



Contribution à l'étude géologique des Alpes occidentales entre Arc et Isère, région du Mont Niélard et du Cheval noir (Savoie) : le problème des unités à flysch

Juventino Martinez-Reyes

► To cite this version:

Juventino Martinez-Reyes. Contribution à l'étude géologique des Alpes occidentales entre Arc et Isère, région du Mont Niélard et du Cheval noir (Savoie) : le problème des unités à flysch. Minéralogie. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 1980. Français. NNT : . tel-00634822

HAL Id: tel-00634822

<https://theses.hal.science/tel-00634822>

Submitted on 24 Oct 2011

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

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



MARTINEZ-REYES
J.

TRAVAUX

du
Département de Géotectonique
de
l'Université Pierre et Marie Curie
à Paris

du
Département des Sciences de la Terre
de
l'Université de Savoie
à Chambéry

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DES ALPES OCCIDENTALES ENTRE ARC ET ISERE REGION DU MONT NIELARD ET DU CHEVAL NOIR - SAVOIE - LE PROBLEME DES UNITES A FLYSCH

d
+ 2 cartes h. r.

UNIVERSITE DE GRENOBLE I
INSTITUT DE GEOLGIE
DOCUMENT 771
RUE MAURICE GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL (76) 87.46.43

par
Juventino MARTINEZ-REYES

Mémoire de Thèse de Docteur-Ingénieur soutenue le 12 mars 1980
à l'Université Pierre et Marie Curie de Paris

20 MAR 1981

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

THESE présentée pour l'obtention du

DIPLOME de DOCTEUR-INGENIEUR

à

L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE
(Paris VI)

Mention : GEOLOGIE STRUCTURALE

Spécialité : SCIENCES DE LA TERRE

par

Juventino MARTINEZ-REYES

sujet de la thèse :

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DES ALPES OCCIDENTALES
ENTRE ARC ET ISERE, REGION DU MONT NIELARD ET DU CHEVAL
NOIR (Savoie) : LE PROBLEME DES UNITES A FLYSCH

Soutenue le 12 mars 1980 devant la Commission d'examen composée de :

M. J. AUBOUIN, Professeur, Université Paris VI	Président
M. J.P. RAMPNOUX, Professeur, Université de Savoie	Rapporteur
M. J. DERCOURT, Professeur, Université de Paris VI	Examinateur
M. A. AUTRAN, Ingénieur B.R.G.M.	Examinateur
M. A. WEISBROD, Professeur, Ecole Nat. Sup. Nancy	Examinateur
M. M. TARDY, Maître-Assistant, Université de Savoie	Examinateur

30160989

A Vicky, ma femme

A Claudia Inés et Denise, mes filles

REMERCIEMENTS

Au moment où j'achève cette thèse, qu'il me soit permis de témoigner ma reconnaissance à ceux grâce auxquels j'ai pu mener à bien ce travail.

- Ma pensée vole tout d'abord vers le Mexique, mon pays, pour exprimer ma profonde gratitude à Monsieur l'ingénieur D. CORDOBA, Directeur de l'Institut de Géologie de l'Université Nationale Autonome de Mexico. La confiance et l'appui indéfectible qu'il m'a toujours accordés m'ont permis de me rendre en France afin de poursuivre ma formation géologique. Ce mémoire en est le résultat.

- Ma reconnaissance s'adresse maintenant à Monsieur le Professeur J. AUBOUIN de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) qui a eu la bienveillance de m'accepter dans son laboratoire. En me dirigeant par la suite sur le laboratoire des Sciences de la Terre de l'Université de Savoie à Chambéry, il m'a offert l'opportunité fort intéressante de réaliser mes études de terrain dans la région alpine. Je suis très honoré de l'avoir comme président de la Commission d'examen.

- Monsieur J.P. RAMPNOUX, Professeur à l'Université de Savoie m'a accueilli dans son laboratoire où cet ouvrage a été réalisé. En tant que rapporteur et responsable de mon travail, il n'a pas ménagé son temps pour suivre avec le plus vif intérêt la réalisation de cette thèse en me guidant aussi bien sur le terrain qu'à l'heure de la rédaction. Soucieux de celle-ci, il a contribué largement à la conception des hypothèses émises. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma gratitude.

- Je garderai ma reconnaissance très particulière pour Monsieur M. TARDY, Maître-Assistant de l'Université de Savoie, que j'ai eu le plaisir de connaître dans mon pays il y a quelques années. Grand connaisseur de la géologie mexicaine, il m'a fait profiter de ses qualités de tectonicien lors de nos sorties sur la Sierra Madre Orientale ; c'est là qu'il a éveillé ma passion pour la géologie structurale. En France, son aide et ses conseils au moment de la rédaction du chapitre tectonique m'ont facilité la tâche. Merci Marc TARDY.

- J'exprime également ma reconnaissance envers Monsieur S. FUDRAL, Assistant à l'Université de Savoie. Il a bien voulu me faire profiter de sa connaissance approfondie de la Zone des Brèches de Tarentaise tant lors de ses visites sur le terrain qu'au laboratoire. Je le remercie aussi pour la patience qu'il a eu en corrigeant mon manuscrit.

- Toute ma gratitude à Messieurs les Professeurs A. AUTRAN du B.R. G.M., J. DERCOURT de l'Université Pierre et Marie Curie et A. WEISBROD de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy pour avoir bien voulu faire partie du jury de cette thèse. Je suis très honoré de leur présence.

- Je remercie très vivement Messieurs A. BLONDEAU, J. SIGAL, J.M. VILA et J. MANGOLD pour leur coopération et leurs déterminations de faunes.

- Merci aussi à Monsieur B. DOUDOUX pour ses observations toujours judicieuses.

Je n'oublie pas non plus les nombreuses personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

- Les lames minces ont été préparées par Monsieur ALLAIN de Paris VI et par Monsieur A. PAILLET de l'Université de Savoie. Je les en remercie beaucoup.

- La qualité de la frappe je la dois à Mesdames S. GINET de Chambéry pour l'essentiel de la thèse et B. MULMANN pour la partie tectonique et la bibliographie.

- Enfin, je voudrais mentionner ici les noms de mes collègues de 3ème cycle de Chambéry pour leur aide au moment du "sprint" final : Sylvette TRIBOULET, Catherine ELTCHANINOFF, Victor -Hugo GARDUNO, MUJITO, Bernard MERCIER de LEPINAY et Jean-Claude LANCELOT. Gracias amigos.

RESUME

A partir de l'étude du secteur situé au Sud-Ouest de Moûtiers, de part et d'autre de la ligne de partage des eaux entre la Maurienne et la Tarentaise, secteur rattaché classiquement à la Zone Ultradauphinoise et à la digitation du Niélard (Zone des Brèches de Tarentaise), nous avons pu différencier quatre unités structurales :

- 1'Unité Cheval Noir - Grand Coin possédant un substratum à affinités briançonnaises, surmonté par un flysch à trois termes d'âge priabonien.

- L'Unité Mont Niélard - Mont du Fût comprenant du flysch également priabonien, dont l'originalité réside dans la diversité et la grande taille des éléments qu'il contient. Ce flysch repose sur des terrains jurassiques pouvant représenter, ou bien son substratum, ou bien d'énormes olistolithes.

- L'écaille de Valbuche montrant un substratum de type briançonnais (allant du Trias dolomitique au cristallin) renversé, surmonté directement par les flyschs calcaires priaboniens.

- Enfin, l'Unité de Crève-Tête, représentée essentiellement par un flysch mal daté, probablement en série inverse. La nature lithologique et la succession des termes de celui-ci sont identiques à celles du flysch priabonien des autres unités.

L'Unité de Crève-Tête est séparée des autres plus méridionales, par la "discontinuité du Gollet".

Du point de vue structural nous avons reconnu des tectoniques superposées, postérieures au dépôt du flysch :

- Une première phase engendre de grands plis couchés, déversés à l'Ouest ;

- une seconde phase reprend ces plis en affectant plus particulièrement leurs flancs inverses ;

- une troisième phase provoque de grands cisaillements responsables du découpage des unités ;

- enfin, des bombements tardifs affectent la région. Sur l'un de ceux-ci l'érosion a dégagé la fenêtre des Monts dans laquelle réapparaissent les terrains dauphinois à l'arrière de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.

L'existence d'une tectonique anté-priabonienne (phase arvinche) est discutée.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES.

I. DOMAINE D'ETUDE	3
A. CADRE GEOGRAPHIQUE	3
B. CADRE GEOLOGIQUE	5
1. La Zone Dauphinoise	8
2. La Zone Ultradauphinoise	8
3. La Zone Valaisane	9
4. La Zone Subbriançonnaise	10
II. LES PROBLEMES LIES AUX ZONES ULTRADAUPHINOISE ET DES BRECHES DE TARENTEISE ENTRE L'ARC ET L'ISERE. HISTORIQUE.	
A. LE TRAVAIL DE R. BARBIER, 1948	11
B. LE PROBLEME DU SUBSTRATUM DU FLYSCH DES ZONES ULTRADAUPHINOISE ET DES BRECHES DE TARENTEISE	14
C. LE PROBLEME DE L'AGE DES FLYSCHS DES DIVERSES ZONES	15
D. BUT DE CE TRAVAIL	17

CHAPITRE DEUXIEME : ETUDE STRATIGRAPHIQUE.

INTRODUCTION	21
I. STRATIGRAPHIE DE L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN	27
A. LE SUBSTRATUM DU FLYSCH	27
1. La série stratigraphique du Ravin des Sétives	27
a- Série à faciès "verrucano"	27
a1. Le "Permo-carbonifère"	28
a2. Le "Permo-Werfénien"	29
b- La série mésozoïque réduite à affinités briançonnaises ..	30
c- Enseignements tirés de cette coupe	31
2. Nature générale du substratum du flysch	31
a- Au Nord du Cheval Noir	35
b- Au Nord-Est de Montpascal	35
c- A l'Ouest des chalets de l'Alpette	35
3. Conclusions sur le substratum du flysch	37
B. LE FLYSCH	39
1. Les trois formations du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	39
a- Le complexe à blocs	40
b- le "Flysch conglomératique"	42
c- Le "Flysch calcaire"	44
2. Quelques observations sur la variation de faciès et d'épais- seur	45
3. Conclusion sur le flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	46

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
 MAISON DES GEOSCIENCES
 DOCUMENTATION
 B.P. 53
 F-38041 GRENOBLE CEDEX
 Tél. 04 76 53 54 27 Fax 04 76 51 40 58
 Mail: plaieup@ujf-grenoble.fr

II. STRATIGRAPHIE DE L'UNITE MONT NIELARD - MONT DU FUT	
A. GENERALITES	53
B. STRATIGRAPHIE DU MASSIF DU NIELARD	54
1. Introduction	54
2. Etude d'une coupe sur le versant sud-occidental du Mont Niéland	56
3. Les variations septentrionales du profil précédent	65
4. Enseignements tirés de l'étude stratigraphique du massif du Niéland	70
C. LES AFFLEUREMENTS DE VILLARLY	72
1. Introduction	72
2. Les divers faciès	72
3. Enseignements tirés de ces affleurements	73
D. STRATIGRAPHIE DU MASSIF DU MONT DU FUT	73
1. Introduction	73
2. Etude d'une coupe	74
3. Enseignements tirés de cette coupe	79
E. CONCLUSIONS	80
III. STRATIGRAPHIE DE L'ECAILLE DE VALBUCHÉ	
A. INTRODUCTION	84
B. HISTORIQUE	84
C. LA SERIE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF DE VALBUCHÉ	86
1. Les dolomies	86
2. Les faciès détritiques "verrucano"	87
3. Le cristallin	88
4. Le contact cristallin-"verrucano"	88
5. Le flysch	89
D. LE PROBLEME DE L'EXTENSION MERIDIENNE DE L'ECAILLE DE VALBUCHÉ	92
E. LES ENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR L'ETUDE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF DE VALBUCHÉ	92
IV. STRATIGRAPHIE DE L'UNITE DE CREVE-TETE	
A. LES LAMBEAUX DE VERRUCANO	97
B. LE FLYSCH	99
1. Une formation gréso-calcaire	99
2. Une formation conglomératique	100
3. Une formation schisteuse	100
C. CONCLUSIONS	101
CONCLUSION SUR LA STRATIGRAPHIE	105
CHAPITRE TROISIEME : LA TECTONIQUE.	
I. ANALYSE STRUCTURALE DES UNITES DU SECTEUR ETUDIE	
INTRODUCTION	111
A. L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN	111

1. Limites.....	111
a- Les limites occidentale et septentrionale	111
b- La limite orientale	112
2. Structures	112
a- Les plis	112
b- Le rabotage basal de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.	115
3. Essai sur les tectoniques superposées affectant l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	117
B. L'UNITE MONT NIELARD - MONT DU FUT	118
1. Ses limites	118
a- La limite occidentale	118
b- La limite orientale	119
2. Structure du massif du Niéland	119
3. Structure du massif du Mont du Fût	122
4. Conclusion sur la structure de l'ensemble de l'Unité Mont Niéland - Mont du Fût	122
C. INTERPRETATIONS STRUCTURALES DE L'ECAILLE DE VALBUCHÉ	123
D. L'UNITE DE CREVE-TETE	127
1. Limites	127
2. Structure de l'Unité	127
E. LA DISCONTINUITE STRUCTURALE DU GOLLET	128
II. INTERPRETATION D'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE DE LA REGION ETUDIEE	
A. LA DEFORMATION OU L'ECHO SEDIMENTAIRE DE LA DEFORMATION ANTE-PRIABONNIENNE	129
B. LES DEFORMATIONS POSTERIEURES AU FLYSCH PRIABONIEN	131
CONCLUSIONS GENERALES	133
BIBLIOGRAPHIE	135

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : Cadre géographique des Alpes franco-italiennes	4
Fig. 2 : Schéma oro-hydrographique du secteur étudié	6
Fig. 3 : Schéma structural simplifié des Alpes franco-italiennes ...	7
Fig. 4 : Schéma structural de la zone ultradauphinoise	8
Fig. 5 : Schéma structural de la zone valaisane	9
Fig. 6 : Schéma structural des zones ultradauphinoise et subbrian- çonnaise entre l'Arc et l'Isère	12
Fig. 7 : Colonnes stratigraphiques synthétiques du substratum des zones ultradauphinoise et des Brèches de Tarentaise	22
Fig. 8 : Colonnes stratigraphiques des flyschs des zones ultradau- phinoise, des brèches de Tarentaise et du Pas du Roc entre l'Arc et l'Isère	23
Fig. 9 : Schéma structural simplifié des unités sises entre la zone dauphinoise interne et le front de la digitation de la Grande Moenda, au Sud de Moûtiers	25
Fig. 10 : La série stratigraphique du Ravin des Sétives	28
Fig. 11 : Les affleurements de la série mésozoïque à affinités brian- çonnaises au Ravin des Sétives	32
Fig. 12 : Microfaciès des calcaires du Malm à Saccocoma (Eothrix) alpina	32
Fig. 13 : Microfaciès du Crétacé supérieur à Hedbergelles	32
Fig. 14 : Cristaux d'albite dans les calcaires marneux (marbres en plaquettes) du Crétacé supérieur	32
Fig. 15 : Affleurements du substratum de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin au Nord du massif du Cheval Noir	35
Fig. 16 : Le substratum du flysch au Ravin de La Ravoire, Nord-Est de Montpascal	36
Fig. 17 : Affleurements du substratum du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin à l'Ouest des chalets de l'Alpette	36
Fig. 18 : Colonne stratigraphique synthétique du substratum du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	37
Fig. 19 : Les trois formations du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	40
Fig. 20 : Les différents niveaux lithologiques du flysch congloméra- tique au Ravin des Sétives	43
Fig. 21 : Un aspect des faciès du complexe à blocs	49
Fig. 22 : <u>Nummulites perforatus</u> remaniée dans les faciès du "flysch conglomératique"	49
Fig. 23 : Les microfaciès riches en faune du "flysch calcaire"	49
Fig. 24 : Panorama du front occidental de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin au Nord-Ouest des chalets de l'Alpette	51

Fig. 25 : Représentation schématique de la succession de faciès observable sur la partie sud-occidentale du massif du Niélard ..	58
Fig. 26 : Panorama du massif du Mont Niélard depuis le Cheval Noir ..	61
Fig. 27 : Schéma illustrant la disposition des "calcaires d'Orgentil" au sein du flysch	64
Fig. 28 : Cristal d'albite dans les niveaux microbréchiques des brèches (Malm) du Mont Niélard	66
Fig. 29 : Microfaune des niveaux gréseux du flysch priabonien du Mont Niélard	66
Fig. 30 : <u>Nummulites garnieri</u> de la Harpe dans les niveaux schisteux du flysch priabonien du Mont Niélard	66
Fig. 31 : La séquence stratigraphique du Mont du Fût - Les Monts	75
Fig. 32 : Un aspect du flysch olistolithique du Mont du Fût	82
Fig. 33 : Un aspect des faciès du flysch du Mont du Fût	82
Fig. 34 : Extrait de la carte géologique au niveau du massif de Valbuche	85
Fig. 35 : La série stratigraphique du massif de Valbuche	86
Fig. 36 : Coupes sériées du Nord vers le Sud du secteur de Valbuche .	91
Fig. 37 : Panorama du massif de Valbuche	96
Fig. 38 : La séquence stratigraphique du massif de Crève-Tête	98
Fig. 39 : Le massif de Crève-Tête vu depuis le Mont Niélard	103
Fig. 40 : Schéma résumant les deux interprétations possibles de la position du flysch priabonien, par rapport à son substratum, d'après le secteur étudié	107
Fig. 41 : Deux coupes anciennes d'ensemble de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin	113
Fig. 42 : Schéma rétrotectonique expliquant la formation de la structure de l'Unité Cheval - Grand Coin	116
Fig. 43 : Deux coupes interprétatives anciennes de la structure du Mont Niélard	120
Fig. 44 : Coupes illustrant trois interprétations possibles des terrains anté-flysch du massif de Valbuche	126
Planches hors-texte : Carte géologique de la région étudiée.	
Coupes sériées et schéma structural.	

CHAPITRE PREMIER

GENERALITES

I. DOMAINE D'ETUDE.

A. CADRE GEOGRAPHIQUE.

Situé au centre du Département de la Savoie, le secteur étudié se trouve au coeur des Alpes occidentales franco-italiennes, là où elles sont entaillées par les vallées transverses de l'Isère et de l'Arc. Il est à cheval sur la partie méridionale de la Tarentaise et sur le versant nord de la Maurienne (fig. 1).

Correspondant à la haute vallée de l'Isère, la Tarentaise est réputée pour les beautés de son paysage et ses ressources naturelles. Avec ses alpages et pâturages estivaux, l'élevage des bovins (dont la race "tarine") est une activité très importante de la région ; en hiver, les loisirs et les sports de haute montagne dans les grandes stations de ski, les plus célèbres et importantes d'Europe, font de la Tarentaise une région touristique par excellence. D'importants aménagements hydro-électriques y sont installés.

La Maurienne, quant à elle, correspondant à la vallée de l'Arc, est une région essentiellement industrielle. On y trouve implantées surtout des industries électro-métallurgiques et électro-chimiques à côté d'aménagements hydro-électriques.

Les recherches concernant ce travail ont été effectuées plus précisément entre la vallée de l'Arc, à hauteur de Saint-Jean-de-Maurienne et la vallée de l'Isère, à hauteur de Moûtiers.

Il s'agit d'une étroite bande d'environ 20 km de long sur 5 km de large, qui, du fait de la courbure de l'arc alpin, est orientée plutôt Nord-Sud dans sa partie sud et plutôt Sud-Ouest - Nord-Est dans sa partie nord. Elle se développe entre les limites suivantes (fig. 2) :

- au Nord : la vallée de l'Isère immédiatement au Nord-Ouest de Moûtiers, au niveau de la localité d'Aigueblanche ;

- à l'Est : une dépression, peu marquée au Nord sinon au niveau du barrage de la Coche, beaucoup plus nette vers le Sud où elle se confond avec le thalweg du Nant Brun jusqu'au col du Bonnet du Prêtre (2462m). Elle se prolonge ensuite au pied occidental de la Pointe du Vallon.

Cette dépression est soulignée par des alignements de gypses et de cargneules, toujours révélateurs de contacts anormaux ;

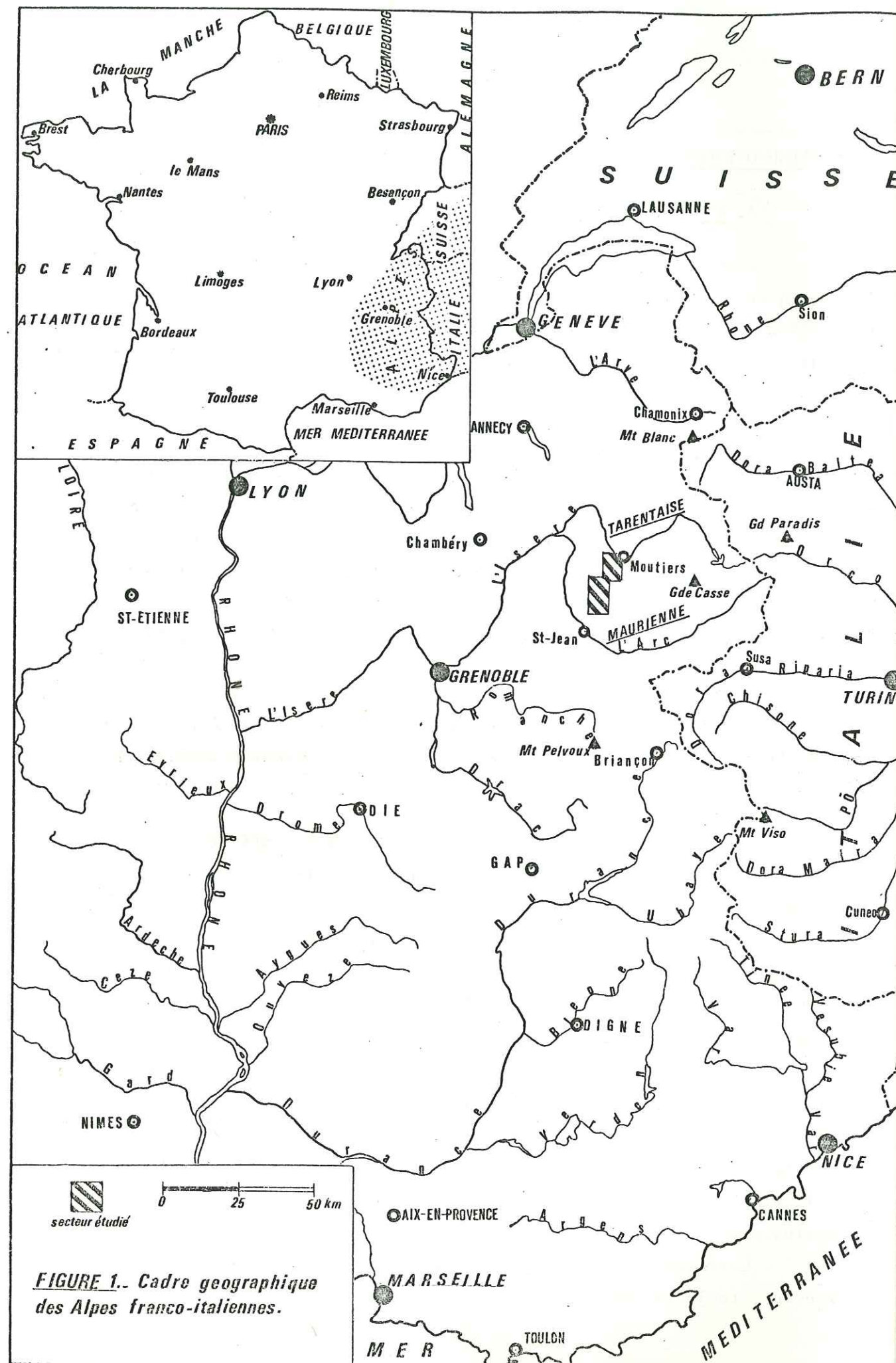


FIGURE 1.- Cadre géographique des Alpes franco-italiennes.

- au Sud : la ligne de latitude 50°36'N reliant, à l'Est de Montvernier, le col de la Baisse, le Grand Crêt et la Pointe du Vallon ;

- à l'Ouest enfin : une nouvelle dépression bien marquée et partie intégrante de la dépression générale qui, à partir de la Suisse au Nord, frange la retombée Est des Massifs Cristallins Externes. Cette dépression apparaît ici, à l'Est du Massif de Belledonne. Elle est empruntée par la route du col de la Madeleine qui relie Maurienne et Tarentaise.

Dans ces limites, le relief de la région étudiée est commandé par les structures à regard ouest des puissantes assises du Flysch des Aiguilles d'Arves. Il est nettement dissymétrique. Le flanc occidental très raide domine la dépression du col de la Madeleine. Le flanc oriental, à pente plus douce, s'abaisse vers le lit du Nant Brun où il est dominé à son tour par les abrupts frontaux d'une unité structurale plus interne, l'unité de la Grande Moenda.

Ce relief montre un magnifique alignement de sommets aux altitudes supérieures à 2500m dont les principaux sont, du Nord vers le Sud : le Niélard (2559m), le Cheval Noir (2832m), le Bellachat (1824m), le mont du Fût (2636m), le Mollard des Boeufs (2761m), la Pointe de Valbuche (2629m) et le Grand Coin (2730m) (fig. 2).

Ces divers sommets ne sont pas toujours d'accès facile et la plupart des cols qui les séparent sont élevés. Les principaux sont le col du Gollet (1971m), le col du Mottet (2374m), le col du Cheval Noir (2727m) et le col de Valbuche (2401m).

Bien que dépourvu de névés permanents ce secteur a néanmoins conservé des cirques glaciaires spectaculaires ainsi que des cordons et amphithéâtres morainiques, témoins des glaciations quaternaires récentes à sub-actuelles.

B. CADRE GEOLOGIQUE.

Si l'on se reporte au schéma structural synthétique de J. Debelmas (1974), le plus récent publié sur ce sujet (fig. 3), le secteur étudié représente un jalon entre les zones alpines externes et la zone briançonnaise. Il recouvre tout ou partie des zones structurales suivantes, telles qu'elles sont définies actuellement :

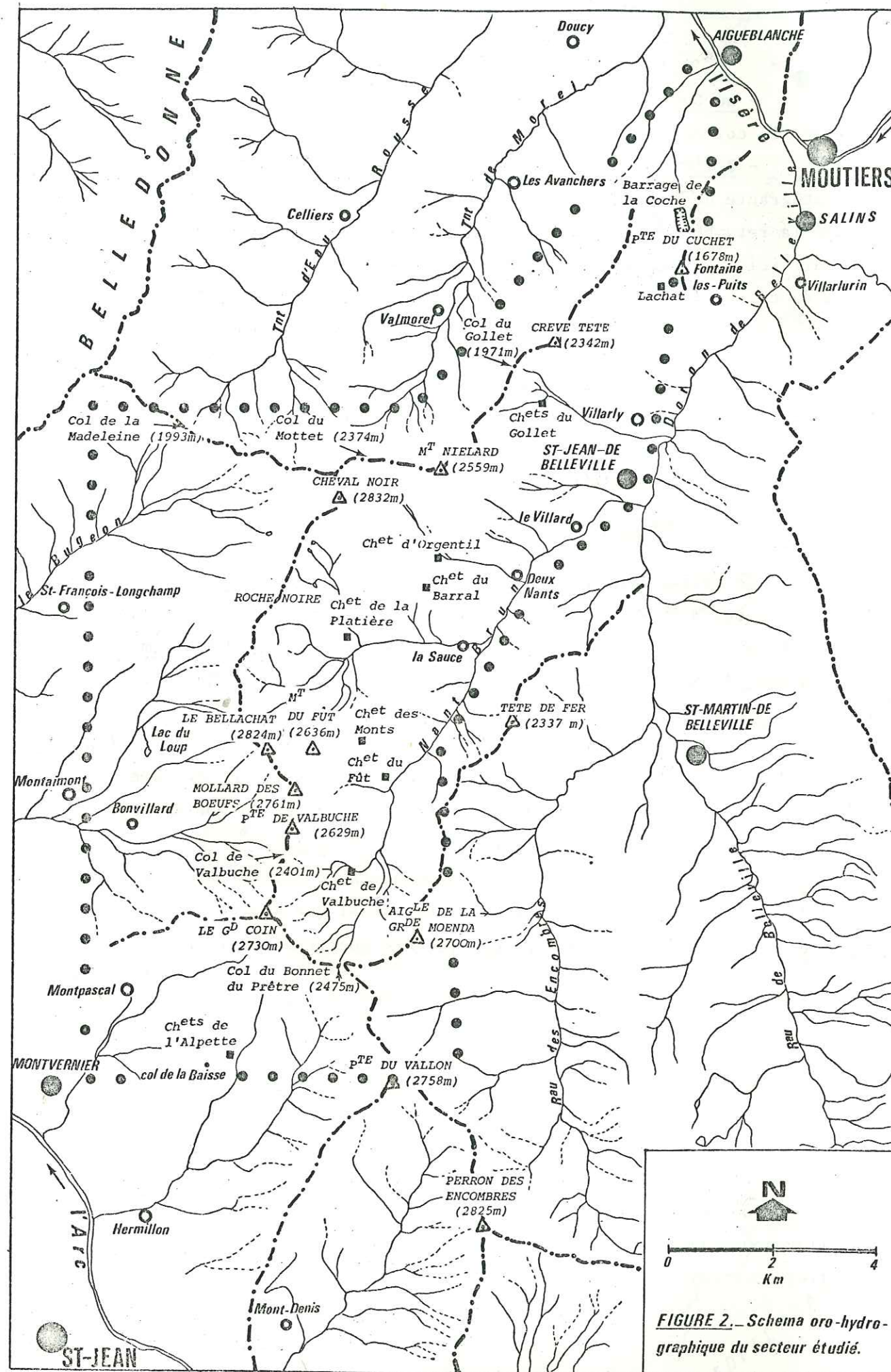


FIGURE 2. - Schéma oro-hydrographique du secteur étudié.

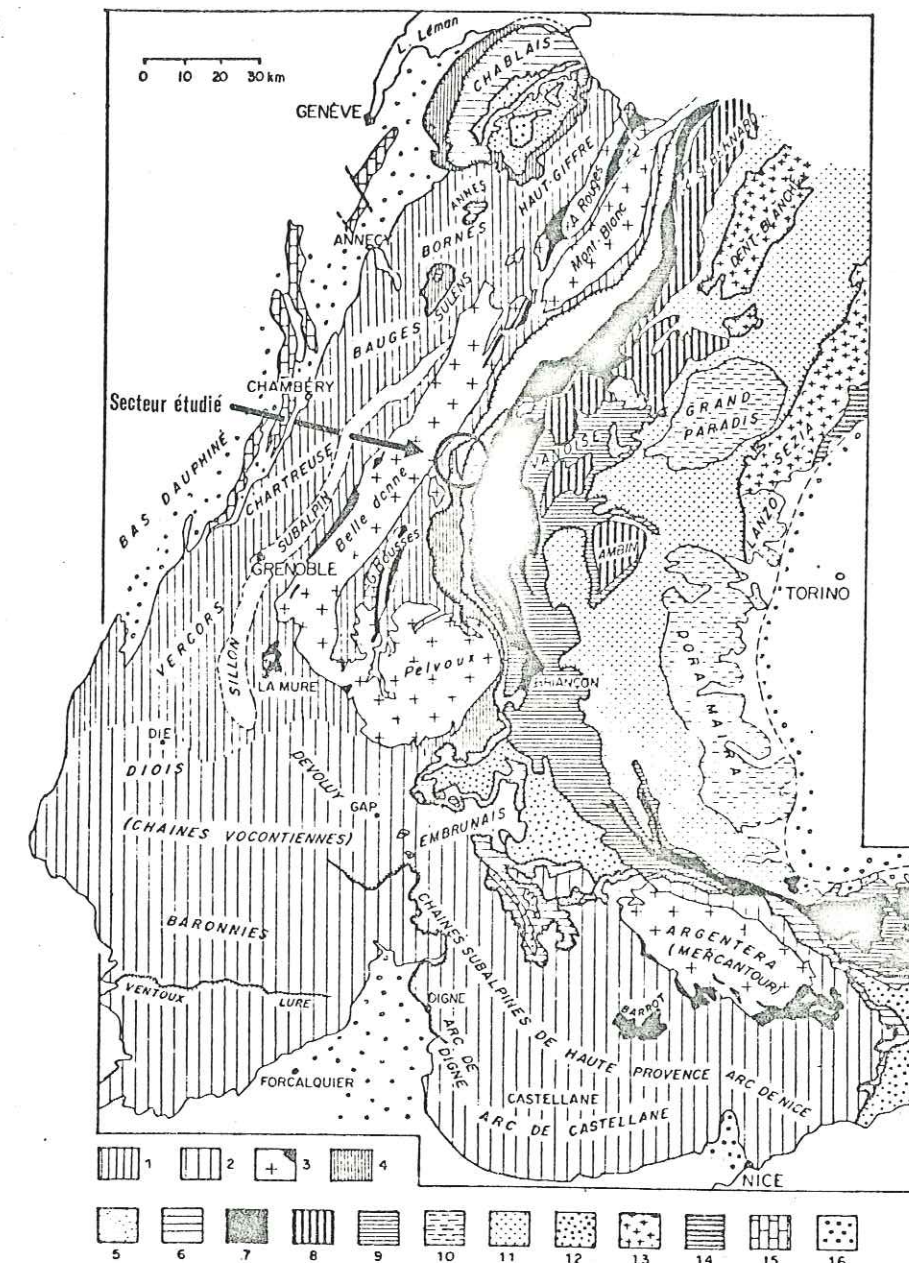


Fig. 3. Schéma structural simplifié des Alpes franco-italiennes.

1. Chaînes subalpines septentrionales ; 2. Chaînes subalpines méridionales ; 3. Massifs cristallins externes et bassins permo-houillers ; 4. Zone ultra-dauphinoise ; 5. Zone valaisane ; 6. Zone subbriançonnaise ; 7. Zone houillère briançonnaise ; 8. Zone Vanoise-Mt Pourri (Permo-Houiller briançonnais métamorphique) ; 9. Mésozoïque briançonnais ; 10. Massifs cristallins piémontais ; 11. Zone des schistes lustrés piémontais ; 12. Nappes de Flyschs néocrétacés (Flysch à Helminthoïdes, Flysch de la Simme s.l.) ; 13. Zone Sesia-Dent Blanche ; 14. Zone d'Ivrée ; 15. Jura ; 16. Bassins molassiques péri-alpins.

(J. Debelmas, 1974).

1- LA ZONE DAUPHINOISE : LA RETOMBÉE ORIENTALE DES MASSIFS CRISTALLINS EXTERNES.

Elle est bien individualisée entre le Mont Blanc et le Pelvoux, à l'arrière de ces massifs, où elle constitue une frange de terrains très régulière et fortement déprimée. C'est l'autochtone relatif de notre secteur. Il est assez mal connu en ce qui concerne sa structure et il est représenté essentiellement par les faciès marno-schisteux du Lias-Dogger, voire de la base du Malm.

2- LA ZONE ULTRADAUPHINOISE.

C'est en 1938 que, au Sud du Pelvoux, dans leur "Description géologique du bassin supérieur de la Durance", M. Gignoux et L. Moret (avec la collaboration de P. Lory et D. Schneegans) ont défini la Zone ultradauphinoise comme zone de transition entre les faciès dauphinois et briançonnais. Paléogéographiquement elle correspond donc, par définition, à la partie la plus orientale de la Zone Dauphinoise.

Connue aussi sous le nom de ZONE DU FLYSCH DES AIGUILLES D'ARVES⁽¹⁾, la Zone ultradauphinoise est caractérisée par une puissante série de flysch priabonien déposée sur un substratum mésozoïque plissé, écaillé et profondément érodé caractérisant la "chaîne arvinche" (R. Barbier, 1956). Ce substratum, allant du Paléozoïque au Néocomien, se présente à partir du Dogger sous des faciès profonds, vaseux et azoïques ("terres noires") caractérisant soit la partie la plus profonde de la Zone

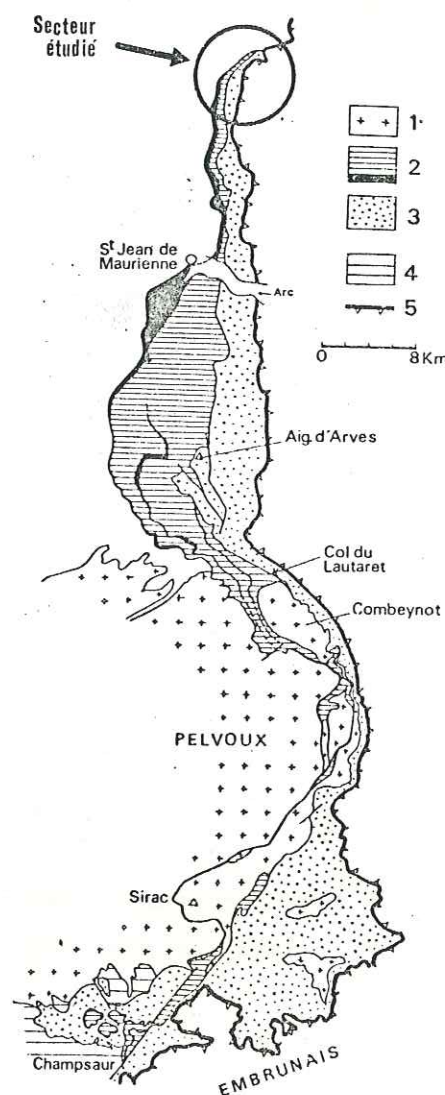


Fig. 4. Schéma structural de la zone ultradauphinoise.

1. Socle ancien. 2. Lias et Trias.
3. Flysch des Aiguilles d'Arves (au N) et grès du Champsaur (au S).
4. Mésozoïque autochtone du Champseur.
5. Chevauchement pennique frontal. (J. Debelmas, 1974).

(1) Ce flysch a été rattaché à la Zone ultradauphinoise par Gignoux et Moret en 1938.

dauphinoise, soit la partie la plus éloignée des côtes, soit les deux. Même si au Sud elle montre seulement une succession discontinue "d'écailles" n'ayant qu'une étendue limitée et une valeur locale (Gignoux et Moret, 1938, p. 51), structuralement la Zone ultradauphinoise ne s'individualise qu'au Nord du Pelvoux où elle forme une énorme écaille à semelle gypseuse chevauchant la Zone dauphinoise (fig. 4).

Nous signalons enfin que, dans un article récent, A. Arlhac et C. Rousset (1979) raccordent la Nappe de Digne à la Zone ultradauphinoise sur la base de corrélations stratigraphiques et structurales.

3- LA ZONE VALAISANE.

Elle englobe actuellement tous les terrains compris entre l'Ultrahelvétique et le Briançonnais en Italie et en Suisse et se place, en France, au front du subbriançonnais s.str.. Elle disparaît entre l'Isère et l'Arc (fig. 5).

Définie par R. Trümpy en 1955, à partir d'affleurements du Valais (Suisse), elle rappelle par certains caractères la Zone ultradauphinoise ; elle comporte en effet une épaisse série détritique, appelée "Flysch de Tarentaise", dans laquelle dominent des brèches calcaires, qui reposent en discordance sur des terrains plissés et érodés à faciès caractéristiques d'une plateforme accidentée : "la cordillère tarentine".

Tectoniquement, le domaine valaisan est un ensemble à plis serrés, écaillés, déversés vers l'Ouest, chevauchant la Zone dauphinoise ou la Zone ultradauphinoise entre l'Arc et l'Isère (fig. 5).

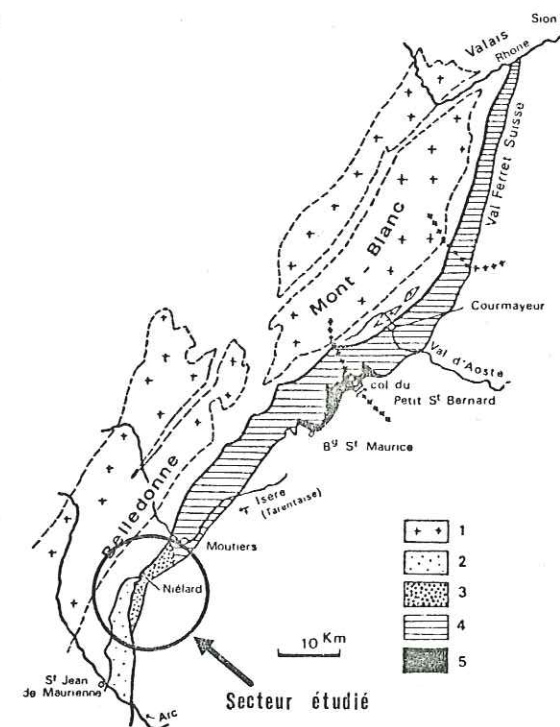


Fig. 5. Schéma structural de la zone valaisane.

1. Massifs cristallins externes.
2. Zone ultradauphinoise.
3. Unité à flysch nummulitique (digitation du Niélard).
4. Unités à flysch crétacé supérieur (digitations de Moutiers, du Roignais-Versoyen).
5. Roches vertes du Versoyen.

J. Debelmas (1974).

4- LA ZONE SUBBRIANCONNAISE.

Succédant vers l'Est aux zones précédentes, la Zone subbriançonnaise a été définie comme "un ruban de terrains mésozoïques, tantôt élargi, tantôt complètement étiré par laminage, qui jalonne le bord des nappes ..." (Gignoux et Moret, 1938, p. 65). Elle correspond originellement à la partie la plus externe de la Zone briançonnaise.

Faite d'un ensemble d'unités de couverture décollées d'un socle inconnu au niveau du Trias supérieur, cette zone provient, au Nord du Pelvoux, d'un domaine paléogéographique mésozoïque à valeur de petit sillon (J. Debelmas, 1974) où les sédiments calcaires ou marneux supportent un ensemble argilo-gréseux dit "Flysch Noir" d'âge éocène mais sans plus de précisions stratigraphiques.

Notre secteur d'étude représente donc un "noeud structural et stratigraphique" où aboutissent :

- au Nord de l'Arc, la terminaison septentrionale de la Zone ultradauphinoise ;
- au Sud de l'Isère, la terminaison méridionale de la Zone valaisane ; et enfin
- à l'Est, les témoins les plus septentrionaux de la partie la plus externe de la Zone subbriançonnaise, unités structurales connues ici sous le nom "d'écailles externes" de la Nappe du Pas du Roc (R. Barbier, 1948).

Ainsi délimité, il se trouverait à cheval sur la "chaîne arvinche" et la "cordillère tarine", domaines paléogéographiques qui se relaient structuralement du Sud vers le Nord. Ceux-ci ont des substratums classiquement différents et supportent des flyschs à faciès très voisins mais également d'âge classiquement différent : priabonien pour la "chaîne arvinche" et crétacé supérieur pour la "cordillère tarine".

II. LES PROBLEMES LIES AUX ZONES ULTRADAUPHINOISE ET DES BRECHES DE TAREN- TAISE ENTRE L'ARC ET L'ISERE. HISTORIQUE.

Depuis le début des recherches géologiques alpines, les travaux généraux ou ponctuels concernant notre région sont si nombreux qu'essayer d'en donner une liste complète déborderait le domaine de cette thèse. D'ailleurs de nombreux auteurs (H. Schoeller, 1929 ; R. Barbier, 1948 et P. Antoine, 1971, parmi d'autres) ont consacré dans leurs mémoires des chapitres très documentés à ce propos.

Je rappellerai simplement les principales synthèses en faisant ressortir les problèmes fondamentaux.

A. LE TRAVAIL DE R. BARBIER, 1948.

La monographie la plus complète publiée sur notre secteur d'étude est contenue dans le mémoire de R. Barbier, 1948 : "Les Zones Ultradauphinoise et Subbriançonnaise entre l'Arc et l'Isère". Elle a été la base de toutes les études ultérieures en Tarentaise comme en Maurienne, dont la mienne ; sa carte géologique, si fidèlement dessinée, a été le guide fondamental de mes recherches.

Antérieurement à la publication de ce mémoire et depuis les travaux de E. Haug (1925), toute notre région appartenait à la Nappe de l'Embrunais. H. Schoeller en 1929, adopte ce point de vue et distingue, au Nord de l'Isère, une épaisse série de flysch nummulitique (considéré jusque-là comme liasique) déposé sur une zone à faciès de "cordillère". Trois années plus tard, D. Schneegans (1932) sépare flysch de l'Embrunais et flysch des Aiguilles d'Arves. C'est donc R. Barbier qui, le premier, donne une synthèse stratigraphique et structurale complète et détaillée de notre région. Le découpage qu'il a proposé est schématisé sur la figure 6, et les faits fondamentaux apportés sont les suivants :

- Du point de vue stratigraphique :

+ En ce qui concerne les substratums des flyschs, il décrit des roches cristallines anté-houillères à la base de la série de la Nappe des Brèches de Tarentaise (massif de Valbuche) ; il attribue à l'Oxfordien inférieur, par comparaison avec les Brèches du Télégraphe, les brèches calcaires du Niélard ;

+ en ce qui concerne le flysch, il subdivise l'ancien "Flysch

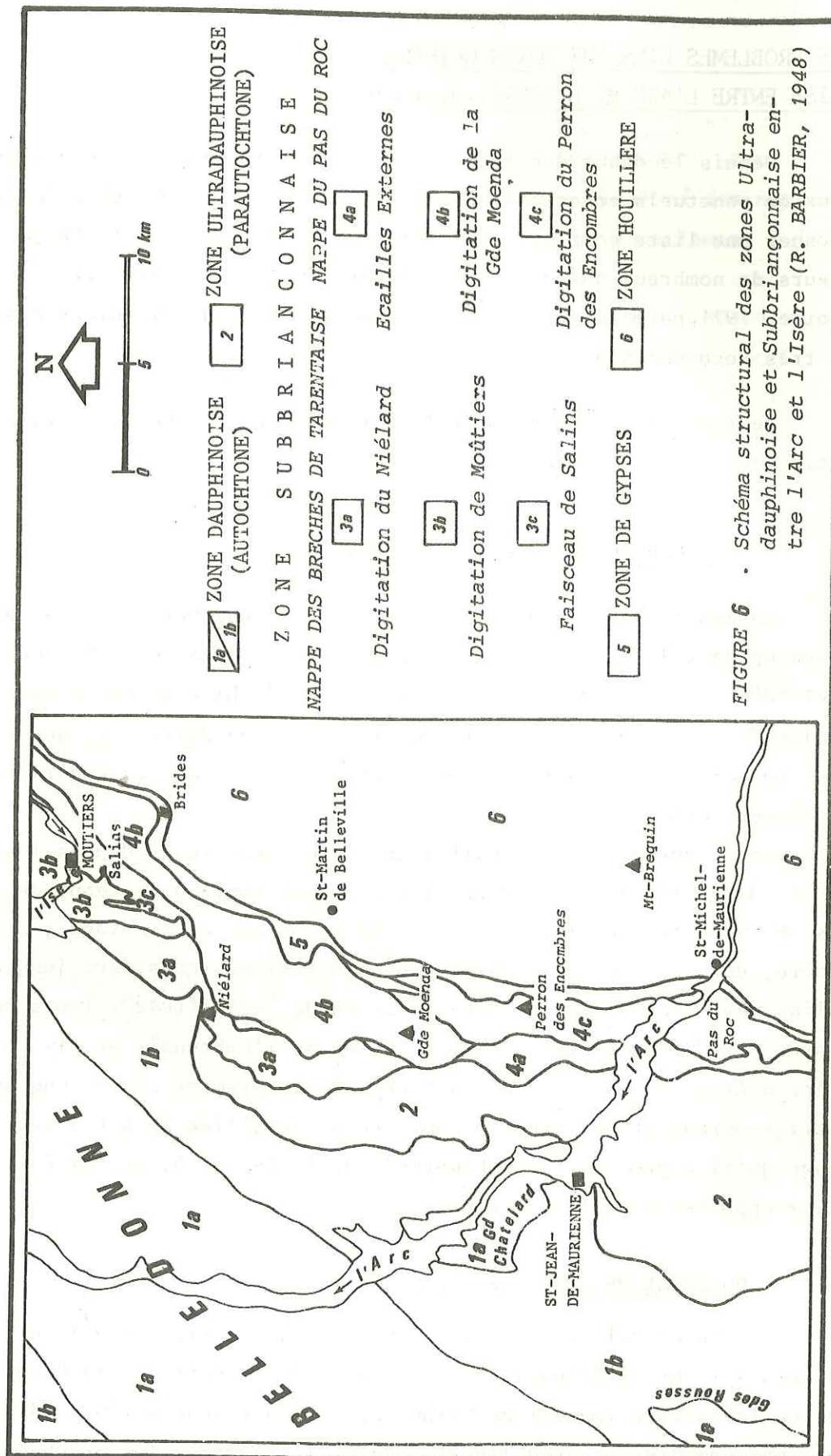


FIGURE 6 - Schéma structural des zones Ultra-dauphinoise et Subbriançonnaise entre l'Arc et l'Isère (R. BARBIER, 1948)

des Aiguilles d'Arves" en trois ensembles distincts (Flysch des Aiguilles d'Arves s. str., Flysch de la Nappe des Brèches de Tarentaise et Flysch de la Nappe du Pas du Roc diverticulé en avant de cette dernière). La découverte de Nummulites au Mont Niélard lui permet d'attribuer un âge lutétien à la base du Flysch des Brèches de Tarentaise ; il propose également un âge lutétien pour la base du flysch de la Zone ultra-dauphinoise en considérant la suite de ce flysch comme une "trilogie priabonienne".

- Du point de vue paléogéographique :

Il reconnaît les zones ultra-dauphinoise et subbriançonnaise définies plus au Sud, et subdivise cette dernière en :

- + sous-zone des Brèches de Tarentaise, caractérisée par des faciès de cordillère (la "cordillère tarine") ;
- + sous-zone du Pas du Roc, divisée à son tour en un "sillon" (digitation de la Grande Moënda) et un "haut-fond" (digitation du Perron des Encombres).

- Du point de vue structural :

Il décrit les unités suivantes superposées d'Ouest en Est :

- + l'écaille parautochtone de la Zone ultra-dauphinoise ;
- + la Nappe des Brèches de Tarentaise, elle-même subdivisée en : digitation du Niélard, digitation de Moûtiers et faisceau de Salins (chacun avec un style propre de déformation) ;
- + la Nappe du Pas du Roc, elle aussi divisée en "écailles externes", digitation de la Grande Moënda et digitation du Perron des Encombres.

- Du point de vue du "style tectonique" :

Il individualise "l'écaille parautochtone" de la Zone ultra-dauphinoise, la "nappe cassante" de la Zone des Brèches de Tarentaise et la "tectonique d'écoulement" de la Nappe du Pas du Roc.

- Du point de vue des mouvements tectoniques :

Il sépare :

- + des mouvements embryonnaires du Trias au Crétacé provoquant l'individualisation des zones de faciès allongées dans le sens de la chaîne ;
- + des mouvements anté-nummulitiques responsables (surtout dans

les Zones ultradauphinoise et des Brèches de Tarentaise) de la transgression du flysch sur tous les termes antérieurs plissés et érodés ;

+ des mouvements alpins de la phase paroxysmale qui aboutissent à la mise en place des nappes, suivie de la surrection des massifs cristallins externes responsable du basculement vers l'Est de toutes les unités plus internes.

Après cet inventaire relativement détaillé des résultats apportés par les études de R. Barbier, il nous faut revenir sur deux problèmes essentiels, importants quant à l'histoire géologique de cette portion de l'arc alpin dont nous nous occupons.

B. LE PROBLEME DU SUBSTRATUM DU FLYSCH DES ZONES ULTRADAUPHINOISE ET DES BRECHES DE TARENTEISE.

Avant les travaux de R. Barbier, on pensait généralement que le flysch était partout décollé de son substratum. Ainsi, déjà en 1866, Ch. Lory limite ce flysch par une grande faille longeant son front occidental ; quelques années plus tard, P. Termier (1899) et W. Kilian (1907), à la suite des idées de M. Bertrand sur la notion de charriage, discutent de l'allochtonie ou de l'autochtonie du "*Flysch des Aiguilles d'Arves*".

A la même époque, J. Boussac (1912) considère que le caractère principal du flysch nummulitique est d'être partout charrié mais décrit, en même temps, son contact stratigraphique au niveau de l'Arc.

Finalement, M. Gignoux (1936, 1939) établit que ce flysch est le prolongement du Nummulitique autochtone du Sud-Est du Pelvoux, mais décollé au Nord de ce massif.

C'est en 1948 que R. Barbier établit définitivement le caractère stratigraphique du contact basal du Flysch des Aiguilles d'Arves dans notre secteur (p. 85-88). De plus, pour expliquer la transgression de cette bande de flysch, qui va du Pelvoux jusqu'à la Suisse, sur tous les termes d'un substratum plissé, écaillé et érodé, il introduit la notion de "*cordillère tarine*" (1948) pour la Zone des Brèches de Tarentaise et la notion de "*chaîne arvinche*" (1956) pour la Zone ultradauphinoise.

Depuis cette époque, la dualité suivante a donc toujours été maintenue entre :

- d'une part au Sud, une chaîne arvinche individualisée au cours d'une tectonique anté-nummulitique et recouverte en discordance par un fly-

sch priabonien, éventuellement lutétien à sa base : c'est la Zone ultradauphinoise ;

- d'autre part au Nord, une cordillère tarine élaborée au cours de mouvements tectoniques se développant du Trias au Crétacé et recouverte en discordance par un flysch très mal daté, initialement considéré comme nummulitique, attribué ensuite au Crétacé ; c'est la Zone des Brèches de Tarentaise apparentée, ultérieurement, à la Zone valaisane.

C. LE PROBLEME DE L'AGE DES FLYSCHS DES DIVERSES ZONES.

Bien que marquée par d'intéressantes découvertes stratigraphiques (découverte du Lias et du Carbonifère), la première moitié du XIX^{ème} siècle fut surtout une époque de grandes discussions auxquelles participèrent des géologues célèbres tels que E. de Beaumont, Sismonda, Sc. Gras, Dufrénoy, etc... Mais ce n'est qu'en 1860 que L. Pillet découvre la première Nummulite dans la vallée de l'Arc, découverte confirmée la même année par Ch. Lory.

La fin du XIX^{ème} siècle et le tout début du XX^{ème} fut l'époque des premières synthèses.

Ch. Lory en effet, dès 1866, dans son essai structural sur les Alpes entre Mont Blanc et Mont Viso, admet l'âge nummulitique du flysch. Dans ce qu'il appelle sa "*Deuxième Zone*", correspondant sensiblement aux Zones ultradauphinoise et briançonnaise, il distingue, d'une part, une partie Nord qui, du Valais Suisse jusqu'au Sud de Moûtiers, ne comporte que des assises attribuées au Trias (et notamment le flysch de Crève-Tête), d'autre part, une partie Sud dans laquelle affleurent largement les assises nummulitiques. La première retouche importante apportée à ce schéma fut celle de W. Kilian.

En 1891, cet auteur sépare, dans le Massif du Niélard, les brèches calcaires qu'il attribue au Dogger par comparaison avec les brèches dites du Télégraphe, des conglomérats à galets de roches de cristallin attribués au Nummulitique.

Dans cette hypothèse, le flysch de Crève-Tête devient nummulitique. Depuis lors, tous les travaux ultérieurs traduisent la même conception et tous les conglomérats à galets de cristallin sont attribués au Nummulitique (Kilian et Révil, 1907 et surtout J. Boussac, 1912). En outre, on admet que la digitation du Niélard est le prolongement septentrional du "*Flysch des Aiguilles d'Arves*".

Cependant, c'est M. Gignoux qui, en 1913, apporte la preuve définitive de l'âge tertiaire de ce flysch.

En 1929, H. Schoeller considère que tous les flyschs au Nord de l'Isère sont nummulitiques en les rattachant à la Nappe de l'Embrunais définie plus au Sud par E. Haug (1925).

Après ce travail, il faut attendre le mémoire de R. Barbier en 1948 pour avoir de nouvelles données concernant le problème de l'âge du flysch de notre secteur. Pour lui, le "*Flysch des Aiguilles d'Arves*" et celui de la Zone subbriançonnaise (Nappe du Pas du Roc) sont priaboniens, leur base pouvant être lutétienne (Villarclément) ; le flysch de la digitation du Niélard, par contre, serait lutétien dès sa base et, par comparaison, le flysch de la digitation de Moûtiers (Zone des Brèches de Tarentaise) serait lui aussi lutétien (p. 96).

Depuis ces derniers résultats apportés, on a assisté à l'apparition de nouveaux et nombreux travaux concernant l'âge du flysch, surtout celui de la Zone des Brèches de Tarentaise.

R. Trümpy (1955) sépare les nappes subbriançonnaises de la Zone des Brèches de Tarentaise et inclut ce domaine dans la Zone valaisane (terme repris d'un travail plus ancien de E. Haug), zone dite aussi de Sion-Courmayeur et située entre la Zone Houillère Briançonnaise et les Nappes helvétiques. Sur la base de découvertes de débris d'*Orbitolines*, il attribue un âge Crétacé moyen au flysch de cette zone. L'année précédente, P. Elter avait lui aussi découvert des fragments d'*Orbitolines* dans une microbrèche ravinant des terrains liasiques près du col de la Seigne à la frontière franco-italienne, dans cette même zone. Sans exclure la possibilité d'un remaniement, P. Elter en avait déduit que la base du flysch ne pouvait être que d'âge Crétacé ou postérieur.

En 1956, R. Barbier et R. Trümpy tentent d'expliquer la dualité des âges de ce flysch : lutétien au Sud (Mont Niélard) pour les Brèches de Tarentaise et crétacé moyen, au Nord, pour la Zone valaisane. Ils émettent l'hypothèse que le bassin de flysch est unique et qu'il s'ouvre du Nord vers le Sud. Ainsi le flysch aurait été plus précoce en Suisse qu'en France.

En 1968, D. Sodero découvre des petites *Orbitolines* et des *Dasycladacées* à la base des Brèches de Tarentaise, dans la haute vallée d'Aoste confirmant ainsi l'âge barrême-aptien attribué auparavant à ce flysch.

La dernière monographie parue sur cette Zone des Brèches de Tarentaise est celle de P. Antoine (1971). De son étude effectuée entre l'Isère (Bourg-Saint-Maurice) et la frontière italo-suisse (Val Ferret), il ressort, d'une part, que la Zone des Brèches de Tarentaise appartient au domaine valaisan défini par R. Trümpy et, d'autre part, que le flysch est Crétacé supérieur. En ce qui concerne ce dernier point, il faut souligner qu'il n'a jamais été retrouvé de fossile attestant la présence certaine du Tertiaire et, qu'en conséquence, sur la base de rares *Globotruncanas*, la série détritique de Tarentaise a été attribuée avec doute au Crétacé supérieur et à la limite, au Paléocène, tout au moins pour sa partie supérieure.

Plus récemment (1973) et à la suite des travaux de P. Antoine, J. Collart et S. Fudral attribuèrent, eux aussi, ce flysch de Tarentaise au Crétacé supérieur, le premier supposant, malgré tout, que dans le massif du Quermoz, le flysch était tertiaire, le second adoptant l'hypothèse de P. Antoine, sur la base de la découverte d'une *Globotruncana* à la base de ce flysch (massif de la Charbonnière).

En conclusion, une telle distribution paradoxale des âges amène la question suivante : les flyschs à faunes du Crétacé moyen, du Crétacé supérieur, du Nummulitique découverts du Nord au Sud dans la bande des flyschs comprise entre Dauphinois et Briançonnais caractérisent-ils :

- 3 domaines structuraux différents ?
- 1 seul domaine paléogéographique s'ouvrant progressivement du Nord vers le Sud du Crétacé supérieur au Nummulitique ?
- 1 seul domaine paléogéographique possédant partout un flysch tertiaire ? ; les faunes crétacées de la partie Nord du domaine étant purement et simplement remaniées.

D. BUT DE CE TRAVAIL.

Placées dans un tel contexte, nos recherches avaient pour but d'établir la succession stratigraphique et l'évolution tectonique, d'une part de la Zone ultradauphinoise, d'autre part de la Zone des Brèches de Tarentaise, précisément au point de passage de ces deux zones, c'est-à-dire dans le secteur compris entre le massif de Valbuche et le massif de Crève Tête, afin de faire ressortir les différences et/ou les similitudes de l'histoire de ces deux zones. Une première note est venue concrétiser ce

travail (1979) ; elle se rapporte au substratum de la "Zone Ultradauphinoise", substratum dont les termes ont des affinités briançonnaises.

CHAPITRE DEUXIEME

ETUDE STRATIGRAPHIQUE

Un choix ...

Les zones structurales de notre secteur d'étude, individualisées et découpées en unités tectoniques par R. Barbier en 1948 (cf. fig. 6, chapitre premier) ont été rappelées au début de ce mémoire.

Si l'on utilise la terminologie et le découpage de cet auteur, l'étude stratigraphique détaillée qui suit sera limitée au secteur englobant :

- la partie la plus septentrionale de la Zone Ultradauphinoise (ou Zone du Flysch des Aiguilles d'Arves) ;
- la digitation du Niélard de la Zone des Brèches de Tarentaise ;
- les lambeaux les plus septentrionaux de l'Unité des "Ecaillés Externes" (Nappe subbriançonnaise du Pas du Roc).

*

* *

INTRODUCTION.

Les séries stratigraphiques qui affleurent dans notre secteur d'étude peuvent être groupées en deux ensembles fondamentaux :

- un ensemble paléozoïco-mésozoïque représentant le substratum du flysch ;
- une puissante couverture de sédiments détritiques tertiaires que nous appellerons le flysch.

Depuis longtemps, la présence de terrains paléozoïques et mésozoïques a été signalée dans notre secteur d'étude (W. Kilian, 1891 ; W. Kilian et J. Revil, 1904 et 1908 ; H. Schoeller et E. Roch, 1926 ; R. Barbier, 1943 et 1948, parmi d'autres) et une importante bibliographie existe à ce sujet ; le lecteur intéressé peut se reporter ou bien aux mémoires de H. Schoeller (1929) et R. Barbier (1948) qui comportent les plus importantes bibliographies ou bien et pour plus de détails, aux "répertoires de la Bibliographie géologique française" de W. Kilian et O. Nicaud (1919 et 1923) et de M. Gignoux, L. Moret et F. Blanchet (1931).

Mais si nombreux que soient les mémoires qui étudient ces terrains, c'est en fait à R. Barbier que l'on doit les premières et plus importantes synthèses et surtout les concepts actuellement acceptés à ce sujet.

En effet, pour cet auteur, les différences d'évolution qu'il trouvait au niveau des flyschs des zones ultradauphinoise et des Brèches de Tarentaise n'étaient que la continuité des différences individualisées déjà au niveau des substratums ; les colonnes de la fig. 7 nous montrent ces différences de manière schématique.

On remarquera, en particulier :

- au niveau du Paléozoïque, l'existence d'un socle cristallin dans la Zone des Brèches de Tarentaise ;

- au niveau du Lias, des faciès épais calcaro-schisteux pour la Zone ultradauphinoise et plutôt des faciès réduits, coralligènes et bréchi-ques pour la digitation du Niélard.

Pour ce qui est du flysch, c'est encore R. Barbier (1948) qui analyse avec précision sa stratigraphie et donne ses caractéristiques principales dans les zones ultradauphinoise, des Brèches de Tarentaise (digitation du Niélard) et subbriançonnaise (Nappe du Pas du Roc) (fig. 8). Ainsi,

ZONE ULTRADAUPHINOISE

Digitation du Niélard (ZBT)

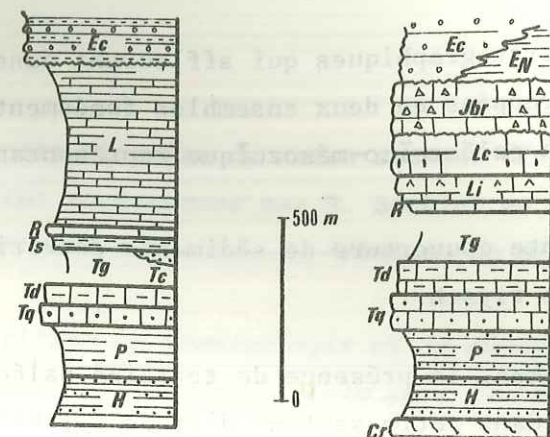


Fig. 7. Colonnes stratigraphiques synthétiques des substratums des zones ultradauphinoise et des Brèches de Tarentaise (digitation du Niélard), d'après R. Barbier, 1948.

LEGENDE : Ec: Flysch grés-conglomératique ; EN: Schistes à Nummulites (Niélard) ; Jbr: Jurassique (brèches du Niélard) ; Lc: Lias (calc. zoogènes et spathiques) ; Li: Lias inf. (calcaire à silex) ; L: Lias indifférencié (calcaires et schistes) ; R: Rhétien ; Trias sup. (Ts: argilolites, Tc: cargneules, Tg: gypses) ; Td: Trias moyen (calc. dolomitiques) ; Tq: Trias inf. (quartzites) ; P: Permien ; H: Houiller ; Cr: Terrains métamorphiques ante-houillers.

pour cet auteur :

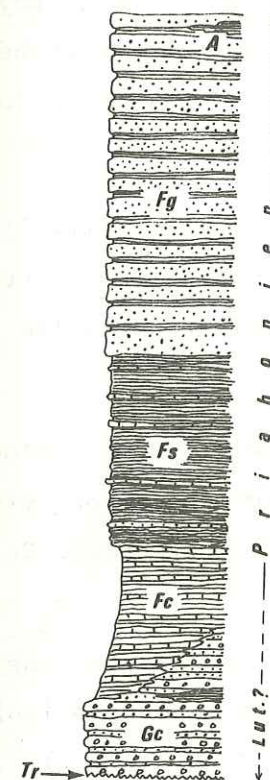
- la Zone ultradauphinoise possède un flysch épais (2000m environ) montrant la succession des trois faciès caractéristiques de la fameuse "trilogie priabonienne". La base d'âge lutétien de ce flysch (conglomérats à Nummulites de Villarclément) transgresse et remanie le substratum fortement plissé et érodé, formant la "chaîne arvinche" ;

- la Zone des Brèches de Tarentaise montre 1000m environ de conglomérats du flysch transgressifs sur tous les termes antérieurs y compris les micaschistes ante-houillers au cirque de Valbuche ; la transgression est datée lutétienne au Mont Niélard. Nous sommes là dans le domaine de la "cordillère tarine" ;

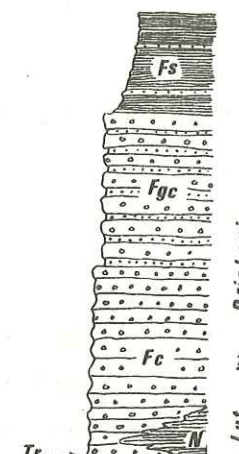
- enfin, la Nappe du Pas du Roc représente un domaine paléogéographique différent des deux autres, avec un flysch d'épaisseur réduite (300m environ) comportant des niveaux calcaréo-conglomératiques à sa base, calcaires dans sa partie moyenne et schisto-gréseux au sommet ; ce

flysch est daté, lui aussi, lutétien à sa base. En outre, ici, les mouvements et les érosions ante-nummulitiques sont moins forts puisque la transgression n'atteint que le Crétacé inférieur.

FLYSCH DES AIGUILLES D'ARVES



NAPPE DES BRÈCHES DE TARENDAISE (Digitation du Niélard)



NAPPE DU PAS DU ROC

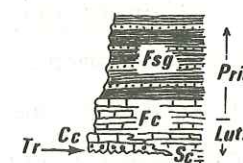


Figure 8. Colonnes stratigraphiques des flyschs des zones ultradauphinoise, des Brèches de Tarentaise et du Pas du Roc entre l'Arc et l'Isère, d'après R. Barbier, 1948.

LEGENDE.

Flysch des Aiguilles d'Arves : A: Couches d'Albanne ; Fg: flysch gréseux ; Fs: flysch schisteux ; Fc: flysch calcaire ; Gc: Grès et conglomérats de base.

Flysch de la Zone des Brèches de Tarentaise (Digitation du Niélard) : Fs: flysch schisto-gréseux ; Fgc: Grès et conglomérats ; Fc: Conglomérats ; N: Couches à grandes Nummulites du Niélard.

Nappe du Pas du Roc : Fsg: flysch schisto-gréseux ; Fc: flysch calcaire ; Cs: calcaires et conglomérats à grandes Nummulites ; Sc: "série compréhensive". Tr: Transgression lutétienne.

Tout récemment P. Antoine et coll. (1978) reconnaissent la nature olistolithique de certains éléments du substratum de la digitation du Niélard (notamment des éléments de cristallin au cirque de Valbuche et de quartzites triasiques au Mollard des Boeufs), tout en maintenant la dualité des soubassements (Zone ultradauphinoise et Zone des Brèches de Tarentaise) surtout au niveau du Jurassique. En outre, P. Antoine et R. Barbier (1978) créent la "zone du Niélard" caractéristique d'un haut fond (à noyau cristallin) qui constituait la barrière entre deux bassins subsidents hétérochrones : la Zone valaisane au Nord-Est pendant le Crétacé, et la Zone du Flysch des Aiguilles d'Arves au Sud pendant le Tertiaire.

Nous verrons, pour notre part, qu'il est parfois très difficile de séparer ce qui constitue avec certitude le substratum du flysch de ce qui est remanié au sein de ce dernier à l'état d'olistolithes de taille considérable parfois.

Nous nous proposons d'effectuer l'analyse stratigraphique, d'Ouest en Est, dans chacune des trois unités structurales que nous avons mises en évidence et que nous décrirons, en détail, au chapitre tectonique. Ce sont d'Ouest en Est (fig. 9) :

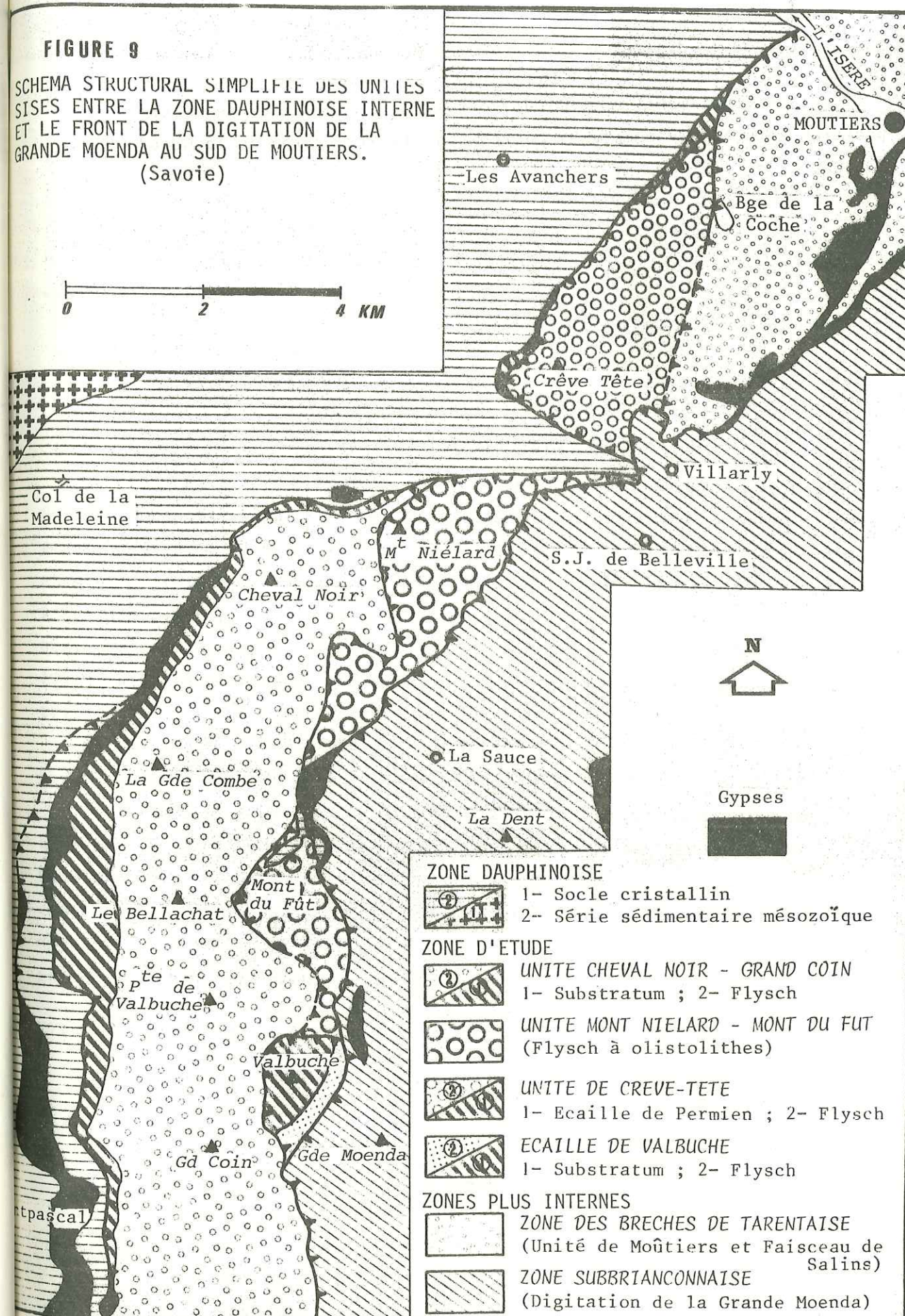
- 1'Unité Cheval Noir - Grand Coin : Elle englobe des terrains rapportés précédemment (R. Barbier, 1948) tantôt à la Zone ultradauphinoise, tantôt à la Zone des Brèches de Tarentaise (Digitation du Niélard). Cette première unité couvre la plus grande partie des affleurements de notre secteur. Elle chevauche des unités à matériel dauphinois, à l'Ouest.

- 1'Unité Mont Niélard - Mont du Fût : Coïncée entre l'unité précédente à l'Ouest et la digitation de la Grande Moenda de la Zone subbriançonnaise à l'Est, cette unité tire son nom des deux massifs où affleurent ses faciès les plus représentatifs. Elle comprend les terrains les plus orientaux de l'ancienne digitation du Niélard de R. Barbier (1948) ainsi que les témoins les plus septentrionaux des "écailles externes" de la nappe du Pas du Roc.

- 1'Unité de Crève-Tête : Le massif dont elle tire son nom est situé tout au Nord de notre secteur. Cette unité correspond à la partie la plus septentrionale de l'ancienne digitation du Niélard. Elle chevauche la couverture dauphinoise à l'Ouest, par l'intermédiaire d'une écaille de Permien, et est chevauchée par la digitation de Moûtiers (Zone des Brèches de

FIGURE 9

SCHEMA STRUCTURAL SIMPLIFIE DES UNITES SISES ENTRE LA ZONE DAUPHINOISE INTERNE ET LE FRONT DE LA DIGITATION DE LA GRANDE MOENDA AU SUD DE MOUTIERS. (Savoie)



Tarentaise) et la digitation de la Grande Moenda.

- Finalement, nous ajouterons l'écaille de Valbuche occupant une position structurale complexe, au front de la digitation de la Grande Moenda.

I. STRATIGRAPHIE DE L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN.

L'étude de la carte au 1/25.000ème, annexée à ce mémoire, du schéma structural simplifié de la figure 9 et de la planche de coupes sériées, montre que cette unité est formée pour une grande part par le flysch. Néanmoins, à l'Ouest, au front de la structure, affleure, en une bande assez continue, le substratum de ce flysch ; une coupe très significative sera ainsi décrite au Ravin des Sétives.

A. LE SUBSTRATUM DU FLYSCH.

1°/- La série stratigraphique du Ravin des Sétives :

Au Nord-Est de Montaimont, en amont du hameau du Loup, le Ravin des Sétives entaille profondément la couverture quaternaire et permet d'observer dans de bonnes conditions les terrains de la série formant le substratum du flysch. C'est là, en effet, que cette série est la plus complète ; elle présente un ensemble permo-triasique à faciès verrucano et une série mésozoïque réduite à affinités briançonnaises (J. Martinez et coll., 1979), nous la décrirons, de bas en haut, dans l'ordre stratigraphique, telle qu'elle est schématisée sur la figure 10.

a)- Série à faciès "verrucano" (1) :

En partant du Lac du Loup et après avoir dépassé d'abord les terrains liasiques écaillés de la Zone dauphinoise (l'entonnoir du lac du Loup signale probablement la présence en profondeur de gypse injectant le contact anormal de l'une de ces écailles), puis le contact tectonique basal du substratum du flysch souligné également par des amas de gypses et des entonnoirs de dissolution, on rencontre les termes suivants :

(1) Remarque : Dans les Alpes, le terme "verrucano" est employé pour désigner un faciès ne se rapportant pas à un étage géologique défini. Dans la pratique il désigne cependant des formations détritiques attribuables généralement au Permien : "formations de conglomérats, de brèches, de grès plus ou moins arkosiques et de roches pélitiques, de couleur rouge, lie-de-vin ou verte, de genèse apparemment continentale, renfermant fréquemment des roches volcaniques, et qui sont encadrées d'une part, par le Carbonifère supérieur daté par sa flore ou par le socle cristallin, d'autre part par le Trias, caractérisé par sa faune ou simplement par des faciès caractéristiques" (R. Trümpy, 1965, p. 213).

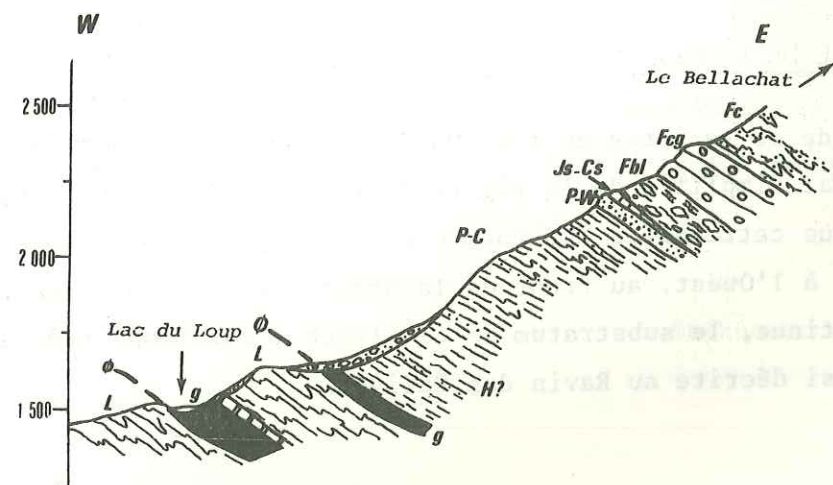


Figure 10 : La série stratigraphique du Ravin des Sétives.

Légende :

Unités dauphinoises : L: terrains liasiques non différenciés ;

Unité Cheval Noir - Grand Coin : H?: Houiller (?) ; P-C: "Permo-Carbonifère" ; P-W: "Permo-Werfénien" ; Js: Jurassique supérieur (Malm) ; Cs: Crétacé supérieur ; Fbl, Fcg et Fc: termes du flysch tertiaire ; g: gypses ; Ø: contact anormal tangentiel.

a1)- Le "Permo-Carbonifère" :

Sur cette coupe, comme partout ailleurs, la formation géologique qui représente le "Permo-Carbonifère" correspond morphologiquement à une pente herbeuse très régulière. Elle montre à l'affleurement une séquence épaisse et monotone de schistes bariolés, bien lités, à surfaces luisantes et patine noirâtre, pendant vers l'Ouest, même s'ils sont finement schistosés ; on y observe :

- à la base, des schistes noirs à rares intercalations de grès fins micacés ;

- dans sa partie moyenne et supérieure des schistes versicolores (violacés, verdâtres, sombres) ; ces pélites bien schistosées sont finement gréseuses ou non, à passées et nodules ocre, grés-ankeritiques (petits grains de quartz dans un fond dolomitico-ankeritique) ; les niveaux fins gréseux sont riches en grains de quartz.

On peut attribuer la forte épaisseur de cette formation (900m) à des causes d'ordre tectonique ; une schistosité générale est en effet présente et elle accompagne quelques microplis.

Il est probable que des plis de grande échelle existent mais nous n'avons

pas pu les déceler.

Age de ces terrains. Il ne peut être déterminé qu'indirectement, aucun niveau n'ayant pu être "calé" paléontologiquement. On attribue les niveaux de base plutôt au Carbonifère en raison de leur grande ressemblance avec les faciès classiques du Houiller. Le reste de la série possède un "cachet" nettement permien. D'ailleurs pour R. Barbier (1943) ces terrains sont le prolongement méridional des "Schistes de la Bagnaz" affleurant au Nord de l'Isère et attribués par lui au Permien.

Comme généralement sur notre terrain il est fort difficile de séparer ces deux termes schisteux, nous les avons regroupés sur la carte géologique au sein d'une même formation : le "Permo-Carbonifère".

a2)- Le "Permo-Werfénien" :

Cette formation, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, correspond à un net ressaut topographique.

Surmontant sans discordance angulaire notable les faciès schisteux précédents, elle comporte :

- à sa partie inférieure, des microconglomérats présentant typiquement les faciès des "conglomérats du verrucano" (galets de roches volcaniques acides, de quartz rose et blanc, de grands feldspaths, etc...), et des grès arkosiques massifs, en gros bancs, à patine rouille ou verdâtre ; le passage stratigraphique avec les schistes versicolores du "Permo-Carbonifère" est tranché et souligné très nettement par l'apparition de plaquettes siliceuses verdâtres ;

- à sa partie supérieure, des quartzites francs, purs, blancs ou verdâtres en gros bancs ; le passage entre les deux niveaux est insensible.

Ces derniers niveaux de quartzites blancs sont analogues aux quartzites werfénien des zones internes. Avec les microconglomérats et les grès arkosiques sous-jacents qui leur sont liés, ils présentent typiquement l'aspect des faciès classiquement rapportés au "Permo-Werfénien" ; et comme aucune limite stratigraphique ne permet de les séparer, nous les avons cartographié comme une seule et même formation : le "Permo-Werfénien".

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES GÉOSCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
Mail : pjaour@ujf-grenoble.fr

b)- La série mésozoïque réduite à affinités briançonnaises :

Au-dessus des formations à faciès "verrucano" que nous venons de décrire, le substratum du flysch se termine en moins d'une dizaine de mètres par des niveaux calcaires; ceux-ci avaient été jusqu'alors attribués à la base du flysch tertiaire.

Voyons ce qu'il en est en fait :

En rive gauche du Ravin des Sétives, vers la côte 2230m et prolongeant vers le haut le ressaut rocheux formé par les faciès du "Permo-Werfénien", vient un ensemble carbonaté, de 7 mètres d'épaisseur environ, épargné par l'érosion anté-flysch; ces calcaires sont directement stratigraphiquement sur les quartzites. La coupe levée en ce point montre, du bas vers le haut, la succession suivante : (Fig. 11)

a-Les quartzites décrits précédemment (Tq) ;

b-4m à 4m50 de calcaires massifs, gris clair ou gris sombre, très recristallisés à stratification difficilement décelable (Js). La base de ces calcaires ravine nettement le toit des quartzites, et même les remanie, comme l'attestent :
- la trace irrégulière du contact ;
- les blocs et galets de quartzites verdâtres emballés dans les calcaires ;

c-2m50 à 3m de calcaires finement lités, un peu noduleux, couleur crème, à fins joints pélitiques verdâtres (Cs) ;

d-la base du flysch qui ravine toute la série du substratum en général et ici le toit de ce niveau calcaire, en particulier. Le ravinement est souligné par des "pénétrations karstiques" de la matrice schisteuse noire de la formation basale du flysch dans les niveaux carbonatés.

Dans les niveaux calcaires b, malgré la recristallisation, on observe la présence de *Saccocoma (Eothrix) alpina* COLOMB du Malm. (Fig. 12)

Les niveaux c, finement micritiques, renferment des Hedbergelles probables, très recristallisées, du Crétacé moyen à supérieur. Pour J. Sigal qui a observé ces Hedbergelles probables, dans les échantillons récoltés, il ne faut toutefois pas exclure qu'il s'agisse en réalité de Protopigobigerines du Malm. Il reste que les niveaux c (renfermant les Hedbergelles probables) présentent clairement le faciès des "marbres en plaquettes" rapporté au Crétacé supérieur dans le Briançonnais. (cf. fig. 13)

Nous soulignerons, enfin, que les niveaux b et c sont albitisés. Les cristaux d'albite sont clairement automorphes, néoformés, parfois mâclés

"Roc Tourné".

c)- Enseignements tirés de cette coupe :

La coupe du Ravin des Sétives qui vient d'être décrite est riche d'enseignements. Elle montre que le flysch de l'Unité Cheval Noir -

Grand Coin, correspondant au Flysch des Aiguilles d'Arves pour ce secteur (R. Barbier, 1948), repose stratigraphiquement sur un substratum comprenant deux parties :

- une formation inférieure pélito-schisteuse attribuable aux faciès "permo-carbonifère" du "verrucano" ;

- une série supérieure, beaucoup plus réduite, où les faciès du Permo-Werfénien (quartzites), du Malm et du Crétacé probable ne sont représentés que par une quarantaine de mètres ; les relations stratigraphiques entre ces différents termes ne présentent aucune discordance angulaire notable⁽¹⁾.

Or, si l'on tient compte, d'une part, de la réduction remarquable de la série mésozoïque où seulement Werfénien, Malm et Crétacé (probablement moyen à supérieur) sont présents, et, d'autre part, des faciès typiques de "marbres en plaquettes" de ce dernier étage, il apparaît que cette série réduite est en tout point comparable à une série briançonnaise, bien que le ou les hard-ground(s) correspondant(s) n'ait(ent) pas été observé(s).

2°/- Nature générale du substratum du flysch :

Le substratum du flysch ne présente pas partout une série aussi complète et aussi significative que celle du Ravin des Sétives.

Comme cela apparaît sur la carte géologique annexée au mémoire, la base de la transgression du flysch peut atteindre les formations anté-jurassiques ; et ceci est, en fait, la règle générale dans notre secteur. Ainsi, partout où l'abondante couverture quaternaire permet de voir le contact, la formation basale du flysch repose stratigraphiquement sans

(1) Remarque : Il faut cependant être très prudent sur cette affirmation car les conditions d'affleurements sont telles qu'il n'est pas possible d'avoir une coupe du substratum, transversale aux structures, suffisamment importante pour se faire une idée définitive. La coupe du Ravin des Sétives manque donc "de profondeur de champ" pour trancher.

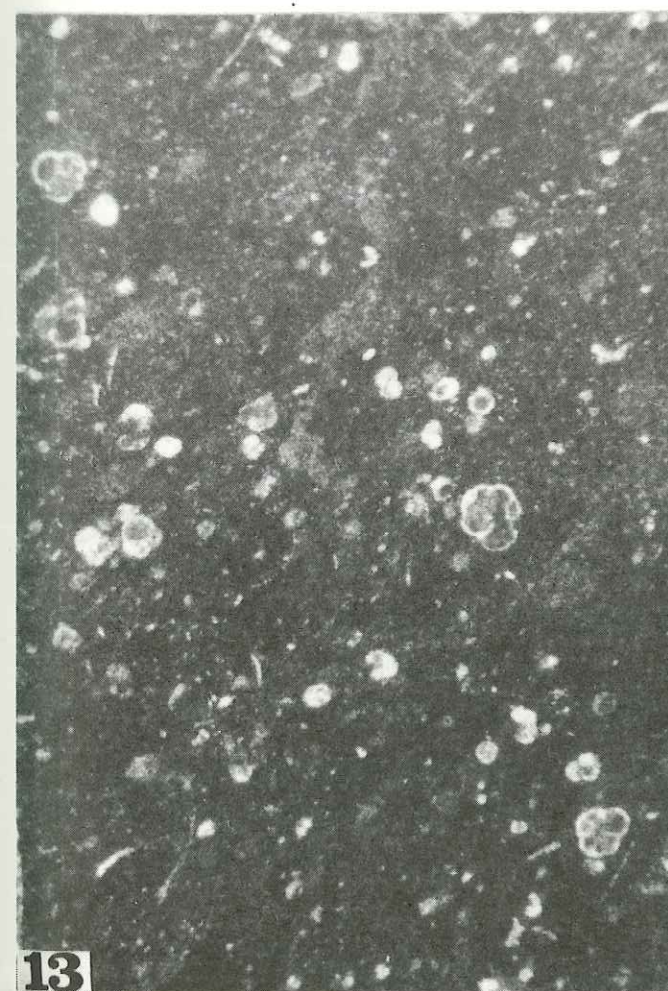
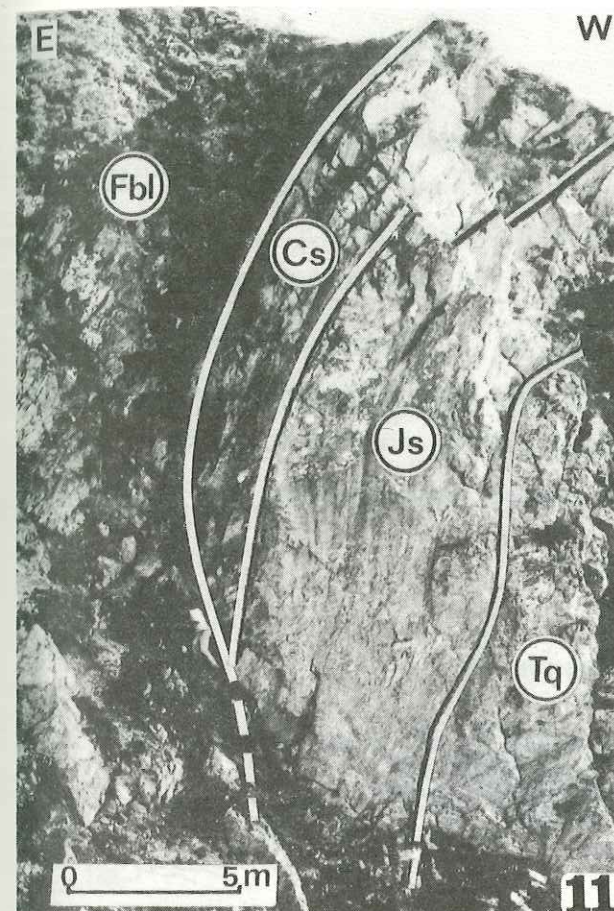
LE SERIE MESOZOIQUE REDUITE DU SUBSTRATUM DU FLYSCH
DE L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN

Figure 11 : Les affleurements de la série mésozoïque à affinités briançonnaises au Ravin des Sétives.
Tq: quartzites à faciès "verrucano" ; Js: calcaires massifs du Malm ; Cs: calcaires marneux type "marbres en plaquettes" du Crétacé supérieur ; Fbl: formation basale du flysch (complexe à blocs).

Figure 12 : Microfaciès des calcaires du Malm à *Saccocoma (Eothrix) alpina* COLOM (x 35).

Figure 13 : Microfaciès du Crétacé supérieur à Helbergelles (?)

Figure 14 : Cristaux d'albite dans les calcaires marneux ("marbres en plaquettes") du Crétacé supérieur.

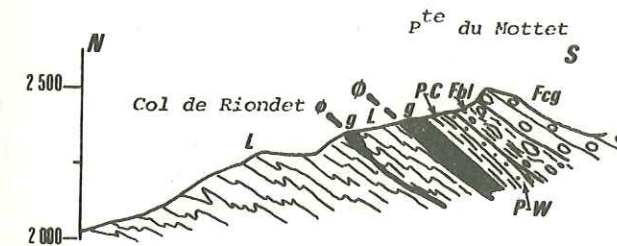


discordance angulaire majeure, sur les terrains à faciès "verrucano" ; les coupes, relevées et présentées ci-dessous, illustrent ceci :

a)- Au Nord du Cheval Noir (figure 15) :

Entre la pointe de Péleve et la pointe du Mottet, le flysch repose sur un ensemble de schistes rouges et verdâtres de 75m d'épaisseur environ surmonté par une petite lame de quartzites verdâtres.

Ces terrains sont encore à rapporter aux faciès "Verrucano".



Légende :

Unités dauphinoises : L:
Lias.

Unité Cheval Noir - Grand Coin :

P-C: "permo-carbonifère" ;
P-W: "permo-werfénien" ;
Fbl: Flysch à blocs ;
Fcg: Flysch conglomératique ;
g: gypses ;
Ø: contact anormal tangentiel.

Figure 15 : Affleurements du substratum de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin au Nord du massif du Cheval Noir.

Localement et vers le Sud-Ouest un petit affleurement de dolomies et de calcaires dolomitiques pourrait faire penser qu'ici, la série du substratum se complète par les classiques dolomies du Trias moyen. Mais il est plus probable qu'en réalité ces dolomies soient d'énormes blocs dans le complexe basal du flysch ; les abondants éboulis ne permettent cependant pas de trancher de façon définitive.

b)- Au Nord-Est de Montpascal (figure 16) :

La coupe qui suit à peu près le ruisseau de La Ravoire montre encore le grand développement des schistes et pélites violacés et, en même temps, les relations structurales entre les terrains de la Zone dauphinoise et le substratum du flysch. En effet, surmontant deux écaillés de terrains à faciès dauphinois (schistes calcaires liasiques noirs et charbonneux pour la seconde), limitées à leur sommet, l'une par une énorme lame de gypses, l'autre, par de minces lambeaux de cargneules, viennent successivement :

- la séquence pélitique versicolore "verrucano", facilement remarquable par sa couleur violacée ;
- le flysch nummulitique, de teinte jaunâtre.

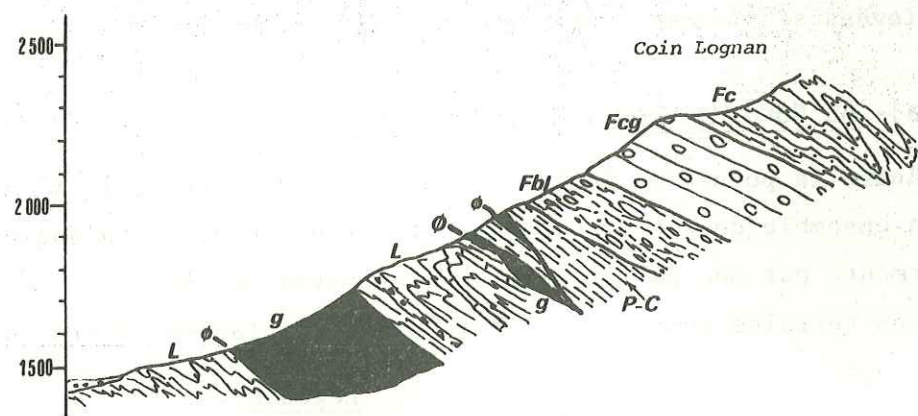


Figure 16. Le substratum du flysch au Ravin de La Ravoire, Nord-Est de Montpascal.

Légende : Unités dauphinoises : L: Lias ;
Unité Cheval Noir - Grand Coin : P-C: "Permo-carbonifère"; Fbl, Fcg, Fc: termes du flysch tertiaire ; g = gypses ; $\odot$ = contact anormal tangential.

c)- A l'Ouest des chalets de l'Alpette (figure 17) :

On retrouve ici de nouveau la même disposition structurale et la même succession lithologique dans le substratum : contact tectonique avec les terrains de la Zone dauphinoise, souligné par les amas de gypse ; séquence schisto-pélique, versicolore, avec des intercalations de grès et de conglomérats rougeâtres (à galets de quartz, rose ou blanc, de roches volcaniques, feldspaths, etc...) typiques, encore une fois, des faciès "Verrucano".

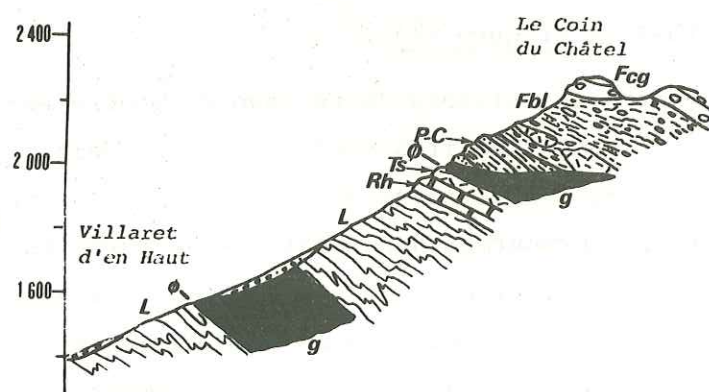


Figure 17 Affleurements du substratum du flysch de l'unité Cheval Noir - Grand Coin à l'Ouest des chalets de l'Alpette.

Légende : Unités dauphinoises : Ts: Trias supérieur ; Rh: Rhétien ; L: Lias indifférencié.

Unité Cheval Noir - Grand Coin : P-C: "Permo-carbonifère" ; Fbl, Fcg: termes du flysch tertiaire ; g = gypses ; $\odot$ = contact anormal tangential.

Comme plus au Nord (pointe du Mottet), ici, la présence (latéralement) de dolomies triasiques fait penser à une série du substratum plus complète. A notre avis, ces dolomies représentent d'énormes blocs olistolithiques emballés dans la base du flysch.

En outre, il nous faut indiquer que c'est au Sud de l'Alpette que le substratum à faciès verrucano disparaît définitivement, complètement laminé entre le flysch sus-jacent et les écaillés dauphinoises.

3°/- Conclusions sur le substratum du flysch :

De tout ce que nous venons de décrire il ressort :

a- que le substratum du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin affleurant tout au long de sa partie occidentale, présente, à la base de l'unité, deux termes ou ensembles de termes ; ce sont, de bas en haut :

- divers faciès détritiques relativement épais à faciès "verrucano" attribuables au "Permo-Carbonifère" et au "Permo-Werfénien". La partie supérieure de cet ensemble passe à des quartzites blancs, purs, très peu épais, qui affleurent très rarement et qui représentent typiquement les faciès werfénien bien connus dans les zones plus internes ;

- un ensemble mésozoïque, carbonaté, excessivement réduit, à l'intérieur duquel

seuls le Malm et le Crétacé probable ont pu être individualisés. Rarement conservé sous la transgression du flysch, ce dernier ensemble n'a été observé pour l'heure qu'au Ravin des Sétives.

Nous insistons sur les grandes affinités de cette succession stratigraphique avec celle caractéristique du domaine Briançonnais.

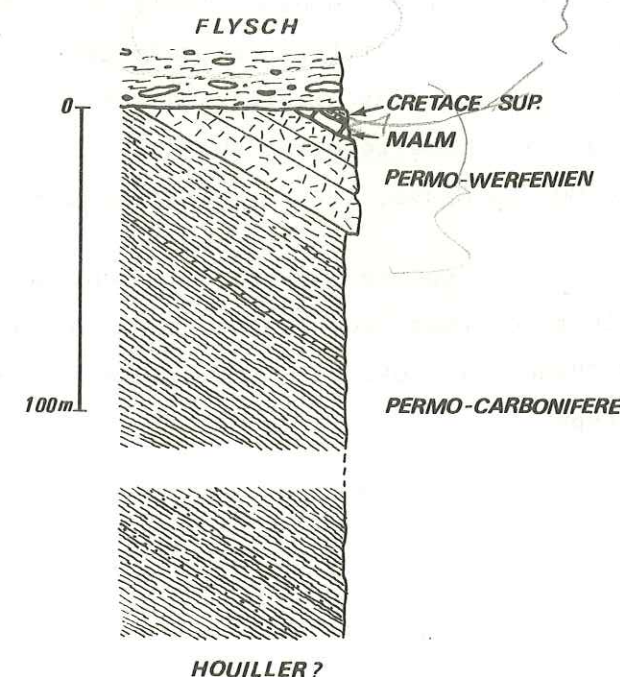


Figure 18. Colonne stratigraphique synthétique du substratum du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.

(Ce mode de représentation exagère la discordance du flysch qui n'est que cartographique).

b- que le flysch tertiaire repose uniquement dans cette unité sur ce substratum à affinités briançonnaises, sans discordance angulaire majeure ainsi que le montre nettement la carte géologique que nous avons dessinée. Il ne repose jamais stratigraphiquement, tout au moins jusqu'au Coin du Chatel, limite Sud de notre étude, sur les séries triasico-jurassiques à faciès dauphinois sous-jacentes ; un cisaillement majeur en effet, souligné la plupart du temps par des amas gypseux ou de cargneules, le sépare toujours de ces séries.

c- qu'on ne peut pas s'empêcher de remarquer, d'une part, les analogies frappantes qui existent entre les faciès du substratum que nous venons de détailler et ceux d'une partie au moins de celui de la Zone valaisane (ou Zone des Brèches de Tarentaise) décrits, plus au Nord, en particulier par P. Antoine (1971), S. Fudral (1973) et J. Collart (1973), d'autre part, la différence fondamentale qui oppose notre substratum à celui du Flysch des Aiguilles d'Arves plus au Sud ; ce dernier est en effet décrit comme reposant sur des séries à faciès dauphinois (Feuilles 1/50.000 La Grave, 1976 et Saint-Jean-de-Maurienne, 1977).

d- que ce substratum a subi une albitisation avec des macles d'albite de type "Roc Tourné" comme on en connaît en Briançonnais oriental (Vanoise) alors que le flysch est vierge de toute minéralisation de ce type.

B. LE FLYSCH.

La série détritique tertiaire de cette unité présente le flysch le plus complet de tout notre secteur. Mais à une échelle plus régionale, elle ne correspond cependant qu'aux deux premières séquences sédimentaires du flysch dit des Aiguilles d'Arves décrites par R. Barbier (1948, p. 84 et fig. 19), le flysch gréseux n'étant pas réellement caractérisé ici (érosion ? ; passage de faciès ?).

Cette série de flysch, en apparence monotone, montre, en fait, trois formations lithologiques bien distinctes ; ce sont, à la base, une formation schisto-conglomératique à blocs que nous appellerons "complexe à blocs", puis une formation gréso-conglomératique ou "flysch gréso-conglomératique" et enfin, au sommet, une formation gréso-calcaire ou "flysch calcaire".

Ces trois formations sont ployées en une vaste structure synclinale, couchée, déversée vers l'Ouest, qui constitue l'ossature principale de nos montagnes. Complet, mais écaillé parfois, entre Valbuche et le Cheval Noir, le flanc inverse de cette structure disparaît au Sud, d'une part, débordé par l'Unité de la Grande Moenda qui le chevauche et, au Nord, d'autre part, laminé tectoniquement entre les écaillés dauphinoises et l'Unité Mont Niélard - Mont du Fût. Du fait de son déversement, cette structure est dissymétrique ; elle présente en effet un versant occidental étroit et abrupt, contrastant avec un versant oriental beaucoup plus large et plus doux où les diverses formations du flysch apparaissent très plissotées et écaillées.

Ce versant occidental présentant une déformation moins importante et montrant une succession lithologique claire, facile à déchiffrer, nous avons choisi d'y décrire les diverses formations du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.

1°/- Les trois formations du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin :

Elles affleurent de façon très nette sur les pentes du versant Ouest du Bellachat, dans la partie haute du Ravin des Sétives. Nous allons donc poursuivre la coupe de la figure 10.

Du bas vers le haut, on rencontre successivement (Fig. 19) :

a)- Le complexe à blocs (Fbl) :

Immédiatement au-dessus du substratum jurassico-crétacé, le flysch débute par une formation détritique schisto-conglomératique. Morphologiquement, celle-ci se traduit par un vaste talus herbeux d'où l'on voit émerger, çà et là, divers chicots rocheux.

Sans discordance angulaire aigüe, cette formation, de 160m d'épaisseur environ, repose stratigraphiquement sur les terrains carbonatés de la série réduite à cachet briançonnais.

Partout ailleurs, elle repose sur les différents termes à faciès "verrucano". D'ailleurs, la nature stratigraphique de ce contact avait été déjà notée par R. Barbier (1948, p. 88), la base du flysch ravinant et encroûtant de façon très claire les formations du substratum.

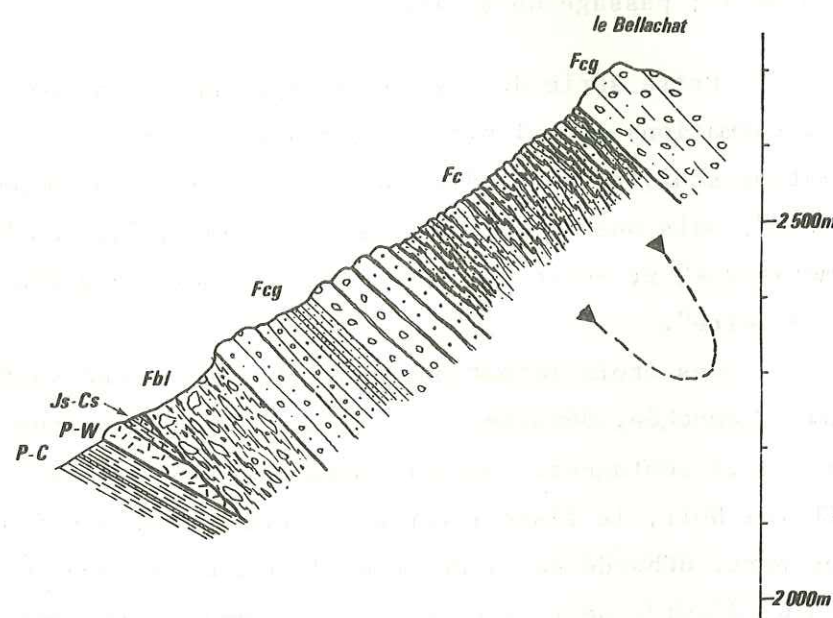


Figure 19. Les trois formations du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.

Cette première formation du flysch montre un ensemble d'éléments détritiques de taille et de nature très variées, inclus dans une matrice essentiellement pélitique. Les principales caractéristiques de ce complexe à blocs sont les suivants :

- en ce qui concerne les constituants détritiques :

* Nature : On observe des éléments de socle cristallin probablement anté-houiller, de pélites verdâtres, violacées ou sombres, de conglomérats à faciès "verrucano" permo-werfénien, de quartzites verdâtres ou blancs werfénien, de dolomies jaunâtres du Trias moyen, ainsi que les produits d'érosion de divers niveaux calcaires de teinte variée (gris, crème, noir, etc...) attribués au Rhétien et au Lias par R. Barbier (1948, p. 88). Nos tentatives d'attribution stratigraphique de ces éléments calcaires sont restées vaines, parfois en raison de la recristallisation poussée des échantillons, mais certains éléments

calcaires ont un cachet dauphinois à subbriançonnais (Grande Moenda).

* Pourcentage : Ils représentent 40% environ de la formation.

Parmi eux, les calcaires et dolomies sont les plus importants ; par endroits affleurent de véritables niveaux ou "lentilles" faits presque exclusivement de calcaires gris-bleuté à rares intercalations schisteuses ; on peut se demander s'il s'agit de blocs remaniés ou au contraire de sédiments contemporains du dépôt du flysch arrachés au moment de l'arrivée des blocs exotiques et resédimentés en paquets par slumping. L'absence de faune ou de microfaune dans ces lentilles ne permet pas de conclure.

* Taille : La taille des éléments est très variable. On observe aussi toutes les tailles depuis le millimètre jusqu'à plusieurs mètres. Ainsi les pointements rocheux qui émergent de la formation correspondent aux blocs les plus gros et représentent autant d'olistolithes englobés dans ce complexe à blocs.

Il faut signaler enfin que si ces éléments sont roulés leur répartition n'obéit pas à un quelconque classement.

- En ce qui concerne la matrice :

Il s'agit d'un liant pélitique ou gréso-pélitique noir.

La matrice schisteuse de certains niveaux correspond soit à des pélites très fines, charbonneuses, non carbonatées, soit à des pélites finement gréseuses, carbonatées ou non, dans lesquelles on distingue, au microscope, de petits grains de quartz, de mica blanc, de carbonates (calcite et dolomite) dans un fond de produits argileux très finement schistosés.

La matrice gréseuse des autres niveaux comporte des éléments de roches cristallines, de quartzites, de dolomies, de calcaires variés et d'abondants grains de quartz, dont des quartz de roches métamorphiques englobés dans un fond argilo-calcaire partiellement recristallisé.

- En ce qui concerne son âge :

Nous n'avons pas pu le déterminer directement. Dans cette coupe comme partout ailleurs dans l'Unité Cheval Noir - Grand Coin, au-

cune faune contemporaine du dépôt n'a pu être découverte. Toutefois, un niveau schisteux a fourni une faune remaniée riche en silhouettes de Globigerinidés et en Foraminifères benthiques très recristallisés d'âge crétacé supérieur⁽¹⁾. Ce "complexe à blocs" est donc nécessairement post-crétacé.

b)- Le "Flysch conglomératique" (Fcg) :

Cette seconde formation, dont l'épaisseur avoisine 400m, forme un ressaut très net dans la topographie.

Du point de vue lithologique, nous avons affaire à un ensemble sédimentaire bien individualisé dans lequel alternent des niveaux conglomératiques et grés-conglomératiques en gros bancs et des bancs gréseux, voire calcaréo-gréseux ; des fines assises schisteuses noires séparent les couches.

Les niveaux conglomératiques et, en particulier, les plus élevés sont remarquables par leur richesse en éléments de cristallin. Les grès montrent, au microscope, une prédominance très nette de grains de quartz, à côté d'éléments de quartzites, de roches cristallines, de plagioclases et de micas.

A titre d'exemple, nous indiquons sur la figure 20 la succession typique des diverses séquences de cette unité grés-conglomératique dans le Ravin des Sétives.

Cette succession comprend, de bas en haut :

I- 135 mètres environ d'une séquence essentiellement gréseuse, en bancs massifs épais (plusieurs mètres parfois). Le passage avec le "complexe à blocs" sous-jacent est net.

II- 100 mètres environ d'une alternance de grès et de conglomérats en bancs de 50cm à 3m d'épaisseur, avec des intercalations fines (5 à 30cm) de calcaires gréseux et de schistes noirs. C'est dans cet ensemble que nous avons découvert les premiers débris de Nummulites et de Bryozoaires non déterminables.

III- 80 mètres environ d'une alternance de niveaux fins (5 à 50 cm) gréseux, grés-calcaires et de schistes noirs. La partie inférieure de cette séquence a fourni, à côté de débris de Lamellibranches et de Microcodium, de nombreuses Nummulites en mauvais état, parmi lesquelles on a pu

(1) Observations de J.M. Vila.

reconnaître *Nummulites* gr. *chavannesi* de la Harpe⁽¹⁾.

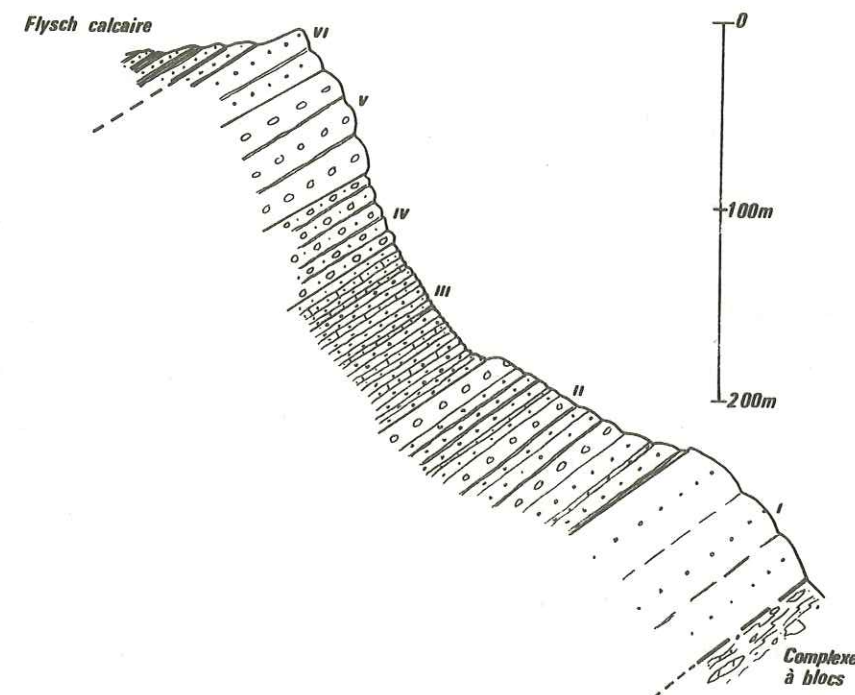


Figure 20. Les différents niveaux lithologiques du flysch conglomératique au Ravin des Sétives.

IV- 40 mètres environ de grès grossiers et conglomératiques.

V- 55 mètres de conglomérats en gros bancs de 8 à 10m d'épaisseur séparés par des minces couches gréseuses.

VI- enfin, 40 mètres environ de grès quartzitiques à débris de quartz bien lavés, alternant avec des niveaux schisteux ou gréseux fins.

AGE DE CETTE FORMATION.

Elle est attribuable au Priabonien ainsi que l'indique la Nummulite découverte dans le niveau III. Il faut souligner que cette Nummulite est la première à avoir été découverte dans ce niveau du flysch conglomératique sur notre secteur d'étude. Une autre Nummulite du Priabonien (*Nummulites garnieri* de la Harpe) a été découverte dans cette même formation, sur le flanc inverse de la structure synclinale précédemment citée, en rive gauche du torrent des Povatages.

(1) Détermination A. BLONDEAU.

c)- Le "Flysch calcaire" (Fc) :

Il apparaît au coeur de cette structure synclinale et se traduit par une vire bien régulière, encadrée par deux ressauts rocheux dûs aux conglomérats précédents. Sur cette coupe, il n'est donc pas possible de connaître l'épaisseur réelle de cette formation. Elle atteint, tout au plus, ici, 150 mètres.

Il s'agit d'une séquence monotone de rythmes sédimentaires à trois termes : dalles et plaquettes gréseuses, calcaires gréseux et schistes, calcschistes noirs. Les niveaux gréseux sont d'épaisseur variable, de quelques centimètres à un mètre. Les grès sont fins ou grossiers ou même conglomératiques et montrent parfois un net granoclassement.

Au microscope, on note toujours les mêmes constituants : quartz, micas, plagioclases, débris de quartzites, de roches cristallines, de dolomies et de calcaires. Les débris de Nummulites sont nombreux. Le ciment est calcaire, souvent en partie recristallisé.

Quant aux schistes noirs ou calcschistes, le microscope révèle une trame calcito-pélitique riche en minuscules cristaux de quartz.

AGE DU "FLYSCH CALCAIRE".

Comme partout dans cette Unité Cheval Noir - Grand Coin, cette formation de flysch calcaire est très riche en Nummulites et les gites fossilifères sont nombreuses (cf. notre carte géologique) ; les espèces suivantes (1) ont été récoltées :

Nummulites perforatus (A) (Montfort) ;

Nummulites garnieri de la Harpe ;

Nummulites incrasatus de la Harpe ;

Nummulites chavannesi de la Harpe ;

Asterigerina bartoniana

Discocyclina sp. ;

Heterostegina sp. ;

Bryozoaires.

Cette faune caractérise le Priabonien inférieur à moyen.

(1) Détermination A. BLONDEAU.

2°/- Quelques observations sur les variations de faciès et d'épaisseur :

Compte tenu de la nature même du flysch, les divers termes qui le composent peuvent être très variables dans le détail, aussi bien en faciès qu'en épaisseur. Sans que nous puissions préciser l'exacte répartition des faciès, nous avons malgré tout noté dans cette bande de flysch orientée sensiblement Nord-Sud, les points suivants :

- bien que d'épaisseur relativement constantes partout, les deux premières formations montrent un léger développement des conglomérats au détriment des grès et des schistes, lorsque l'on va du Sud vers le Nord ; le "Flysch calcaire" devient, pour sa part, légèrement moins calcaire et plus siliceux et schisto-gréseux dans le même sens, en même temps qu'il se réduit en affleurement.

- outre cette observation valable pour l'ensemble du flysch, nous avons noté, au niveau du "complexe à blocs", que la taille des éléments diminue du Sud vers le Nord. Ceci est particulièrement net pour les gros olistolithes. Ainsi, par exemple, les olistolithes de dolomies et de calcaires triasiques présents sous la Pointe du Mottet au Nord sont décamétriques : par contre au Sud, aux chalets de l'Alpette ils sont hectométriques.

En ce qui concerne la matrice de ce "complexe à blocs", elle est plus schisteuse vers le Sud que vers le Nord. Près des chalets de l'Alpette, tout à la base de cette formation affleure, entre les deux énormes olistolithes de dolomies triasiques les plus septentrionaux, un niveau de quelques vingt mètres d'épaisseur de schistes noirs, gréseux, emballant de petits blocs de nature variée. Ces schistes noirs sont comparables aux schistes noirs nummulitiques à blocs que l'on trouve dans l'Unité Mont Niélard - Mont du Fût que nous décrirons plus loin. R. Barbier en 1948 (p. 192) avait rapproché ces schistes noirs des schistes et grès à *Equisetites* triasiques du Mont Charvin, plus au Sud.

- quant aux changements de faciès et d'épaisseur dans le sens Est-Ouest, ils sont très difficiles à préciser étant donné que le flanc inverse de la structure qui forme cette unité est très plissoté et écaillé, rendant impossible une analyse satisfaisante.

3°/- Conclusion sur le flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin :

Les faciès : Ils se répartissent en trois groupes distincts de plus en plus fins, du bas vers le haut ; ce sont :

a- une formation détritique basale ou "complexe à blocs" qui témoigne d'une sédimentation pélitique continue contemporaine d'accumulations conglomératiques désordonnées, non calibrées, parfois très grossières, les blocs les plus gros étant autant d'olistolithes. C'est donc par un véritable "wildflysch" que débute le flysch.

Ce "wildflysch" témoigne en faveur d'une érosion violente, d'une part, d'un substratum paléozoïco-mésozoïque à cachet briançonnais identique à celui qui constitue sa base au Ravin des Sêtives, d'autre part, de niveaux calcaires liasiques que nous n'avons vu affleurer nulle part stratigraphiquement sous le flysch de cristallin, enfin, tel celui que nous verrons affleurer sous le flysch dans le Cirque de Valbuche (cf. paragraphe suivant). Une origine "occidentale" a été proposée pour une partie des éléments tout au moins par R. Barbier en 1948 (P. 111), mais nous verrons plus loin, après avoir étudié le flysch des autres unités, qu'une origine orientale peut être aussi envisagée.

b- Une formation gréso-conglomératique ou "flysch gréso-conglomératique" qui montre la poursuite de l'action érosive mais aussi le début d'un classement granulométrique. Cette deuxième formation indique, en outre, que l'érosion a fortement affecté un socle cristallin.

c- Enfin des dépôts périto-gréseux ou "flysch calcaire", présentant des rythmes plus ou moins réguliers riches en niveaux gréseux, à quartz bien lavés et bien classés.

L'épaisseur : Elle reste faible, 800m environ, mais le "flysch calcaire" n'est pas connu en totalité du fait de l'érosion et des déformations qui l'ont affecté.

L'âge : Le "complexe à blocs" reste mal daté ; les seules faunes rencontrées permettent seulement de lui attribuer un âge post-crétacé. Par contre, les deux autres formations sont indubitablement éocène supérieur ;

l'abondante faune de Nummulites que l'on y rencontre date le Priabonien inférieur à moyen.

LE FLYSCH DE L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN

Figure 21 : Un aspect des faciès du "Complexe à blocs".

Figure 22 : *Nummulites perforatus* remaniée dans les faciès du "Flysch conglomératique".

Figure 23 : Les microfaciès riches en faune du "Flysch calcaire".

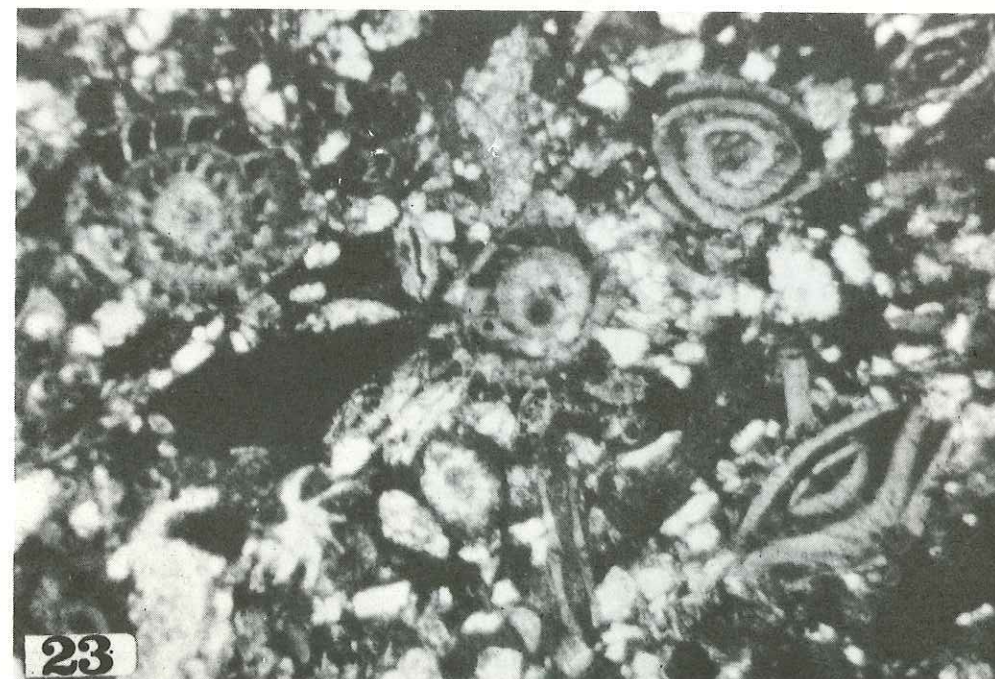
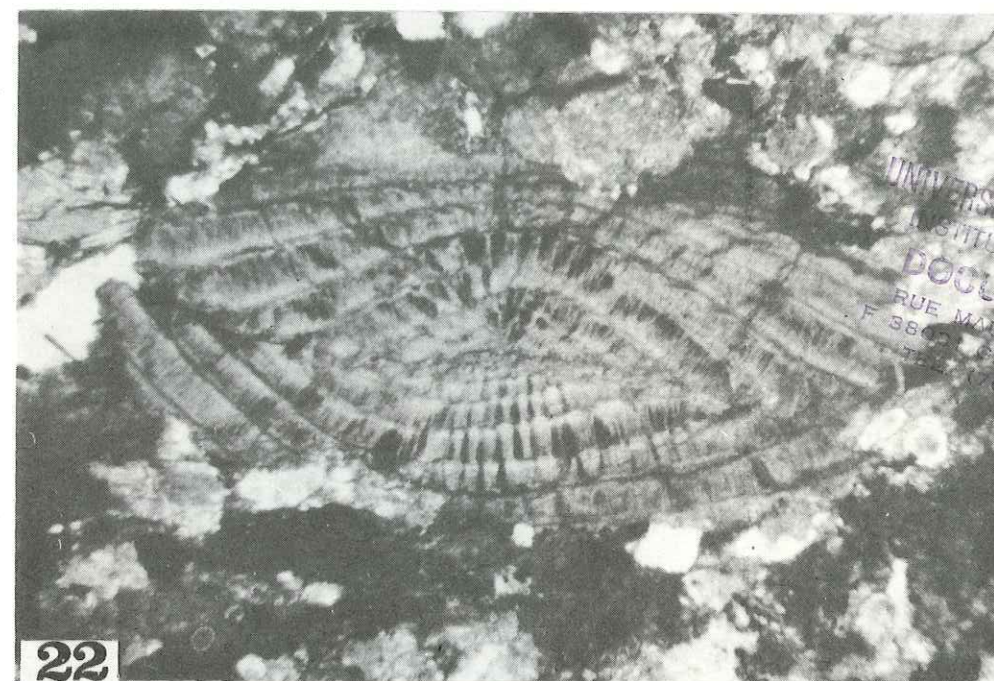


Figure 24 : Panorama du front occidental de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin au Nord-Ouest des chalets de l'Alpette.

Légende : ZD: Faciès dauphinois.
P-c: Faciès Verrucano.
Fbl: Complexe à blocs.
Fcg: Flysch gréso-conglomératique.
Fc: Flysch calcaire.
Td: Dolomies triasiques

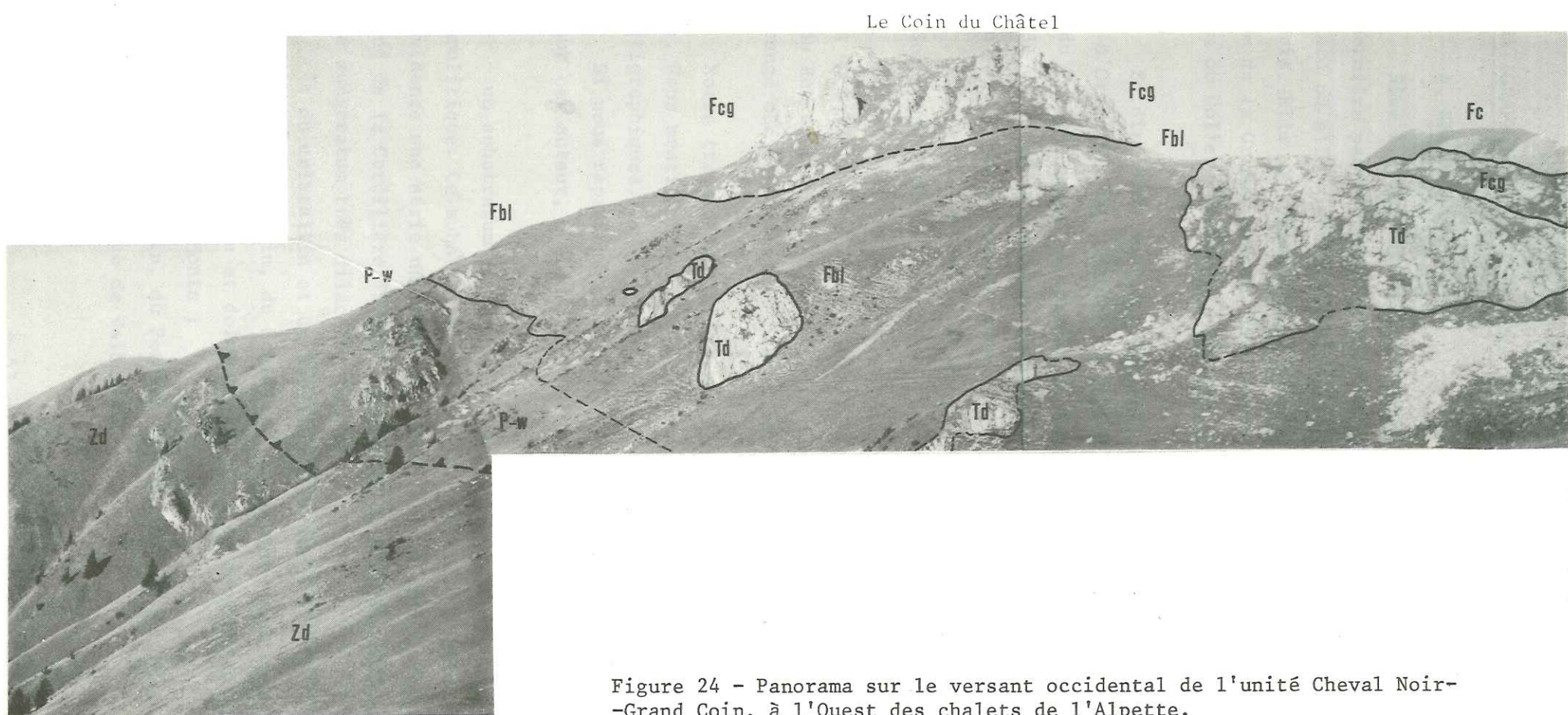


Figure 24 - Panorama sur le versant occidental de l'unité Cheval Noir-Grand Coin, à l'Ouest des chalets de l'Alpette.

Légende - Zd : terrain de la zone Dauphinoise orientale ; P-W : terrain à faciès "Verrucano" du substratum du flysch ; Fbl : formation basale du flysch ("complexe à blocs") ; Fcg : "Flysch conglomératique" ; Fc : "Flysch calcaire" ; Td : dolomies triasiques.

II. STRATIGRAPHIE DE L'UNITÉ MONT NIELARD - MONT DU FÛT.

A. GENERALITES.

Sise à l'Est de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin, elle chevauche cette dernière par un grand contact cisaillant, la débordant même au Nord du Niélar où elle vient reposer sur les terrains schisteux du Jurassique dauphinois. Elle est chevauchée, à l'arrière, par la digitation sub-briançonnaise de la Grande Moenda. Elle disparaît sous celle-ci au niveau du ruisseau du Gollet (Villarly), relayée, plus au Nord, par l'Unité de Crêve-Tête.

En direction du Sud, elle englobe respectivement les régions des Chalets d'Orgentil, des chalets du Barral, du Mont du Fût - Chalets des Monts, du Paradis jusqu'au torrent de Valbuche. Là, ses rapports avec l'écaille de Valbuche ne sont pas totalement élucidés (cf. le paragraphe spécial consacré à cette écaille page 123).

Quoi qu'il en soit elle disparaît à l'affleurement bien avant le Col du Bonnet du Prêtre.

Cette unité correspond pour l'essentiel à la partie sud de la Digitation du Niélar et à la partie nord des Ecailles Externes de la Nappe du Pas du Roc de R. Barbier (1948), la digitation du Niélar étant amputée de sa frange occidentale et du massif de Crêve-Tête.

Notre travail fait suite aux études fort nombreuses de géologues célèbres. Nous mentionnerons ces derniers au cours de descriptions des coupes stratigraphiques.

Si nous reprenons le travail fondamental de R. Barbier, il apparaît, pour cet auteur, que les terrains de la digitation du Niélar comprennent :

- un substratum du flysch fortement plissé au cours d'une phase anté-nummulitique. Ce substratum affleure au Niélar lui-même où peut être mise en évidence une série néritique à récifale liasique correspondant au "haut-fond de la Cordillère Tarine" surmontée de brèches oxfordiennes. Ailleurs, le substratum très dilacéré comprend :

- . du cristallin et du Houiller à Villarly ;
- . du cristallin, du Houiller, du Permien "verrucano", du Trias quartzitique et dolomitique, du Lias zoogène au Mont du Fût - Chalet des Monts ;
- . du cristallin, du Permien "verrucano" et du Trias quartzitique au Cirque de Valbuche.

- un flysch débutant au Lutétien fortement conglomératique.

Dans les paragraphes qui suivront, nous essayerons de donner la description des terrains rencontrés dans cette unité.

Nous tenterons donc de préciser la stratigraphie respectivement

- dans le massif même du Niélard ;
- à Villarly, au Nord de l'Unité ;
- au Mont du Fût - Chalets des Monts ;
- enfin, au Sud.

B. STRATIGRAPHIE DU MASSIF DU NIELARD.

1°/- Introduction :

Trois kilomètres à l'Ouest de Saint Jean de Belleville, entre le ruisseau du Gollet au Nord-Est et le vallon d'Orgentil au Sud-Ouest, le massif du Mont Niélard se dresse, majestueux, avec ses 2560 mètres d'altitude à sa pointe la plus élevée. Il domine vers le Nord-Est la vaste dépression entaillée dans les faciès schisteux liasiques dauphinois et regarde, dans la même direction, la chaîne cristalline de Belledonne.

Depuis longtemps les terrains composant ce massif ont attiré l'attention des géologues.

Dès 1890, et pour la première fois, W. Kilian signale la présence de calcaires coralligènes liasiques sur le flanc méridional du Mont Niélard, faciès qu'il compare aux calcaires de Hierlatz des Alpes orientales ! Il voit ces calcaires liés à une brèche à *Belemnites* cf. *paxillosus* et *Gryphea Cymbium* (faune déjà citée auparavant, en 1866, par Ch. Lory dans les mêmes faciès de cette région). Un an plus tard, en 1891, il constate la grande importance de ces brèches dans ce massif et les parallélise avec les "brèches du Télégraphe" déjà attribuées par lui-même au Lias. En outre, il différencie ces brèches dépourvues de galets de cristallin des conglomérats sus-jacents qu'il rapporte au Tertiaire, très riches, par contre, en éléments cristallins. Cette dernière opinion n'a pas été modifiée depuis cette époque.

Lorsqu'en 1926 H. Schoeller et E. Roch abordent l'étude de ce massif, ils en font le prolongement vers le Nord de la Nappe de l'Embrunais. Un peu plus tard, H. Schoeller (1929) rapporte les brèches liasiques de W. Kilian au Dogger, par comparaison avec les brèches du massif du Grand Fond

au Nord de Moûtiers qu'il vient d'attribuer à cet étage.

D. Schneegans, d'abord seul en 1935, puis en 1936 avec Y. Gubler, revient de nouveau sur la géologie du Mont Niélard. Le premier fait des calcaires liasiques une klippe à faciès subbriançonnais ; les seconds conservant la même opinion, structurent ces calcaires et brèches dans un synclinal relevé au Nord-Ouest. Pour eux les caractères stratigraphiques observables dans ce massif seraient équivalents de ceux de la Zone subbriançonnaise de la Nappe de l'Ubaye.

Enfin, R. Barbier (1948) sépare dans le substratum du flysch :

- Le Lias, comprenant, de bas en haut :

- 1- des dolomies gris-bleu à patine rousse, en gros bancs irréguliers, alternant avec des calcaires coquillers et des schistes noirs.
- 2- des calcaires compacts, gris-bleu foncé, à cassures esquilleuses.
- 3- des calcaires gris, spathiques, à patine brunâtre et rognons siliceux noirs irréguliers, à *Belemnites*, *Pentacrinus* sp., *Gryphea arcuata*.
- 4- des calcaires gris-bleuté, grossièrement spathiques à bréchiques, à patine gris-clair ou blanchâtre.
- 5- des calcaires marmoréens très clairs, gris-crème ou blanc, très finement cristallisés, à patine blanchâtre, contenant de nombreux polypiers.

Pour lui et en tenant compte des trouvailles fossilifères des auteurs cités précédemment, les niveaux 1 et 2, surmontant le niveau rhétien, serait hettangiens, le niveau 3 serait sinémurien, les niveaux 4 et 5 seraient enfin charmouthiens à toarciens.

- L'Oxfordien. Il correspond à des brèches calcaires, à éléments anguleux remaniant les dolomies triasiques et les différents calcaires liasiques vus ci-dessus. Aucun élément de cristallin n'apparaît dans cette formation épaisse de 100 à 150m. Ces brèches reposent stratigraphiquement sur le Lias qu'elles ravinent et sont à leur tour ravinées par les conglomérats du flysch tertiaire.

L'âge oxfordien de ces brèches est donné par comparaison avec celles dites du Télégraphe qui sont clairement interstratifiées dans les schistes noirs oxfordiens. Par conséquent, les fossiles liasiques trouvés dans les éléments des brèches ou dans le ciment de celles-ci par Ch. Lory et W. Kilian sont remaniés.

D'un autre côté, R. Barbier découvre dans le flysch schisto-conglomératique, riche en cristallin et en éléments pris au substratum du versant SW du massif, des associations à grandes Nummulites (N. cf. perforatus) dans des brèches calcaires à grains de quartz et à petites Nummulites dans des calcschistes gris alternant avec les brèches. Pour cet auteur, qui observe le contact stratigraphique de ce flysch sur les calcaires liasiques du substratum, cette transgression est lutétienne.

2°/- Etude d'une coupe sur le versant sud-occidental du Mont Niélard.

La section envisagée suit la ligne de crête qui, partant du col du Mottet à l'Ouest, monte à la Pointe du Niélard ; à partir de là, elle se dirige vers le Sud-Est en passant par la Mouetta et descend jusqu'au lieu-dit Plan de Chou. Elle montre successivement les termes suivants (cf. figures 25 et 26).

Terme I : Des schistes, des grès et des conglomérats appartenant au "Flysch conglomératique" du flanc normal du synclinal du flysch de l'unité Cheval Noir - Grand Coin.

Terme II : Quelques 50 mètres de cargneules jaunes, renfermant divers débris de roches dont des calcaires cristallins, des dolomies jaunâtres et, surtout, des pélites verdâtres semblables à celles du "Verrucano". Ces cargneules se poursuivent latéralement, dans les pentes du versant sud-est du Niélard où elles sont alors accompagnées d'importantes masses gypseuses. En direction de l'Est, la présence des gypses se traduit par l'apparition de nombreux entonnoirs de dissolution affectant la couverture quaternaire. Ce contact anormal nous paraît ainsi emprunter le versant nord-est du Vallon d'Orgentil au moins jusqu'aux chalets d'Orgentil.

Terme III : Un ensemble calcaire dans lequel on distingue globalement deux niveaux :

- un niveau inférieur affleurant sur quelques 80m fait de calcaires gris-bleuté, grossièrement spathiques, voire microbréchiques où l'on trouve, à côté de divers éléments calcaires, de nombreux constituants dolomitiques ;

- un niveau supérieur (150m environ à l'affleurement) constitué de calcaires gris-clair ou blancs, marmoréens, coralligènes, à patine blanchâtre. Il renferme de nombreux fossiles dont d'abondants polypiers.

Sous le champ du microscope, ces roches apparaissent comme des calcaires à pâte fine où les nombreux débris de fossiles sont très recristallisés.

Le passage entre les deux niveaux se fait par l'intermédiaire d'un calcaire gris-crème, sombre ou clair, à nombreuses empreintes de fossiles.

Immédiatement au Nord-Est de la crête, entre les cargneules et le niveau calcaire inférieur, on note la présence d'une petite barre d'un calcaire plus finement spathique légèrement dolomitisé, à patine jaunâtre.

Dans ces terrains, la stratification est très difficile à mettre en évidence. Il nous semble, cependant, que les couches ont une orientation générale N-NE - S-SW mais le pendage est impossible à distinguer.

Cet ensemble III correspond tout à fait aux affleurements décrits par R. Barbier (1948) rapportés au Lias (cf. ci-avant page 55) ; par conséquent, les calcaires à polypiers du niveau supérieur pourraient représenter le Lias supérieur et les calcaires spathiques du niveau inférieur au Lias moyen à supérieur. Pour notre part, nous n'avons pas retrouvé là, les rognons siliceux noirs.

Terme IV : Quelques 135m de brèches calcaires massives, en gros bancs, séparés parfois par des rares et minces couches de microbrèches et de schistes noirs. Cet ensemble se distingue des niveaux calcaires précédents, en particulier, par leur teinte nettement plus foncée.

Ce sont des brèches à éléments anguleux, de taille centimétrique à décimétrique, noyés dans un ciment calcaire ; la nature des galets est essentiellement calcaire mais très variée : à côté de rares rognons de silex noirs et de galets de quartzites, ce sont des éléments de calcaires spathiques ou microbréchiques, de calcaires gris-crème, de calcaires marmoréens blancs, coralligènes, de calcaires noirs, de calcaires à silex, etc... et de dolomies jaunâtres qui prédominent.

Les niveaux microbréchiques montrent au microscope ces mêmes éléments dans une matrice calcaire. Il faut noter dès à présent, la présence

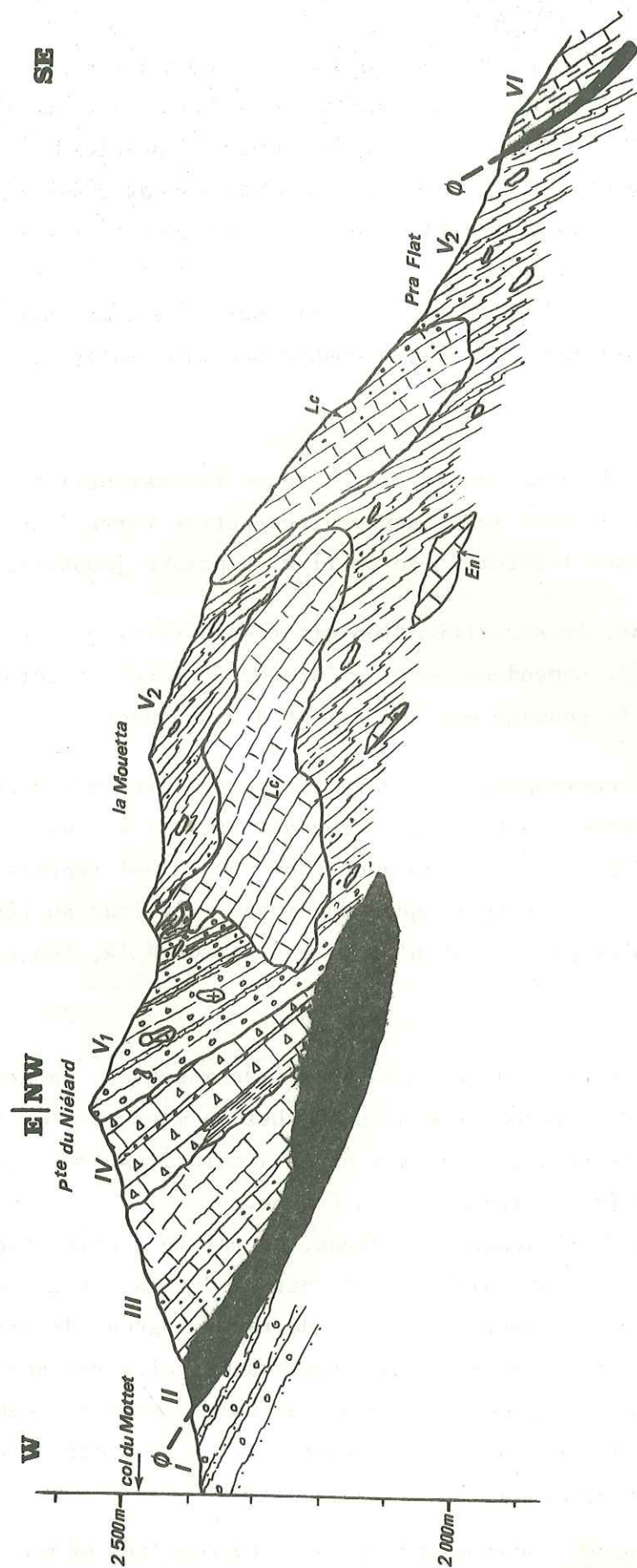


Figure 25 : Représentation schématique de la succession de faciès observable sur la partie sud-occidentale du massif du Niélard.

Légende

I: Flysch "conglomératique" de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin ; II: Gypses et cargneules ; III: Divers faciès calcaires du Lias : "calcaires du Niélard" ; IV: Brèches calcaires du Dogger ; V1: Flysch priabonien olistolithique à dominante conglomératique ; V2: Flysch priabonien olistolithique à dominante schisteuse ; VI: Digitation subbriançonnaise de la Grande Moenda. Lc: Lias calcaire ; En: Calcaires lutétiens ("calcaires d'Orgentil").

de cristaux d'albite néoformés, tantôt dans les éléments, tantôt dans la matrice (cf. Fig. 28). Ces cristaux présentent, parfois, la mâcle "Roc Tourné".

Ces brèches qui ravinent et remanient le Lias sous-jacent ont un pendage général de 40 à 60° vers le SE. Elles disparaissent sous le manteau morainique et d'éboulis de la dépression du Mottet vers 2350m.

Par contre, elles se développent largement vers le Nord, au front de l'Unité où elles dominent le Lias et sur le replat du massif (Marmottes noires).

L'âge de cette formation IV peut-être précisé. Rappelons que R. Barbier en avait fait de l'Oxfordien comme les brèches du Télégraphe, les fossiles liasiques découverts dans les éléments et la matrice étant, pour lui, remaniés.

Une découverte fossilifère permet, semble-t-il, de modifier un peu cette conception.

En effet, nous avons récolté une Ammonite en versant sud à la côte 2400m. Celle-ci était conservée dans les schistes et calcschistes gréseux qui alternent avec les brèches. Il est peu probable qu'elle soit remaniée vu son site. Il s'agit de *Hemigarantia aff. julii* (d'Orbigny) de la base du Bathonien supérieur, zone à *Retrocostatum sp à julii**. Par conséquent, la sédimentation des brèches débute dès le Dogger supérieur.

Terme V : Le flysch. Nous le subdiviserons en deux ensembles :

V1: - un flysch conglomératique (Fcgo). D'environ 200 mètres d'épaisseur, il présente les composants suivants :

- des conglomérats. Ils sont très abondants au niveau de la Pointe du Niélard où ils se présentent en gros bancs massifs. Ils deviennent moins abondants vers le Sud-Est où les grès et les schistes sont relativement plus développés. Ils renferment des éléments divers dans une matrice gréseuse : calcaires noirs spathiques ou microbréchiques, calcaires cristallins à polypiers, calcaires gris sombres, calcaires noirs schisteux, calcaires à silex, etc..., tous attribués au Lias ; des dolomies jaunâtres et des quartzites blancs ou verdâtres du Trias, enfin des micaschistes verdâtres ou blanchâtres.

- des grès. Ce sont des grès fins ou grossiers, parfois conglomératiques à mica blanc et quartz abondants. Sous le microscope on obser-

* Nous tenons à remercier Monsieur J. Mangold de l'Université Claude Bernard de Lyon pour cette détermination.

ve, à côté de ces deux constituants, des éléments de divers calcaires, de dolomies, de quartzites, de cristallin et de rares feldspaths dans une matrice calcaire ou calcaréo-argileuse.

- des schistes. Ils sont noirs, parfois gréseux, renfermant de nombreux petits blocs de nature variée.

Si la taille générale des éléments dans les niveaux conglomératiques varie entre quelques centimètres et quelques dizaines de centimètres, il existe aussi de véritables olistolithes, surtout de cristallin et de calcaires liasiques, qui peuvent atteindre une grande taille de l'ordre d'une cinquantaine de mètres. Le contact entre ce flysch conglomératique et les brèches jurassiques sous-jacentes est difficile à individualiser car il y a un grand mimétisme de faciès. Les différences les plus marquées sont d'ordre stratigraphique avec la présence de gros blocs de cristallin dans le flysch et d'ordre structural, le pendage de ces brèches étant plus faible que celui des niveaux sus-jacents (tout au moins sur le versant sud où se situe la coupe).

V₂: - un flysch schisteux (Fso). Il se compose de schistes, de grès, de conglomérats et de brèches, le tout englobant des blocs de tailles diverses et de natures variées. La nature de cette formation se traduit par une morphologie plus douce sur l'ensemble du massif. L'épaisseur est assez considérable mais difficile à évaluer compte-tenu de la nature même de ces niveaux et de la déformation qu'ils ont subie.

- Les Schistes. Ce sont des schistes ou calcschistes noirs, gréseux, siliceux ou des grès faiblement carbonatés, ou des pélites verdâtres non carbonatées à minuscules grains de quartz. Les niveaux gréseux contiennent une abondante faune nummulitique. Les pélites verdâtres constituent réellement du Permien reconstitué, tellement leur mimétisme avec les schistes verrucano est grand.

Figure 26 : Panorama du massif du Mont Niélard, depuis le Cheval Noir.

Légende : I. Unité Cheval Noir - Grand Coin.
 II. Unité Mont Niélard - Mont du Fût. k: cargneules ; g: gypses ; Lc: Lias calcaire ("calcaires du Niélard") ; Jbr: brèches calcaires du Bathonien ("brèches du Niélard") ; Fcgo: flysch olistolithique priabonien à dominante conglomératique ; Fso: flysch olistolithique priabonien à dominante schisteuse ; C: cristallin ; En: calcaires lutétiens ("calcaires d'Orgentil").
 III. Digitation subbriançonnaise de la Grande Moenda.
 * gites fossilifères ; g: gypses ; k: cargneules.

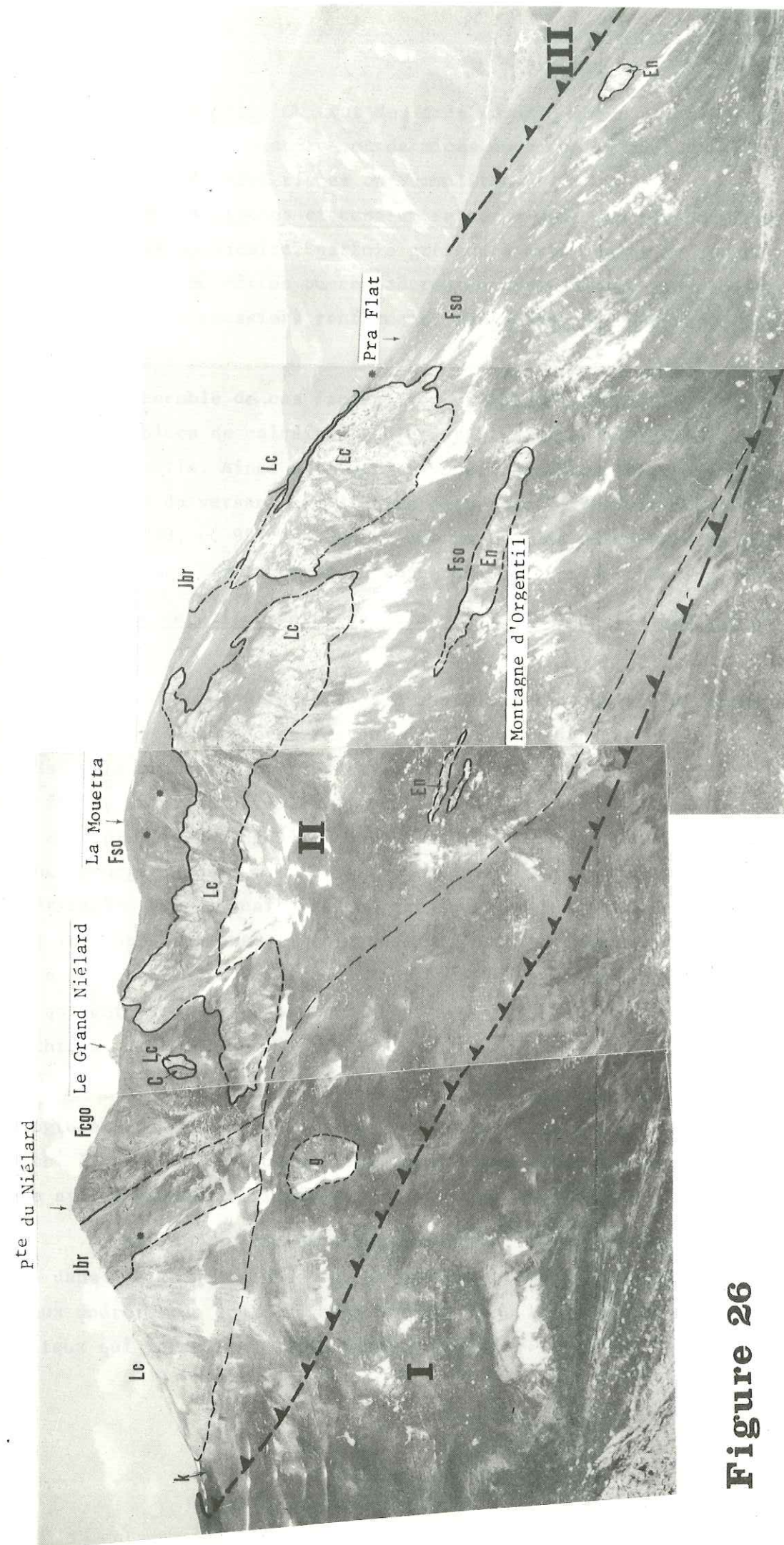


Figure 26

- Les grès. Ce sont des grès bruns à abondants éléments de dolomie, de quartz, de calcaires et de micas dans une matrice calcaire. Par endroits ces faciès sont riches en Nummulites.

- Les brèches et conglomérats. Ce sont des niveaux à matrice calcaire ou gréso-calcaire, parfois gréseux à gros grains de quartz, ou bien des niveaux noirâtres ou roussâtres de type pélites radiolaritiques. Les niveaux moins grossiers renferment, eux aussi, une abondante faune de Nummulites.

L'ensemble de ces faciès, bien visible à la Mouetta, englobe une multitude de blocs de calcaires, de cristallin et de quartzites, souvent de très grande taille. Ainsi nous pensons que, d'une part, la grande falaise située au milieu du versant et, d'autre part, les "calcaires d'Orgentil" de R. Barbier (1948, p. 99) ne sont qu'une partie des éléments d'un gigantesque olistostrome. Les arguments à notre disposition sont les suivants :

- en ce qui concerne la falaise calcaire du versant sud du Nié-lard ;

. Il faut souligner tout d'abord que les faciès calcaires et les structures qui la composent restent difficiles à différencier. Si vers le Sud-Est, les calcaires à silex et les calcaires spathiques et coralligènes sont facilement identifiables, avec des limites plus ou moins nettes, partout ailleurs l'aspect général est celui de calcaires broyés, mimant des brèches monogéniques à matrice gréso-calcaire. Par endroits on voit même de véritables brèches calcaires polygéniques, comparables à celles du terme IV de la coupe (par exemple à la base de la falaise sur le petit ravin qui naît à la source de la Mouetta). Tout ceci fait penser aux "nuages" de débris qui entourent la plupart du temps les gros blocs d'une formation olistolithique.

. Il faut ajouter ensuite que, ainsi que le montre notre carte géologique, ces panneaux calcaires sont complètement englobés dans le flysch. Il n'y a ainsi aucune relation directe entre les niveaux III de la coupe et ces panneaux calcaires.

. Enfin, les faciès schisteux (Fso), bien développés sur cette falaise dans l'aire de la Mouetta, se prolongent vers le Sud-Ouest et vers le bas aux endroits de couloirs bien marqués dans la morphologie, couloirs schisteux qui morcellent cette falaise calcaire.

- en ce qui concerne les "Calcaires d'Orgentil" :

Sous ce terme R. Barbier (1948, p. 99) désigne les petites barres calcaires qui émergent des éboulis (très développés dans ce secteur) au lieu-dit Montagne d'Orgentil vers le Nord et Nord-Est des chalets du même nom. Il voyait là un témoin des calcaires lutétiens à grandes Nummulites qui passaient vers le haut "à un flysch présentant tous les caractères du Flysch des écaillés de Montdenis" (de l'unité donc des "écaillés externes" de la Nappe du Pas du Roc). Nous avons réétudié ces terrains. Ce flysch se compose d'une alternance de grès fins ou grossiers à teinte claire ou jaunâtre, de schistes ou calcschistes noirs à enduit vert, de pélites verdâtres et de niveaux calcaires ; l'épaisseur des couches peut varier entre un centimètre et une dizaine de centimètres.

Ces faciès, tout à fait semblables à ceux de la Mouetta sur la partie haute du versant, sont parsemés de blocs de toutes tailles et de nature variée, dont les plus gros sont les "calcaires d'Orgentil" ; ces derniers sont complètement emballés dans le flysch, comme peuvent le témoigner l'observation directe de ces blocs, leur position quelconque par rapport à la stratification du flysch et le fait que des nombreux petits blocs de même nature se trouvent parsemés aux alentours. A titre d'exemple nous schématisons sur la Fig. 27, cette disposition.

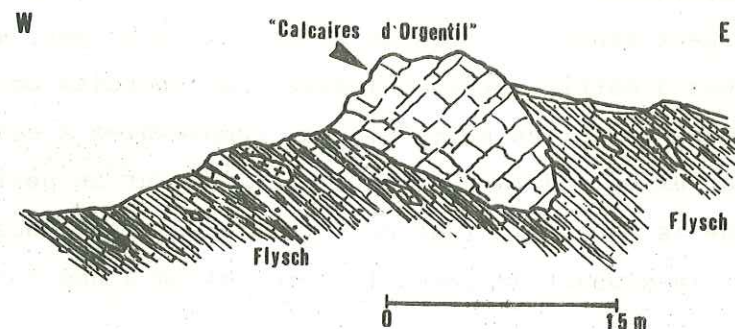


Figure 27 : Schéma illustrant la disposition des "calcaires d'Orgentil" au sein du flysch.

Au sein du flysch nous avons observé, sous le microscope, des débris de Nummulites dans les niveaux gréseux, et des silhouettes de Globotruncanas très recristallisées dans des parties calcaires.

Quant aux blocs mêmes des "calcaires d'Orgentil", le plus sud-oriental se présente sous un faciès de calcaire blanc massif à gros grain et d'un calcaire jaunâtre, bréchiq à sa base. Les autres blocs sont des calcaires blancs très purs, saccharoïdes, très recristallisés ; c'est dans ces derniers faciès, que R. Barbier (1948, p. 99) a découvert "une section équatoriale, parfaitement reconnaissable, de grande Nummulite, qui en fixe l'âge lutétien". Nous n'avons pas retrouvé les Nummulites lutétiennes, mais nous avons observé quelques sections de polypiers, ainsi que la présence de section rappelant des microcodium.

L'âge du flysch a pu être déterminé avec précision par la découverte, en plus des sites déjà signalés par R. Barbier (1948, p. 93), de nombreux gisements fossilifères riches en Nummulites (nombreux sites près de la source de la Mouetta, Pra Flat ...). Tous ces gisements ont donné l'association priabonienne

Nummulites garnieri De La Harpe.

Nummulites bouillei De La Harpe.

Operculina cf. alpina Douvillé

Discocyclina sp.

Bryozoaires.

Terme VI : Il s'agit des calcaires du Lias de l'Unité de la Grande Moenda qui chevauchent ici par un contact cisailant "sec" (pratiquement sans gypses ni cargneules) le flysch schisteux précédent.

3°/- Les variations septentrionales du profil précédent.

Lorsqu'on se déplace vers le Nord, c'est-à-dire vers le Grand Niélard, on s'aperçoit (cf. la carte géologique) :

- que la barre de calcaires liasiques (niveau III précédent) se poursuit tout le long du contact frontal de l'Unité ;

- que ces calcaires du Lias sont surmontés par les brèches calcaires du Dogger-Malm inférieur (niveau IV précédent), qui prennent une puissance considérable. Le contact entre les deux formations est parfaitement stratigraphique mais il est impossible de voir s'il existe une discordance de ravinement nette ;

- qu'au toit de ces brèches, le flysch conglomératique caractérisé par les débris de cristallins, repose par endroits en placage.

Figure 28 : Un cristal d'albite dans les niveaux microbréchiques des brèches (Malm) du Mont Niélard. On peut remarquer que l'albitisation affecte aussi bien la matrice que les constituants.

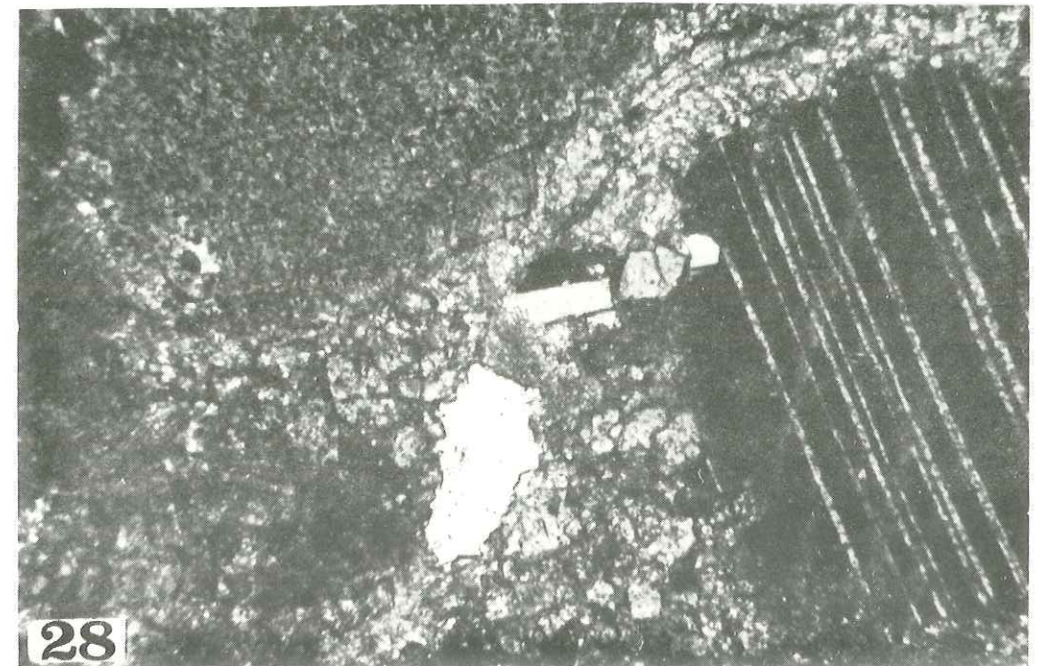
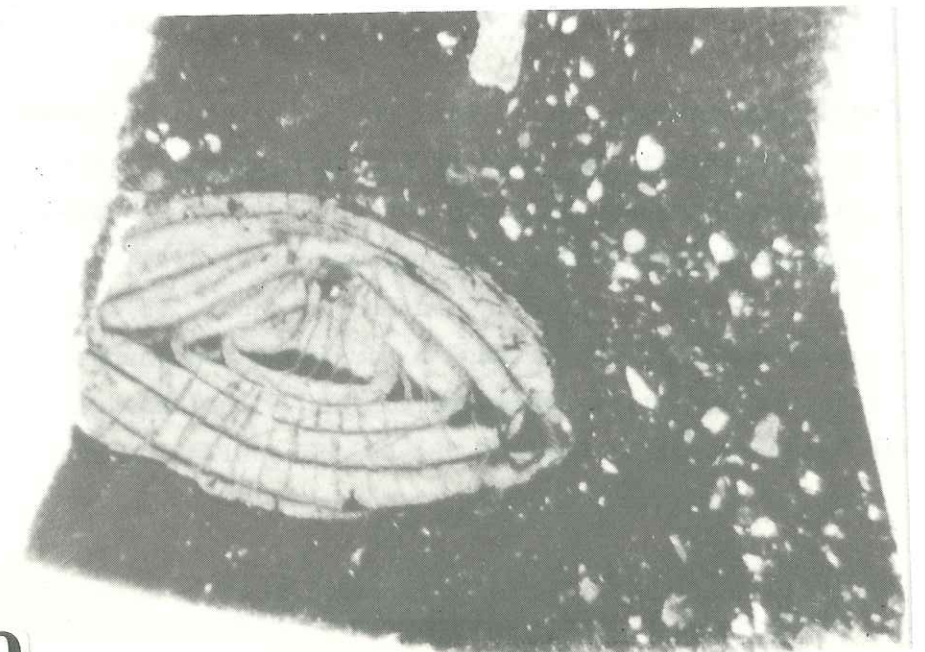


Figure 29 : Microfaune des niveaux gréseux du flysch priabonien du Mont Niélard.



Figure 30 : *Nummulites garnieri* De La Harpe, dans les niveaux schisteux du flysch priabonien du Mont Niélard.



Dans le détail, à l'Est des Marmottes Noires, il dessine un petit synclinal sur les brèches jurassiques qui semblent progressivement se renverser (encore qu'il ne soit pas facile de déceler des pendages dans ces dernières, le Lias apparaissant à l'Est en dalles structurales (inverses ?). Ce Lias, ou, plus au Nord (chalets du Niélard, Le Flat), les brèches jurassiques elles-mêmes, domine une bande de flysch schisteux à olistolithes de calcaires liasiques, à plongement SE qui est chevauchée par la Grande Moenda. Cette bande passe insensiblement, au Sud, au flysch du niveau V2 de la coupe précédente (page 60), à l'aval de la montagne d'Orgentil ; il s'agit donc bien du flysch priabonien.

Le contact entre ce flysch et les calcaires et brèches jurassiques qui le surplombent est très difficile à voir car il y a toujours quelques mètres de moraines ou d'éboulis qui le masquent.

Néanmoins, au-dessus du Flat, c'est-à-dire au SW, nous avons observé les grès du flysch qui formaient des encroûtements sur les dalles calcaires du Lias. Il semble qu'il y ait donc là indubitablement un contact stratigraphique du flysch de la bande orientale sur le Jurassique du Niélard.

L'ensemble de ces observations nous amène à avancer deux hypothèses pour les interpréter.

1ère hypothèse : Le flysch transgresse ici par le flysch à blocs à passées gréseuses une série déjà tectonisée. Cette série anté-flysch faite de calcaires du Lias et de brèches Dogger-Malm est subverticale, parfois même renversée.

Dans cette hypothèse, on a là la preuve d'une phase anté-priabonienne plicative.

Le flysch se déposant sur des paléo-reliefs contrastés aurait ainsi une sédimentation basale très changeante d'un endroit à un autre. C'est le choix qu'a fait R. Barbier (1948, p. 124).

2ème hypothèse : Les calcaires du Lias et les brèches Dogger-Malm, limitant à l'Est le Niélard, correspondent à un bloc olistolithique.

Cette hypothèse est très séduisante car elle essaye d'intégrer les données structurales et le fait qu'il existe, immédiatement au Sud, des olistolithes indubitables (cf. coupe précédente p. 58).

Elle pose cependant des problèmes d'échelle des phénomènes de sédimentation. En effet, la continuité des affleurements fait que cet olistolithe doit englober toute la dalle bréchique du Niélard (Petit et Grand Nié-

lard) et le Lias du front occidental. Dans ces conditions, les niveaux III et IV de la coupe méridionale du Niélard (p. 58) ne représenteraient plus le substratum du flysch, ce que nous avons implicitement admis précédemment, mais appartiendraient eux aussi à l'olistolithe et seraient donc noyés dans le flysch ; flysch qui correspondrait alors à un immense olistostrome.

Cette hypothèse "grandiose" s'intégrerait bien avec les descriptions que nous allons faire ci-dessous dans les secteurs de Villarly et du Mont du Fût. Dans ces conditions, on ne connaîtrait pas le substratum réel de l'Unité du Niélard.

4°/- Enseignements tirés de l'étude stratigraphique du massif du Niélard.

Les observations précédentes, malgré les immenses lacunes dûes, pour l'essentiel, aux conditions d'affleurement (recouvrements quaternaires, pendages difficilement discernables, etc...) permettent de tirer les enseignements suivants.

a)- Le massif du Niélard repose bien sur l'Unité Cheval Noir - Grand Coin par l'intermédiaire d'un coussinet gypso-cargneulique. Mais ce contact emprunte à mon avis le vallon d'Orgentil en direction du Sud-Est. Ce nouveau dessin modifie complètement l'organisation structurale du secteur et permet d'expliquer l'opposition de faciès et de morphologie entre les massifs du Cheval Noir (Unité Cheval Noir - Grand Coin) et du Niélard (Unité Mont Niélard - Mont du Fût).

b)- Il est caractérisé par un flysch tertiaire fossilifère d'âge priabonien. Ce flysch, à côté d'horizons conglomératiques, est constitué par un complexe à blocs où, dans la matrice schisto-gréseuse, sont noyés des olistolithes de toutes tailles faits, pour l'essentiel, de cristallin, de quartzites et de dolomies triasiques de Lias néritique et de brèches jurassiques. De plus, dans les grès et les calcaro-schistes, sont remaniées des microfaunes du Crétacé supérieur et du Lutétien.

c)- Il n'existe aucune différence entre le flysch à blocs du rebord méridional du Niélard et celui affleurant en contrebas dans la montagne d'Orgentil ; aucun contact tectonique majeur ne les sépare non plus. Par conséquent, nous mettons en doute l'existence des Ecailles Externes de la

Nappe du Pas du Roc de R. Barbier (1948), au moins dans ce secteur.

d)- Les calcaires du Lias et les brèches bathoniennes à oxfordiennes affleurant au front du Niélard pourraient, dans une première hypothèse, représenter le substratum du flysch. S'il en était ainsi, on pourrait remarquer que les séries jurassiques rencontrées, faites de calcaires néritiques ravinés par les brèches, sont plutôt caractéristiques d'une zone de haut-fond (c'est la cordillère tarine de R. Barbier) et sont bien différentes des séries jurassiques dauphinoises sous-jacentes et subbriançonnaises de la Grande Moenda qui encadrent ici tectoniquement l'unité du Niélard.

Les caractéristiques faciologiques nous feraient plutôt rapprocher ce substratum de celui du domaine briançonnais voire du subbriançonnais interne. D'un autre côté, cette série n'est pas incompatible avec celle du substratum de l'Unité du Cheval Noir puisque les terrains jurassiques peu profonds et lacunaires rencontrés au Niélard pourraient correspondre à la grande lacune vue, au Ravin des Sétives, entre les quartzites triasiques et le Malm franc. Ils ont donc pu ou bien s'être déposés dans cette unité du Cheval Noir mais avoir été érodés avant la transgression du Malm calcaire, ou bien ne s'être jamais déposés, le secteur correspondant alors à une île en voie d'érosion jusqu'aux quartzites avant d'être submergée au Malm. Quoi qu'il en soit dans les deux unités, ces terrains anté-flysch sont albitisés avec présence de macles de type Roc Tourné.

Dans une seconde hypothèse, le Jurassique du Niélard pourrait être remanié dans le flysch ; s'il en était ainsi, ce flysch serait donc alimenté au Niélard par des éléments parfois gigantesques arrachés à un substratum à affinités (cf. ci-dessus) briançonnaises.

e)- La discontinuité des affleurements du flysch sur les calcaires et brèches jurassiques ne permet pas de confirmer ou d'infirmer de façon sûre l'hypothèse d'une discordance anté-flysch (anté-nummulitique pour R. Barbier, 1948).

C. LES AFFLEUREMENTS DE VILLARLY.

1°/- Introduction :

600 mètres à l'Ouest - Sud-Ouest de Villarly, dans le ruisseau du Gollet, à l'amont du pont de la route N 115a apparaissent, sous une abondante couverture quaternaire, quelques mètres d'affleurements de terrains divers.

W. Kilian et J. Revil (1904 et 1908) sont les premiers à signaler à cet endroit, la présence de micaschistes de la "série métamorphique anté-houillère" et de schistes noirs du Houiller. Plus tard, en 1948, ayant repris l'étude de ces affleurements, R. Barbier arrive à la même conclusion et rattache ces terrains au substratum de la Zone des Brèches de Tarentaise.

2°/- Les divers faciès :

En ce même endroit, nous avons trouvé, outre la "série métamorphique anté-houillère", représentée par des micaschistes verdâtres, des schistes noirs gréseux ou carbonatés à mica blanc (ancien houiller des auteurs) et des calcaires gris-sombre, recristallisés ; ces derniers, vraisemblablement à l'état de blocs.

Ces faciès sont bien visibles en rive droite du ruisseau du Gollet, en amont de la route, sous les calcaires liasiques chevauchants de la digitation de la Grande Moenda. J'ai examiné au microscope divers échantillons provenant de ces affleurements :

- les schistes montrent, dans des niveaux finement gréseux, des éléments de quartz et de mica à côté de quelques débris d'Asterigerine et de rares Nummulites, dont une *Nummulites chavannesi* De La Harpe probable. Ces éléments sont épars dans une matrice calcaire ;

- les calcaires montrent des silhouettes de *Globotruncana* en mauvais état, non déterminables spécifiquement, sur un fond micritique partiellement recristallisé. Cette faune est vraisemblablement d'âge crétacé supérieur (Turonien supérieur - Sénonien inférieur ?).

Quant aux micaschistes verdâtres (teinte due à l'abondance de chlorite) de la "série métamorphique anté-houillère", on peut localement les observer très clairement à l'état de blocs (de taille petite à moyenne) emballés dans les schistes ; ils représentent ainsi autant d'olistolithes.

Au même endroit, vers l'altitude 1240m environ, affleure une gros-

se lame d'une douzaine de mètres de longueur au moins) de ces micaschistes ; mais le recouvrement quaternaire ne permet pas d'observer ses relations avec les terrains encaissants. Néanmoins, je pense qu'il s'agit, une nouvelle fois, d'un bloc emballé dans les schistes, c'est-à-dire, d'un olistolithe.

Enfin, il est intéressant de signaler ici qu'immédiatement en amont de la route côté rive gauche du ruisseau, en face des schistes noirs gréseux à mica blanc qui nous ont fourni les Nummulites, affleurent des faciès bien différents. Il s'agit là de calcschistes gris-crème, voire de calcaires, semblables à ceux de l'unité de Moûtiers de R. Barbier (1948) qui affleurent largement plus loin vers le Nord - Nord-Est. Un accident tectonique mettant en contact les faciès de deux unités structurales différentes est donc à envisager ici.

3°/- Enseignements tirés de ces affleurements :

Les micaschistes dits de la "série métamorphique anté-houillère" et signalés depuis longtemps existent bien, mais sous forme d'olistolithes.

La présence du Houiller, par contre, ne peut être retenue ; les schistes gréso-micacés, qui renferment une faune nummulitique, appartiennent au flysch tertiaire, très probablement priabonien ; les calcaires à faune crétacée sont également remaniés.

En conclusion, à l'Ouest - Sud-Ouest de Villarly, dans le ravin du Gollet, le substratum du flysch de la Zone des Brèches de Tarentaise de R. Barbier (1948), ou de la "zone du Niélard" définie récemment par P. Antoine et R. Barbier (1978), n'existe pas en tant que tel. Seuls des olistolithes de cristallin et de calcaires probablement du Crétacé supérieur affleurent au sein d'une matrice schisteuse micacée, d'âge nummulitique.

D. STRATIGRAPHIE DU MASSIF DU MONT DU FÛT.

1°/- Introduction :

Limité par le torrent des Povatages, au Nord-Ouest et la Grande Combe du Fût, au Sud-Est, le massif du Mont du Fût prolonge morphologiquement vers l'Est le massif du Bellachat.

2°/- Etude d'une coupe :

- a)- les calcaires liasiques de la digitation de la Grande Moenda.
- b)- des gypses et des cargneules soulignant le chevauchement majeur de l'unité subbriançonnaise.

Notre flysch est séparé de cette fenêtre de Lias Dauphinois par un niveau irrégulier de gypses et de cargneules.

Dans cet ensemble c , on distingue deux composants :

- les olistolithes : Ils sont, en général, de petite taille, centimétriques à métriques et de nature variée. Exceptionnellement, nous avons observé une lame de Cristallin de plus de 100m de longueur, emballée dans les schistes noirs ; elle affleure au Nord des chalets des Monts, à la côte 2320m, immédiatement à l'Est des entonnoirs de gypses bien visibles à cet endroit.

M

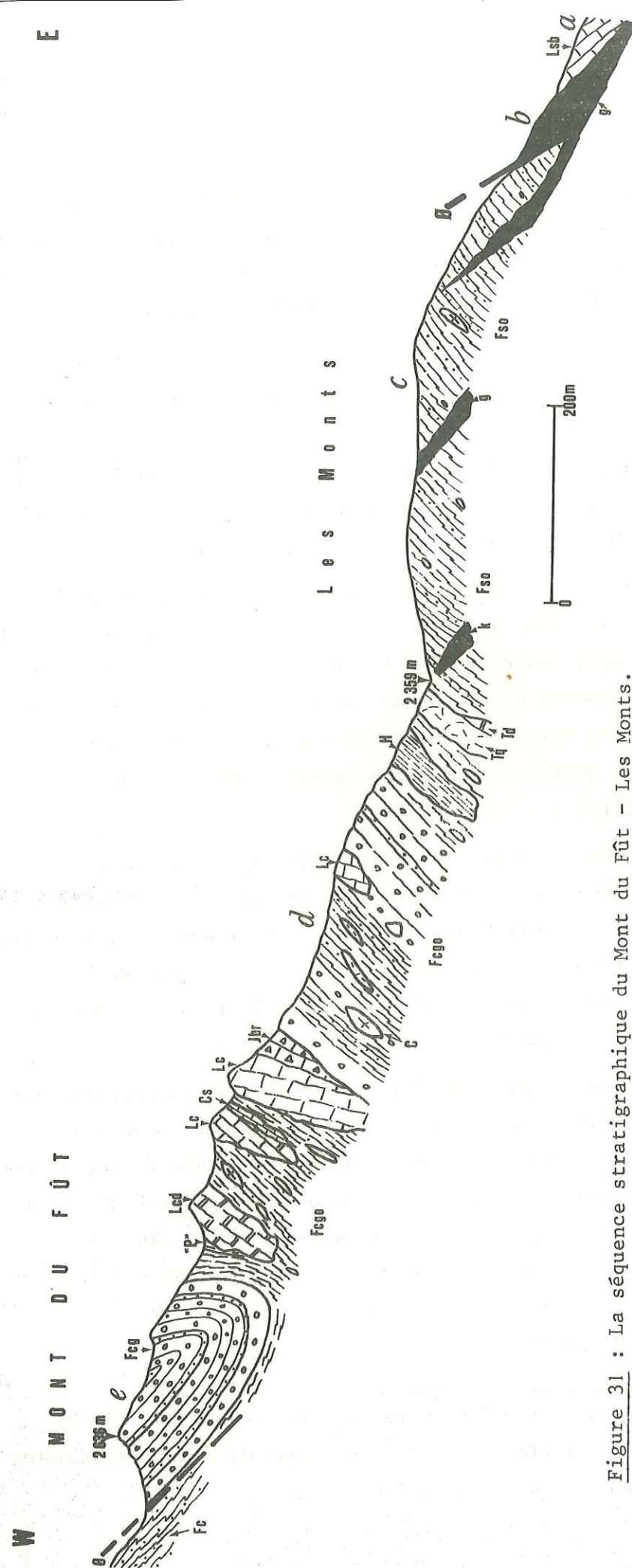


Figure 31 : La séquence stratigraphique du Mont du Pût - Les Monts.

Légende : Le Flysch : Fc: "Flysch calcaire" de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin ; Fcg: Flysch gréséo-conglomératique comparable au "Flysch conglomératique" de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin ; Fcgo: Flysch olistolithique à passées conglomératiques ; Fso: Flysch olistolithique schisteux.

Les olistolithes : C: micaschistes cristallins anté-houillers ; H: Houiller ; "p": Permien régénéré (?) ; Tq et Td: quartzites et dolomies triasiques ; Lc et Lcd: calcaires du Lias et calcaires dolomitiques ; Jbr: brèches calcaires type "brèches du Niélard" (Malm) ; Cs: Crétacé supérieur type "marbres en plaquettes".

Lsb: calcaires liasiques de la digitation de la Grande Moenda ; g et k: gypses et cargneules.

d)- Un ensemble schisto-conglomératique à énormes olistolithes. Epais d'environ 600m, cet ensemble se développe, sur la coupe, entre le col côté 2359m et l'altitude 2580m. Passant insensiblement vers le bas aux niveaux précédents, il s'en distingue essentiellement par sa matrice plus conglomératique.

- La matrice : elle est représentée par trois faciès bien distincts :

- . des schistes noirs, parfois gréseux, siliceux, parfois calcaires, micacés, qui se débitent en dalles centimétriques à l'intérieur desquelles alternent de très fines laminites calcaires et pélitiques.

- . des grès clairs ou jaunâtres, en bancs décimétriques, quartzitiques, à grains de quartz bien lavés. A la côte 2460m environ, ces grès ont montré, sous le microscope, des débris de Nummulites ou d'Hétérostégines involutes, à côté de fragments de roches métamorphiques, d'abondants grains de quartz, de fragments de calcaires de nature variée, des dolomies, des quartzites, des micas et quelques feldspaths (plagioclases) ; l'ensemble étant noyé dans une matrice argilo-calcaire.

- . des conglomérats, en gros bancs (métriques), à ciment calcaire et éléments divers, de taille variant de l'ordre du centimètre à quelques mètres (parfois supérieure à 10m). Comme éléments, on trouve du cristallin, parfois très abondant, des dolomies, des quartzites, des débris de "Verrucano" gréso-conglomératique et surtout d'abondants calcaires de nature variée : noirs, spathiques, cristallins, à polypiers, etc... .

Cette matrice qui, depuis la côte 2550m, devient essentiellement schisteuse ou schisto-gréseuse (grès à mica blanc), présente, outre des niveaux pélitiques verdâtres comme ceux décrits dans l'ensemble inférieur (c), des niveaux de schistes sombres, verdâtres ou violacés, rappelant d'une manière étonnante les faciès du Permien ; le terme de "Permien régénéré" pourrait s'y appliquer*. Ce remarquable phénomène est observable à la côte 2560m, immédiatement après le dernier et gigantesque olistolithe de calcaires et dolomies, en contact avec lui.

* Ce terme a été adopté dans cette région par P. Antoine et col. (1978) pour désigner le ciment pélitique vert des conglomérats situés vers l'Ouest du Cirque de Valbuche.

- Les olistolithes : C'est dans cet ensemble que l'on peut clairement identifier la nature olistolithique des terrains paléozoïques et mésozoïques considérés auparavant comme formant le substratum du flysch (R. Barbier, 1948) ; ici ils présentent la plus grande variété de nature et surtout les plus grandes tailles.

Nature. On identifie clairement les termes suivants :

- . Cristallin sous le faciès dominant de micaschistes.

- . Houiller : schistes noirs très déformés et grès micacés prasinitiques. Ces faciès ressemblent à ceux que l'on peut observer dans l'ensemble c, au lieu-dit le Paradis, dans lesquels j'ai découvert une empreinte de fougère.

- . Permo-Trias : sous le faciès "verrucano" : pélites rouges et vertes, grès conglomératiques rougeâtres et conglomérats.

- . Trias inférieur sous les faciès de quartzites blancs ou verdâtres werféniens.

- . Trias moyen : dolomies jaunes ou grises, dolomies calcaires, dolomies bréchoïdes jaunes et calcaires dolomitiques.

- . Lias : calcaires cristallins clairs, gris-crème ou blancs à Polypiers ; calcaires gris spathiques voire microbréchiques ; calcaires spathiques, à silex, riches en débris d'Ammonites, de Belemnites et de Pentacrines (un témoin de ce faciès est visible à la côte 2440m environ où un gros bloc est emballé au sein des conglomérats du flysch). L'âge liasique de ces faciès a été attribué par R. Barbier (1948) par comparaison avec ceux qui affleurent dans le massif du Niélard.

- . Dogger-Oxfordien sous forme de brèches, dites "brèches du Niélard". Ce sont des brèches et microbrèches à ciment calcaire et à éléments essentiellement calcaires et dolomitiques. Ces brèches sont en tous points identiques à celles du Mont Niélard vues ci-avant.

- . Crétacé supérieur sous le faciès de "marbres en plaquettes".

Vers l'altitude 2540m environ, sur un bloc de calcaires dolomitiques et de dolomies jaunes du Trias à faciès vraisemblablement briançonnais, est plaqué stratigraphiquement un niveau de quelques mètres de calcaires verdâtres, parfois noduleux, parfois en minuscules laminites (de l'ordre du millimètre), à joints verts. Ils ont fourni la faune suivante*

* Détermination de J. Sigal.

Globotruncana cf. *stephani*

Globotruncana cf. *coronata*

Globotruncana *area* (Cushman) ou *Globotruncana* *convexa* Sandidge

Globotruncana *sigali* Reichel ou *Globotruncana* *schneegansi* Sigal

Globotruncana gr. *linnei*

Globotruncana cf. *linnei*

Gümbelina sp.

Cette association indique un âge turonien à sénonien.

Taille : Une multitude de blocs dépasse le décimètre, voire pour certains l'hectomètre. On connaît, en effet, un panneau de calcaires liasi-ques et de brèches Dogger-Malm associées d'environ 800m de long (cf. carte géologique).

e)- Un ensemble grés-conglomératique dessinant un petit synclinal perché, déversé vers l'Ouest et cisailé sur son flanc normal. Il termine, sur ce profil, la séquence stratigraphique du flysch de ce secteur du Mont du Fût. Il s'agit là d'une séquence dont l'érosion n'a épargné qu'une faible épaisseur (ici à peine quelques dizaines de mètres), bien litée, de conglomérats et de grès séparés par de minces couches centimétriques de schistes noirs ; ces termes se présentent de la façon suivante :

. Les conglomérats sont à ciment calcaire et à éléments variés (calcaires, dolomies, cristallin, quartzites, schistes, boue, etc...) ; les galets de cristallin deviennent parfois très nombreux. L'épaisseur des bancs peut-être centimétrique à métrique.

. Les grès, en bancs de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, contiennent d'abondants grains de quartz bien lavés, dans une matrice calcaire ; les autres éléments sont des galets de calcaires, de cristallin, de dolomies, de quartzites, de mica, de plagioclases, etc... .

Cet ensemble ne comporte pas d'olistolithes.

En général, on retrouve, sur cette dizaine de mètres, les caractéristiques macro et microscopiques du flysch conglomératique de l'unité Cheval Noir - Grand Coin.

Le contact entre ce flysch conglomératique et le niveau olistolithique précédent est bien tranché et stratigraphiquement normal.

3°/- Enseignements tirés de cette coupe :

La description précédente et l'étude de tout le secteur s'étendant depuis La Platière au Nord, jusqu'au Paradis au Sud, permettent de souligner les points importants suivants :

a)- L'unité est constituée, ici, dans son entier, par du flysch. Celui-ci comprend deux termes :

- un ensemble inférieur, fait d'une formation schisto-conglomératique à olistolithes représentant un véritable complexe à blocs ;

- un ensemble supérieur fait d'une formation grés-conglomératique tronquée par l'érosion.

La succession faciologique est très identique à celle du flysch de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin. Il convient cependant de remarquer :

- qu'il manque le flysch calcaire sommital, probablement enlevé par l'érosion ;

- que le complexe à blocs est beaucoup plus imposant tant par son épaisseur que par sa richesse en olistolithes et que par la taille de ces derniers.

b)- Le flysch est tertiaire ; la datation est cependant très imprécise puisque nous n'avons découvert ici que des débris de Nummulites peu déterminables.

c)- Il n'y a pas, et ici c'est une certitude, de substratum du flysch à l'affleurement. Ce qui avait été décrit par R. Barbier (1948) comme tel est en réalité formé par les blocs du complexe olistolithique ; par conséquent, il n'y a pas de preuves d'une tectonique ante-flysch, l'aspect désordonné des blocs venant du type de sédimentation et non pas d'une phase tectonique arvinche*.

* P. Antoine et al. (1978) semblent arriver à la même conclusion. Ils écrivent "l'écaille du chalet des Monts qui, vu sa grande complexité, pourrait aussi être considérée comme un vaste olistolithe".

d)- Lorsque l'on analyse les blocs, on s'aperçoit qu'ils ont été pris à une zone à affinités briançonnaises ayant eu, au cours du mésozoïque, une signification de haut fond avec des séries réduites lacuneuses à faciès néritiques ou pélagiques où les ravinements intra-formationnels sont nombreux. Nous rappellerons ainsi la présence :

- de marbres en plaquettes du Crétacé supérieur collés sur des calcaires dolomitiques du Trias ;
- de Lias néritique reposant sur des dolomies bréchiques du Trias, elles-mêmes reposant stratigraphiquement avec ravinement sur des schistes et grès houillers à Plantes (affleurement du Paradis).

Enfin, nous retrouvons en olistolithes indubitables les calcaires néritiques liasiques et les brèches jurassiennes rencontrés à la base occidentale et sur le replat du Niélard (cf. page 77).

E. CONCLUSIONS.

En définitive, l'Unité du Niélard - Mont du Fût, tire son originalité du grand développement, dans son flysch priabonien, d'un terme inférieur constitué par un complexe à blocs passant parfois à un véritable olistostrome. Les blocs contenus ont une affinité briançonnaise marquée.

Le substratum n'existe ni à Villarly, ni au Mont du Fût. Par contre, il pourrait exister au Niélard; il serait là représenté par les calcaires néritiques du Lias et les brèches du Dogger-Malm, ayant subi une albitisation marquée anté-flysch et ayant subi une tectonisation anté-priabonienne.

Il ne faut cependant pas éliminer l'hypothèse faisant du Niélard en entier un gigantesque olistostrome; s'il en était ainsi, la zone du Niélard de P. Antoine et al., 1978, n'existerait plus telle qu'ils l'ont définie.



FIGURE 32



FIGURE 33

LE FLYSCH DU MONT DU FUT.

Figure 32 : Un aspect du flysch olistolithique du Mont du Fût.
A remarquer la taille des blocs.

Légende : Fcg: flysch grés-conglomératique (niveau c de la coupe de la fig. 32) ; Lc: calcaires liasiques ;
c: micaschistes cristallins.

Figure 33 : Un aspect des faciès du flysch dans le niveau d de la coupe de la figure 32.

III. STRATIGRAPHIE DE L'ECAILLE DE VALBUCHE.

A. INTRODUCTION.

Situé aux confins de la Maurienne et de la Tarentaise, dans la haute vallée du Nant Brun et dominé par le col de Valbuche, à l'Ouest (2401m), le col du Bonnet du Prêtre, au Sud (2462m) et l'Aiguille de la Grande Moenda, au Sud-Est (2696m), le massif de Valbuche, avec ses 2391m d'altitude dans sa partie la plus septentrionale, dessine une antiforme de terrains paléozoïques et mésozoïques en série inverse couronnée de flysch.

Cette écaille, par un contact cisaillant sub-horizontale, chevauche la retombée orientale de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin. Elle est chevauchée pour sa part de façon très claire par la digitation subbriançonnaise de la Grande Moenda.

L'extrait de la carte géologique de la Fig. 34 montre ces relations.

B. HISTORIQUE.

Les premières études intéressant ce secteur sont dûes à W. Kilian (1891) et à J. Boussac (1912). Le premier observe un anticlinal triasique (quartzites et dolomies) cisailé et déversé vers l'Ouest sur un synclinal nummulitique ; le second décrit le flanc inverse triasico-liasique d'un flysch nummulitique (cf. Figure 40 du chapitre consacré à la tectonique).

R. Barbier (1948) mentionne une antiforme affectant une série renversée constituée par des terrains allant du cristallin au Werfénien ; il signale ainsi pour la première fois dans ce secteur la présence de mica-schistes anté-houillers. Il distingue, en même temps, une formation triasique "de quartzites compacts, blancs, en gros bancs, souvent laminés et qui paraissent bien dépasser une cinquantaine de mètres", et une formation permienne composée de "grès blancs, plus ou moins grossiers, présentant, par places, des tâches lie-de-vin, de grès lie-de-vin à tâches blanches, de grès violets avec intercalations de schistes de même teinte et de schistes violet foncé" (p. 30 et 31). Pour lui, ces faciès, avec le cristallin, appartiennent au substratum du flysch de la digitation du Niélard (Zone des Brèches de Tarentaise).

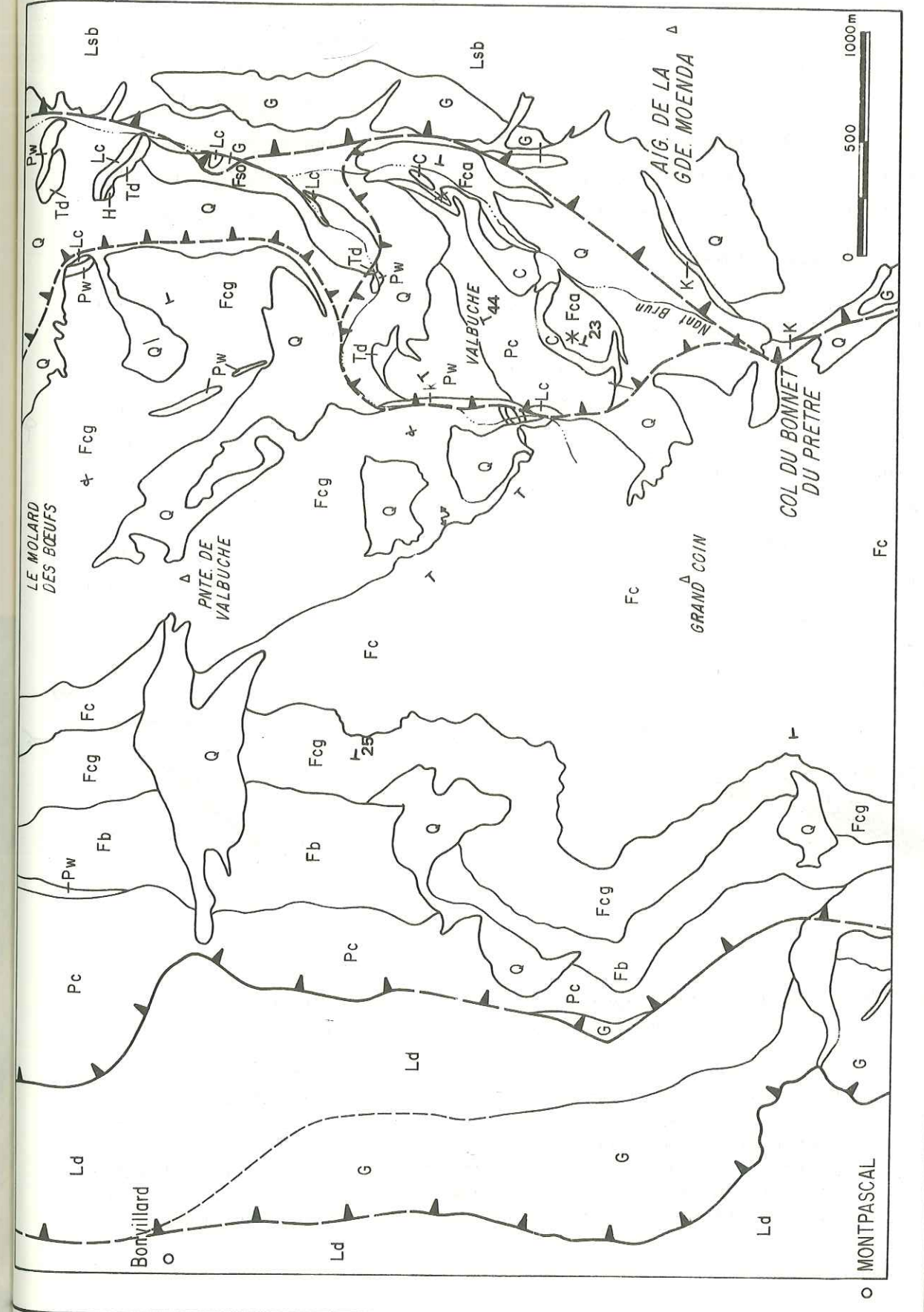


Figure 34 : Extrait de la carte géologique au niveau du massif de Valbuche (même légende que la planche hors-texte).

C. LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF DE VALBUCHE.

Le long de l'escarpement rocheux qui domine, au Sud, le petit bassin alluvial du ruisseau de Valbuche, la série stratigraphique composant ce relief affleure en position inverse cisailée à son front occidental. Elle comporte successivement, entre le ruisseau de Valbuche à l'Ouest et le Nant Brun à l'Est, au-dessus des cargneules (k) soulignant le contact tectonique cisailant, les termes suivants (Figure 35) :

1- Les dolomies (Td). Deux niveaux sont à différencier :

. Le plus bas topographiquement comprend une quinzaine de mètres de dolomies et de calcaires dolomitiques à teinte blanchâtre ou jaunâtre, souvent bréchiques ou pseudo-bréchiques, en gros bancs ;

. le deuxième, le plus bas stratigraphiquement par conséquent, est formé par une dizaine de mètres de dolomies en plaquettes, sableuses, à patine grise ou rousse, parfois finement stratifiées en minuscules laminites.

Ces dolomies affleurent au chalet de Valbuche et vers l'Ouest, sur la rive gauche du ruisseau de Valbuche. Immédiatement au Sud du chalet, elles s'enfoncent sous le terme suivant.

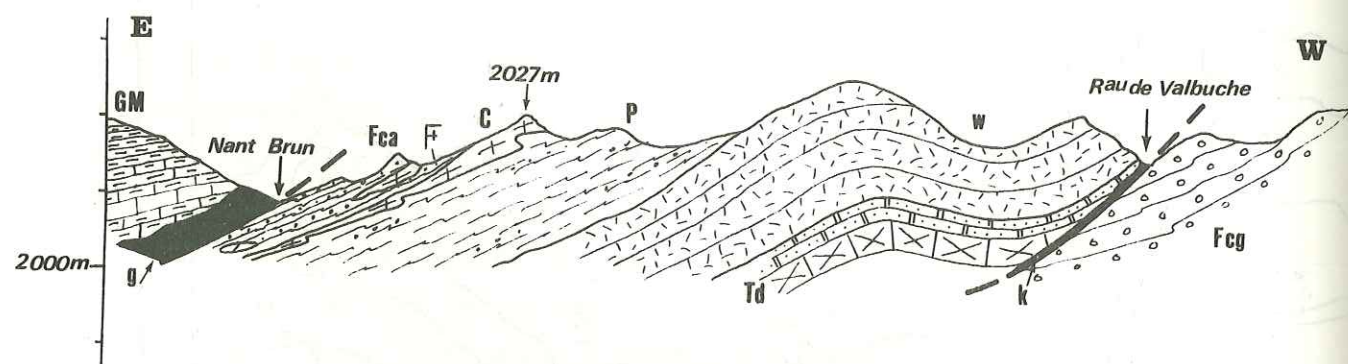


Figure 35. La série stratigraphique schématisée du massif de Valbuche observable le long de l'escarpement rocheux de la partie nord du massif.

De l'Ouest vers l'Est :

Fcg: "flysch conglomératique" de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin ; k: cargneules ; Td: dolomies du Trias moyen ; W: faciès "verrucano" à dominante quartzitique ; P: faciès "verrucano" à dominante pélitique ; C: micaschistes chloriteux (cristallin) ; Fca: flysch priabonien ; g: gypses ; GM: faciès mésozoïques de la digitation de la Grande Moenda ; F: niveaux à Nummulites.

Laminés tectoniquement, ces niveaux dolomitiques avaient échappé à l'observation des auteurs précédents ; R. Barbier (1948, p. 31) décrit des faciès tout à fait semblables plus au Nord (au Sud du chalet du Fût) à hauteur d'un petit verrou en rive gauche du Nant Brun ; pour ma part je considère que ces derniers appartiennent à un olistolithe.

Quant à l'âge de ces niveaux et en l'absence de fossiles, nous pensons simplement qu'ils sont attribuables au Trias moyen par leur position stratigraphique (ici sur les quartzites attribués classiquement au Trias inférieur), et par leur faciès comparables à ceux du Trias moyen des zones plus internes.

Remarque : J. Boussac avait observé un affleurement de Lias calcaire dans ce secteur (opt. cit.) ; je pense qu'il s'agit des calcaires cristallins gris-bleu foncé qui apparaissent un peu au Sud de la coupe et que je considère pouvoir être ou bien un élément de la série trainé à la base du cisaillement, ou bien un olistolithe.

Signalons enfin que, à quelques 375m à l'Est du chalet de Valbuche, dans la petite cascade du ruisseau, existe aussi un affleurement de calcaires dolomitiques jaunâtres en contact avec des quartzites verts avec lesquels elles semblent s'interstratifier sur quelques mètres ; ces dolomies et quartzites, par contact cisailant assez redressé, chevauchent les schistes à blocs de l'Unité du Niélard - Mont du Fût.

2- Les faciès détritiques du "verrucano".

Entre les dolomies précédentes, à l'Ouest, et les micaschistes cristallins, à l'Est, apparaît une épaisse séquence versicolore de quartzites, de grès et de pélites. Elle montre les faciès typiques du Verrucano "permo-werfénien". Deux termes peuvent y être séparés lithologiquement :

a)- Faciès à dominante quartzitique (W).

Ils forment la partie occidentale du massif, en contact avec les petits affleurements de dolomies. Cette formation se compose d'une séquence versicolore de quartzites ou grès compacts, massifs ou en gros bancs, souvent grossiers, arkosiques, voire conglomératiques, à rares passées pélitiques ; toutes les couleurs caractéristiques des faciès "verrucano" peuvent y être observées : quartzites blancs ou verdâtres ; grès grossiers, arkosi-

ques ou conglomératiques, verdâtres, blanchâtres, rougeâtres, violets ou lie-de-vin ; par endroits, les grès blancs sont tâchetés lie-de-vin et les grès lie-de-vin sont à tâches blanches. Les rares pélites sont lie-de-vin, rougeâtres ou verdâtres. Au sein des niveaux les plus grossiers, on remarque la présence de galets de roches volcaniques et de quartz rose ou blanc.

Le contact entre cette formation et les dolomies sous-jacentes (visible au Sud du chalet de Valbuche), est bien tranché et stratigraphique, comme en témoignent des morceaux de quartzites remaniés dans les dolomies.

b)- Faciès à dominante pélitique (P).

En continuant la coupe vers l'Est, progressivement les pélites deviennent de plus en plus abondantes au détriment des quartzites et des grès.

Il s'agit de pélites rougeâtres, violettes, lie-de-vin ou verdâtres, alternant irrégulièrement avec des grès quartzitiques, grossiers, arkosiques ou conglomératiques, de même couleur. Les niveaux pélitiques présentent, par endroits, des nids ankéritiques, et dans les niveaux grossiers on retrouve de gros galets de roches volcaniques acides et des quartz roses ou blancs, caractéristiques des faciès "verrucano".

L'épaisseur totale de cette série "verrucano" que nous venons de décrire est estimée à 300m, dont quelques 200m pour les faciès à dominante pélitique.

L'âge n'est pas connu paléontologiquement mais nous avons là encore les faciès caractéristiques du passage Paléozoïque-Trias de type continental (Permo-Carbonifère à Permo-Werfénien).

3- Le cristallin.

Situé topographiquement sur les faciès pélitiques rouges précédents, le cristallin est en contact direct avec lui. Il est représenté par une étroite lame de micaschistes verdâtres (couleur due à l'abondance de la chlorite), d'aspect brillant, qui s'étend sur toute la partie sud-orientale du massif sur une distance de 1300m environ. Avec ses faciès caractéristiques, cette lame avait été rattachée par R. Barbier (1948, p. 18) à la "série métamorphique ante-houillère".

4- Le contact cristallin-"verrucano".

Le contact entre le cristallin et les pélites est très net, il se

fait en accordance parfaite, sans aucune trace de cisaillement majeur. Bien plus, l'ensemble est affecté de plis métriques à décimétriques d'âge inconnu, peut-être post-flysch, mais sans preuves dirimantes. L'étude des pélites, immédiatement sous-jacentes (stratigraphiquement au-dessus) aux micaschistes, semble montrer, dans celles-ci, des petits débris de micaschistes. Cette impression semble se confirmer à l'échelle de la plaque mince où le contact est très franc, sans horizon mylonitisé, et où de petits grains de micaschistes sont noyés dans la matrice pélitique.

En définitive, on peut se demander si on n'a pas là un contact stratigraphique, les pélites "permienues" reposant alors en transgression sur un socle cristallin.

Néanmoins, notre certitude n'étant pas absolue, nous envisagerons aussi, par la suite, l'hypothèse d'un contact tectonique entre les deux formations.

5- Le flysch (Fca).

Considéré par R. Barbier (1948, p. 100) comme un témoin de l'écaille de Montdenis (Unité des "Ecaillés Externes" de la nappe du Pas du Roc), le flysch qui surmonte le "cristallin" dans ce massif affleure surtout dans la partie orientale de celui-ci, là où le thalweg du Nant Brun l'entaille profondément. Il s'agit d'une succession de couches schisteuses et calcschisteuses noires, gris-bleu ou vert-foncé alternant avec des plaquettes calcaréo-gréseuses, quartzitiques à patine brune. Ce flysch ressemble parfois au flysch calcaire de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin. Il s'en distingue nettement tout de même par la présence de quelques olistolithes qu'il contient ; olistolithes de cristallin en particulier et, en cela, nous rejoignons les conclusions de P. Antoine et al. (1978).

Le contact avec le cristallin n'est pas facile à analyser car il est souvent caché par le quaternaire. Ceci explique l'hypothèse tectonique de R. Barbier en 1948, reprise sur la carte au 1/50.000ème de Saint Jean de Maurienne (1977) pour le contact de l'affleurement nord-oriental. Néanmoins, et en faisant la part de la présence des lames olistolithiques de cristallin, soulignée ci-dessus, nous pensons que le contact est stratigraphique. Nous avons observé, en effet, à l'extrémité nord-orientale du massif, sur les derniers petits verrous émergeant des alluvions (côte 2090m), quelques mètres d'un conglomérat à galets de cristallin, de "verrucano",

de dolomies et de calcaires divers noyés dans une matrice calcaréo-gréseuse. Ce conglomérat se situe à quelques mètres au-dessus du cristallin solidaire du Verrucano de l'antiforme ; néanmoins, nous n'avons pas vu le contact exact flysch-soubassement.

Cette incertitude semble cependant pouvoir être levée plus au Sud, près de la côte 2355m (cf. figure n° 36 et carte géologique de la figure 34).

Là, on observe, en contact stratigraphique sur le cristallin solidaire apparemment du Verrucano, un conglomérat. Celui-ci, très massif ou en gros bancs, est fait, presque exclusivement, de galets du cristallin sous-jacent ; il s'interstratifie de passées gréseuses quartzitiques. Cet affleurement avait été interprété par R. Barbier (1948, p. 95) comme la base de la transgression lutétienne du flysch de la digitation du Niélard. Il s'agissait donc de la base d'un flysch totalement indépendant de celui de la partie nord-orientale du massif décrit précédemment.

La cartographie détaillée du secteur et l'analyse des conglomérats au Sud comme au Nord-Est, nous amènent à penser qu'il s'agit d'une même et unique bande de flysch, variable dans le détail pour ses faciès basaux ; P. Antoine et al. (1978) semblent aussi le suggérer sans le dire explicitement.

L'âge de ce flysch peut aussi être précisé, ce dernier ayant été considéré par R. Barbier comme partie intégrante de l'écaille de Montdenis (référence citée auparavant).

Aussi cet auteur attribue-t-il la base du flysch de l'angle SE de Valbuche au Lutétien, en raison de la présence de *Nummulites perforatus* dans les conglomérats basaux à Montdenis sur le versant maurienne d'une part, et d'une Nummulite lutétienne dans les calcaires d'Orgentil, d'autre part, à l'arrière méridional du Niélard, mais il ajoute cependant (p. 110) : "Il est probable que les calcaires zoogènes et les conglomérats appartiennent seuls à cet étage, le Flysch calcaire qui les surmonte, en général, est sans doute déjà priabonien". Nous verrons plus loin que la faune lutétienne d'Orgentil appartient en fait à des blocs emballés dans le flysch priabonien.

Nous avons trouvé, pour la première fois, dans les grès du flysch qui emballe les lames cristallines au NE, une abondante faune du Priabonien. Il s'agit des espèces suivantes* :

* Détermination de A. Blondeau.

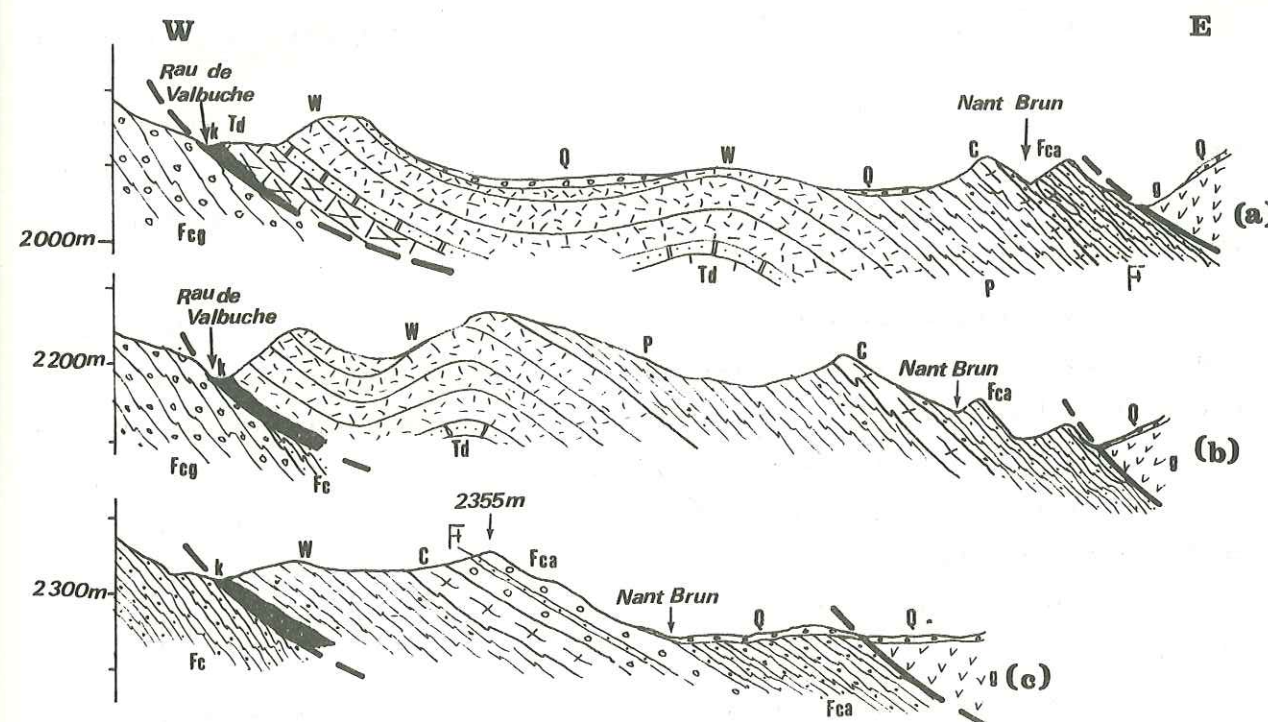


Figure 36 : Coupes sériees du Nord (a) vers le Sud (c) où est schématisée la série stratigraphique du massif de Valbuche.

Légende : C: micaschistes chloriteux (cristallin) ; P: faciès "verrucano" à dominante pélitique ; W: faciès "verrucano" à dominante quartzitique ; Td: dolomies sableuses et calcaires dolomitiques ; Fca: flysch priabonien de l'écaille de Valbuche ; Fcg et Fc: flysch conglomératique et flysch calcaire de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin ; g: gypses ; k: cargneules ; Q: alluvions et produits glaciaires ; F: niveaux à Nummulites.

Nummulites garnieri De La Harpe ;

Nummulites bouillei De La Harpe ;

Operculine sp. ;

Asterigerina sp. ;

Discocyclus sp. ;

Heterostegina sp. ;

Lithothamnies.

De même, nous avons découvert une association tout à fait identique dans les passées gréseuses du conglomérat de la colline 2355m au Sud-Est.

Cette contemporanéité et cette identité des microfaunes priaboniennes confirment, si besoin est, l'uniformité des affleurements tertiaires du revers oriental du cirque de Valbuche.

Ce flysch est chevauché, à l'Est, par l'Unité de la Grande Moenda.

D. LE PROBLEME DE L'EXTENSION MERIDIENNE DE L'ECAILLE DE VALBUCHE.

Au Sud, l'antiforme disparaît progressivement sous l'Unité de la Grande Moenda, et cette dernière, par un liseré de gypses et de cargneules, vient directement chevaucher le flysch calcaire de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin au col du Bonnet du Prêtre.

Au Nord, l'antiforme disparaît, au droit du torrent de Valbuche, sous les moraines et alluvions récentes et, en rive Nord de ce torrent, se développent les conglomérats du flysch, très identiques aux horizons Fcg de la coupe de Bellachat qui représentent donc, nous semble-t-il, la retombée du flanc inverse du synclitorium de Bellachat. Ces faciès conglomératiques contiennent par place de grandes lames olistolithiques de quartzites déjà signalées par R. Barbier (1948) et mentionnées à nouveau par P. Antoine (1978).

Ces conglomérats sont chevauchés, au niveau du replat du Paradis, par les schistes à blocs de l'Unité Niélard - Mont du Fût, une ligne de sources matérialisant ce contact.

Au droit du torrent de Valbuche, au niveau du petit verrou rocheux (côte 2050) et en aval immédiat, on observe le contact tectonique entre les dolomies du flanc inverse de l'antiforme et les schistes à blocs de l'Unité du Niélard ; ce contact complexe, composé de quartzites et de schistes rouges mélangés à des dolomies écrasées, paraît bien montrer le passage des schistes à blocs de direction N-NW - S-SE sous les formations permotriasiques de l'antiforme de direction NE-SW. Il en découle que l'écaille de Valbuche, cisailée à sa base et chevauchant à la fois les deux unités (Niélard et Cheval Noir) est plus interne et ne peut donc pas être rattachée directement et structuralement à l'une ou l'autre de ces unités. C'est pour cela que nous l'avons traitée dans un paragraphe particulier. Il paraît donc difficile de voir dans les quartzites de l'antiforme le lieu de provenance immédiate des olistolithes, des conglomérats, de la retombée est du Mollard des Boeufs comme le proposent P. Antoine et al. (1978), conglomérats qui appartiennent à l'Unité du Cheval Noir - Grand Coin.

E. LES ENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR L'ETUDE STRATIGRAPHIQUE DU MASSIF DE VALBUCHE.

Nous rappellerons :

1°/- Que l'analyse de l'antiforme montre manifestement une série anté-flysch globalement renversée ;

2°/- Que cette série, en particulier par ses dolomies, quartzites et pélites "verrucano", présente beaucoup d'affinités briançonnaises et n'est pas inconciliable avec la série un peu différente et plus complète du Ravin des Sétives ;

3°/- Que le flysch, d'âge priabonien, repose par un conglomérat, donc en transgression, sur les micaschistes.

Ce flysch, assez calcaire, est assez différent des flyschs des autres unités ; on pourrait le comparer au flysch calcaire sommital de l'Unité du Cheval Noir - Grand Coin, mais il contient quelques olistolithes de cristallin.

Pour expliquer les faits précédents nous émettons plusieurs hypothèses.

Première hypothèse : Les micaschistes forment bien le soubassement réel des faciès permotriasiques. Dans ces conditions, le flysch est transgressif sur une série inverse. Par conséquent, il y a là mise en évidence d'une phase tectonique anté-flysch.

Cette tectonique vigoureuse avec renversement complet d'un substratum de type briançonnais serait donc "anté-priabonienne" et non pas forcément, comme l'écrivent P. Antoine et al. (1978), "anté-nummulitique". De toute façon il s'agirait globalement de la "tectonique arvinche" de R. Barbier (1956).

Dans le détail on peut imaginer, après la mise en place tectonique de la série inverse, une érosion différentielle mettant en relief le cristallin par rapport aux séries permotriasiques. Au cours de la transgression priabonienne, le flysch s'est déposé en premier dans les parties basses du bassin alimenté en olistolithes de quartzites et en conglomérats à éléments variés arrachés à tous les reliefs ; il y a eu postérieurement une submersion du cristallin avec le dépôt d'un conglomérat basal et la sédimentation très rapide du flysch calcaire riche en Nummulites.

Dans cette hypothèse, on peut s'étonner de l'absence des schistes noirs et des grès du Houiller entre les faciès rouges "Verrucano" et le socle, d'autant que ces schistes existent à la base de la coupe du Ravin des Sétives (sans pour cela d'ailleurs reposer sur du cristallin) dans l'Unité du Cheval Noir et que de nombreux olistolithes de Houiller existent dans les

schistes à blocs du flysch des différentes unités.

Cette absence du Houiller vrai ne nous semble pas fondamentale car il est bien connu que la paléogéographie au Carbonifère supérieur est très complexe avec de petits bassins lacustres séparés par des zones émergées soumises à l'érosion.

Seconde hypothèse : La série renversée complète de Valbuche représente un immense olistolithe, basculé au sein du bassin de sédimentation du flysch, autour duquel se seraient moulés le flysch à blocs et le flysch conglomératique, cet olistolithe n'étant finalement submergé qu'au cours de l'épisode du flysch calcaire. Au cours de la phase tectonique post-laramienne, cet olistolithe, plus résistant, aurait été cisailé à sa base et refoulé vers l'Ouest avec sa fine couverture de flysch calcaire.

Dans cette hypothèse disparaît la preuve d'une phase tectonique ante-priabonienne, au Cirque de Valbuche tout au moins.

D'un autre côté, le gigantisme du phénomène n'étant pas sans rappeler celui que nous avons décrit au Mont du Fût, au Niélard et à Villarly et étant donné la position structurale de cette écaille, nous serions tentés de la rattacher à l'Unité du Niélard - Mont du Fût dont elle serait un témoin plus interne.

Les objections à cette hypothèse viendront de la taille monstrueuse du bloc et de l'absence de contacts stratigraphiques latéraux et sous-jacents avec des schistes matriciels noirs comme nous en avons décrits dans les autres unités.

Troisième hypothèse : Les micaschistes, quoique très étroitement associés aux pélites rouges, en sont séparés par un contact tectonique majeur, post-priabonien, remplissé au cours d'un mouvement tardif.

Dans ces conditions les micaschistes et le flysch sus-jacent correspondraient à une unité particulière dans laquelle, un peu à la manière de la bordure sud du Pelvoux, le flysch priabonien serait directement transgressif sur le socle.

Dans cette hypothèse, nous n'avons également pas de preuves, à Valbuche, d'une tectonique anté-priabonienne (ce qui ne veut pas dire qu'elle ne puisse pas exister) ; les terrains permo-triasiques pourraient, en effet, représenter tout simplement le flanc inverse complexe de l'Unité Niélard - Mont

du Fût, écaillé et refoulé sur le coeur de cette structure.

Les avantages de cette troisième hypothèse sont de deux ordres :

- on comprend que, nulle part sur le massif, on ne rencontre de flysch directement transgressif sur les dolomies, sur les quartzites ou sur le Verrucano pélitique.

- La solution du contact tectonique cisailant entre micaschistes et pélites versicolores explique directement la disparition du Permo-Carbonifère bien développé plus à l'Ouest au Ravin des Sétives.

- On aurait là une unité où l'érosion anté-flysch atteindrait le socle cristallin ; cela pourrait expliquer l'importance des débris de socle dans les schistes à blocs des niveaux basaux des flyschs.

L'objection principale viendra du fait que le cisaillement entre Permien et micaschistes n'est vraiment pas évident.

En conclusion : La structure complexe de l'écaille tectonique de Valbuche et la difficulté d'étudier avec précision ses rapports avec les flyschs septentrionaux (Mollard des Boeufs et Paradis), nous a amené à envisager les trois hypothèses avancées ci-avant. Chacune de ces dernières répond à des arguments sérieux mais présente également des faiblesses.

Dans le cadre de ce travail, naturellement limité géographique-ment, nous n'avons pu faire un choix déterminant. Il est probable que les études en cours, à la fois au Sud, de part et d'autre de l'Arc, et au Nord, vers Moûtiers et l'Unité de Salins, permettront rapidement de résoudre le problème.

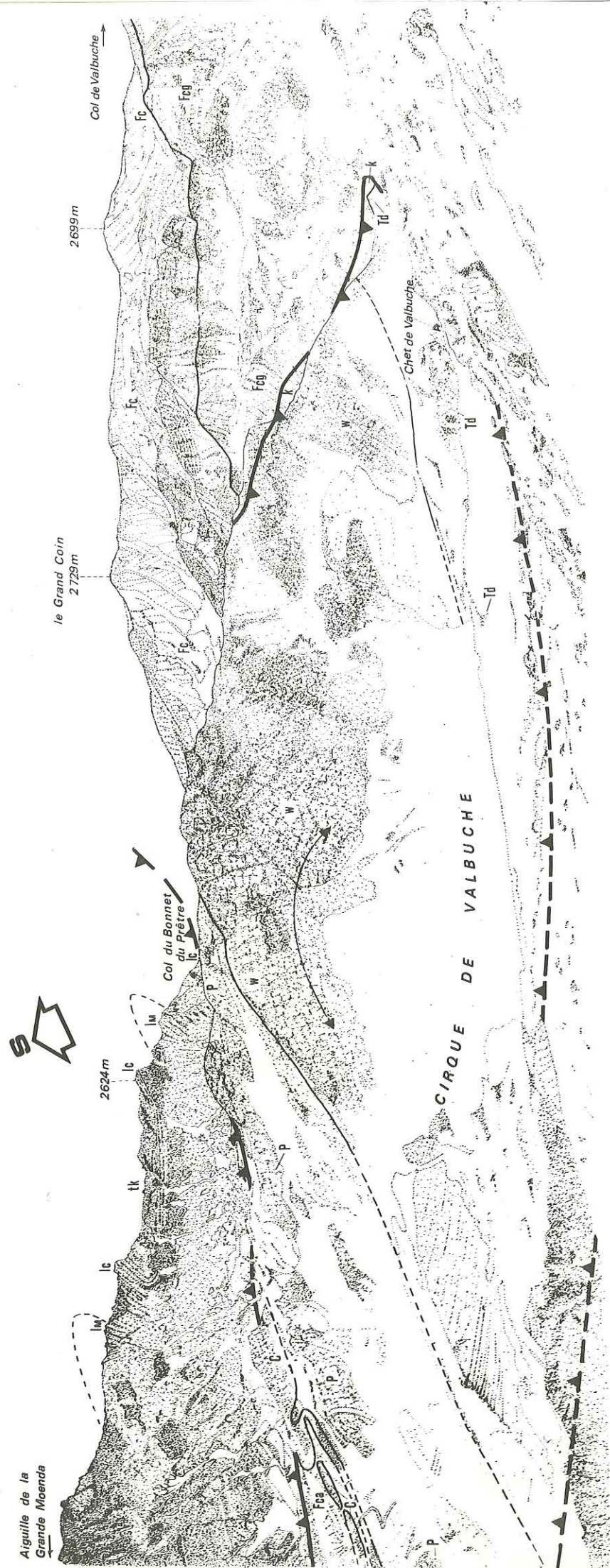


Figure 37. Panorama du massif de Valbuche pris du Nord vers le Sud.

On y observe :

- A droite, l'unité Cheval Noir - Grand Coin : premier plan le "flysch conglomératique" (Fcg), au fond le "flysch calcaire" (Fc).
- Au milieu, l'écaillé de Valbuche dont l'antiforme de Valbuche au premier plan : Td: dolomies triasiques ; w: quartzites triasiques à faciès "verrucano" ; P: pélites versicolores permienne à faciès "verrucano" ; C: micaschistes chloriteux (cristallin) ; Fca: flysch priabonien ; k: cargneules.
- Au fond et à gauche, la digitation subbriançonnaise de la Grande Moenda. tk: cargneules du Trias ; lc: Lias calcaire ; lm: Lias marneux.

IV. STRATIGRAPHIE DE L'UNITÉ DE CREVE-TÊTE.

Cette dernière unité occupe la partie la plus septentrionale du secteur étudié. Elle comprend la totalité du massif de Crève-Tête et correspondait jusqu'alors à la partie nord de la digitation du Niélard de R. Barbier (1948).

En 1866 Ch. Lory considère que les terrains affleurant dans le massif de Crève-Tête sont d'âge triasique ; 25 ans plus tard, W. Kilian (1891) les rattache au Nummulitique pour la première fois. Tous ses successeurs ont conservé cette opinion, en particulier R. Barbier qui, en 1948, fait du flysch de Crève-Tête la prolongation septentrionale du flysch lutétien du Mont Niélard.

La coupe schématisée de la figure 38 et la carte géologique annexée au mémoire montrent que cette unité est composée, pour l'essentiel, par un complexe de flysch reposant par l'intermédiaire de lambeaux de Permien et d'un coussinet de gypses directement sur les schistes jurassiques dauphinois.

A. LES LAMBEAUX DE "VERRUCANO" (P-W).

Ils affleurent en deux points, à la base du front de l'Unité :

- Au Sud, près du col du Gollet, au lieu-dit Pesse Sèche, vers 1900 m d'altitude ;
- Au Nord, au Sud du chef-lieu du Bois, à l'amont du Plan Crottu (thalwegs des ruisseaux du Sêcheron et de la Coche).

Ce "Permien" à faciès "verrucano" est représenté par des schistes et pélites rouges ou violacés dans lesquels sont intercalés (au Gollet) quelques niveaux de grès conglomératiques et de grès quartzitiques blancs, rougeâtres ou verdâtres à pendage Est-Sud-Est.

La séquence pélitique violacée peut être, parfois, riche en nodules ocre grés-ankéritiques.

La végétation, d'une part, et le recouvrement quaternaire, d'autre part, ne nous ont pas permis d'analyser les contacts avec les schistes dauphinois sous-jacents et le flysch de Crève-Tête sus-jacent.

Comme ce Permien ressemble étrangement, d'une part, à celui du sub-

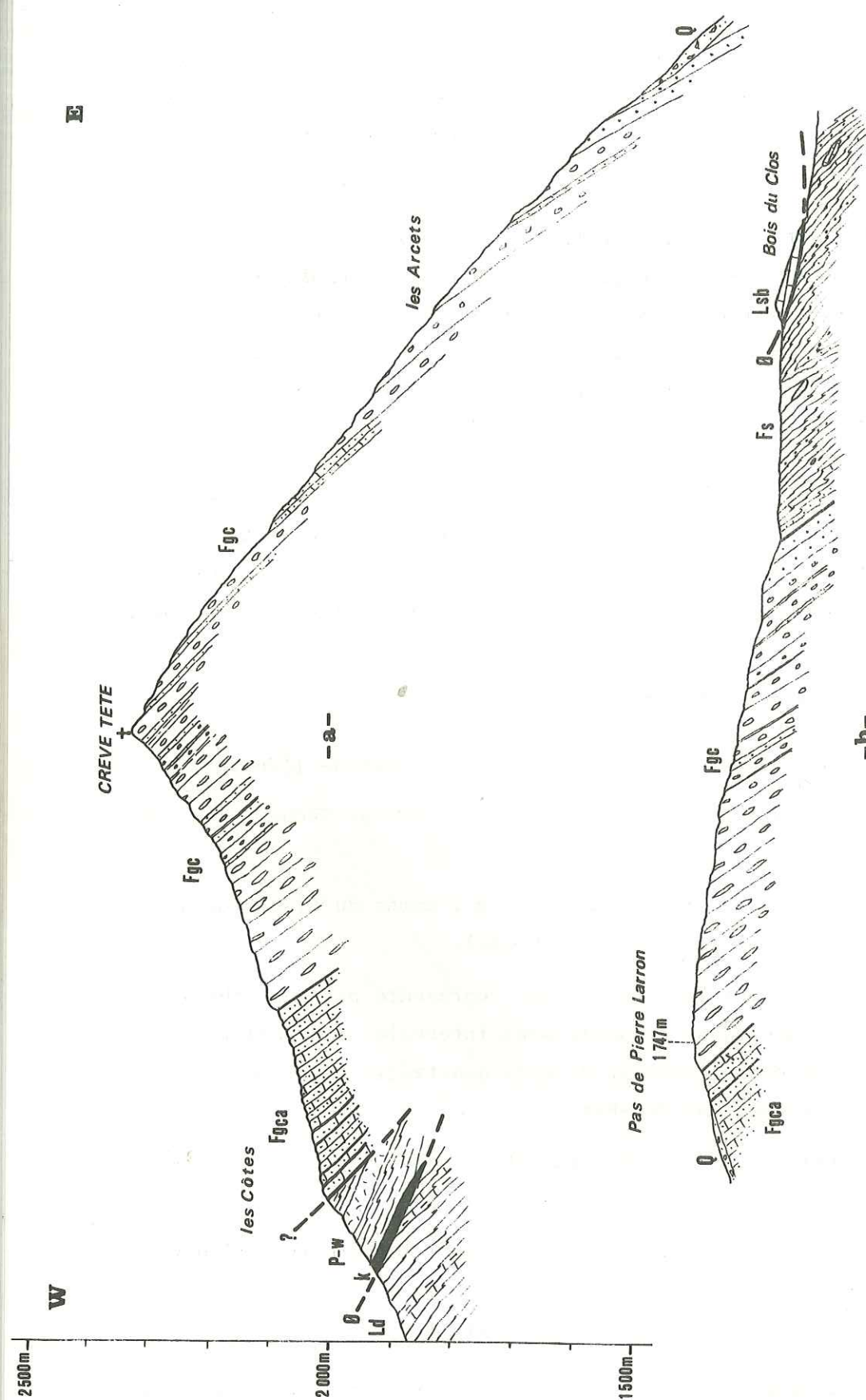


Figure 38. La séquence stratigraphique schématisée observable sur la partie méridionale (a) et septentrionale (b) du massif de Crève-Tête.

De l'Ouest vers l'Est :

Ld: Les faciès liasiques de la Zone Dauphinoise orientale ; k: cargneules ; P-w: pélites versicolores et niveaux quartzitiques des faciès "verrucano" probablement en lambeau tectonique ; Fgca: flysch gréso-calcaire ; Fgc: flysch gréso-conglomératique à galets étirés ; Fs: flysch schisteux à rares blocs et passées gréso-bréchiques ; Lsb: calcaires cristallins de la digitation subbriançonnaise de la Grande Moenda ; Q: alluvions et produits calcaires ; 0: contact tectonique tangentiel.

stratum de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin et, d'autre part, aux schistes de La Bagnaz, sis au Nord de l'Isère, au front de l'Unité du Quermoz en position tectonique, nous imaginerons qu'il représente des lambeaux de poussée arrachés au substratum du flysch (peut-être de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin) et donc totalement désolidarisés de celui-ci.

B. LE FLYSCH.

Formant structuralement un monoclinal cisailé à sa base et allongé sensiblement N-NE - S-SW, les terrains qui représentent le flysch de Crève-Tête sont bien exposés, sauf dans les parties basses des pentes où les broussailles et les produits glaciaires nuisent à l'observation directe. Les coupes de la figure 38 nous résument schématiquement la succession lithostratigraphique de ce flysch, bien observable sur la piste forestière des Avanchers au barrage de la Coche.

On peut distinguer ainsi d'Ouest en Est et de bas en haut structuralement :

1°/- Une formation gréso-calcaire (Fgca) :

Masquée la plupart du temps par les produits de l'érosion et la végétation, cette formation peut atteindre une épaisseur de 250m. Elle est constituée par une alternance très régulière de minces couches de calcschistes (2-3cm), de schistes gréso-calcaires (3-5cm) et de calcaires gréseux (5-8cm). Les deux premiers termes présentent la particularité de se débiter en laminites de l'ordre du millimètre ; le troisième terme, bien que présentant aussi de fines laminites sédimentaires, est plus compact. Aux endroits où nous l'avons observée, nous avons remarqué qu'en général, sa partie inférieure est plus schisteuse avec parfois des niveaux très calcaires, par rapport à sa partie supérieure, plus gréseuse. La présence de mica blanc dans les niveaux schisteux est remarquable.

Sous le champ du microscope, il s'agit, en général, de calcaires gréseux parfois finement gréseux, très recristallisés, où, à côté des micas et de rares feldspaths, les éléments détritiques prédominants sont les quartz. Les grains sont orientés, en minces bandes séparées par des minuscules laminites de matériaux argileux. Aucune trace de faune ou de microfaune n'y a été trouvée.

2°/- Une formation conglomératique (Fgc).

Topographiquement au-dessus de la formation précédente et au contact stratigraphique avec elle, vient une épaisse séquence conglomératique qui forme la quasi totalité du massif.

Lithologiquement très variable dans le détail, elle se compose surtout de conglomérats polygéniques à galets de taille centimétrique à décimétrique ; quelques niveaux de calcschistes, de grès calcaires et calcaires gréseux viennent s'intercaler dans cette épaisse séquence. Vers la retombée orientale, la série se termine par des gros bancs de conglomérats très grossiers et par des couches de grès quartzitiques blancs.

Plusieurs points attirent l'attention sur cette formation :

- Tout d'abord le caractère très aplati des constituants. En effet, ils sont très étirés dans les plans de la stratification, surtout dans la partie occidentale du massif. Les niveaux plus fins nous montrent, au microscope, un phénomène identique avec une réorientation granulométrique. Les constituants les plus grossiers sont des galets de cristallin, verrucano, quartzites, dolomies et calcaires divers.

- La matrice très particulière, luisante, de couleur verte ou violacée qui rappelle immédiatement les faciès pélitiques permien du "Verucano"; on peut parler pour imaginer cet aspect de "Permien régénéré" tout particulièrement près de Pierre Larron (P. Antoine et al., 1978).

- La présence vers la partie la plus orientale de couches de grès quartzitiques blancs.

Aucune faune ni microfaune n'a été trouvée.

3°/- Une formation schisteuse (Fs).

Cette formation qui n'affleure pas à la partie méridionale du massif soit parce qu'elle est cachée par les alluvions, soit qu'elle soit chevauchée par les nappes plus orientales, nous semble être la suite stratigraphique normale des deux formations précédentes. Elle affleure, en particulier, vers la partie nord-orientale du massif, sur la route forestière de Pierre Larron. Il s'agit d'une formation schisteuse, noire ou grise, carbonatée. De rares et minces niveaux microbréchiques jaunes (à galets de dolomies et de calcaires dans une matrice argilo-calcaire) s'intercalent dans

les schistes. En outre, elle emballe quelques blocs de calcaires blancs, coralligènes, très recristallisés au sein desquels quelques cristaux d'albite ont été observés.

Comme les formations précédentes, aucune faune n'y a été trouvée.

C. CONCLUSIONS.

L'Unité de Crève-Tête est, pour l'essentiel, faite de flysch disposé monoclinalement vers l'Est et refoulé sur la zone dauphinoise par l'intermédiaire de lambeaux de Permien rouge.

L'absence de microfaune ne permet pas de donner un âge précis au flysch. D'un autre côté, aucun critère de polarité net ne nous a permis d'orienter la succession lithologique.

Néanmoins, en comparant les séquences de ce flysch avec celles rencontrées dans les Unités du Cheval Noir - Grand Coin et du Niélard - Mont du Fût, nous sommes tentés :

1°/- de le croire contemporain des flyschs plus méridionaux donc d'être priabonien ;

2°/- de le croire en série inverse, -le niveau sommital Fs étant alors l'équivalent du complexe à blocs basal des autres unités mais très pauvre ici en olistolithes. Notons cependant la présence de blocs de calcaires coralligènes, probablement liasiques à cristaux d'albite ;

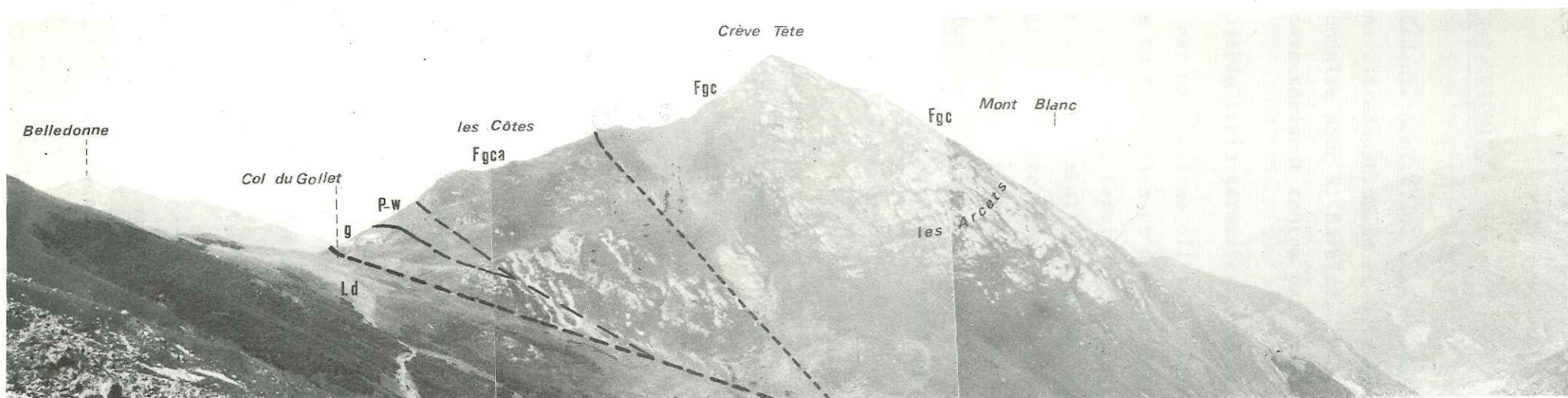
-le niveau moyen correspondant au flysch conglomératique ;

-le niveau basal grésocalcaire correspondant au flysch calcaire.

On remarquera l'intense recristallisation qui se manifeste et qui est probablement à l'origine de la disparition des restes paléontologiques.

Figure 39 : Le massif de Crève-Tête vu depuis le Mont Niélard.

Légende : Ld: faciès liasiques de la Zone Dauphinoise orientale ; g: gypses et cargneules ; P-w: faciès "verrucano" ; Fgca: flysch gréso-calcaire ; Fgc: flysch gréso-conglomératique.



CONCLUSIONS SUR LA STRATIGRAPHIE.

L'étude précédente montre que les unités étudiées rapportées, antérieurement, à la Zone ultradauphinoise et à la Zone des Brèches de Tarentaise (Zone subbriançonnaise pour R. Barbier, 1948, puis Zone valaisane pour R. Trümpy, 1955), se caractérisent toutes par un flysch priabonien daté*.

Ce flysch possède trois termes caractéristiques :

- Il débute par un complexe olistolithique (flysch à blocs) dans lequel des éléments de toutes tailles et de tous âges antérieurs au Priabonien (socle hercynien ? Houiller, Permien, Trias, Lias, Dogger, Crétacé supérieur, Lutétien, etc...) sont emballés dans une matrice sédimentaire faite de schistes noirs gréseux, voire conglomératiques. Les éléments remaniés ont, pour l'essentiel, tous une facture lithologique de type briançonnais, si ce n'est dans la plus occidentale (Unité du Cheval Noir) où quelques éléments calcaires ont un cachet dauphinois à subbriançonnais (calcaires du Lias ?).

- Il se poursuit par un flysch déjà mieux classé, gréseux à conglomératique, à éléments détritiques, outre le quartz, également très variés, assez semblables à ceux du complexe à blocs.

- Il se termine par un flysch schisto-calcaire assez homogène.

Un problème plus complexe reste, celui du substratum du flysch.

- En effet, dans l'Unité Cheval Noir - Grand Coin qui, rappelons-le, correspond à la Zone ultradauphinoise de R. Barbier, le flysch repose avec ravinement mais sans discordance majeure visible, sur une série réduite de type briançonnaise. Dans celle-ci le Crétacé supérieur et le Jurassique lacuneux et condensés viennent directement et stratigraphiquement sur les quartzites werfénien, eux-mêmes passant vers la base à un permo-houiller de type verrucano. Par conséquent, au droit de notre secteur d'étude le substratum du flysch des Aiguilles d'Arves n'a rien de dauphinois ou de subbriançonnais, mais au contraire a des affinités briançonnaises.

- Dans les autres unités, le problème est plus complexe car :

* Remarque : Nous laisserons de côté cependant l'Unité de Crève-Tête où l'absence de fossiles ne permet pas de généraliser totalement cet âge Eocène supérieur.

- ou bien ce qui a été rapporté jusque là classiquement au substratum du flysch n'est en réalité qu'un vaste olistostrome à éléments à dominante briançonnaise, remaniés dans le complexe à blocs. C'est indubitablement le cas au Mont du Fût et à Villarly, et ça pourrait l'être aussi au Niélard et Valbuche ;

- ou bien, dans ces deux derniers sites, les séries paléozoïques et mésozoïques rencontrées forment véritablement la base du flysch et alors il faut imaginer une tectonique plicative et d'écaillage anté-priabonienne importante ; c'est l'hypothèse retenue jusqu'alors par les auteurs (phase arvinche de R. Barbier).

De toutes façons, les séries anté-flysch rencontrées ont un cachet beaucoup plus briançonnais (par le Trias surtout) que dauphinois ou subbriançonnais.

En conclusion, au droit du secteur étudié les unités comprises entre le "Dauphinois interne" et la Grande Moenda (subbriançonnaise) possèdent toutes un flysch priabonien à éléments et/ou substratum de type briançonnais. Cela ne va pas sans poser certains problèmes paléogéographiques et tectoniques car il est évident qu'à l'Ouest immédiat les séries anté-flysch sont typiquement dauphinoises, le flysch venant reposer sur des séries schisteuses et marno-calcaires du Lias et du Dogger, voire du Jurassique supérieur à Montpascal, de même qu'à l'Est la série de la Grande Moenda et celle du Peron des Encombres sont subbriançonnaises.

Comme nous rejetons la possibilité d'une petite ride briançonnaise coincée au Mésozoïque entre les domaines dauphinois et subbriançonnais, il faut donc imaginer que, ou bien le substratum briançonnais est arrivé en position pré-dauphinoise par écaillages avant le dépôt du flysch, ou bien alors que les Unités du Cheval Noir - Grand Coin, du Niélard - Mont du Fût et probablement de Crève Tête sont charriées après le Priabonien par-dessus la Zone subbriançonnaise. La petitesse relative du secteur étudié ne permet véritablement pas de conclure.

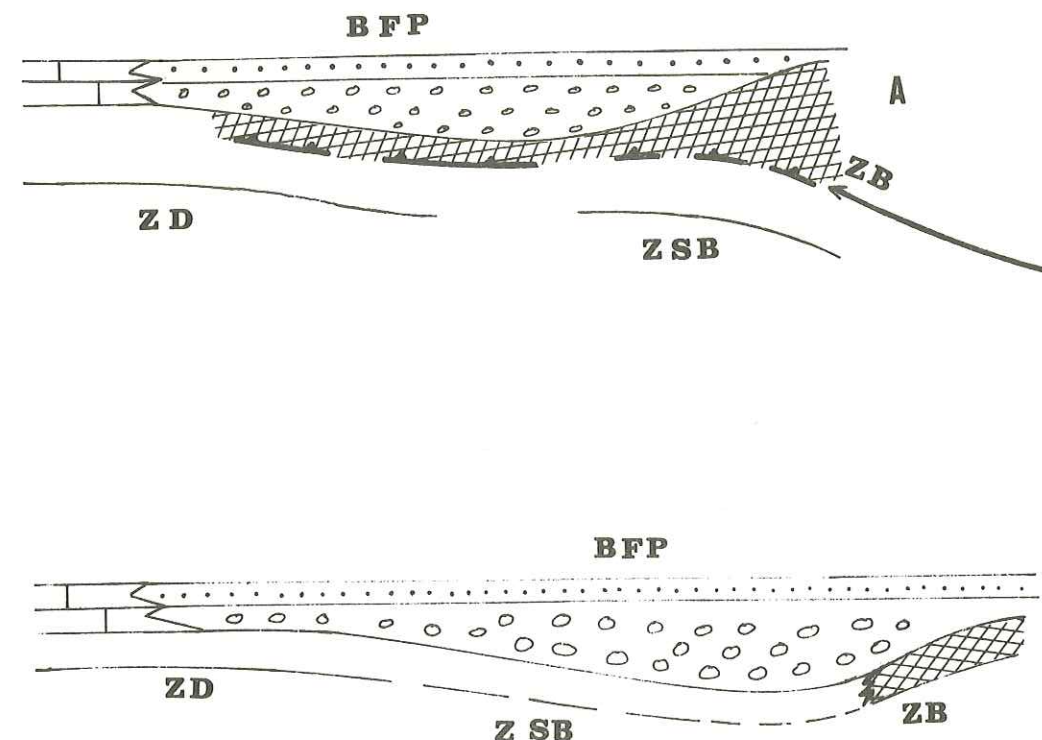


Figure 40 : Schéma résumant les deux interprétations possibles de la position du flysch priabonien, par rapport à son substratum d'après le secteur étudié.

- A. 1ère hypothèse : Le bassin du flysch priabonien scelle une paléotectonique tangentielle "Arvinche" responsable de la mise en place d'une unité briançonnaise en position ultradauphinoise.
- B. 2ème hypothèse : Le bassin du flysch priabonien repose normalement sur les différentes zones de la paléogéographie alpine non déplacées antérieurement.

ZD: zone dauphinoise ; ZSB: zone subbriançonnaise ;
ZB: zone briançonnaise ; BFP: bassin du flysch priabonien.

CHAPITRE TROISIEME

LA TECTONIQUE

INTRODUCTION

Les unités structurales distinguées dans le secteur d'étude sont (voir carte structurale) :

- à l'Ouest, l'unité Cheval Noir-Grand Coin ;
- à l'Est, l'unité Mont Niélard-Mont du Fût, et l'écaille de Valbuche ;
- enfin, au Nord-Est, l'unité de Crève Tête.

Ces unités intéressent, dans le cadre structural classique des Alpes, deux grandes zones déjà très classiques : la Zone ultradauphinoise ou Zone du Flysch des Aiguilles d'Arves au Sud et la Zone valaisane ou Zone des Brèches de Tarentaise, au Nord (cf. fig.3).

L'individualisation de chacune des trois unités repose, d'une part, sur des critères stratigraphiques, comme nous venons de le voir dans le chapitre précédent, d'autre part, sur l'existence des grands accidents qui les séparent.

Ces accidents majeurs sont des chevauchements de direction générale méridienne. En outre, il existe au niveau du ruisseau du Gollet à l'Ouest de Villarly, une discontinuité structurale transverse qui sépare l'unité de Crève Tête au Nord, des unités Cheval Noir-Grand Coin, Mont Niélard-Mont du Fût et écaille de Valbuche au Sud. Nous la nommerons "discontinuité du Gollet".

Nous envisagerons tout d'abord l'étude structurale des unités situées au Sud de cette discontinuité.

A. L'UNITE CHEVAL NOIR - GRAND COIN

1. Limites.

Cette unité chevauche vers l'Ouest, le Nord-Ouest et le Nord la Zone dauphinoise orientale et est chevauchée, à son tour, à l'Est, par l'unité Mont-Niélard-Mont du Fût et par la nappe subbriançonnaise du Pas du Roc. Vers le Sud, elle se prolonge longuement en direction de la Maurienne et au-delà. Ainsi la limite choisie correspond-elle au parallèle 50°36'N. Ses autres limites peuvent être décrites ainsi :

a) Les limites occidentale et septentrionale. Ce sont deux fronts d'érosion affectant le même front tectonique par l'intermédiaire duquel l'unité chevauche les terrains autochtones et parautochtones de la Zone dauphinoise.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES GEOSCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

Dans notre secteur, cet accident est souligné la plupart du temps par des gypses et des cargneules injectés entre la série dauphinoise orientale et le "verrucano" du substratum de l'unité.

- Au Nord du Ravin des Sétives, les gypses et cargneules marquant le contact tectonique forment une bande facilement repérable : elle débute à l'Est immédiat du lac du Loup et gagne vers le NNE le col de Riondet en passant par les lacs Blanc et Bleu (entonnoirs de dissolution). En même temps, elle se rapproche de plus en plus des escarpements du flysch à cause du rabotage basal de plus en plus accentué des couches de "Verrucano" du substratum. A partir du col de Riondet, elle se dirige vers l'ENE avant de disparaître rapidement sous des éboulis. En contrebas de la paroi NW du massif du Niélard, le chevauchement est rejoint, puis rapidement dépassé, par l'accident basal de l'unité Mont-Niélard-Mont du Fût.

- Au Sud du Ravin des Sétives, les gypses et cargneules sont plus rares. Si bien que la plupart du temps, faciès dauphinois orientaux parautochtones et faciès "verrucano" sont en contact direct. Quand le substratum disparaît, à l'Ouest des châteaux de l'Alpette, gypses et cargneules réapparaissent entre la base tectonique du flysch et les faciès dauphinois sous-jacents.

b) La limite orientale. Au Nord du Cirque de Valbuche, il s'agit la plupart du temps, du chevauchement frontal de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût. Le cisaillement qui lui correspond est souvent souligné par des gypses et cargneule. Quand ceux-ci manquent, il est difficile de situer sa trace, surtout dans les endroits où le contact se fait flysch sur flysch. En ces lieux, la trace de l'accident, telle qu'elle apparaît sur la carte, n'a qu'une valeur interprétative.

Au Sud du Cirque de Valbuche, cette limite pratiquement nord-sud, bien marquée par les gypses et les cargneules, suit d'abord le front du massif de Valbuche, puis le front de la nappe subbriançonnaise du Pas du Roc.

2. Structures.

a) Les plis. L'unité Cheval Noir-Grand Coin dessine un grand pli synclinal le plus souvent couché vers l'Ouest et orienté quasiment nord-sud. Cette structure se lit clairement dans les deux formations supérieures du flysch priabonien : le flysch conglomératique et le flysch calcaire ; ce dernier occupant l'axe du pli. Les formations les plus anciennes et en particulier celles du substratum, n'apparaissent pas sur le flanc oriental si ce n'est, peut-être, à Valbuche. La structure particulière de ce massif sera traitée plus loin et interprétée de diverses manières en fonction des hypothèses émises dans le chapitre consacré à la stratigraphie.

Ce vaste synclinal avait été repéré et dessiné depuis longtemps en particulier par Ch.Lory (1866), W.Kilian (1891) et J.Boussac (1912), avant que R.Barbier (1948) n'abandonne cette manière de voir. Deux de ces interprétations sont représentées sur la fig.40, concernant la région de Valbuche.

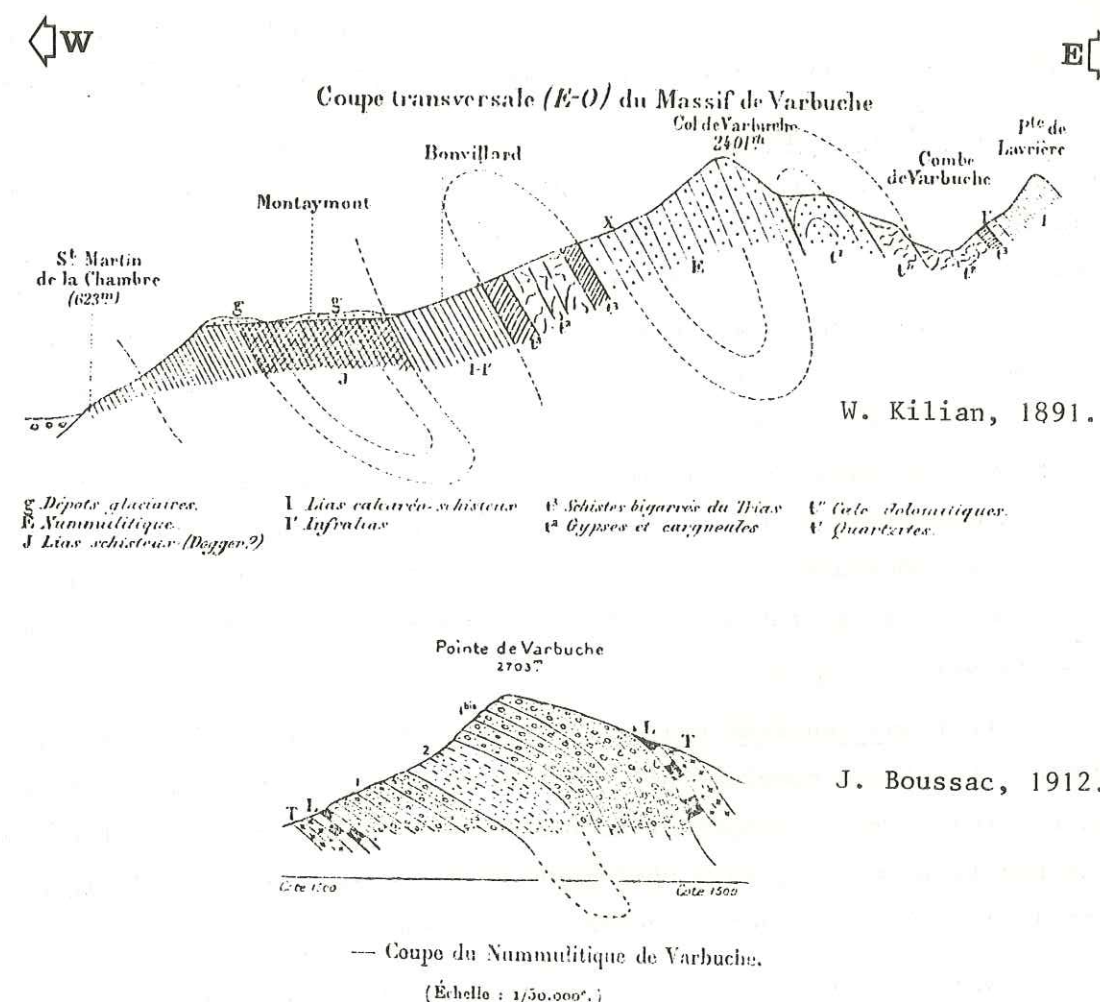


Figure 41 : Deux coupes de la fin du siècle dernier et du début du siècle où la structure synclinale d'ensemble de l'unité Cheval Noir-Grand Coin apparaît déjà clairement.

La structure synclinale du flysch priabonien apparaît clairement au col de Valbuche où, sur les deux flancs, le flysch calcaire repose en contact stratigraphique sur le flysch conglomératique. En cet endroit, le synclinal est déjà nettement deversé vers l'Ouest, son flanc oriental étant fortement redressé, voir vertical.

Au Nord du Col de Valbuche, le déversement du flanc oriental s'exagère et rapidement dès la Pointe de Valbuche, le synclinal se renverse vers l'Ouest. L'axe du pli est alors souligné par une bande étroite de flysch calcaire extrêmement plissoté, dessinant, à la rencontre des diverses vallées torrentielles, de magnifiques V aux pointes tournées vers l'Est (Combe de la Platière Chambrette de la Platière, etc...).

Il est à remarquer que, de la Pointe de Valbuche au Cheval Noir, les deux flancs du synclinal renversé présentent des déformations secondaires différentes.

- Le flanc normal occidental montre des couches du "Permo-Carbonifère" au flysch conglomératique priabonien, plongeant de manière régulière vers l'Est. Les valeurs des pendages sont comprises entre 30° et 40° au niveau du flysch, légèrement plus faibles au niveau du substratum. L'allure générale tranquille de ce flanc est particulièrement visible entre le Col de Riondet et le Col du Mottet où il forme une dalle longitudinale plongeant régulièrement en direction du Ruisseau d'Orgentil. Sur ce flanc, les replis métriques dans le flysch sont rares. Nous en avons observés quelques-uns dans le complexe à blocs au ravin des Sétives et dans le flysch conglomératique du Cheval Noir ; ils sont déversés vers l'Ouest. Nous avons également constaté la présence de rares microplis dans les couches versicolores du substratum, au ravin des Sétives, malheureusement trop isolés pour pouvoir être significatifs.

- Le flanc renversé oriental présente des complications structurales importantes. Le flysch conglomératique surmontant, du fait de sa position inverse, le flysch calcaire moins compétent du coeur de la structure, est affecté de nombreux replis métriques, mais également décamétriques et hectométriques. Les plus grands de ces replis sont observables aux endroits suivants :

. Sur la crête reliant les chalets d'Orgentil à la pointe du Cheval Noir. Ce sont là plusieurs antiformes et synformes clairement déversées vers l'Ouest (coupe 10) ;

. Au Nord-Est et Sud-Est du chalet de Plan Conta, il s'agit aussi d'antiformes déversées vers l'Ouest-Nord-Ouest aux axes orientés N30E (coupe 15). L'une des charnières de ces replis est clairement visible du chalet, en regardant vers le Sud-Ouest.

. Sur la crête menant au Bellachat (coupe 16), des plis, également déversés vers l'Ouest, sont extrêmement serrés ; ils sont bien visibles sur la paroi septentrionale. A la faveur de ces replis apparaît parfois, au coeur des antiformes, le flysch calcaire.

. Plus au Sud, au Mollard des Boeufs et à la pointe de Valbuche, quelques replis sont décelables dans les énormes masses conglomératiques (coupe 17). Ils expliquent en partie les grandes épaisseurs atteintes par les faciès conglomératiques du flysch en ces lieux.

Au Sud du col de Valbuche, plus précisément au Sud du massif de Valbuche, la structure synclinale de l'unité n'est plus visible. Le flanc oriental disparaît sous les chevauchements des unités plus internes et, en particulier, sous ceux du massif de Valbuche et de la nappe subbriançonnaise du Pas du Roc. L'unité Cheval Noir-Grand Coin apparaît alors comme un vaste ensemble monoclinal au calme trompeur : les couches du flysch calcaire conservent leur intense déformation en plis isoclinaux.

Afin de tenir compte de ces observations concernant les plis de l'unité Cheval Noir-Grand Coin et, en particulier, du déversement vers l'Ouest des replis affectant le flanc inverse oriental du grand synclinal, nous sommes conduits à faire intervenir deux phases compressives postérieures au flysch :

- la première déforme en grand synclinal couché vers l'Ouest l'unité ;
- la seconde, est responsable du décollement du flysch conglomératique renversé sur son "néo-substratum" de flysch calcaire et de sa déformation en plis métriques à hectométriques déversés vers l'Ouest.

C'est dire que du Col de Valbuche au Cheval Noir, le flysch conglomératique du flanc inverse, décollé sur les couches incompetentes du flysch calcaire du coeur du synclinal, est affecté d'un second plissement. Cette seconde déformation est indépendante de la première, comme semble l'indiquer l'obliquité des directions axiales des plis de seconde génération sur l'axe du synclinal majeur...

b) Le rabotage basal de l'Unité Cheval Noir-Grand Coin. Il affecte la base du flanc normal occidental du grand synclinal couché.

Le plan de cisaillement injecté de gypses, responsable du chevauchement de l'unité sur la Zone dauphinoise orientale, recoupe plus ou moins "haut" les termes du substratum du flysch.

Le maximum de substratum est conservé à hauteur du Ravin des Sétives (coupes 15 et 16).

Au Nord et au Sud, le cisaillement basal "monte" progressivement dans des niveaux toujours plus récents du substratum du flysch.

La disparition des termes anté-priaboniens est effective au Sud, près des chalets de l'Alpette (coupe 22). En cet endroit, le complexe à blocs du flysch repose, par l'intermédiaire du coussin gypseux, directement sur les termes dauphinois.

W

E

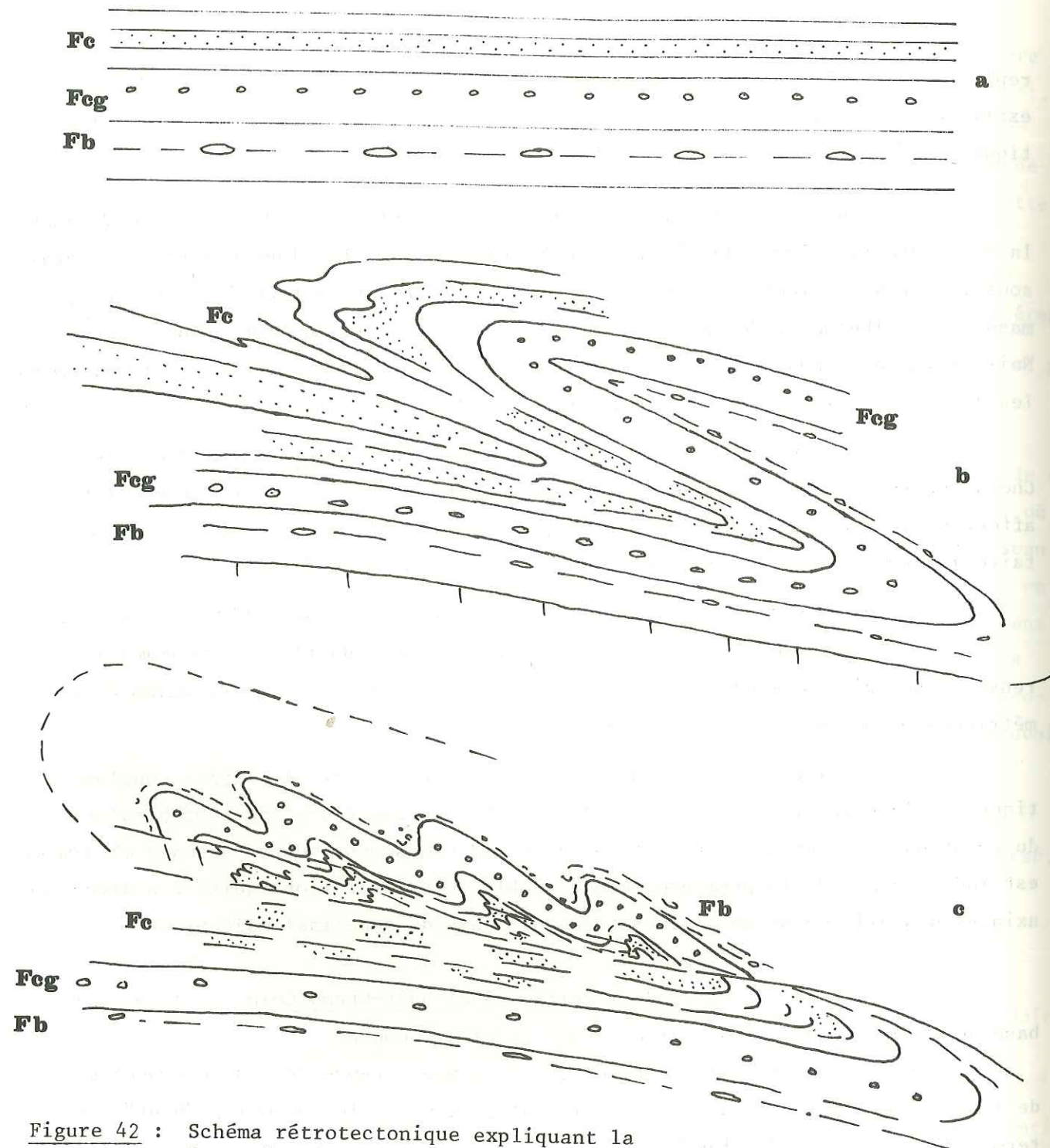


Figure 42 : Schéma rétrotectonique expliquant la formation de la structure de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin.
(Fb: flysch à blocs ; Fcg: flysch conglomératique ; Fc: flysch calcaire).

L'accident cisailant à l'origine du rabotage basal de l'Unité Cheval Noir-Grand Coin est postérieur à la genèse du synclinal couché dont il recoupe les couches inclinées vers l'Est du flanc normal.

Le plan de cet accident est affecté tardivement par des bombements à grand rayon de courbure d'axe N45°E à N50°E. En témoigne, en particulier, une petite fenêtre que nous nommons fenêtre des Monts, située en rive droite du Torrent des Povatages, au Nord-Est du Mont du Fût.

Au coeur de cette fenêtre apparaît une série de schistes calcaires noirs, voire des calcaires. N'ayant pas trouvé de fossiles dans ces niveaux, nous les rattachons par leur faciès au Jurassique dauphinois, montrant en cela que l'Unité Cheval Noir-Grand Coin flotte largement, sinon totalement, sur la Zone dauphinoise orientale. La demi-fenêtre située entre le massif du Niélard et le massif de Crève Tête, rentrant profondément vers l'Est jusqu'à Villarly, montre également en son coeur des terrains jurassiques dauphinois. Elle est également un témoin de la large allochtonie de l'Unité Cheval Noir-Grand Coin.

3. Essai sur les tectoniques superposées affectant l'Unité Cheval Noir-Grand Coin.

Sans préjuger ici de l'existence ou non d'une phase de plissement "arvinche", anté-priabonien, nous pouvons distinguer, à partir de l'analyse des structures de l'unité, plusieurs phases de déformation. Ce sont, de la plus ancienne à la plus récente :

1. Une phase donnant naissance au grand synclinal couché vers l'Ouest, dont l'axe souligné par la dépression du flysch calcaire se suit du Cheval Noir au Grand Coin.

2. Une phase de plissement affectant de manière préférentielle le flanc renversé de la structure précédente. Les niveaux de flysch conglomératique renversé de celui-ci, décollés sur leur "néo-substratum" de flysch calcaire, se plissent en antiformes et synformes renversées vers l'Ouest ou le Nord-Ouest. Ce plissement se fait par décollement au niveau des couches plastiques du flysch calcaire formant le "néo-substratum". Ce décollement au sein du flysch calcaire explique la différence de comportement tectonique des deux flancs du synclinal couché de phase 1.

3. Une phase de cisaillement recoupant les structures antérieures. C'est de cette phase que date, pour le moins, la mise en place de l'unité rabotée à sa base sur la Zone dauphinoise orientale d'une part, de l'arrivée des autres unités chevauchantes d'autre part. Les contacts cisailants de cette troisième phase sont les plus visibles, étant généralement injectés de gypses et cargneules.

4. Une phase de plissement tardif déformant en bombements amples unité et plan de cisaillement.

Cette interprétation de la déformation de l'unité Cheval Noir-Grand Coin en tectoniques superposées présente l'avantage d'intégrer l'ensemble des observations des auteurs antérieurs. Le grand synclinal couché décrit dès le début par Ch.Lory, W.Kilian et J.Boussac, est le pli de phase 1. Le décollement sur le flysch calcaire et le plissement de la phase 2 du flanc renversé, indépendamment du flanc normal du synclinal donne une explication aux observations de R.Barbier (1948). Cet auteur, rappelons le, mettait à la base du flysch conglomératique du flanc inverse le contact tectonique majeur entre la Zone ultradauphinoise peu déformée au niveau du flysch (notre flanc normal) et la Zone des Brèches de Tarentaise (digitation du Niélard ici en particulier) chevauchante, affecté d'une tectonique très violente (notre flanc inverse).

Ce décollement du flanc inverse lors de la phase 2 justifie enfin l'absence de gypse et de cargneules ; absence qui apparaissait tout à fait singulière lorsqu'on faisait passer entre flanc normal et flanc inverse un contact tectonique majeur entre deux zones paléogéographiques distinctes.

B. L'UNITÉ MONT NIELARD - MONT DU FÛT.

1. Ses limites

Elles sont tectoniques.

a) La limite occidentale. Il s'agit d'un vaste accident chevauchant cisailant, généralement caché par les éboulis. Il est visible sur l'arête du Mont du Fût où l'unité chevauche vers l'Ouest le flysch calcaire de l'ensemble structural précédent. Le contact est particulièrement net vers le Nord, au col du Mottet ; un niveau de gypses et de cargneules souligne le chevauchement du massif du Niélard directement sur le flanc normal du grand synclinal de l'unité Cheval Noir-Grand Coin. Sur le flanc nord-est du vallon d'Orgental, la présence de gypses est soulignée par des entonnoirs de dissolution. A la faveur de ce cisaillement, l'unité chevauche le plus généralement l'unité Cheval Noir-Grand Coin du Cirque de Valbuche au lieu-dit la Plagne (angle nord du Niélard), mais aussi la Zone dauphinoise orientale, au Nord du Niélard où celle-ci dessine la grande demi-fenêtre du Gollet. Elle surmonte encore les schistes de la Zone dauphinoise orientale au Nord-Est du Mont du Fût où ceux-ci apparaissent au coeur de la fenêtre des Monts.

b) La limite orientale. Elle correspond au chevauchement frontal de la nappe du Pas du Roc, et plus particulièrement de la digitation de la Grande Moenda.

Là encore, le chevauchement cisailant est puissamment injecté de cargneules et de gypses. Grâce à ceux-ci, le contact se suit facilement du Cirque de Valbuche au Vallon de la Platière. Plus au Nord, au-delà du Vallon d'Orgental, il longe à mi-pente la retombée sud-est du massif du Niélard pour finalement filer vers le ruisseau du Gollet aux environs de Villarly, puis vers le Doron de Belleville.

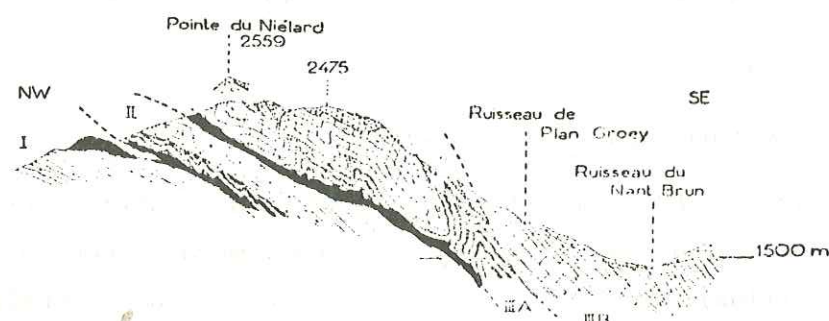
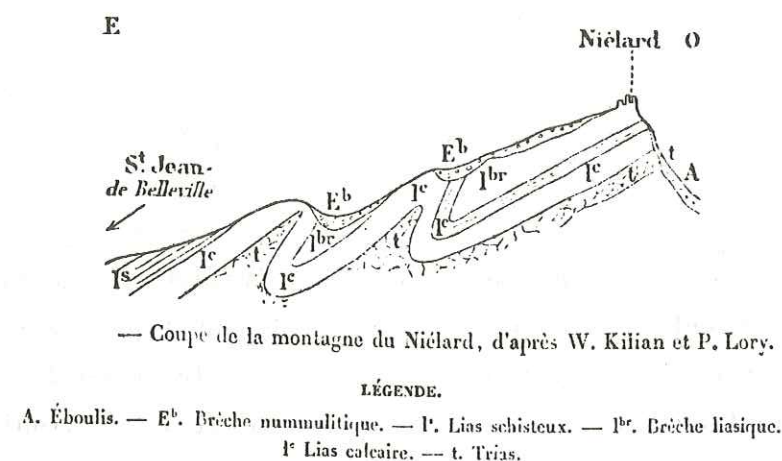
Immédiatement au Nord de la fenêtre des Monts, la continuité de l'unité est interrompue sur quelques centaines de mètres. En effet, en cet endroit, l'unité subbriançonnaise de la Grande Moenda dépasse l'unité Mont Niélard-Mont du Fût et vient reposer directement sur l'unité Cheval Noir-Grand Coin. De ce fait, l'unité se subdivise en deux massifs : au Nord, le massif du Niélard, au Sud, le massif du Mont du Fût.

2. Structure du massif du Niélard.

Depuis que W.Kilian (1891) a établi la distinction entre brèches calcaires liasiques (sans éléments de cristallin) et conglomérats éocènes du flysch (à éléments cristallins), les différents auteurs ont toujours considéré les terrains antérieurs au flysch du massif comme ceux d'un substratum sédimentaire. Ce fait acquis, ils donnaient des interprétations structurales différentes. W.Kilian et Ch.Lory (1906) d'abord, puis R.Barbier (1948), voyaient ce substratum écaillé, structuré en une série de plis anticlinaux et synclinaux déversés vers l'Ouest (Fig.41).

D'autres en faisaient une klippe subbriançonnaise (D.Schneegans, 1935) ou un synclinal relevé au Nord-Ouest armé par les calcaires liasiques à faciès équivalents de ceux de la Zone subbriançonnaise de la nappe de l'Ubaye (Y.Gubler et D.Schneegans, 1936).

La diversité des interprétations proposées montre bien que la structure du massif du Niélard est difficile à déchiffrer. Il est vrai que sur le terrain, les repères structuraux (plis, charnières, axes de plis, etc...) manquent. Aussi ne tenterons-nous qu'une esquisse structurale d'ensemble du massif, laquelle dépend évidemment de l'idée stratigraphique que l'on a de la série mésozoïque-cénozoïque du Niélard (cf. chapitre Stratigraphie).



3. Structure du massif du Mont du Fût.

Le massif du Mont du Fût est formé pour l'essentiel par le complexe olistolithique de la base du flysch priabonien. A son sommet, un petit témoin de flysch gréso-conglomératique est conservé.

Dans son ensemble, le massif du Mont du Fût est cisailé et chevauche : d'une part, l'unité Cheval Noir-Grand Coin sur ses côtés ouest et sud-ouest, d'autre part, les calcschistes noirs dauphinois apparaissant sur son côté nord-ouest dans la fenêtre des Monts. L'unité toute entière plonge vers l'Est sous l'unité subbriançonnaise de la Grande Moenda.

A l'intérieur du massif, on reconnaît aisément un pli synclinal perché, affectant le flysch gréso-conglomératique conservé à la cime du Mont du Fût. La charnière synclinale est visible dans la paroi nord située sous le sommet coté 2636 m et signale un léger déversement du pli vers l'Ouest - Sud-Ouest.

La direction axiale de ce synclinal est N145°E, c'est-à-dire oblique par rapport à la direction d'ensemble sub-méridienne de l'unité Niélard-Mont du Fût. Cette obliquité trouve son explication dans le fait que l'accident cisaillant situé à la base de l'unité qu'il rabotte, est postérieur à la genèse du pli. Notons enfin que la direction N145°E du synclinal est également celle de l'allongement des grands olistolithes affleurant entre le sommet du Mont du Fût et le chalet des Monts. Ceci indique que le plissement à l'origine du synclinal perché d'axe N145°E a affecté l'ensemble des termes du massif.

4. Conclusion sur la structure de l'ensemble de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût.

Nous avons dit que l'unité Mont Niélard-Mont du Fût tirait son originalité du grand développement, dans son flysch priabonien, d'un terme inférieur constitué par un complexe à blocs énormes.

Bien évidemment, la seconde originalité non moins importante de cette unité est d'ordre tectonique, liée à l'existence d'un vaste cisaillement injecté par endroits de gypses et cargneules et responsable du charriage de l'unité à la fois sur l'unité Cheval Noir-Grand Coin et sur la Zone dauphinoise.

Ce cisaillement tangentiel possède un caractère tardif. En effet, il se superpose en les recoupant, aux structures des phases plus anciennes, qu'elles soient clairement post-priaboniennes (comme dans le cas du synclinal d'axe N145°E du Mont du Fût) ou d'âge plus incertain (comme dans le cas du synclinal d'axe N45°E du massif du Niélard).

Notons enfin que la continuité de l'unité est interrompue à hauteur de la fenêtre des Monts. Cette interruption, masquée en partie par une avancée locale du front de l'unité briançonnaise de la Grande Moenda affecte le contact cisaillant basal de l'unité.

Nous pensons que cette interruption est contemporaine de la mise en place finale de l'unité et est en relation avec la torsion des unités alpines à cet endroit où la chaîne passe d'une direction sub-méridienne à une direction NE-SW.

S'agissant d'une courbure péri-interne (J. Aubouin, 1968) où le périmètre d'arrivée pour l'unité est plus grand que le périmètre de départ, il est fort probable que la discontinuité signalée soit la marque d'une déchirure radiale. Dans ce cas, il y a peu de chance que des structures de même phase antérieure à la dernière mise en place par cisaillement aient conservé la même orientation de part et d'autre de la déchirure. Ainsi, dans le cas où synclinal perché du Mont du Fût et synclinal du Niélard seraient tous deux d'une même phase post-priabonienne, on comprend aisément leur différence notable de direction axiale (N 145°E pour l'un et N 45°E pour l'autre).

C. INTERPRETATIONS STRUCTURALES DE L'ECAILLE DE VALBUCHE.

Le massif de Valbuche occupe la partie haute de la vallée du Nant Brun où il se trouve coïncé entre l'Unité Cheval Noir - Grand Coin à l'Ouest, l'Unité Mont Niélard - Mont du Fût au Nord, et l'Unité subbriançonnaise de la Grande Moenda à l'Est.

Rappelons que ce massif comprend un flysch priabonien à dominante "flysch calcaire" (il affleure sur le côté sud-est du massif) surmontant stratigraphiquement des terrains cristallins anciens, surmontant eux-mêmes des terrains permo-triasiques en position inverse.

L'unité structurale de l'écaille de Valbuche est liée aux deux cisaillements tangentiels "récents" qui le limitent.

- à l'Ouest, le cisaillement basal de l'écaille est à l'origine du chevauchement de celle-ci, soit sur le flysch calcaire, soit sur le flysch conglomératique de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin. Il est bien visible dans le Torrent de Valbuche. En particulier, dans la partie supérieure du cours de ce torrent (en amont du chalet de Valbuche, là où sa direction est nord-sud), affleure une bande de cargneules entre les quartzites du "Verrucano" de l'Unité de Valbuche et les conglomérats du flysch priabonien de

l'Unité Cheval Noir - Grand Coin. Ces cargneules qui emballent une klippe tectonique du Lias calcaire (arrachée probablement à l'Unité Mont Niélard - Mont du Fût) marquent le contact chevauchant à l'Ouest du massif.

Ce même cisaillement basal limite probablement au Nord l'écaille. Sa trace est moins visible car cachée par les alluvions récents du cirque de Valbuche. Néanmoins, l'entaille du ruisseau de Valbuche, entre le chalet de Valbuche et le lit du Nant Brun, permet d'observer le contact entre quartzites et dolomies triasiques renversés du massif de Valbuche et le complexe olistolithique priabonien de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût. Des minces niveaux de cargneules coincés entre les deux unités signalent à cet endroit la nature tectonique du contact qui est, d'ailleurs, très redressé ;

- à l'Est, le cisaillement basal (également injecté de gypses et de cargneules) de l'unité subbriançonnaise de la Grande Moenda est responsable du charriage de celle-ci sur l'écaille de Valbuche qu'elle dépasse totalement dès le col du Bonnet du Prêtre pour reposer directement sur l'unité Cheval Noir-Grand Coin plus au Sud.

L'interprétation de la structure interne de l'écaille de Valbuche est plus délicate et dépend de l'idée qu'on se fait des rapports entre le cristallin et le "Verrucano". Nous envisagerons deux cas :

- le "Verrucano" repose stratigraphiquement sur le cristallin ;
- le cristallin repose tectoniquement sur le Verrucano renversé.

1er cas : le Verrucano repose stratigraphiquement sur le cristallin.

Dans ce cas le flysch à dominante "flysch calcaire" qui coiffe le massif à l'Est - Sud-Est repose en discordance angulaire sur l'ensemble de la série renversée de Valbuche, allant du cristallin aux dolomies triasiques. Cette discordance majeure s'interprète alors de deux manières :

- elle est la marque d'une importante phase tectonique anté-priabonienne à l'origine du renversement du soubassement stratigraphique du flysch. Cette déformation "ancienne" est la phase arvinche de R.Barbier ;

- elle correspond à l'emballage de l'ensemble des terrains antérieurs au flysch (cristallin compris) dans celui-ci. Le massif de Valbuche apparaît alors comme un énorme olistolithe que l'on peut alors rattacher à l'unité Mont Niélard-Mont du Fût.

Dans ces deux interprétations, aussi peu discordant angulairement qu'il soit, le flysch rapidement calcaire repose uniquement sur le cristallin. Aucun témoin de ce flysch n'est présent sur les autres termes, permians ou triasiques du massif.

2ème cas : le contact cristallin-Verrucano est tectonique.

Dans ce cas l'unité du massif de Valbuche, définie en tant que telle par les cisaillements à gypses "récents" comprend deux ensembles tectoniques superposés :

- l'un occidental correspondant à la série permo-triasique renversée et chevauchée au Sud-Est ;
- l'autre comprenant le cristallin surmonté stratigraphiquement et directement par le flysch priabonien.

Dans ce cas, il est clair que le chevauchement de l'ensemble cristallin-flysch sur l'ensemble permo-triasique renversé résulte d'une phase qui pour être post-priabonienne n'est pas moins antérieure à la phase à l'origine des cisaillements à gypses. D'autre part, on peut rattacher l'ensemble permo-triasique renversé à un substratum de type briançonnais, soit de l'Unité Cheval Noir - Grand Coin (il s'agit dans ce cas d'une partie du flanc inverse du synclinal couché de phase 1), soit de l'Unité Mont Niélard - Mont du Fût.

Quant à l'ensemble oriental cristallin-flysch, il appartient à une autre unité dont l'importance paléogéographique serait de l'ordre des unités Mont Niélard - Mont du Fût et Cheval Noir - Grand Coin. On pourrait la nommer l'Unité du Nant Brun.

Cette conception pose cependant quelques problèmes. Il est à remarquer : - d'une part, que le contact cristallin-Verrucano est un contact "sec" sans gypse, à la différence de la majorité des contacts unité à unité du secteur ;

- d'autre part, aucune zone d'écrasement avec mylonites ou minéraux cataclasés ne jalonne ce contact qui, enfin, est repris en plis à petit rayon de courbure ce qui, là encore, ne correspond pas au style des autres chevauchements.

Signalons enfin qu'une antiforme à grand rayon de courbure, d'axe N 40°E affecte la série permo-triasique inverse du massif. La charnière du pli est bien visible dans les escarpements rocheux quartzitiques dominant au Sud le Cirque de Valbuche.

D'apparence, cette antiforme évoque un pli tardif. Cependant le plan de cisaillement basal de l'unité ne semble pas être déformé par ce pli. Au contraire celui-ci recoupe les couches de quartzites et de Verrucano ployés par ce pli. D'autre part, la direction axiale de l'antiforme est oblique

par rapport aux directions des couches du flysch de la partie sud-est du massif. Il est donc fort probable que l'antiforme de Valbuche est une structure relativement précoce, antérieure au cisaillement et au chevauchement de l'unité vers l'Ouest.

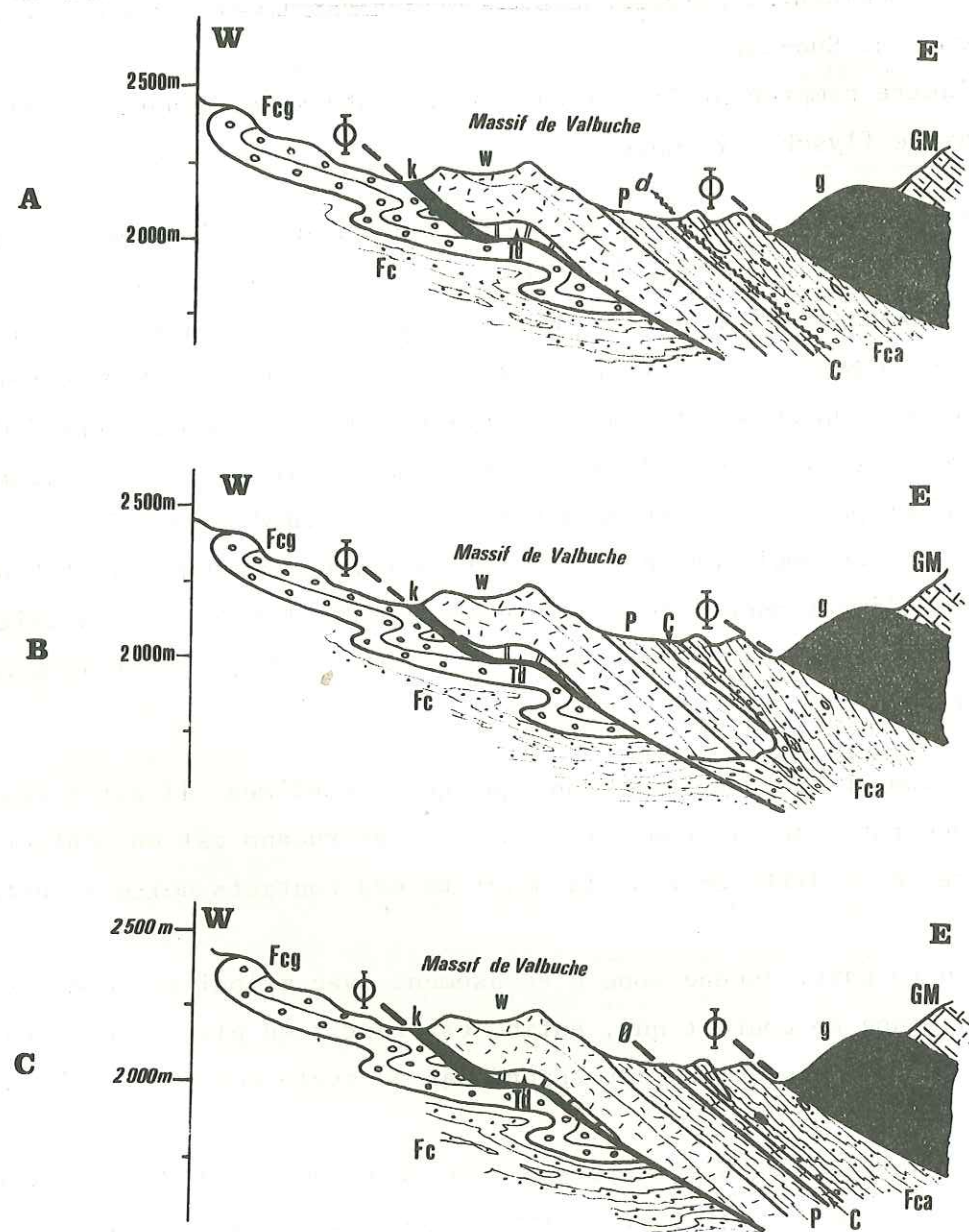


Figure 44 : Coupes illustrant trois interprétations possibles des terrains anté-flysch du massif de Valbuche.

D. L'UNITÉ DE CREVE TÊTE (cf. carte géologique et schéma structural)

1. Limites

A l'Ouest-Nord-Ouest du col du Gollet, au hameau du Bois, le cisaillement basal de l'unité suit un parcours pratiquement rectiligne en s'abaissant régulièrement du Sud-Ouest (1970 m au Col du Gollet) vers le Nord-Est (760 m près du Bois). Il est en quelques endroits souligné par des gypses et cargneules (col du Gollet par exemple), mais la plupart du temps il est caché sous les alluvions et moraines quaternaires. Dans cet accident sont coincés des lambeaux de Verrucano (au Nord du col du Gollet, au lieu-dit les Côtes, et au Sud du hameau des Bois) à faciès identiques au Verrucano du substratum de l'unité Cheval Noir-Grand Coin ou de l'écaïlle de Valbuche. Ces lambeaux ont été arrachés, soit au substratum stratigraphique du flysch de Crève Tête, soit au substratum d'autres unités dépassées lors de la mise en place de Crève Tête.

Au Sud-Est de l'unité, le même accident cisailant se suit en rive gauche du Ruisseau du Gollet. Tout en recoupant de manière spectaculaire les couches probablement renversées du flysch, plus inclinées que lui, il s'abaisse très régulièrement d'Ouest en Est passant de la cote 1970 m au col du Gollet à la cote 1200 m près de Villarly.

Ainsi cisailé à sa base par un accident penté en direction de l'Est-Sud-Est, l'ensemble de l'unité de Crève Tête plonge sous les unités plus orientales : digitation de la Grande Moenda à l'Ouest de Villarly, unité de Moûtiers de la Zone Valaisane plus au Nord. Le contact chevauchant de ce dernier ensemble structural est matérialisé par la dépression qui relie le hameau du Bois au barrage de la Coche et qui se prolonge vers le Sud en direction du village le Villaret. Entre le barrage et le hameau du Bois, entre les altitudes 1150 m et 1200 m, un lambeau de cargneules jalonne l'accident responsable du chevauchement vers l'Ouest de l'unité de Moûtiers sur celle de Crève Tête.

2. Structure de l'unité (cf. coupes 1 à 4 de la planche hors-texte)

Elle est apparemment simple. Le flysch plonge de manière monoclinale vers le Sud-Est, selon des pendages supérieurs en valeur à celui de l'accident basal qui tronque les couches.

Cette séquence de flysch non datée directement est probablement renversée si l'on se réfère à la logique sédimentaire du flysch. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, la formation schisteuse à rares blocs du flysch de Crève Tête est topographiquement la plus haute, alors que c'est le contraire dans le flysch de l'unité Cheval Noir-Grand Coin par exemple, où la polarité n'est pas discutable.

Encore faut-il pour justifier ce renversement, en l'absence de critères de polarité observés, admettre que flysch de Crève Tête et flysch de l'unité Cheval Noir-Grand Coin sont bien équivalents en âge !

Mentionnons encore que le flysch de Crève Tête est affecté d'une intense recristallisation à la suite d'une déformation tectonique particulièrement intense que signale, par ailleurs, l'aplatissement et l'étirement dans les plans de stratification des éléments du flysch.

L'intensité de cette déformation et de cette recristallisation donne peut-être un élément de réponse à l'absence de restes de fossiles dans le flysch de cette unité structurale.

E. LA DISCONTINUITÉ STRUCTURALE DU GOLLET (cf. carte géologique et schéma structural hors-texte).

Bien qu'occupant la même position structurale (chevauchante sur la Zone dauphinoise, chevauchée par les unités plus internes subbriançonnaises ou valaisanes l'unité de Crève Tête n'est pas le prolongement simple de l'unité Cheval Noir-Grand Coin ou de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût. Les différences sont importantes de part et d'autre du Ruisseau du Gollet :

- Stratigraphiquement tout d'abord, le flysch des unités situées au Sud du Ruisseau du Gollet renferment des fossiles qui permettent de le dater Priabonien au Nord du ruisseau, le flysch de Crève Tête n'a jamais fourni de Nummulites. L'équivalence en âge des flyschs n'est donc pas prouvée de part et d'autre de cette limite.

Dans le cas où le flysch de Crève Tête se révélerait d'âge priabonien, ses affinités tiennent davantage avec le flysch de l'unité Cheval Noir-Grand Coin dont la formation basale à blocs est beaucoup moins riche en gros éléments que celle de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût.

- Tectoniquement ensuite, le flysch de Crève Tête présente des caractères différents de ceux des unités méridionales. Il surmonte les terrains dauphinois en position probablement renversée alors que les unités Cheval Noir-Grand Coin et Mont Niélard-Mont du Fût l'abordent en position normale. La position probablement renversée de Crève Tête se retrouve seulement dans le flanc inverse du synclinal de phase 1 de l'unité Cheval Noir-Grand Coin. Mais ce flanc inverse, comme nous l'avons signalé, présente un intense plissement secondaire que ne montre pas le flysch de Crève Tête.

Enfin, et cet argument n'est pas le moindre, le flysch de Crève Tête présente des recristallisations et des microdéformations intenses que ne possèdent pas les deux unités méridionales.

Compte-tenu de l'ensemble de ces différences, auxquelles nous ajouterons les observations faites directement dans le Ruisseau du Gollet, en amont du pont de Villarly (cf. chapitre Stratigraphie, p. 73), il est impossible de considérer l'unité de Crève Tête comme le prolongement direct soit de l'unité Cheval Noir-Grand Coin, soit de l'unité Mont Niélard-Mont du Fût. Un accident transverse sépare l'unité septentrionale des deux unités méridionales et occupe plus ou moins l'emplacement du Ruisseau du Gollet. Pour cela nous l'appelons discontinuité structurale du Gollet.

Cette discontinuité n'est pas un accident cassant tardif. Elle n'affecte ni la Zone dauphinoise en position autochtone relative, ni l'unité chevauchante de la Grande Moenda qui recouvre l'ensemble des trois unités situées de part et d'autre de la discontinuité. Elle est plutôt la conséquence de l'accolement radial de l'unité de Crève Tête en continuité septentrionale des unités Cheval Noir-Grand Coin et Mont Niélard-Mont du Fût lors de la mise en place des diverses unités par grands cisaillements tangentiels.

II. INTERPRÉTATION D'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE DE LA RÉGION ÉTUDIÉE.

Le dispositif structural de la région étudiée résulte des effets de plusieurs tectoniques superposées dans le temps et dans l'espace. Parmi celles-ci, les plus aisément identifiables sont les plus récentes car leurs conséquences sont clairement visibles et analysables.

Les plus anciennes sont plus difficilement décelables car masquées par les effets des déformations ultérieures.

Dans la récapitulation qui va suivre, nous envisagerons les effets des diverses déformations tectoniques de la plus ancienne reconnue à la plus récente.

A. LA DÉFORMATION OU L'ECHO SEDIMENTAIRE DE LA DÉFORMATION ANTE-PRIABONIENNE.

Le flysch priabonien, présent dans toutes les unités au Sud de la discontinuité du Gollet et formant probablement l'unité de Crève Tête, est la conséquence

sédimentaire d'une phase tectonique qui lui est immédiatement antérieure et/ou synchrone. Cette phase nommée phase arvinche par R. Barbier avait été datée comme anté-nummulitique ; nous sommes en mesure de préciser l'âge de cette phase.

Nous avons, en effet, montré dans le chapitre consacré à la stratigraphie que les calcaires à grandes Nummulites du Lutétien signalés en 1948 par R. Barbier ("calcaires d'Orgentil") étaient en fait des blocs remaniés dans le flysch à petites Nummulites priaboniennes du Niélard. La phase tectonique à l'origine du flysch date donc de la limite Lutétien-Priabonien.

Cette phase arvinche précoce étant datée, il resterait à en connaître la nature et éventuellement la localisation.

En fonction de ce que nous avons dit au chapitre consacré à la stratigraphie, deux hypothèses se présentent :

1°/- l'unité du Niélard - Mont du Fût et l'écaille de Valbuche ne présentent pas de substratum et sont constituées par un vaste olistostrome. A ce moment là, aucune discordance angulaire n'a donc été mise en évidence sur le secteur d'étude, puisqu'au front de l'unité Cheval Noir - Grand Coin, là où le substratum de nature briançonnaise apparaît réellement, nous avons constaté apparemment une accordance des couches entre le flysch et son soubassement. Dans ces conditions :

. ou bien il existe une tectonique compressive anté-flysch, mais elle est faite d'écailles peu déformées amenant le substratum de nature briançonnaise à venir chevaucher le substratum de nature dauphinoise par-dessus des unités subbriançonnaises paléogéographiquement plus externes ; le flysch viendrait ensuite reposer sur ces différents substratum en les remaniant en blocs de toutes tailles ;

. ou bien il n'existe qu'une simple tectonique distensive faite de horsts et de grabens dans un domaine de type briançonnais. Ces cisaillements verticaux suffisent à fournir une origine au flysch et, en particulier, aux olistolithes de toutes tailles. Dans cette hypothèse, les unités décrites ne se seraient mises en place sur la Zone dauphinoise par-dessus la Zone subbriançonnaise qu'après le dépôt du flysch ;

2°/- L'unité du Niélard - Mont du Fût et l'écaille de Valbuche présentent un substratum et nous aurons donc le flysch priabonien discordant angulaire sur celui-ci. Dans ces conditions, il existe une phase compressive

anté-flysch affectant le soubassement de celui-ci avec plis et écaillages ; c'est l'hypothèse de R. Barbier. S'il en est ainsi, la découverte que nous avons faite d'un substratum de type briançonnais pourrait donner une ampleur insoupçonnée à la "cordillère" affectée par la tectonique arvinche.

Quoi qu'il en soit, notre secteur d'étude est trop restreint pour prendre position définitivement. Les études en cours tant au Nord qu'au Sud devraient permettre de résoudre ce problème de la phase tectonique anté-flysch.

B. LES DEFORMATIONS POSTERIEURES AU FLYSCH PRIABONIEN.

On a l'habitude de signaler une déformation compressive globale déformant les terrains étudiés postérieurement au dépôt du flysch priabonien.

Nous avons vu qu'en fait cette déformation se décomposait en plusieurs phases, sans qu'il nous soit possible d'estimer le temps séparant chacune de ces phases. Ce sont de la plus ancienne à la plus récente :

- une phase génératrice de grands plis couchés vers l'Ouest, les exemples étant fournis par le grand synclinal couché affectant l'unité Cheval Noir - Grand Coin et par le probable renversement du flysch de Crève-Tête.

Il n'est pas exclu que cette phase s'accompagne du décollement des unités à substratum de type briançonnais sur les séries plastiques de Verrucano "permo-carbonifère" et un premier charriage de celles-ci. Un témoin de tels chevauchements pourrait être fourni à Valbuche par une éventuelle mise en place de l'unité du Nant Brun (à cristallin et flysch priabonien) sur le substratum de type briançonnais renversé. Dans d'autres unités proches de la région étudiée, cette phase 1 serait par exemple responsable du renversement de la série de l'Aiguille de la Grande Moenda ;

- une phase génératrice de plis secondaires plus petits affectant de préférence les séries renversées lors de la phase précédente. Nous rattacherons à cette seconde phase la genèse des plis affectant le flysch conglomératique renversé et décollé sur le cœur du flysch calcaire du grand synclinal Cheval Noir - Grand Coin. La genèse des synclinaux du Mont du Fût et du Niélard et celle des miniplis affectant le contact cristallin-Verrucano dans l'écaille de Valbuche datent peut-être de cette phase, phase qui est à l'origine également du replissement de la série inverse de l'Aiguille de la Grande Moenda ;

- la phase tangentielle la plus visible à l'origine des grands cisaillements tangentiels recoupant les précédentes structures, indépendamment de celles-ci et à l'origine des diverses unités distinguées dans la région étudiée. Cette phase tangentielle est responsable du charriage et de la mise en place définitive des diverses unités dans la position qu'elles occupent actuellement, c'est-à-dire, sur la Zone dauphinoise.

De cet épisode de déformation datent également des accidents radiaux liés à des problèmes de périmètres d'arrivée des nappes tels le partage en deux massifs de l'unité Mont Niélard - Mont du Fût et la discontinuité du Gollet.

- enfin, l'existence d'une phase tardive replissant ces contacts cisailants majeurs n'est pas à exclure. Sur un tel bombement serait dégagée par l'érosion la fenêtre des Monts montrant le prolongement de la Zone dauphinoise sous les deux unités briançonnaises par leurs séries mésozoïques.

Les effets cumulés de ces déformations successives sont tels que les unités étudiées, "briançonnaises" par leur substratum (unité Cheval Noir - Grand Coin et écaille de Valbuche certainement, Unités de Crêve-Tête et Mont Niélard - Mont du Fût probablement) se retrouvent largement charriées directement sur la Zone dauphinoise, en avant des unités sub-briançonnaises. Que l'essentiel du charriage se soit produit lors de la phase arvinche compressive de la limite Lutétien-Priabonien ou lors des déformations (et en particulier lors de la phase cisailante) post-priaboniennes.

CONCLUSIONS GENERALES

L'étude stratigraphique a permis de séparer dans la région étudiée :

- un substratum du flysch nummulitique de type briançonnais comprenant une épaisse formation permo-triasique à faciès "verrucano", surmontée par une série mésozoïque réduite. La coupe du Ravin des Sétives est à cet égard la plus significative.

- un flysch daté priabonien, montrant systématiquement la même logique sédimentaire dont l'élément remarquable est le complexe basal, schisteux ou schisto-gréseux, à blocs.

Les données permettent de substituer à l'image d'un secteur montrant des éléments de diverses zones paléogéographiques empilées tectoniquement celle d'un seul domaine paléogéographique débité en plusieurs unités tectoniques. Ce sont d'Ouest en Est :

- l'unité du Cheval Noir-Grand Coin. Le flysch priabonien, lithostratigraphiquement bien différencié, riche en faune, y est transgressif et discordant cartographiquement sur le substratum certain, à cachet briançonnais ;

- l'unité Mont Niélard-Mont du Fût. Le flysch y est représenté pour l'essentiel, par le complexe à blocs basal. Celui-ci renferme des éléments de très grandes tailles. Dans cette unité le substratum n'existe pas du fait des contacts tectoniques cisailants récents ;

- l'écaille de Valbuche. Elle montre un substratum de type briançonnais avec socle cristallin renversé. Le flysch calcaire priabonien surmonte directement le socle cristallin. Après avoir envisagé trois hypothèses explicatives, ainsi que leurs conséquences et dans l'impossibilité actuelle de lever toutes les incertitudes inhérentes à ces hypothèses, je choisis de considérer que Trias, Permo-Trias et cristallin appartiennent au complexe à blocs de la base du flysch priabonien

- l'unité de Crêve Tête. Elle est constituée essentiellement par un flysch incliné monoclinalement vers l'Est, chevauchant directement la Zone dauphinoise par l'intermédiaire d'écailles de Permien à faciès "verrucano". Une recristallisation générale née brutalement au Nord du ruisseau du Gollet affecte ce flysch, par ailleurs non daté directement du fait de l'absence de fossile.

La structure de la région résulte de tectoniques superposées.

L'existence et surtout la nature (compressive ou distensive !) de la tectonique arvinche anté-flysch située dans le temps à la limite Lutétien-Priabonien a été discutée. Cette déformation précoce est pour le moins en partie à l'origine de la différenciation du bassin marin priabonien. La conséquence sédimentaire de cette phase est le dépôt du flysch et tout particulièrement du complexe basal à blocs de celui-ci.

Quatre phases au moins ont affecté la région après le dépôt du flysch nummulitique.

- la première est à l'origine de grands plis couchés vers l'Ouest et peut-être de chevauchements "secs" importants ;

- la seconde, plicative, affecte de manière préférentielle les flancs inverses des plis précédents ;

- la troisième, cisailante et "coinçant" des grandes masses gypseuses, est responsable de la mise en place des diverses unités sur la Zone dauphinoise ;

- la dernière, à l'origine de grands bombements, reprend les diverses structures antérieures.

BIBLIOGRAPHIE

ANTOINE P. (1964). - Quelques précisions sur le Trias moyen du massif du Roc de l'Enfer et des Deux Antoinettes (Tarentaise).
C.R.Acad.Sc., Paris, t.258, p.1850-1852.

ANTOINE P. (1965). - Les écaillés frontales de la zone des Brèches de Tarentaise entre les Chapieux et le Haut Val Veni (Savoie, Pays d'Aoste).
Trav.Lab.Géol.Grenoble, t.41, p.163-175.

ANTOINE P. (1965). - Sur l'existence du Crétacé supérieur daté dans la nappe des Brèches de Tarentaise au Nord des Chapieux (Savoie).
C.R.Acad.Sc., Paris, t.265, p.3640-3642.

ANTOINE P. (1966). - Sur la tectonique de la zone des Brèches de Tarentaise au niveau du glacier du Miage (Val Veni, Italie).
Géol.alpine, Grenoble, t.42, p.13-16.

ANTOINE P. (1966). - Nouvelles données sur la structure du flysch de Tarentaise entre Doire de Veni et Doire de Verney (Val d'Aoste).
Géol.alpine, Grenoble, t.42, p.5-11.

ANTOINE P. (1971). - La zone des Brèches de Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice (vallée de l'Isère) et la frontière italo-suisse.
Trav.Lab.Géol.Fac.Sc.Grenoble, Mém., n°9, p.1-367.

ANTOINE P. (1972). - Le domaine pennique externe entre Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et la frontière italo-suisse.
Géol.alpine, Grenoble, t.48, p.5-40.

ANTOINE P., BARBIER R. et COLLART J. (1972). - Sur la présence de faciès volcano-sédimentaires à la base des schistes de la Bagnaz (zone des Brèches de Tarentaise, Savoie).
Géol.alpine, Grenoble, t.48, p.41-47.

ANTOINE P., BARBIER R., DEBELMAS J. et FUDRAL S. (1972). - Précisions chronologiques et paléogéographiques sur les Brèches du massif du Grand Fond (zone des Brèches de Tarentaise, Savoie).
Géol.alpine, Grenoble, t.48, p.49-59.

ANTOINE P., BARBIER R. et COLLART J. (1973). - Mise en évidence d'un pli couché kilométrique (6 km) dans la zone des Brèches de Tarentaise au Nord-Ouest d'Aime (Savoie) et ses conséquences structurales.
Géol.alpine, Grenoble, t.49, p.13-19.

ANTOINE P., BARBIER R. et COLLART J. (1973). - L'âge jurassique de la série du Quermoz au Nord de Moûtiers (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.128-129.

ANTOINE P., BARBIER R., BRAVARD C. et GIDON M. (1978). - Les rapports entre le flysch des Aiguilles d'Arves et le domaine valaisan au cirque de Valbuche (Savoie).
C.R.Acad.Sc., Paris, (D), t.286, p.1751-1753.

- ANTOINE P. et BARBIER R. (1978). - La terminaison méridionale de la zone des Brèches de Tarentaise au Sud de Moûtiers (Savoie).
C.R.Acad.Sc., Paris, (D), t.286, p.1849-1851.
- ANTOINE P. et BARBIER R. (1978). - Idées nouvelles sur la structure de la région de Moûtiers (Savoie).
Géol.alpine, Grenoble, t.54, p.5-14.
- ARLHAC P. et ROUSSET C. (1979). - La nappe de Digne près de Gap (Hautes Alpes) : sa place dans les Alpes externes françaises.
C.R.Acad.Sc., Paris, (D), t.288, p.47-50.
- AUBOUIN J. (1963). - Esquisse paléogéographique et structurale des chaînes alpine de la Méditerranée moyenne.
Geol.Runsch., Stuttgart, v.53, p.480-534.
- AUBOUIN J. (1967). - Quelques problèmes de tectonique et d'orogénèse.
Mem.Geopaleont.Univ.Ferrara, I, fasc.III, n°10, p.229-249.
- BARBIER R. (1938). - Sur la zone du Pas du Roc dans le massif du Perron des Encoms.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.279-283.
- BARBIER R. (1942). - Découverte d'un gisement fossilifère du Lias supérieur dans la zone subbriançonnaise en Maurienne.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.51-52.
- BARBIER R. (1942). - Le problème du flysch au Nord du Pelvoux.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.
- BARBIER R. (1942). - La position stratigraphique de la brèche du Télégraphe.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.
- BARBIER R. (1942). - Les zones subbriançonnaises et ultradauphinoises au Nord du Pelvoux.
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.23, p.135-141.
- BARBIER R. (1943). - Observations géologiques dans la région de Moûtiers (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.149-150.
- BARBIER R. (1943). - L'âge des schistes de la Bagraz.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.22-23.
- BARBIER R. (1943). - L'âge du flysch des Aiguilles d'Arves et du grès d'Annot.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.214-216.
- BARBIER R. (1944). - Complément à une note récente sur le flysch des Aiguilles d'Arves.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.24.
- BARBIER R. (1944). - Découverte de Nummulitique dans la couverture du massif du Grand Châtelard (Rocheray), près de Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.24-25.
- BARBIER R. (1946). - Le Nummulitique autochtone au Nord du Pelvoux.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.97-99.
- BARBIER R. (1946). - De l'importance du matériel stratigraphique dans la détermination du style tectonique des nappes alpines.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.123-124.
- BARBIER R. (1946). - Le problème de l'enracinement des klippes de Savoie.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.139-141.
- BARBIER R. (1948). - Les zones ultradauphinoise et subbriançonnaise entre l'Arc et l'Isère.
Mém.Serv.Carte géol.Fr., Paris, 291 p.
- BARBIER R. (1951). - Sur la découverte d'un *Paltopleuroceras spinatum* BRUG. in d'ORB., dans le "synclinal de Naves" près de Moûtiers (Tarentaise).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.235-237.
- BARBIER R. (1951). - Sur la découverte de fossiles aux "Pyramides calcaires" (Haut Val d'Aoste) et aux Etroits du Saix (Tarentaise), et sur ses conséquences.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.232, p.748-749.
- BARBIER R. (1951). - Sur l'âge des complexes détritiques subbriançonnais dans la région du Col de la Seigne (frontière franco-italienne au Sud-Ouest du Mont Blanc).
C.R.Acad.Sc., Paris, t.233, p.1373-1375.
- BARBIER R. (1951). - La prolongation de la zone subbriançonnaise de France, en Italie et en Suisse.
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.29, p.1-48.
- BARBIER R. (1952). - La stratigraphie du Trias de la nappe des Brèches de Tarentaise (zone subbriançonnaise externe) dans la région de Moûtiers (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.94-97.
- BARBIER R. (1956). - Découverte de Tithonique dans la zone ultradauphinoise du N du Pelvoux.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.242, p.395.
- BARBIER R. (1956). - L'importance de la tectonique anté-nummulitique dans la zone ultradauphinoise au Nord du Pelvoux : la chaîne arvinche.
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.29, p.3-46.
- BARBIER R. (1958). - Précisions nouvelles dans la coupe du col de la Madeleine (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.337-339.
- BARBIER R. (1963). - Réflexions sur la zone dauphinoise orientale et la zone ultradauphinoise.
Livre Mém.Prof.Paul Fallot, Mém.h.-sér.Soc.géol.Fr., p.321-329.
- BARBIER R. (1963). - Quelques réflexions sur le Trias des zones externes des Alpes françaises.
In Coll.sur le Trias ; Mém.B.R.G.M., n°15, p.243-246.
- BARBIER R. (1963). - La zone subbriançonnaise dans la région du col du Galibier.
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.39, p.247-257.
- BARBIER R. et BARFETY J.-C. (1972). - Les structures E-W de la zone ultra-dauphinoise du pays des Arves (Savoie) et leur signification.
Géol.alpine, Grenoble, t.48, p.151-158.

- BARBIER R., BLOCH J.-P., DEBELMAS J. et ELLENBERGER F. (1954). - Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Maurienne et Tarentaise (Savoie). *C.R.somm.Soc.géol.Fr.*, Paris, p.435-504.
- BARBIER R., BLOCH J.-P. et al. (1963). - Problèmes paléogéographiques et structuraux dans les zones internes des Alpes occidentales entre Savoie et Méditerranée. *Livre Mém.Prof.Paul Fallot, Mém.h.-sér.Soc.géol.Fr.*, p.331-377.
- BARBIER R. et DEBELMAS J. (1961). - Les domaines de sédimentation dans la zone subbriançonnaise. *C.R.Acad.Sc.*, Paris, t.252, p.916-918.
- BARBIER R. et DEBELMAS J. (1966). - Réflexions et vues nouvelles sur la zone subbriançonnaise au Nord du Pelvoux (Alpes occidentales). *Géol.alpine*, Grenoble, t.42, p.97-107.
- BARBIER R. et MICHEL R. (1958). - Découverte d'une andésite dans la zone du flysch des Aiguilles d'Arves. *Bull.Soc.géol.Fr.*, Paris, (6), VIII, p.709-714.
- BARBIER R. et TRUMPY R. (1955). - Sur l'âge du flysch de la zone des Brèches de Tarentaise. *Bull.Soc.géol.Fr.*, Paris, (6), V, p.207-216.
- BARFETY J.-C., DEBELMAS J. et MOUTERDE R. (1972). - Caractères stratigraphiques, paléontologiques et structuraux du Jurassique inférieur et moyen des bordures W et SE du massif de Belledonne (Isère). *Géol.alpine*, Grenoble, t.48, p.61-86.
- BERTRAND M. (1896). - La Tarentaise au Nord de l'Isère. *Bull.Serv.Carte géol.Fr.*, t.VIII, n°53, 145 p.
- BORDET P. (1963). - Déformations anciennes, récentes et actuelles dans les massifs cristallins externes des Alpes françaises. *Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble*, t.39, p.173-198.
- BOUSSAC J. (1912). - Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém.Carte géol.Fr.*, Paris, 662 p.
- CAROZZI A. (1952). - Les phénomènes de courant de turbidité dans la sédimentation alpine. *Arch.Sc.*, Genève, p.35-39.
- COLLART J. (1973). - La zone des Brèches de Tarentaise entre Montgirod et le vallon du Cormet d'Arêches (au Nord de Moûtiers), Savoie. Thèse. 3ème cycle. Grenoble. Inédit.
- CONAGHAN P.J., MOUNTJOY E.W., EDGECOMBE D.R., TALENT J.A., OWEN D.E. (1976). - Nubrigyn algal reefs (Devonian), eastern Australia : allochthonous blocks and megabreccias. *Geol.Soc.Amer.Bull.*, v.87, p.515-530.
- DEBELMAS J. (1955). - Les zones subbriançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes Alpes). *Mém.Carte géol.Fr.*, Paris, 171 p.
- DEBELMAS J. (1957). - Quelques remarques sur la conception actuelle du terme de "cordillère" dans les Alpes internes françaises. *Bull.Soc.géol.Fr.*, Paris, (6), VII, p.463-474.
- DEBELMAS J. (1963). - Plissement paroxysmal et surrection des Alpes franco-italiennes. *Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble*, t.39, p.125-171.
- DEBELMAS J. (1963). - Essai sur le déroulement du paroxysme alpin dans les Alpes franco-italiennes. *Geol.Rundsch.*, Stuttgart, 53, p.133-151.
- DEBELMAS J. (1970). - Alpes (Savoie et Sauphiné). Paris, Masson édit., 213 p. Coll. "Guides géologiques régionaux".
- DEBELMAS J. (1974). - Géologie de la France. Tome II : les chaînes plissées du cycle alpin et leur avant-pays. Paris, Doin édit., 2 vol., 544 p.
- DEBELMAS J. et LEMOINE M. (1961). - Etat actuel de nos connaissances sur la stratigraphie du Trias dans le Briançonnais *sensu stricto*. In Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes, *Mém.B.R.G.M.*, n°15, p.232-242.
- DEBELMAS J. et LEMOINE M. (1963). - Le Crétacé inférieur dans les zones internes des Alpes occidentales, franco-italiennes. *Mém.B.R.G.M.*, n°34, p.723-732.
- DEBELMAS J. et LEMOINE M. (1970). - The Western Alps : Paleogeography and Structure. *Earth-Sc.Rev.*, Amsterdam, VI, p.221-256.
- DEWEY J.F., PITMAN W.C., RYAN W.B.F. and BONNIN J. (1973). - Plate tectonics and the evolution of the alpine system. *Geol.Soc.Amer.Bull.*, v.84, p.3137-3180.
- DONDEY D. (1960). - Contribution à l'étude de la série cristallophyllienne et de la couverture sédimentaire de la chaîne de Belledonne méridionale. *Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble*, t.36, p.285-367.
- ELLENBERGER F. (1958). - Etude géologique du pays de la Vanoise. *Mém.Carte géol.Fr.*, 561 p.
- ELLENBERGER F. (1961). - Trias à faciès briançonnais de la Vanoise et des Alpes occidentales. In Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes, *Mém.B.R.G.M.*, n°15, p.215-231.
- ELLENBERGER F. (1966). - Le Permien du pays de Vanoise. *Atti Symp.sul Verrucano*, Soc.toscana Sc.nat., Pisa.
- ELTER P. et G. (1965). - Carte geologica della regione del piccolo San Bernardo (versante italiano). Note illustrative. Padova, Centro Naz.Stud.geol.e petr.Alpi.
- ERNST W.G. (1973). - Interpretative synthesis of metamorphism in the Alps. *Geol.Soc.Amer.Bull.*, v.84, p.2053-2078.

- FABRE J. (1958). - Contribution à l'étude de la zone houillère, en Maurienne et Tarentaise (Alpes de Savoie).
Mém.B.R.G.M., n°2, 317 p.
- FUDRAL S. (1973). - Contribution à l'étude de l'unité de Moûtiers (zone des Brèches de Tarentaise) entre le vallon du torrent du Cormet Darêches et le hameau des Chapieux (Savoie).
Thèse.3ème cycle.Grenoble. Inédit, 129 p.
- GIDON P. (1954). - Les rapports des terrains cristallins et de leur couverture sédimentaire dans les régions orientale et méridionale du massif du Pelvoux.
Thèse.Etat.Grenoble. Inédit.
- GIGNOUX M. (1914). - Feuille Lyon au 1/320 000. Question des Brèches de Tarentais.
Bull.Serv.Carte géol.Fr., t.XXIII, p.107.
- GIGNOUX M. (1930). - La tectonique des terrains salifères ; son rôle dans les Alpes françaises.
In Livre Jubilaire du Centenaire de la Société Géologique de France, I p.329.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1934). - Les grandes subdivisions géologiques des Alpes françaises.
Ann.Géogr., Paris, n°224, p.337-363.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1936). - Sur la stratigraphie de la "zone de Pas du Roc", près de Saint-Michel-de-Maurienne, et l'âge de la Brèche du Télégraphe.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.278-280.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1938). - Description géologique du bassin supérieur de la Durance (en coll. avec P.Lory et D.Schneegans).
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.21.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1939). - Essai de raccord entre les unités du front pennin-que de la chaîne alpine en France et en Suisse, à propos d'une note récente de R.Staub.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.183-185.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1948). - Le Permien des zones externes des Alpes française.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.226, p.853-856.
- GIGNOUX M. et RAGUIN E. (1932). - Découverte d'écaillés de roches granitiques au Nord-Ouest du Col du Lautaret (Hautes-Alpes) à la base de la nappe du Flysch des Aiguilles d'Arves.
Bull.Soc.géol.Fr., (5), II, p.513-526. Paris.
- GOGUEL J. (1963). - L'interprétation de l'arc des Alpes occidentales.
Bull.Soc.géol.Fr., (7), V, p.20-33. Paris.
- GUBLER Y. et SCHNEEGANS D. (1936). - Constitution géologique de la montagne du Niélard à l'Ouest de Saint-Jean-de-Belleville (Tarentaise).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.153-155.
- HAUG E. (1896). - Observations sur la division des Alpes occidentales en zones et sur certains points de la tectonique des zones externes.
Bull.Soc.géol.Fr., (3), XXIV, p.34-38. Paris.
- HAUG E. (1909). - Les géosynclinaux de la chaîne des Alpes pendant les temps secondaires.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.148, p.1637-1639.
- HAUG E. (1909). - Sur les racines des nappes supérieures des Alpes occidentales.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.148, p.1427-1430.
- HAUG E. (1909). - Caractères stratigraphiques des nappes des Alpes françaises et suisses.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.148, p.1345-1349.
- HAUG E. (1925). - Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (4), XXV, p.97-244.
- HOMEWOOD P.W. (1977). - Ultrahelvetic and north-penninic flysch of the Prealps : a general account.
Ecl.geol.Helv., Bâle, v.70, p.627-641.
- KERCKHOVE C. (1969). - La zone du "flysch" dans les nappes de l'Embrunais-Ubaye (Alpes occidentales).
Thèse.Etat.Grenoble.
Géol.alpine, Grenoble, t.45, p.5-204.
- KERCKHOVE C. (1975). - Sédimentation chaotique et tectogenèse : les olistostromes des nappes de l'Embrunais-Ubaye (Alpes occidentales françaises).
IXe Congr.intern.Sédiment., Nice.
- KILIAN W. (1890). - Contribution à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moûtiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes).
C.R.Acad.Sc., Paris, t.92, p.63.
- KILIAN W. (1890). - Sur un calcaire coralligène du Lias.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.26.
- KILIAN W. (1891). - Note sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), XIX, p.571-661.
- KILIAN W. (1891). - Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux dans les montagnes de la Savoie.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), XIX, p.1152-1160.
- KILIAN W. (1891). - Sur la structure du massif de Varbuche (Savoie).
Bull.Soc.Hist.nat.Savoie, Chambéry, t.4, p.101-116.
- KILIAN W. (1894). - Etudes dans la Savoie, le Dauphiné, le Briançonnais et les Basses-Alpes.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.118-122.
- KILIAN W. (1899). - Sur certains points de la structure des Alpes françaises (à propos d'une hypothèse récente).
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), XXVII, p.126-127.
- KILIAN W. et LORY P. (1906). - Sur l'existence de brèches calcaires polygéniques dans les montagnes situées au Sud-Est du Mont Blanc.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.142, p.359-360.

- KILIAN W. et REVIL J. (1893). - Sur la découverte de dépôts nummulitiques en Tarentaise.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.
- KILIAN W. et REVIL J. (1893). - Une excursion géologique en Tarentaise (la brèche nummulitique et son extension au Nord de Moûtiers).
Bull.Soc.Hist.nat.Savoie, Chambéry, (1), VII, p.28-40.
- KILIAN W. et REVIL J. (1893). - Sur la bande synclinale nummulitique des Aiguilles d'Arves.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), XXI, p.86.
- KILIAN W. et REVIL J. (1916). - Sur les brèches (conglomérats) de Tarentaise.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.163, p.552-555.
- KSIASKIEWICZ M. (1965). - Les cordillères dans les mers crétacées et paléocènes des Carpathes du Nord.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (7), VII, p.443-455.
- KUENEN Ph.M. et CAROZZI A. (1953). - Turbidity currents and sliding in geosynclinal basins of the Alps.
Journ.Geol., Chicago, v.61, p.363-373.
- LANCELOT J.-C. (1979). - Etude tectonique de la zone des Brèches de Tarentaise dans la région de Bourg-Saint-Maurice, Savoie.
Thèse.3ème cycle.Paris VII. Inédit.
- LEMOINE M. (1953). - Remarque sur le caractère et l'évolution de la paléogéographie de la zone briançonnaise au Secondaire et au Tertiaire.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (6), III, p.105-120.
- LEMOINE M. (1967). - Brèches sédimentaires marines à la frontière entre les domaines briançonnais et piémontais dans les Alpes occidentales.
Geol.Rundsch., Stuttgart, 56, p.320-335.
- LEMOINE M. (1972). - Rythme et modalités des plissements superposés dans les chaînes subalpines méridionales des Alpes occidentales françaises.
Geol.Rundsch., Stuttgart, 61, p.975-1010.
- LORY Ch. (1858). - Réponse aux observations de M.Sc.Gras touchant les grès à anthracite du Briançonnais.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVI, p.27.
- LORY Ch. (1859). - Note sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVII, p.21-30.
- LORY Ch. (1860). - Note sur la constitution stratigraphique de Haute-Maurienne.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVIII, p.34-47.
- LORY Ch. (1860). - Nouveaux documents sur les grès de la Maurienne et des Hautes-Alpes (Lettre à M.Hébert).
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVII, p.177-187.
- LORY Ch. (1860). - Nouveaux détails sur un gisement de Nummulites en Maurienne et considérations sur l'usage des caractères stratigraphiques dans les Alpes.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVII, p.481-488.
- LORY Ch. (1861). - Compte-rendu des excursions de la Société géologique en Savoie.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XVIII, p.705-717.
- LORY Ch. (1866). - Essai sur la structure géologique de la partie des Alpes comprise entre le Mont Blanc et le Mont Viso.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XXIII, p.482-497.
- LORY Ch. (1881). - Sur les schistes cristallins des Alpes occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), IX, p.652.
- LORY Ch. et VALLET P. l'Abbé (1866). - Carte géologique de la Maurienne et de la Tarentaise (Savoie).
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (2), XXIII, p.480-482.
- LUGEON M. (1946). - A propos de la note de M.R.Barbier sur : "Le problème de l'enracinement des klippes de Savoie".
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (5), XVI, p.485-489.
- MARTINEZ R.J., FUDRAL S., RAMPNOUX J.-P. et TARDY M. (1979). - Regard sur la stratigraphie du substratum du Flysch des Aiguilles d'Arves entre l'Arc et l'Isère (Savoie) : conséquences paléogéographiques.
C.R.Acad.Sc., Paris, (D), t.288, p.203-206.
- MENNESSIER G. (1965). - Sur la présence des Nummulites dans la région de Roselend (Savoie).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.133-134.
- MORET L. (1927). - Notice explicative d'une carte géologique de la Savoie et des régions limitrophes, à l'échelle de 200 000e.
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.15, p.1-37.
- MORET L. (1935). - Sur la présence de *Nummulites incrassatus* dans le "Flysch calcaire" des environs d'Orcières (nappe du Flysch de l'Embrunais) et sur la répartition des faciès du Nummulitique dans le géosynclinal alpin.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.30-31.
- MORET L. (1936). - Sur l'âge des complexes détritiques qui terminent la série nummulitique subalpine.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.22-23.
- MORET L. (1936). - L'âge des complexes détritiques terminaux du Nummulitique subalpin envisagé du point de vue de la structure générale des Alpes.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.37-39.
- MORET L. et SCHNEEGANS D. (1936). - Idées nouvelles sur la structure de la zone du Pas du Roc, entre l'Arc et l'Isère.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.251-252.
- RAGUIN E. (1930). - Haute-Tarentaise et Haute-Maurienne (Alpes de Savoie).
Mém.Carte géol.Fr., Paris, 120 p.
- RICOUR J. (1962). - Contribution à une révision du Trias français.
Mém.Carte géol.Fr., Paris, 234 p.
- ROCH E. (1926). - Etude stratigraphique et tectonique des environs de Moûtiers (Savoie).
Bull.Serv.Carte géol.Fr., t.XXIX, n°160, p.181-210.

- ROYANT G. et LANTEAUME M. (1973). - Définition de la série pennique d'Arnarco-Castelbianco, Alpes ligures. Mise en évidence, dans cette série, de phénomènes tectogénétiques jurassiques.
C.R.Acad.Sc., Paris, (D), t.276, p.3093-3096.
- SCHNEEGANS D. (1932). - Les relations entre la zone du Flysch de l'Embrunais et la nappe du Briançonnais.
C.R.Acad.Sc., Paris,
- SCHNEEGANS D. (1933). - La subdivision de la zone du Flysch au Sud de la Maurienne.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.197, p.486.
- SCHNEEGANS D. (1935). - La nappe des Aiguilles d'Arves dans les environs de Moûtiers (Tarentaise).
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.245-246.
- SCHNEEGANS D. (1937). - La sédimentation du Flysch des nappes de l'Ubaye-Embrunais.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.83-85.
- SCHNEEGANS D. (1938). - La géologie des nappes de l'Ubaye-Embrunais entre la Durance et l'Ubaye.
Mém.Carte géol.Fr., Paris, 340 p.
- SCHNEEGANS D. et BARBIER R. (1943). - La tectonique des unités subbriançonnaises dans la région de Moûtiers en Tarentaise.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.170-172.
- SCHOELLER H. (1928). - Caractères stratigraphiques de la nappe de l'Embrunais et du bord de la nappe du Briançonnais au Nord de la région du Pelvoux.
C.R.Acad.Sc., Paris,
- SCHOELLER H. (1928). - Deux questions au sujet des régions frontales des Pennides entre la France et le Valais.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.42-44.
- SCHOELLER H. (1929). - La nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère.
Bull.Serv.Carte géol.Fr., Paris, t.XXXIII, n°175, 422 p.
- SCHOELLER H. (1936). - A propos du Niélard en Tarentaise et de la Brèche du Télégraphe.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.192.
- SCHOELLER H. (1936). - Note sur le front pennique en Tarentaise et en Maurienne.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.197-198.
- SCHOELLER H. (1940). - Le Nummulitique de la zone des Aiguilles d'Arves au Nord de l'Isère.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.45-46.
- SCHOELLER H. (1947). - Sur la présence de Crétacé supérieur dans la zone des conglomérats de Tarentaise au Nord de l'Isère.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.123-125.
- SCHOELLER H. et ROCH E. (1926). - La nappe de l'Embrunais entre l'Arc et l'Isère.
Bull.Serv.Carte géol.Fr., Paris, t.XXXI, n°166.
- SMITH A.G. (1971). - Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic.
Geol.Soc.Amer.Bull., v.82, p.2039-2070.
- SODERO D. (1968). - Sull'età barremiana aptiana delle formazioni basali del "Flysch" della zona delle brecce di Tarentasia in Valle d'Aosta.
Boll.Soc.geol.ital., Rome, 87, p.223-231.
- TERCIER J. (1947). - Le flysch dans la sédimentation alpine.
Ecl.geol.Helv., Bâle, 40, p.163-168.
- TERMIER P. (1899). - Les nappes de recouvrement du Briançonnais.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (3), XXVII, p.47-84.
- TERMIER P. et KILIAN W. (1920). - Le lambeau de recouvrement du mont Jovet en Tarentaise, les schistes lustrés au Nord de Bourg-Saint-Maurice.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.171, p.1100-1105.
- TERMIER P. (1928). - La nappe des Aiguilles d'Arves entre le Lautaret et la Vallouise.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.186, p.49.
- TERMIER P. (1928). - Le pays de nappes des Alpes françaises.
C.R.Acad.Sc., Paris, t.186, p.113-117.
- TRÜMPY R. (1952). - Présence probable du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur au SW du massif du Mont Blanc.
C.R.somm.Soc.géol.Fr., Paris, p.149.
- TRÜMPY R. (1952). - Sur les racines helvétiques et les "schistes lustrés" entre le Rhône et la vallée de Bagnes (région de la Pierre Avoi).
Ecl.geol.Helv., Bâle, v.44, p.338-347.
- TRÜMPY R. (1955). - Remarques sur la corrélation des unités penniques externes entre la Savoie et le Valais et sur l'origine de la nappe des Préalpes.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (6), V, p.217-231.
- TRÜMPY R. (1955). - La zone de Sion-Courmayeur dans le haut val Ferret valaisan.
Ecl.geol.Helv., Bâle, v.47, p.315-359.
- TRÜMPY R. (1957). - Quelques problèmes de paléogéographie alpine.
Bull.Soc.géol.Fr., Paris, (6), VII, p.443-461.
- TRÜMPY R. (1960). - Paleotectonic evolution of the central and western Alps.
Bull.Geol.Soc.Amer., v.71, p.843-900.
- TRÜMPY R. (1963). - Sur les racines des nappes helvétiques.
Livre Mém.Prof.Paul Fallot, Mém.h.-sér.Soc.géol.Fr., II, p.419-428.
- TRÜMPY R. (1965). - Considérations générales sur le "Verrucano" des Alpes suisses.
Symp.sur le Verrucano, Soc.toscana Sc.nat., Pisa, p.212-232.
- VATIN-PERIGNON N. (1966). - Géologie du massif cristallin du Grand-Châtelard (Savoie).
Trav.Lab.Géol.Univ.Grenoble, t.42, p.141-202.

WEIDMANN M. (1972). - Le front de la Brèche du Chablais dans le secteur de Saint-Jean-d'Aulph (Haute-Savoie). Quelques remarques générales sur la nappe de la Brèche.
Géol.alpine, t.48, p.229-246.

CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE à 1/50 000 : Feuille La Grave, 1ère édition (1976).

CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE à 1/50 000 : Feuille Saint-Jean-de-Maurienne, 1ère édition (1977).

