). — Roches sédimentaires de France. Roches siliceuses (*Mém. Carte Géol. France*).
— (1935). — Roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (Calcaires et dolomies). Paris, Masson et Cie, 29,5 cm, IV 46 p., fig.

DEBELMAS (J.) (1955). — Les zones sub-briançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes-Alpes) (*Mém. Carte Géol. France*).
— (1957). — Quelques remarques sur la conception actuelle du terme de « Cordillère » dans les Alpes internes françaises (*Bull. S. G. F.* (6), t. 7, p. 463 474).

DEBELMAS (J.) et MICHEL (R.) (1961). — Silicifications par altération climatique dans les séries alpines (*Trav. Lab. Géol. Grenoble,* t. 37).

DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.) (1957). — Calcshistes piémontais et terrains à faciès briançonnais dans les hautes vallées de la Maïra et de la Varaïta (*C. R. Somm. S. G. F.,* 4 février).
— (1963). — Etat actuel de nos connaissances sur la stratigraphie du Trias de la France et des régions limitrophes (Colloque sur le Trias..., Montpellier, 1961) (*Mém. B. R. G. M.,* n° 15, p. 232-242).

DEBELMAS (J.) et POTIE (L.) (1960). — Sur l'âge du « Malm » briançonnais (*C. R. Acad. Sc.,* t. 250, p. 3862-3864, 1960).

ELLENBERGER (F.) (1958). — Etude géologique du Pays de Vanoise (*Mém. Serv. Carte Géol. Fr.*).
— (1950). — Sur les affinités briançonnaises du Trias à faciès radical des Préalpes médianes suisses (*C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.,* p. 55-57).
— (1950 *c*). — Horizons paléontologiques du Trias à faciès radical des Préalpes médianes vaudoises (coupes de la Grande Eau et de Saint Triphon) (*C. R. Ac. Sc.,* t. 231, p. 1326 1328).
— (1950 *d*). — Sur les gypses de la Vanoise (*C. R. Somm. S. G. F.,* p. 266-267).
— (1963 *a*). — Sur l'existence des faciès briançonnais en Suisse, dans les Préalpes médianes et les Pennides (*Ecl. Geol. Helv.,* vol. 45, n° 2, p. 285 286).
— (1955). — Linéations et grande tectonique (*C. R. Somm. S. G. F.,* p. 174-177).
— (1958). — Sur quelques fossiles triasiques du Pennique frontal valaisan (*C. R. Somm. S. G. F.,* p. 168).
— (1963). — Trias à faciès briançonnais de la Vanoise et des Alpes occidentales (Colloque sur le Trias..., Montpellier (*Mém. B. R. G. M.,* n° 15. p. 215 231).
— (1963). — Rabotage basal ou troncature basale. Réflexions sur les charriages cisaillants (*C. R. Ac. Sc.,* Paris, t. 257, p. 468-471).

ELLENBERGER (F. et P.), LAURENTIAUX (D.) et RICOUR (J.) (1962). — Note préliminaire sur la faune et sur un niveau insectifère des lentilles de grès et schistes noirs des gypses de la Vanoise (Trias supérieur) (*B. S. G. F.,* (6), 2, p. 269-274).

FRANCHI (S.) (1898). — Sull'età mesozoica delle pietre verdi nelle Alpi occidentali (*Boll. R. Comit. Geol. d'Italia*).
— (1929). — Sulla tettonica delle Alpi cozie franco-italiane (*Memoria descrittiva della carta geol. d'Italia,* vol. XXII).

GENGE (E.) (1958). — Ein Beitrag zur Stratigraphie des südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerter- Seehorn (Berner Oberland) (*Eclogae Geol. Helv.,* 51, n° 1, p. 151-212).

GIDON (M.) (1962). — La zone briançonnaise en haute Ubaye (Basses-Alpes) et son prolongement au SE (*Mém. Carte Géol. France*).

KIENAST (J.-R.) (1963). — Les hauts massifs calcaires des Alpes ligures occidentales (*D. E. S.,* ronéotypé, Paris).

LEFÈVRE (R.) (1962). — Observations sur le Mésozoïque à faciès briançonnais des environs d'Acceglio (Alpes cottiennes, Italie) (*C. R. Ac. Sc.,* t. 254, p. 1111-1112).

MICHARD (A.) (1960 *b*). — Sur la variété des processus de genèse dolomitique (*C. R. Ac. Sc.,* t. 251, p. 3025).
— (1961). — Premières données paléontologiques et stratigraphiques sur le Trias du massif Maïra-Grana (Alpes cottiennes méridionales) (*Bull. Soc. G. Ital.,* fasc. 4, vol. LXXX).
— (1962). — Description de Teutloporelles et de Gyroporelles dans le Ladinien du Val Grana (Alpes cottiennes internes, Italie) (*Bull. S. G. Fr.,* p. 79 à 82).

MICHOT (P.) (1963). — Sédimentation rythmique dans le Siegénien inférieur de la région de Huy (*Ann. S. G. de Belgique,* t. LXXVI, p. 221-237).

PIA (J.) (1961). — Les Siphonées verticillées du Carbonifère au Crétacé. Traduit par M. GUBLER. Paris, Editions Technip, 24 cm, 258 p., fig., tabl., 8 planches).

RICOUR (J.) (1962). — Contribution à une révision du Trias français (*Mém. Carte Géol. France*).

RIVIÈRE (A.) (1939). — Dolomitisation des sédiments calcaires (*C. R. Ac. Sc.,* t. 209, p. 597).
— (1939). — Observations nouvelles sur le mécanisme de dolomitisation des sédiments calcaires (*C. R. Ac. Sc.,* t. 209, p. 691).
— (1940). — L'eau de mer et les sédiments calcaires (*C. R. Somm. S. G. Fr.,* p. 40 42).

SCHMIDT (M.) (1938 et 1928). — Die Lebewelt unserer Trias. Ohringen, 1928, Hohenlohe'sche Buchhandlung, Ferdinand Rau.

SARIN (Dev. D.) (1962). — Cyclic sedimentation of primary dolomie and limestone (*Journ. of sediment. Petrol.,* vol. 32, n° 3, p. 451).

SISMONDA (A.) (1938). — Osservazioni mineralogiche e geologiche per servire alla formazione della carta geol. del Piemonte (*Mem. della R. Acc. delle Sc. di Torino,* ser. II, t. II).

SITTER (DE) et SITTER-KOOMANS (C. M. DE) (1949). — The geology of the Bergamasc Alps, Lombardie, Italy (*Leidse Geol. Medeel.*, p. 1257 1388).

TANE (J.-L.) (1961). — Contribution à l'étude des laves d'âge triasique de la zone alpine externe (région de Villard-Notre-Dame, Massif du Pelvoux) (*Trav. Lab. Géol. Grenoble,* t. 37).

TERMIER (P.) (1921). — Le bord occidental des Schistes lustrés dans la haute Ubaye (*B. S. G. Fr.,* n° 4, t. XXI, p. 286-296).

— (1925). — Compte rendu d'une excursion géologique dans les hautes vallées de la Dora Riparia, de la Maïra et de la Stura, en compagnie de MM. S. FRANCHI, W. KILIAN et de E. RAGUIN (*B. S. G. Fr.,* n° 4, t. XXV, p. 848).

WIRZ (A.) (1945). — Beitrage zur Kenntnis des Ladinikums im Gebiet des Monte San Giorgio in Peyen B. (Die Triasfaune der Tessiner Kalkalpen) (*Schweiz. Paläontol. Abhandlungen,* 65, Basel).

ZACCAGNA (D.) (1887). — Sulla geologia delle Alpi occidentali (*Boll. R. Com. Geol. d'Italia*).

Laboratoire de Géologie structurale
de la Faculté des Sciences de Paris (Orsay).

*Manuscrit déposé le* 30 *mars* 1964.