



HAL
open science

Etude géologique des montagnes du Beaumont et de La Salette (Isère) : secteur sud ouest du Pelvoux - Alpes françaises

Jean Aprahamian

► **To cite this version:**

Jean Aprahamian. Etude géologique des montagnes du Beaumont et de La Salette (Isère) : secteur sud ouest du Pelvoux - Alpes françaises. Minéralogie. Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1968. Français. NNT : . tel-00609561

HAL Id: tel-00609561

<https://theses.hal.science/tel-00609561v1>

Submitted on 19 Jul 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.

Doctorat de 3^{ème} Cycle

N^o d'ordre

THESE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE 3^{ème} CYCLE

Spécialité : Sciences de la Terre

Mention : Géologie structurale

par

Jean APRAHAMIAN

Étude géologique des montagnes
du Beaumont et de La Salette
(Isère)

(Secteur sud ouest du Pelvoux)

Soutenue le 1968 devant la Commission d'Examen

Monsieur le Doyen L. MORET Président

Messieurs les Professeurs J. DEBELMAS
J. PERRIAUX
J. SARROT REYNAUD | Examineurs

Général M. COLLIGNON

Invité

TABLE DES MATIERES

	pages
<u>INTRODUCTION</u>	
1 Cadre géographique - Topographie.	1
2 Cadre géologique.	1
3 Historique	1
4 Objet et limites de l'étude.	3
<u>1° PARTIE - STRATIGRAPHIE</u>	
CHAPITRE I - LE QUATERNAIRE	5
CHAPITRE II - LE SOCLE CRISTALLIN ET CRISTALLOPHYLLIEN	7
I - Position des affleurements	7
II - Nature pétrographique	7
1 - Roches intrusives	7
a) Le granite d'Entraigues	7
b) Les filons	8
2 - Les formations métamorphiques du socle anté-houiller	8
CHAPITRE III - LE PALEOZOÏQUE.	9
I - Position des affleurements	9
II - Coupe schématique	9
III - Les formations "métamorphiques" ou "Westphalien"	11
IV - Le Houiller productif ou Stéphaniens	11
1 - Traces de recherches et exploitations	13
2 - Résultats d'une étude sédimentologique de quelques niveaux	13
V - Les formations rouges - Le Permien	14
VI - Conclusions	16
CHAPITRE IV - LE TRIAS	17
I - Les affleurements	17
II - Coupes du Trias	19
1 - Combe de la Gorge	19
2 - Col 1890 au Sud du Quairelet	19
3 - Col de Près Clos	23
III - Autres affleurements	24
1 - Ruisseau des Rioux	24
2 - Synclinal des Prats	24
3 - Combe du Villard et Col d'Hurtières	24

	pages
IV - Corrélations et comparaisons avec le Trias des régions voisines	26
V - Conclusions	29
CHAPITRE V - LE JURASSIQUE	30
A - LE LIAS	30
I - Rhétien et Hettangien	30
II - Sinémurien	31
III - Lotharingien	31
IV - Pliensbachien (ou Charmouthien)	32
1 - Pliensbachien s. s. ou Carixien	32
2 - Domérien	32
3 - Conclusion	33
V - Toarcien	33
VI - Aalénien	34
VII - Quelques coupes et points non datés	36
1 - Route de Saint-Michel-en-Beaumont	36
2 - Route Nationale n° 85	38
3 - Pont-du-Prêtre	38
4 - Le Lias du Vet	38
Les calcaires à entroques	41
B - LE DOGGER	42
1) - Environs de la Salle-en-Beaumont	42
2) - Au Sud de la Salle-en-Beaumont	44
3) - Confluent Drac - Sézia	44
4) - Environs de Corps	44
5) - En résumé	44
C - TENEUR EN CARBONATES, NATURE DES ARGILES	45
1 - Méthodes et résultats	45
2 - La teneur en carbonates	45
3 - La Dolomie	48
4 - Les minéraux argileux	48
5 - Le degré de cristallinité de l'illite	52
D - SUCCESSION DES ZONES D'AMMONITES, VARIATIONS DE FACIES ET PALEOGEOGRAPHIE AU JURASSIQUE	53
Succession des zones d'Ammonites	53
Variations de faciès et paléogéographie	69
E - COMPARAISON AVEC LES REGIONS VOISINES	70
F - CONCLUSIONS SUR LA STRATIGRAPHIE	71

2° PARTIE - TECTONIQUE

CHAPITRE I - INTRODUCTION	73
Les mouvements anciens	73
Les mouvements alpins	74

	pages
CHAPITRE II - RESULTATS DES MESURES ET CONSTRUCTIONS	
(Essai d'analyse structurale)	74
1) - Les Diaclases	74
2) - Les Plis	77
3) - La Schistosité	77
4) - Conclusions	77
CHAPITRE III - LES DEFORMATIONS AU NIVEAU DU SOCLE ET DE SA LIMITE AVEC LA	
COUVERTURE SEDIMENTAIRE	79
1 - Les Failles	79
a - L'éperon d'Entraigues	79
b - Le bloc du Chamoux	81
2 - Les chevauchements	82
a - Près de Valbonnais	82
b - Entre la Combe de l'Eterpat et le Bois des Combes	82
3 - Conclusions	83
CHAPITRE IV - LES DEFORMATIONS AU NIVEAU DE LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE	85
A - LES PLIS	85
1 - Secteur Est	85
a - Crête Mt de Rouse St de Peyrague	85
b - Dépression Clos de l'Alpe - Rau. des Faux	87
c - Crête Le Colombier - St de Côte Rouge - Point 1585	87
d - Col d'Hurtières - Tête de l'Homme - Rau. des Boutières	89
e - Le Gargas et le Planeau	89
f - Col de l'Eterpat - Rau. des Baisses	91
g - Tête de la Pale Traversière - Croix de Rougny	91
h - Conclusions	92
2 - Secteur Ouest	92
a - Région de St-Pierre-de-Méarotz	92
b - Région Crête de la Sciau - St de Saint-Michel	92
c - Région de la Montagne du Beaumont ou Chauvet	93
d - Région Villelonge - Les Côtes de Corps	93
e - Conclusions	94
B - LES FRACTURES	94
1 - Direction NE - SW	94
2 - Direction NW - SE	95
3 - Direction EW	95
4 - Conclusions	96
CONCLUSIONS SUR LA TECTONIQUE ET CONCLUSIONS GENERALES	

ANNEXE

	pages
ETUDE SEDIMENTAOLOGIQUE DE QUELQUES FORMATIONS DETRITIQUES DU PERMO-HOUILLER DE PRES-CLOS - LES ROUCHOUX	99
A - MORPHOMETRIE	99
1 - Dissymétrie	99
2 - Aplatissement	99
3 - Emoussé	101
4 - Conclusion	101
B - GRANULOMETRIE	102
1 - Technique utilisée	102
a) - Photographie	102
b) - Utilisations des résultats donnés par le T. G. Z. 3	102
2 - Résultats	104
BIBLIOGRAPHIE	105

LISTE DES PLANCHES

1 - Cadre géographique	4
2 - Cadre géologique	6
3 - Coupes du Quaternaire	10
4 - Les affleurements du socle	12
5 - Les affleurements du Paléozoïque	15
6 - Coupe synthétique du Paléozoïque	18
7 - Lames minces d'échantillons du Permien	20
8 - Les affleurements du Trias	21
9 - Coupe de la Combe de la Gorge (Trias)	22
10 - Coupe du Col 1890 au Sud du Quairelet (Houiller-Trias)	27
11 - Coupe du Col de Près Clos	28
12 - Echantillons du Trias	35
13 - Echantillons du Trias	37
14 - Coupe de la Salle-en-Beaumont (Lias - Dogger)	39
15 - Calcaires à entroques (débris de micaschistes)	40
16 - Conglomérat à galets de spilites - Lias inférieur du Vet	43
17 - Calcaires à entroques (débris de micaschistes, pentacrines)	49
18 - Echantillons du Dogger (lit pyriteux, microstratifications entrecroisées)	50
19 - Variations des teneurs en carbonates	51
20 - Diagrammes de rayons X	54
21 - Diagrammes de rayons X	
22 - Ammonites (Sinémurien, Lotharingien)	

	pages
23 - Ammonites (Sinémurien, Lotharingien, Pliensbachien s. s.)	56
24 - Ammonites (Pliensbachien s. s., Domérien, Toarcien)	58
25 - Ammonites (Toarcien, Aalénien)	60
26 - Ammonites (Toarcien, Bajocien)	62
27 - Ammonites (Bajocien)	64
28 - Microorganismes	66
29 - Coupes schématiques et variations de faciès du Jurassique	68
30 - Diaclases en échelon (pt 893, R.N. 85). Exagération de l'angle de réfraction de la schistosité (pt 1036, Rte de La Salette)	75
31 - Diagrammes des axes de plis et de la schistosité	76
32 - Failles et chevauchements du socle	80
33 - Schéma structural	84
34 - Les Ravioles (Anticlinal de Peyrague) près de Corps	86
35 - Anticlinal de Côte Rouge	88
36 - Anticlinal de la Tête de l'Homme - Panorama Gargas - Croix de Rougny	90

PLANCHES DE L'ANNEXE

I - Dissymétrie - Aplatissement (Courbes cumulatives et histogrammes)	98
II - Emoussé (Courbe cumulative et histogramme)	
Granulométrie (Courbes cumulatives)	100
III - Exemples de photographies (négatives) ayant servi aux comptages granulométriques	
(Grès rouges, permien, Col de Près Clos)	103

TABLEAUX

Analyses de spilites	25
Teneur en carbonates, nature des argiles, cristallinité de l'illite	46 et 47
Zones d'Ammonites du Jurassique inférieur et moyen du Beaumont hors texte face p. 53.	

AVANT - PROPOS

Au début de ce mémoire je tiens à dire toute ma reconnaissance à ceux qui, par leurs conseils, leur intérêt ou simplement leur sympathie, m'ont aidé, peut-être sans le savoir, à réaliser ce travail. Ils sont trop nombreux pour que je puisse tous les citer ici et je pense particulièrement à mes collègues, camarades, amis et parents.

Je remercie tous ceux qui dans l'ancien, puis dans le nouveau laboratoire m'ont appris les bases, puis les méthodes de la Géologie : Monsieur le Doyen MORET, Messieurs les Professeurs BARBIER, MICHEL et DEBELMAS.

Monsieur le Doyen MORET, après s'être intéressé à plusieurs reprises à mes travaux, a bien voulu me faire l'honneur de présider mon Jury.

Ma gratitude va tout spécialement à Monsieur SARROT-REYNAULD pour les nombreux conseils dont il m'a fait bénéficier, et pour l'intérêt pratique qu'il a toujours porté à ce travail à chacune de ses étapes, tant sur le terrain qu'au laboratoire.

La compétence et l'amabilité du Général COLLIGNON ont été plus d'une fois mises à contribution, il a bien voulu accepter le travail ingrat et difficile de détermination de mes fossiles. Sans lui ce travail aurait manqué d'un fondement essentiel.

Je remercie Monsieur le Professeur DEBELMAS pour l'attention qu'il a portée à ce travail et particulièrement à la lecture de mon manuscrit.

Monsieur le Professeur PERRIAUX m'a accordé une aide précieuse en ce qui concerne l'étude sédimentologique. Il m'a accompagné sur le terrain, et j'ai eu plusieurs fois recours à ses conseils.

Monsieur VIALON, Maître-Assistant, m'a fait bénéficier de l'expérience qu'il a déjà acquise dans l'application et l'interprétation des méthodes de l'analyse structurale.

Le concours de Madame VATIN-PERIGNON m'a grandement facilité les études aux rayons X.

J'ai bénéficié pendant plusieurs saisons du soutien matériel du Service de la Carte Géologique de la France, et je prie son directeur, Monsieur COCUEL, de bien vouloir accepter tous mes remerciements.

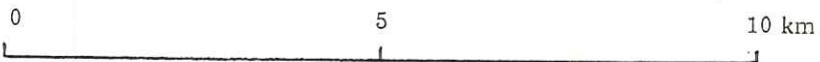
Enfin les discussions et échanges de vues avec les différents membres du personnel enseignant et des chercheurs de l'Institut Dolomieu ont joué un rôle non négligeable dans l'élaboration de ce travail.

Je n'oublierai pas non plus les membres du personnel du laboratoire : ils m'ont secondé par leur travail pour mes recherches et surtout pour l'édition de ce texte.

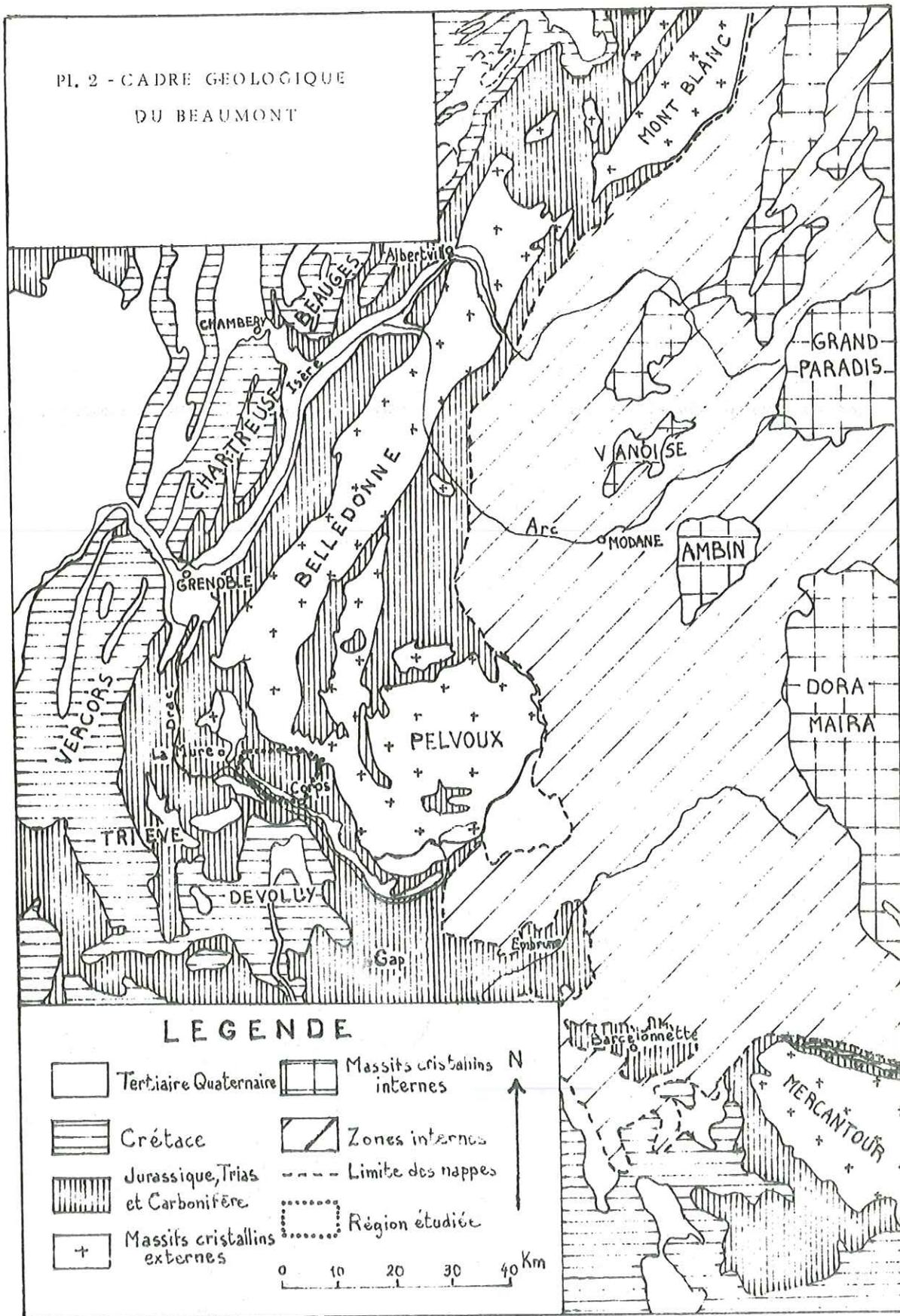
Planche I. - CADRE GEOGRAPHIQUE -



Echelle au 1/100 000



PL. 2 - CADRE GEOLOGIQUE
DU BEAUMONT



- INTRODUCTION -

1. - Cadre géographique - Topographie

La région étudiée, située à 40 km au Sud Sud Est de Grenoble, a pour limites naturelles :

- au Nord et au Nord Ouest la vallée de la Bonne depuis les environs des Faures (commune de Valjouffrey) jusqu'au pont de Ponnassas, en passant par Entraigues, le Pont-du-Prêtre et Pont-Haut,
- au Sud la vallée du Drac et celle de la Sézia jusqu'à La Salette-Fallavaux,
- à l'Est enfin le ruisseau de Fallavaux, le col de Près-Clos et le ruisseau de Près-Clos pour rejoindre la vallée de la Bonne.

Cette région correspond donc surtout au Beaumont (rive droite du Drac entre Ponnassas et Corps), mais elle déborde au Nord sur le Valbonnais et le Valjouffrey ; sur le fond topographique au 1/20 000 elle occupe le quart Nord Est de la feuille La Mure n° 5, la majeure partie de la feuille La Mure n° 6 et les deux tiers de la feuille La Mure n° 7 (Pl. 1).

La rive gauche de la Bonne, orientée vers le Nord, forme un versant à pente abrupte et très boisé, limité par une crête sinueuse jalonnée d'Ouest en Est par : le sommet de Saint-Michel (1413 m, Crête de la Sciau), le col de Parquetout (1382 m), le Colombier (1948 m), le col d'Hurtières (1825 m), le Gargas (2207 m) le Chamoux (2197 m), la Croix de Rougny (2262 m, point culminant de la région étudiée), et le col de Près-Clos (1971 m).

Au Sud de cette crête la topographie est beaucoup plus atténuée dans l'ensemble et ce sont les prairies qui dominent. Dans la moitié ouest on remarque la grosse masse arrondie de la montagne du Beaumont ou Chauvet (1706 m), alors qu'à l'Est lignes de crêtes et dépressions sont nettement allongées dans le sens nord ouest - sud est.

2. - Cadre géologique (Pl. 2)

Dans l'arc alpin le Beaumont fait partie de la zone dauphinoise, mais il occupe une position assez particulière : il est à proximité immédiate du point de courbure maximum de la chaîne. Situé au Sud Est de l'alignement Mont Blanc, Belledonne, Dôme de La Mure, et au Sud Ouest de la masse du Pelvoux, il se trouve à peu près dans le prolongement de la bande liasique col du Glandon - Bourg d'Oisans - col d'Ornon et du massif des Grandes Rousses. On y trouve quelques affleurements de roches cristallines et cristallophylliennes du socle anté-houiller des massifs cristallins externes, et surtout les formations sédimentaires de la couverture de ces massifs cristallins. La couverture sédimentaire commence par le Houiller et va jusqu'au Dogger (qu'entaille la vallée actuelle du Drac), en passant par le Permien, le Trias et le Lias ; ce dernier domine nettement, et sa monotonie a, jusqu'à une époque récente, rebuté presque tous les explorateurs.

3. - Historique

Aucune étude régionale antérieure ne couvre le secteur intéressé, et les mentions qui le concernent sont tirées d'ouvrages plus généraux ou de notes ayant trait à quelques points particuliers. On se limitera à l'énumération d'un certain nombre de ces mentions (la liste qui suit n'a pas la prétention d'être complète), en indiquant simplement les points nouveaux qui intéressent de près le secteur étudié.

GUETTARD, dès 1782, consacre plus d'une page de sa "Description Minéralogique du Dauphinée" au Beaumont, mais ses notations n'ont plus qu'un intérêt anecdotique.

GUEYMARD (1831 et 1844) fait des observations qui portent la marque des progrès immenses faits par la géologie. Il a relevé :

- des micaschistes et gneiss sur la rive gauche de la Bonne au niveau d'Entraigues,
- des grès à anthracite à Valbonnais et Près-Clos,
- des spilites à Valbonnais et entre le Villard et Gragnolet,
- les calcaires à bélemnites souvent associés aux schistes, sur une très grande surface,
- des "calcaires saccharoïdes" (faciès de Laffrey) près de Quet (mais il n'en tire aucune conclusion),
- une terrasse de Corps, parallélisée avec les niveaux de même altitude (Pont-Haut, La Mure, rive gauche du Drac).

Charles LORY dans sa "Description Géologique du Dauphinée" (1860-1864) fait une somme de connaissances concernant la province.

Dans la région du Beaumont les observations nouvelles portent sur la présence :

- des calcaires de Laffrey vers Saint-Michel, (ils sont sur le Lias moyen et sous le Lias supérieur),
- de Lias supérieur vers Corps, daté par "l'Ammonites bifrons",
- de spilites au col d'Hurtières.

En 1884 paraît la 1^{re} édition de la feuille Vizille (carte géologique au 1/80 000) due à Ch. LORY. On y trouve les renseignements déjà connus mais le Lias est indifférencié. Le Dogger n'est indiqué que sur la rive gauche du Drac. Il n'y a pas de notation tectonique.

En 1895, P. LORY signale l'existence de plis anciens, anté-sénoniens, dans le Dévoluy et les régions voisines.

En 1900 paraît la feuille Briançon au 1/80 000. Elle comprend la région entre Fallavaux, le sommet du Chamoux et celui des Rouchoux, pour laquelle les levés sont dus à P. TERMIER. Ils indiquent le Houiller, le Permien et le Trias de Près-Clos ; le Lias subdivisé en Lias calcaire et Lias schisteux, que le ruisseau de Fallavaux recoupe plusieurs fois. Une coupe de ce secteur avait déjà paru en 1896 dans une étude tectonique consacrée au Pelvoux. Dans cette étude P. TERMIER considère que toutes les déformations principales sont des plis, et il donne une carte des axes.

En 1903 P. LORY indique la présence de diverses zones du Lias supérieur et du Dogger près de Corps et dans les gorges du Drac. En 1905 il signale l'existence d'une brèche du Toarcien près de la Salle-en-Beaumont.

Les études géologiques dans les Alpes occidentales de KILIAN et REVIL (1908-1912), font une importante mise au point à l'échelle de la chaîne, mais n'apportent que très peu de détails nouveaux sur le Beaumont :

- les calcaires exploités près de Saint-Luce contiennent des Arietites,
- du côté de Corps le Lias schisteux commence au Charmouthien supérieur par des schistes à *Phylloceras pyriteux*, alors que vers Saint-Michel "le faciès calcaire et bréchoïde s'élève d'après P. LORY jusque dans le Toarcien".

La 2^e édition de la feuille Vizille (1913) est due à W. KILIAN, P. LORY et M. GIGNOUX pour le Beaumont et ses alentours.

On y trouve : le Permien de la Roche (près d'Entraigues), le Trias des Engelas et de la Combe de la Gorge (au-dessus de Gragnolet), le Lias subdivisé (Lias calcaire, avec surcharge pour le faciès de Laffrey, et Lias schisteux), le Dogger dans les gorges du Drac et derrière la Salle-en-Beaumont, et aussi de nombreuses subdivisions dans le Quaternaire.

Les indications de pendages et de plis sont assez nombreuses. Les éditions ultérieures n'amènent pas de modifications sensibles dans le secteur.

En 1913 également, P. LORY signale que dans le Beaumont les lentilles à entroques se répartissent en un groupe inférieur qui serait Pliensbachien, et un groupe supérieur qui serait Toarcien.

En 1954 L. MORET et J. DEBELMAS, étudient le Permien d'Entraigues et des Rouchoux. Ils signalent, dans un conglomérat des Rouchoux, des galets éolisés qui confirment la nature continentale et les conditions désertiques du dépôt.

En 1961, J. SARROT-REYNAULD publie une étude détaillée du Dôme de La Mure et de ses bordures. Il met en évidence : sur le dôme lui-même (dont les limites sont marquées par l'extension des calcaires à entroques) des séries transgressives (au moins jusqu'au Sinémurien) et très réduites (Pliensbachien et Domérien), sur les bordures, un épaissement considérable, les faciès à entroques faisant place à une sédimentation rythmique calcaire et marno-calcaire.

Dans certains endroits, le Beaumont en particulier, on observe des récurrences du faciès à entroques de Laffrey. Le faciès de Laffrey s'est déposé sur des hauts-fonds ; sur ceux-ci et les talus qui les bordent, la sédimentation a un caractère syntectonique. Elle est liée aux contrecoups de réajustement du socle. Ainsi, la région a été instable depuis le Carbonifère jusqu'à l'Aalénien supérieur et au Bajocien, période à laquelle les faciès s'uniformisent dans tout le secteur dauphinois.

Ces conclusions sont en accord avec celles de M. ORGEVAL et M. ZIMMERMANN (1957).

En 1962 J. RICOUR, dans une étude du Trias français, donne une coupe du Trias de Près-Clos, et date le Muschelkalk en plusieurs points de la couverture des massifs cristallins externes (Champoléon ; les Chuzins et Côte Dure près de La Mure).

J. VERNET (1962), étudiant la tectonique alpine du socle dans les massifs cristallins externes, cartographie les limites du socle cristallin et des formations qui le recouvrent directement. Il décrit un certain nombre d'accidents, tous de type plis ou pli-faille, dont quelques uns intéressent les bordures nord et nord est du secteur étudié ici (régions d'Entraigues - Gragnolet (1955), de Valjouffrey, le Quairelet et les Rouchoux).

J. SARROT-REYNAULD (1964 et 1965) insiste sur le rôle des accidents transverses dans la chaîne de Belledonne, et publie une esquisse structurale qui englobe la bordure nord du Beaumont.

4. - Objet et limites de l'étude

L'étude du secteur, délimité plus haut, s'inscrivait dans le cadre plus général du déchiffrement de la couverture sédimentaire des massifs cristallins externes, comme une prolongation des travaux de J. SARROT-REYNAULD, qui ont précisé la stratigraphie et le style tectonique, principalement dans le Dôme de La Mure, et de ceux de J. VERNET sur la tectonique alpine du socle et sur sa couverture.

Cette étude a surtout porté sur les formations sédimentaires, et principalement le Lias, au double point de vue de la stratigraphie et de la tectonique.

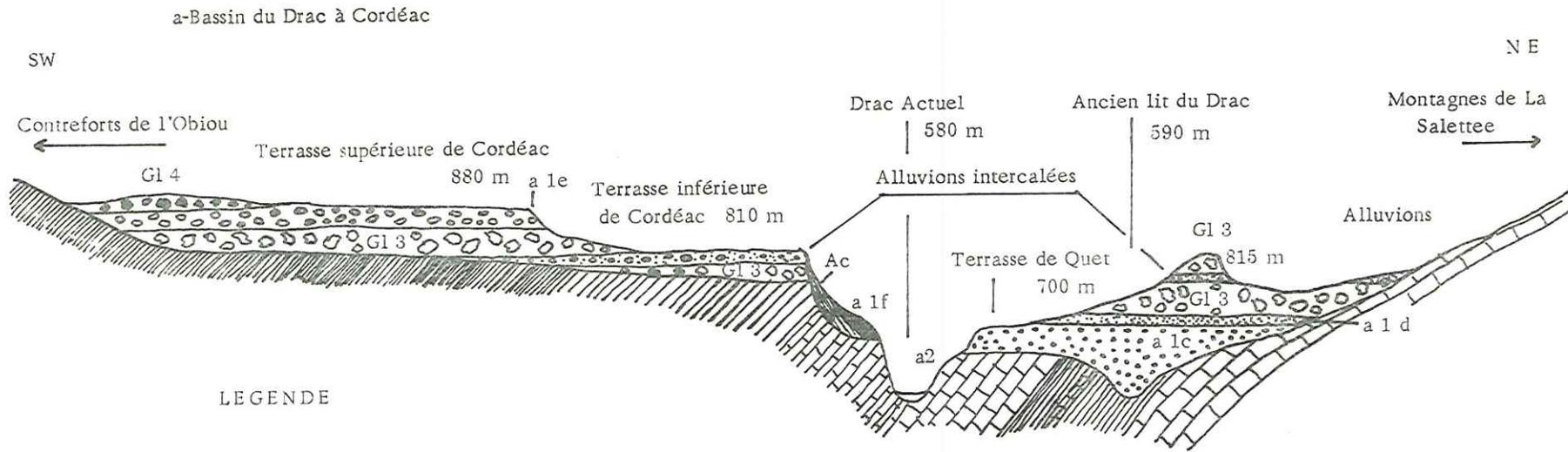
Le socle cristallin et cristallophyllien, dont l'étude a été entreprise par P. GIBERGY, ne sera pas détaillée ici.

Les formations du Houiller, du Permien et du Trias avaient fait l'objet de levés détaillés de J. VERNET, seules quelques précisions minimales seront apportées dans ce domaine.

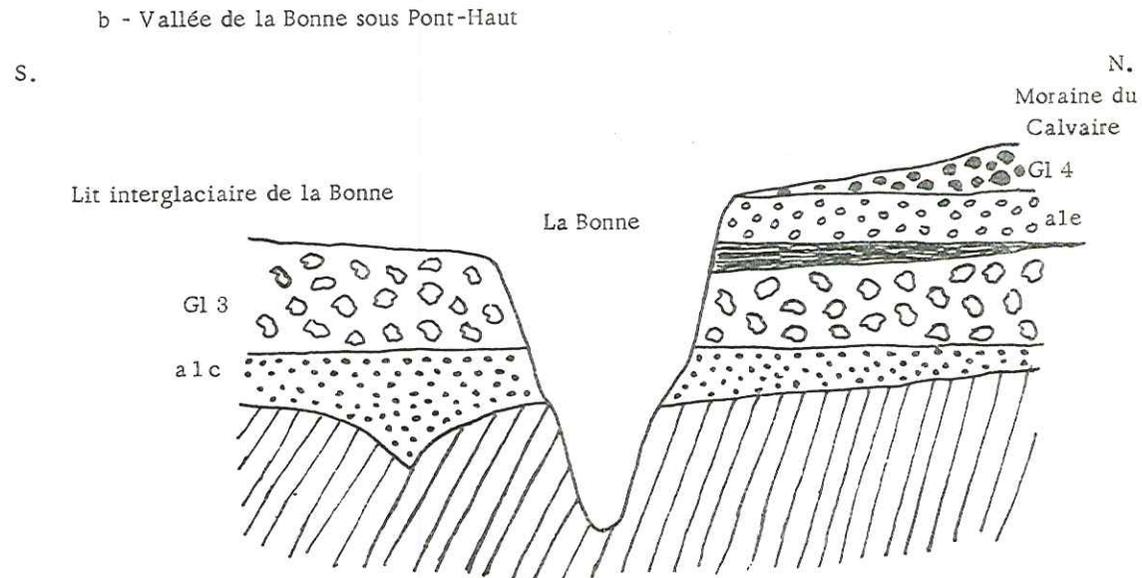
A l'opposé de l'échelle stratigraphique, les formations quaternaires de la vallée du Drac et de ses principaux affluents sont le sujet des recherches de M. MONTJUVENT, les levés n'ont pas porté sur elles de façon systématique. Les observations faites à ce sujet ont pu être coordonnées grâce aux résultats communiqués par M. MONTJUVENT.

Les bases de départ ont été les feuilles Vizille et Briançon au 1/80 000, et la coupe de la Salle-en-Beaumont (J. SARROT-REYNAULD, 1961).

PL. 3 - COUPES DU QUATERNAIRE (d'après J. SARROT-REYNAULD, 1962).



-  Ac - Coulées boueuses
-  a2 - Alluvions modernes
-  a1f - Alluvions des basses terrasses postnéowurmiennes
-  G14 - Moraines supérieures néowurmiennes
-  a1e - Alluvions supérieures postwurmiennes
-  Argiles de la tuilerie de La Mure
-  G13 - Moraines wurmiennes et alluvions intercalées
-  a1d - Sables préwurmiens
-  a1c - Alluvions inférieures antéwurmiennes



PREMIERE PARTIE - STRATIGRAPHIE

CHAPITRE I, - LE QUATERNAIRE

Sous de multiples formes, il occupe une place importante. Pour la vallée du Drac, il a été étudié de manière détaillée par P. LORY, puis par J. SARROT-REYNAULD. Cette étude est actuellement reprise par G. MONTJUVENT. On se contentera donc de rappeler les principales formations existantes en indiquant très brièvement leur position et leurs caractères.

Les alluvions modernes se rencontrent surtout dans la vallée de la Bonne et, beaucoup moins développées, dans celle du Drac. Les affluents de ces rivières donnent souvent à leur débouché sur la vallée principale, de petits cônes de déjection.

Les éboulis vifs ou plus souvent consolidés occupent la base de la plupart des versants ; ils sont souvent transformés en brèche de pente, surtout sur les versants sud (versant sud du Chauvet par exemple).

Des paquets glissés ou tassés s'observent dans la partie supérieure de certains versants : Sud du Chauvet, Nord Est de Côte Belle près du col d'Hurtières.

Des tufs existent en petite quantité, en particulier sur la rive gauche de la Bonne, entre Pont-Haut et la Sauzerie. Les alluvions anciennes et le Glaciaire sont très développés en surface et en épaisseur, en particulier vers Pont-Haut et Saint-Pierre-de-Méarotz et jusqu'à Corps. Les deux coupes suivantes (Pl. 3) (d'après J. SARROT-REYNAULD, 1961) illustrent la superposition de ces formations et l'épigénie du Drac actuel à Pont-Haut et vers Cordéac.

On y trouve plusieurs nappes d'alluvions superposées formant parfois des terrasses. Ces alluvions, parfois sableuses, sont surtout caillouteuses et quelquefois consolidées en véritables conglomérats. La nappe inférieure est considérée comme préwurmiennne, les autres comme post-wurmiennes et post-néowurmiennes ; elles sont séparées par des moraines wurmiennes et néowurmiennes.

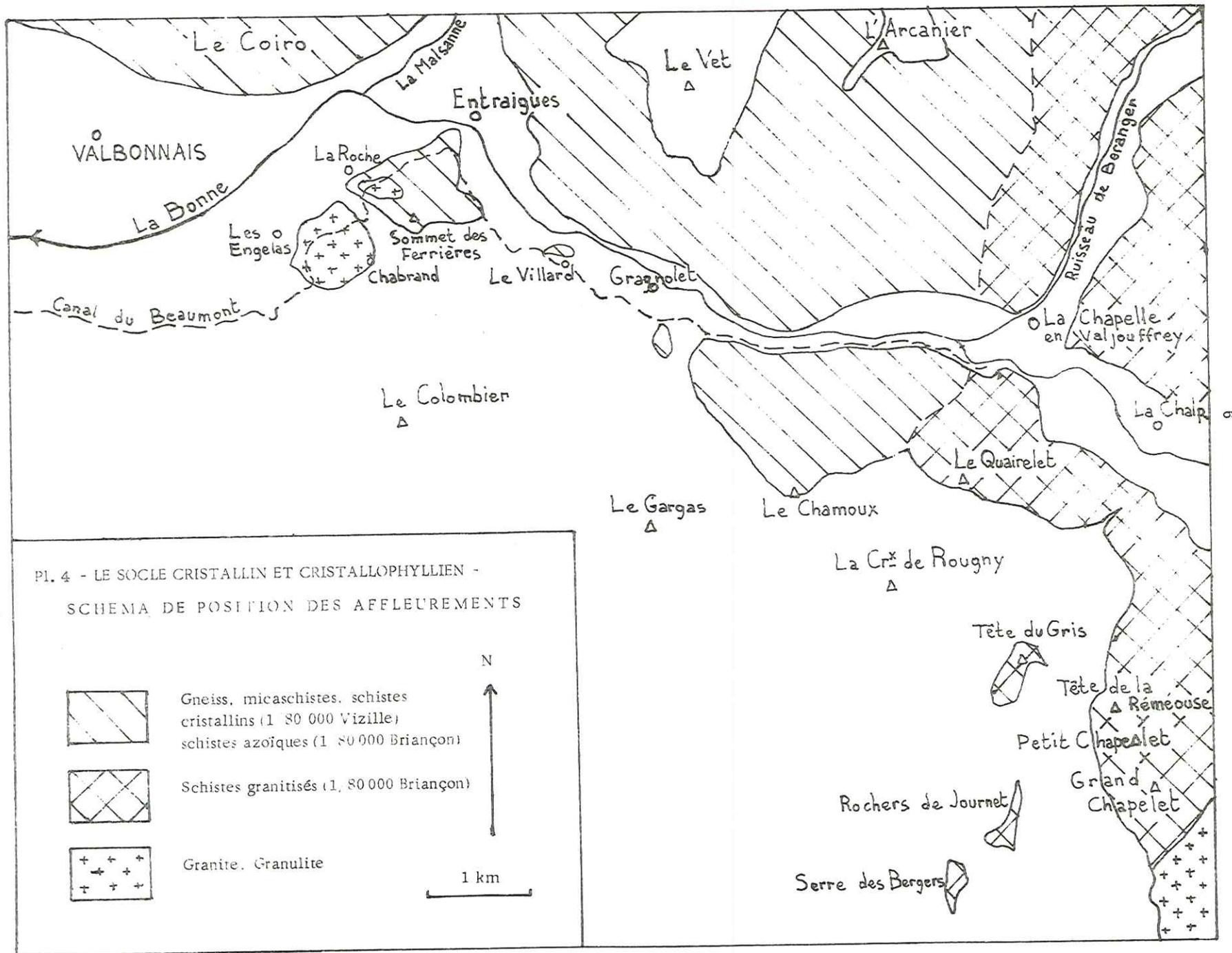
En amont de Pont-du-Prêtre, dans la vallée de la Bonne, les moraines sont absentes, mais on observe sur les deux rives d'importants restes d'une terrasse au niveau de Valbonnais, puis la Roche et Entraigues.

Les moraines wurmiennes, souvent très argileuses, donnent lieu à des coulées boueuses et à des glissements très importants en de multiples points de la rive droite du Drac.

Les moraines supérieures montrent, vers Saint-Pierre-de-Méarotz, des bourrelets et vallums morainiques assez nets. Les formations morainiques seules, souvent à l'état de simple trace : blocs dispersés ou minces placages, se trouvent sur de nombreux versants et jusqu'à des altitudes élevées.

On peut signaler en particulier une masse assez importante en forme de bourrelet latéral situé vers 1320 m entre les cols de Pierre-Grosse et de la Chafnelette, sur la crête de la Sciau près de Saint-Michel-en-Beaumont ; étant donné sa position, sa forme et sa nature, cette moraine ne peut pas provenir d'un glacier local. Son altitude indiquerait qu'il s'agit de Glaciaire rissien.

L'altération superficielle, enfin, est intervenue sur de très larges surfaces, ainsi les diverses formations quaternaires soustraient à l'observation la majeure partie du terrain.



CHAPITRE II. - LE SOCLE CRISTALLIN ET CRISTALLOPHYLLIEN

I. - POSITION DES AFFLEUREMENTS (Pl. 4)

Sur la limite du secteur étudié, le socle forme entièrement la rive droite de la Bonne au-dessus d'Entraigues, mais il dépasse aussi sur la rive gauche avec :

- le pointement d'Entraigues, qui commence au-dessus des Engelas, culmine au sommet des Ferrières (1242 m), s'interrompt vers l'Est pour faire place au Houiller, mais réapparaît juste sous le hameau du Villard,
- le bloc du Chamoux - les Baises (2197 m), précédé par quelques minuscules affleurements sur la rive gauche et à la base de la Combe de la Gorge,
- le Quairelet (1926 m) et la Tête du Périment en face de la Chapelle-en-Valjouffrey,
- la Tête de la Réméouse, dont les affleurements sont en continuité avec ceux du Bois de Midi et font face au Quairelet de l'autre côté du ruisseau de Près-Clos.

Ces différents affleurements peuvent être considérés comme se rattachant directement aux massifs du Coiro, de l'Arcanier et du Pic de Valsenestre, dont ils ont été séparés par l'entaille de la Bonne.

Trois autres pointements, la Tête du Gris (2011 m), les Rochers de Journet (1872 m) et celui du Serre des Bergers sont entourés par les formations sédimentaires qui les isolent.

II. - NATURE PETROGRAPHIQUE

La carte géologique Vizille (1/80 000, 4e édition) indique qu'il y a du granite et des schistes cristallins. Le granite forme deux pointements près d'Entraigues, l'un entre les Engelas et Chabrand, l'autre au-dessus des Prats. Le sommet des Ferrières est constitué de schistes cristallins, de même que les autres affleurements figurés du socle.

D'après la carte géologique Briançon (1/80 000, 1re édition) le Chamoux est formé de schistes azoïques (sériciteux, amphiboliques ou chloriteux ; poudingues, gneiss), et les autres affleurements (Quairelet, Tête du Gris, Rochers de Journet et Serre des Bergers) de schistes granitisés ; au-delà du Grand-Chapelet on retrouve cependant un granite à muscovite, variété du granite du Pelvoux.

1) - Roches intrusives

a) - Le granite d'Entraigues.

Il a été décrit pour la première fois par P. TERMIER qui le compare à celui du Pelvoux. Depuis il a fait l'objet de plusieurs études aux conclusions divergentes.

LLOPIS LLADO (1951) interprète le granite d'Entraigues comme une coupole qui perce les schistes cristallins et un synclinal carbonifère, et produit sur ces formations des transformations progressives sur 500 m environ. Ce granite doit alors être post-westphalien.

P. LORY et J. DEBLEMAS (1952), puis J. VERNET (1954) nient le métamorphisme de contact sur le Houiller, considérant que les schistes carburés, les conglomérats métamorphiques et le granite sont anté-houillers.

J. SARROT-REYNAULD (1956 et 1961) étudiant les rapports du Houiller et du socle dans le Dôme de La Mure et ses bordures reprend ce point particulier, concernant le granite d'Entraigues et ses faciès de bordure (1961, p. 108 à 113). Il arrive à la conclusion que la mise en place aurait bien été tardive, produisant un métamorphisme de contact en particulier sur les assises du Houiller.

Par la suite, le granite du Pelvoux, considéré comme antérieur au granite d'Entraigues, été daté du Namurien inférieur (J.M. BUFFIERE, 1964. 319 ± 9 MA pour le granite du Clapier ; 327 ± 16 MA pour le granite du Rochail par la méthode au strontium sur des biotites). Cela donnait une raison de plus pour attribuer au granite d'Entraigues

un âge post-carbonifère (J. SARROT-REYNAULD, 1965). Mais une mesure récente, effectuée par J.B. STORET (1968) sur les zircons de ce granite (méthode plomb total) aboutit au chiffre de 570 ± 33 MA qui donnerait un âge cambrien inférieur (1). Il n'est donc pas encore possible de conclure.

b) - Les filons.

Ils sont de deux sortes :

- les filons d'aplite, plus rarement de microdiorite et de pegmatite, qui sont associés aux granites,
- les filons de lamprophyre ou minette.

Les filons de lamprophyre sont considérés par les uns comme les cheminées d'un volcanisme carbonifère, peut-être anté-stéphanien (J. SARROT-REYNAULD, 1964), alors que pour d'autres ces filons ou certains d'entre eux au moins, seraient les cheminées des spilites du Trias (J.L. TANE, 1963).

2) - Les formations métamorphiques du socle anté-houiller

Leur âge est inconnu, mais déjà anciennement on a envisagé qu'elles puissent être en partie primaires. P. TERMIER a indiqué des ressemblances locales (Valjouffrey) avec le Silurien des Pyrénées centrales.

Ces formations sont très variées : micaschistes, chloritoschistes, leptynites, gneiss... Elles présentent les traces de deux métamorphismes, et certaines d'entre elles sont albitisées.

Dans l'ensemble, en remontant la vallée de la Bonne, c'est-à-dire d'Est en Ouest, on rencontre des formations correspondant à des conditions de métamorphisme de plus en plus poussées.

L'étude détaillée de ces formations a été entreprise par P. GIBERGY.

(1) - Le granite d'Entraigues est le seul granite présent sur le secteur étudié, mais le granite du Pelvoux se trouve à proximité immédiate en remontant la vallée de la Bonne. On y distingue deux variétés, qui ont aussi été datées par J.B. STORET (1968, même méthode) :

- le granite des Faures, 342 ± 25 MA, Carbonifère inférieur
- le granite porphyroïde, 370 ± 19 MA, Dévonien moyen.

CHAPITRE III. - LE PALEOZOÏQUE

Il est représenté par des formations à caractère détritique (conglomérats, grès, pélites) que l'on peut diviser en trois groupes :

- le "Houiller métamorphique" ou "Westphalien",
- le Houiller non métamorphique, "productif" ou Stéphalien,
- le "Permien" ou les formations rouges.

I. - POSITION DES AFFLEUREMENTS

Les affleurements se répartissent de manière discontinue au voisinage du socle et se situent donc comme ce dernier près des bordures nord et nord est du secteur (Pl. 5).

D'Ouest en Est on trouve :

- le synclinal des Prats étroit et pincé entre deux blocs cristallins. Il est en réalité double et contient du Houiller et du Permien. Orienté Nord Ouest - Sud Est de la même façon que la bande houillère Oris-en-Rattier, col de Plan-Collet, Valbonnais, il se trouve à peu près dans son prolongement;

- le synclinal du Villard, situé à l'Ouest du hameau, se poursuit sur l'autre rive de la Bonne. Il a une orientation nord est - sud ouest. Il contient quelques couches d'antracite qui ont été exploitées. Sur le flanc ouest du synclinal on rencontre des conglomérats métamorphiques qui affleurent également à l'entrée d'Entraigues, près du pont sur la Bonne. Ces conglomérats forment aussi la terminaison nord de l'éperon d'Entraigues, souligné par un coude de la Bonne;

- au sommet même du Chamoux et sur l'arête qui s'en détache au Nord Est, on retrouve des conglomérats et microconglomérats présentant des traces de recristallisation ;

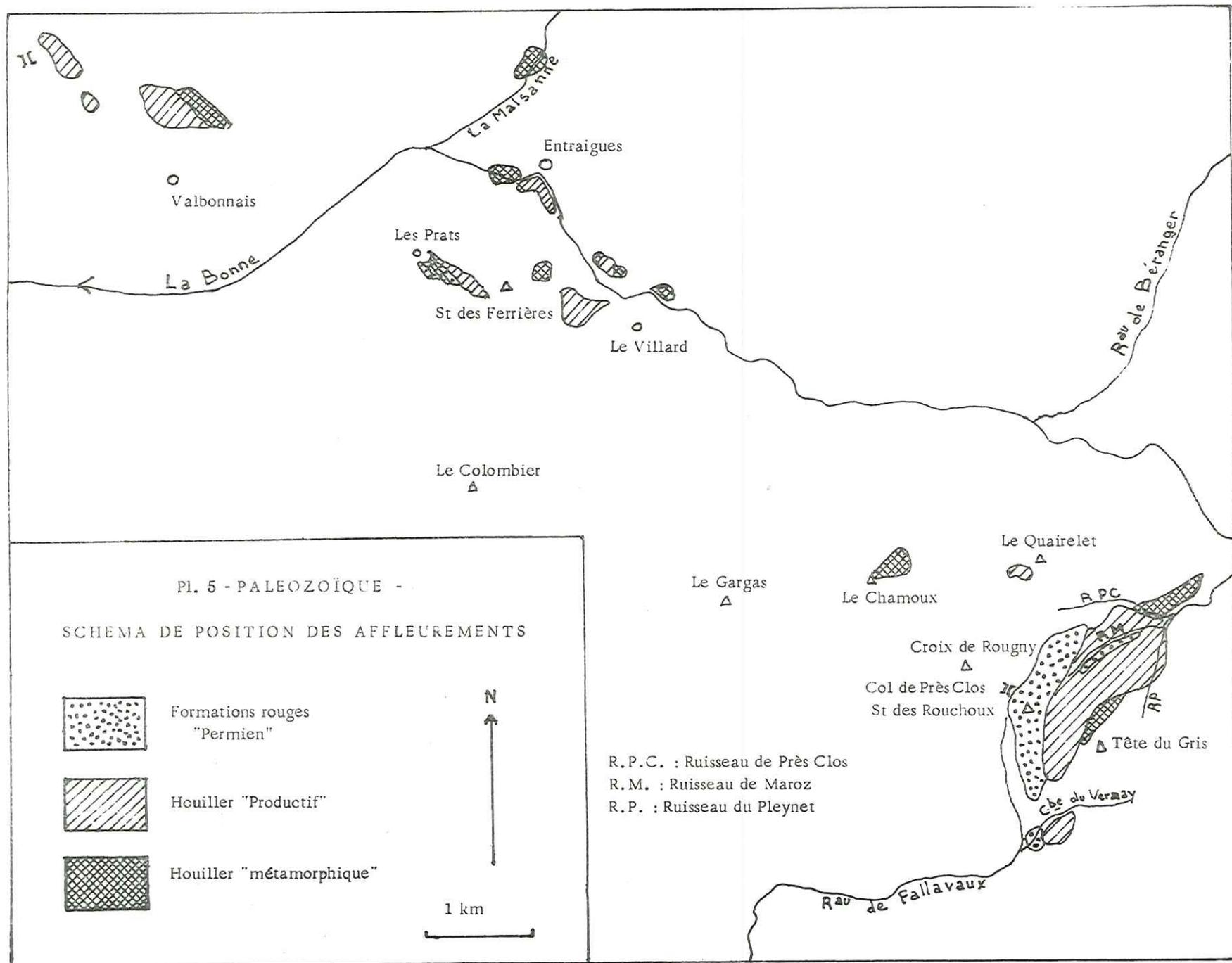
- au Sud du Quairelet, une petite bande de Houiller non métamorphique à pendage sud - sud ouest, occupe un petit col séparant le sommet de la Crête de Près-Clos ;

- le synclinal de Près-Clos est l'affleurement le plus important au point de vue surface. Il commence dans le ruisseau de Près-Clos, s'élargit entre les ruisseaux de Marcoz et des Pleynets, passe entre le sommet des Rouchoux et la Tête du Gris, pour se terminer dans le ruisseau de Gorgéria, vers 1650 m. Au-delà, on trouve un peu de Houiller dans la Combe du Verney et sur sa rive gauche. L'axe du synclinal de Près-Clos est apparemment nord est - sud est le long du ruisseau de Marcoz et deviendrait nord-sud au niveau des Rouchoux. Les formations "métamorphiques" se rencontrent sur la rive gauche et à la base du ruisseau de Près-Clos, ainsi qu'à proximité de la Tête du Gris, mais ce sont surtout le Houiller "productif" et le Permien qui sont développés. Le Permien forme, sur le flanc ouest, une bande importante qui part de la cabane de Près-Clos, passe par le sommet des Rouchoux et se termine à la base de la Combe du Verney après avoir été masquée par les éboulis sur une petite distance ; une deuxième bande se trouve prise dans le Houiller sur la rive droite du ruisseau de Marcoz,

A proximité de la limite nord du secteur, un nouvel affleurement probable de Permien a été trouvé par P. GIBBERGY dans la Combe du Vet, une centaine de mètres au-dessous de la cabane.

II. - COUPE SCHEMATIQUE

La coupe la plus complète des formations paléozoïques s'observe au-dessus de Près-Clos entre le col de la Donne et le col de Près-Clos, en passant par le sommet des Rouchoux. La coupe s'appuie sur le cristallin de la Tête du Gris et se poursuit au-delà du col de Près-Clos par le Trias et le Lias.



L'épaisseur maximum possible de l'ensemble du paléozoïque est ici de 800 m. Les formations rouges en occupent un peu moins de la moitié (350 m environ). La présence de replis diminue certainement cette épaisseur de manière difficile à préciser. D'ailleurs les différents niveaux ont des épaisseurs variables puisque l'un ou l'autre d'entre eux peut manquer en des points assez rapprochés.

La figure (Pl. 6) donne une coupe synthétique et les caractères principaux des trois formations déjà énumérées plus haut.

Les conglomérats "intermédiaires" superposés aux schistes à plantes, ont été rattachés au Houiller plutôt qu'au Permien pour deux raisons :

- leur couleur claire les distingue nettement des grès et pélites rouges,
- à la partie inférieure des formations rouges il y a un conglomérat à ciment rougeâtre que l'on peut considérer comme le conglomérat de base du Permien.

III. - LES FORMATIONS "METAMORPHIQUES" OU "WESTPHALIEN"

La position des affleurements a été indiquée ci-dessus. Il s'agit la plupart du temps de conglomérats et grès, reposant directement sur les formations cristallines et cristallophylliennes du socle ancien. La limite entre ces deux groupes est difficile à placer tant leur ressemblance est frappante au point de vue résistance et aspect des affleurements. L'altération donne pourtant, parfois, une patine plus rouille aux conglomérats.

Ce "mimétisme" n'est pas surprenant si l'on considère que les formations détritiques sont composées uniquement d'éléments, plus ou moins fractionnés, de leur support qui était déjà métamorphique. Sur le terrain, l'impression de passage continu contribue fortement à suggérer une intervention du métamorphisme. Ce dernier aurait provoqué l'induration des formations détritiques, et accentué encore leur ressemblance avec le socle.

L'examen des lames minces n'apporte pas en général de confirmation définitive à cette manière de voir. En effet, à part un seul cas, celui du conglomérat de la scierie d'Entraigues, il n'y a pas de recristallisations bien nettes dans le ciment. On observe pourtant de petits filonnets de quartz, des plages de petits quartz engrenés, des petits cristaux de chlorite bordant d'autres micas, et plus souvent des minéraux phylliteux orientés de petite taille (séricite ?), qui pourraient provenir d'un léger métamorphisme. Dans le cas du conglomérat de la scierie d'Entraigues, J. SARROT-REYNAULD (1961), a montré que le ciment est nettement recristallisé (biotite, grenat, albite...), sous l'influence possible du granite d'Entraigues. Une partie des conglomérats du flanc ouest du synclinal de Près-Clos (les Tartaras) présente des traces d'un métamorphisme comparable.

En conclusion, ces conglomérats sont postérieurs au socle (ils sont formés de ses débris), ils sont moins métamorphiques que lui, en admettant qu'ils le soient très légèrement. Ils sont antérieurs à des niveaux d'aspect plus "frais" dont on verra qu'ils sont datés du Stéphanien. Il est donc possible que les conglomérats "métamorphiques" soient westphaliens. Mais on ne peut pas exclure que ces formations puissent être plus anciennes en totalité ou en partie ; cela plus particulièrement pour celles qui sont touchées par le métamorphisme.

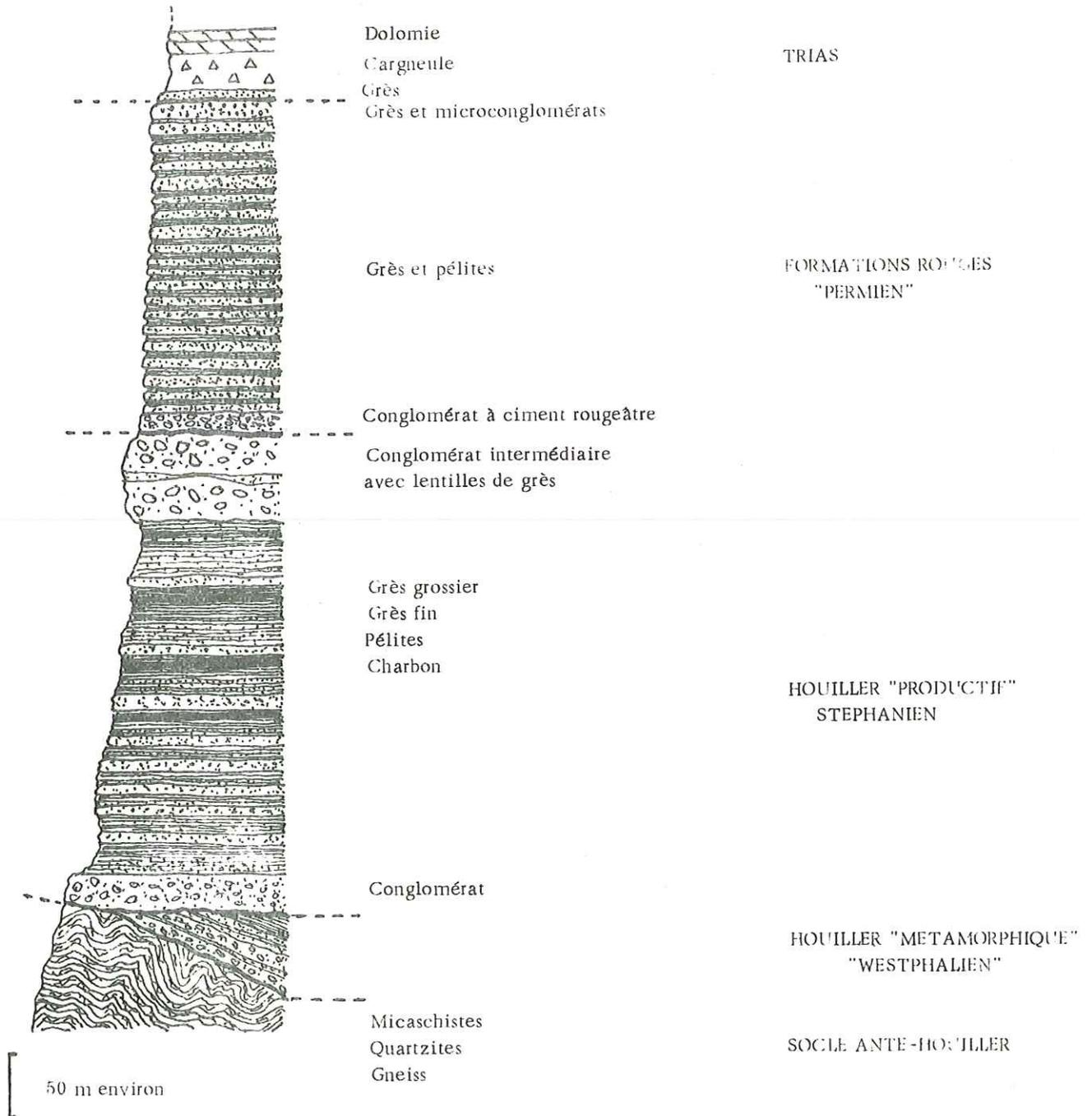
IV. - LE HOULLER "PRODUCTIF" OU STEPHANIEN

La présence de quelques niveaux de charbon permet de lui appliquer le qualificatif de productif mais il n'y a plus d'exploitations à l'heure actuelle.

Comme les formations sous-jacentes celles-ci ont un caractère détritique et présentent une granulométrie variée, mais avec un aspect plus frais : sur le terrain on n'est jamais tenté de les considérer comme métamorphiques.

Dans les niveaux grossiers, les galets sont de granite et de gneiss avec quelques rares galets de roches éruptives altérées. Les grès et arkoses montrent des débris de même origine, il en est de même pour les minéraux reconnaissables dans les schistes et pélites.

Le Houiller productif est transgressif sur les formations antérieures : bien que les mauvaises conditions ne permettent pas d'observer de discordances angulaires, on le trouve tantôt sur les conglomérats métamorphiques ou durcis, tantôt directement sur le socle (au Quairelet par exemple, voir Pl. 10). Par place (le Villard) un premier niveau de schistes à Mixoneura correspond au Westphalien D ; il est séparé du Stéphanien daté par un conglomérat (conglomérat de base du Stéphanien) indice d'une transgression.



Pl. 6 - LE PALEOZOÏQUE - SERIE STRATIGRAPHIQUE SYNTHETIQUE

1) - Traces de recherches et exploitations

Des traces de recherches s'observent vers 900 m dans le ravin au-dessus des Prats, deux entrées de galeries ont été creusées dans des affleurements charbonneux.

Dans le Houiller de Près-Clos, J. VERNET a noté deux entrées de galeries à proximité du confluent ruisseau de Près-Clos - ruisseau de Marcoz.

Ces points n'ont donné lieu à aucune exploitation connue.

Le synclinal du Villard montre une série d'entrées de galeries échelonnées dans la pente sur la rive gauche de la Combe du Sautais, entre la route conduisant au Villard et le Canal du Beaumont (3 entrées), et même au-dessus, jusqu'à l'altitude 965 (4 entrées).

Le gisement a été exploité à plusieurs reprises entre 1914 et 1921, puis de 1942 à 1946. Production maximum connue : 700 tonnes en 1920. Il a donné lieu à un rapport de MM. GREBER et FEYS qui l'ont visité en 1946. Le rapport ne cite qu'une seule galerie au-dessus du canal, les trois autres n'ont donc probablement pas donné lieu à des exploitations. La longueur totale des galeries connues est d'environ 700 m. Elles sont creusées soit en direction, soit en travers-bancs dans des couches inclinées de 45° à l'Est ; ou au Sud Est. Il y a plusieurs couches de charbon discontinues et d'épaisseur variable entre 0,40 m et 1 m. Compte tenu du pendage, les travers-bancs ont dû recouper la série sur une épaisseur de 80 à 100 m, rencontrant au mur de la couche " des grès plus ou moins grossiers et des grattes", au toit des schistes noirs fins.

D'autres couches ont été recoupées, mais elles semblent être de faible épaisseur.

Il y aurait au maximum trois couches dont une seule importante.

Les mêmes auteurs ont recueilli la flore suivante :

Odontopteris reichi Gut. (très commun).

Pecopteris oreopterida Sch.

Pecopteris cf. palaeacea Zeil.

Pecopteris pluckeneti Sch.

Pecopteris polymorpha Brongn.

Pecopteris cf. lepidorachis Brongn.

Annularia sphenophylloides Zenk. (très commun).

Annularia stellata Sch.

Pecopteris sp.

Sphenophyllum oblongifolium Germar.

Asterophyllites equisetiformis Sch.

Ces fossiles indiquent le Stéphanien plutôt inférieur.

En outre, en 1963, lors d'une visite au cours d'un voyage d'étude du 5e Congrès international sur le Carbonifère, les congressistes ont recueilli et déterminé, dans les niveaux inférieurs, Mixoneura cf. alpina, qui indique un niveau correspondant à l'assise de la Faurie (Westphalien D) dans le Dôme de La Mure.

Des traces de plantes ont été également trouvées dans les schistes et pélites du Houiller de Près-Clos, non loin de la Cabane, à la traversée du ruisseau de Marcoz et au petit col voisin du Quairelet. On y reconnaît des empreintes de fougères difficilement déterminables. L'une d'entre elles, provenant du Quairelet, (voir Pl. 10) pourrait être un Callipteridium et indiquerait le Stéphanien basal.

2) - Résultats d'une étude sédimentologique sommaire de quelques niveaux

Le conglomérat "intermédiaire" présentait les caractéristiques les plus favorables : ce conglomérat étant relativement peu induré, il a été possible d'en extraire les galets pour une étude morphométrique et morphoscopique qui a été complétée par l'étude granulométrique, sur photo de lame mince, du ciment et de quelques lentilles gréseuses intercalées.

Les résultats de cette étude et leur discussion font l'objet d'une annexe. Les conclusions que l'on peut actuellement en tirer sont les suivantes :

- il s'agit d'un dépôt fluviatile relativement évolué (indice d'éroulé élevé), présentant une matrice abondante, indice d'un cours d'eau chargé. La granulométrie de ce ciment indique un transport fluviatile.

- l'apport est assez lointain (dissymétrie faible pour une partie des galets et indice d'éroulé fort dans le ciment, grains usés nombreux mais pas entièrement arrondis) et assez homogène avec une certaine proportion d'éléments éoliens remaniés;

- la granulométrie montre un bon triage et une taille moyenne assez faible.

Ces résultats demanderaient à être confirmés et précisés par une étude plus poussée.

La répartition pétrographique montre une absence complète de roches sédimentaires, les granites et gneiss, en proportions équivalentes, forment plus de 90 % du total ; le reste étant formé de quartz, quartzites et quelques rares galets de roches rhyolitiques.

V. - LES FORMATIONS ROUGES : LE PERMIEN

Ces formations présentent une couleur rougeâtre très nette. Elles débutent par un conglomérat à ciment micacé rouge brunâtre foncé. Les éléments, roulés, peuvent atteindre 15 cm. L'épaisseur est de l'ordre du mètre. Au-dessus viennent des bancs décimétriques alternativement gréseux et pélitiques, les bancs pélitiques présentent une teinte nettement plus foncée.

On observe également dans certains niveaux, la présence de teintes vertes en zones irrégulières accompagnant les teintes rougeâtres. Les limites de bancs présentent des surfaces irrégulières, mamelonnées, qui peuvent être le résultat d'un boudinage tectonique des bancs durs ou d'un moulage sédimentaire de la surface mamelonnée des bancs tendres par le dépôt des bancs durs.

Certains bancs gréseux montrent de petits galets de grès, mais de teinte légèrement différente du grès emballant, et résultant donc du remaniement de grès déjà plus ou moins consolidés, ce qui indique un arrêt de sédimentation suivi d'une reprise assez brutale.

L'examen microscopique de lames minces taillées dans les divers niveaux, montre que la teinte rouge est concentrée essentiellement dans le ciment, la presque totalité des grains étant transparents en lumière naturelle (la teinte plus foncée des niveaux fins provient d'une proportion plus élevée de ciment). La coloration est due à la présence de très fins granules, probablement d'hématite.

Les éléments détritiques sont très anguleux, mis à part quelques quartz rhyolitiques automorphes, ce sont :

- dans les niveaux fins (Pl. 7 a), de nombreux quartz (quartzites ?), mono ou pluricristallins, des feldspaths altérés (on reconnaît quelques plagioclases : microcline et de l'orthose), des micas, relativement abondants, surtout muscovite. Taille moyenne, environ 0,2 mm,

- dans les niveaux plus grossiers (Pl. 7b), à côté des éléments fins identiques aux précédents, parmi lesquels on remarque de beaux quartz rhyolitiques, on trouve des fragments pouvant atteindre 1 cm de roches, toutes volcaniques et de type rhyolitique, qui ont été identifiées comme étant des ignimbrites les unes dévitrifiées, les autres à structure cérébroïde (J. APRAHAMIAN et P. GIBERLY 1966).

La granulométrie des niveaux fins (voir annexe) est celle d'un dépôt fluviatile, se rapprochant cependant de celle d'un cône alluvial subaride. La forme des éléments indique que le transport a été relativement faible (la présence de feldspaths en assez grand nombre confirme cette donnée et témoigne d'un climat sec ou froid), et cependant la courbe canonique de Rivière est celle d'un sédiment très évolué.

Certaines de ces données semblent contradictoires. Cependant grâce aux travaux de G. MILLOT, J. PERRIAUX et J. LUCAS (1961), sur les grès rouges du Permo Trias des Vosges et des sols ferrugineux des climats chauds, on peut penser qu'en ce qui concerne l'origine des grès des Rouchoux, les alternances de saisons sèches et humides provoquaient sur les reliefs l'altération ménagée, ne détruisant pas tous les feldspaths et la rubéfaction (saison sèche). Les pluies déblayaient le matériel déjà fragmenté et le transportaient rapidement dans les dépressions. La reprise de sédimentation brutale pouvait remanier une partie des dépôts antérieurs déjà un peu consolidés pendant la saison sèche (galets de grès cités plus haut). En fin de saison humide, ou dans les parties des dépressions les plus éloignées des reliefs, les dépôts étaient fins et très bien triés.

Les reliefs jeunes sont ceux de l'orogénèse hercynienne, les dépressions s'étant formées au cours de la période de détente finale qui a dû s'accompagner d'un important volcanisme acide à caractère ignimbritique (cf. RITTMANN 1963, p. 253).



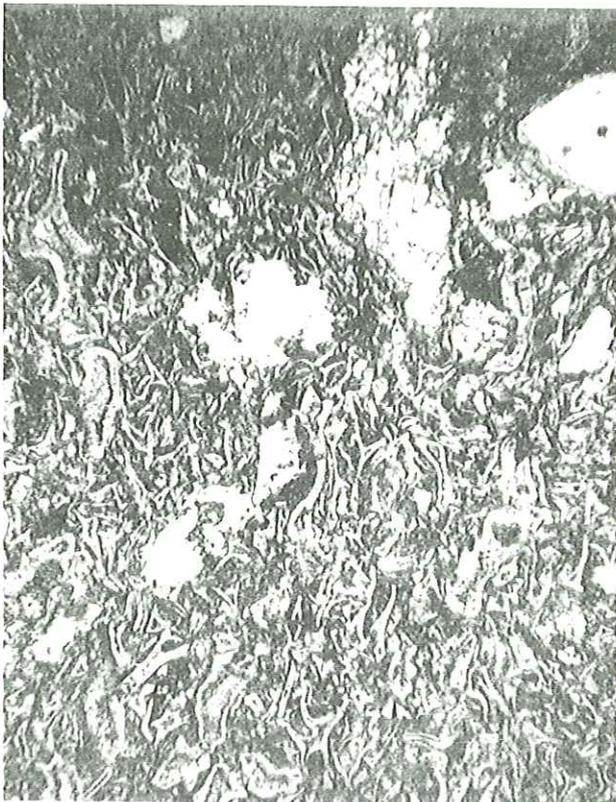
a - Grès fin (Ech. 0 30, L.P.) Feldspaths altérés, petits plagioclases, quartz mono et pluricristallins.

- Planche 7 -

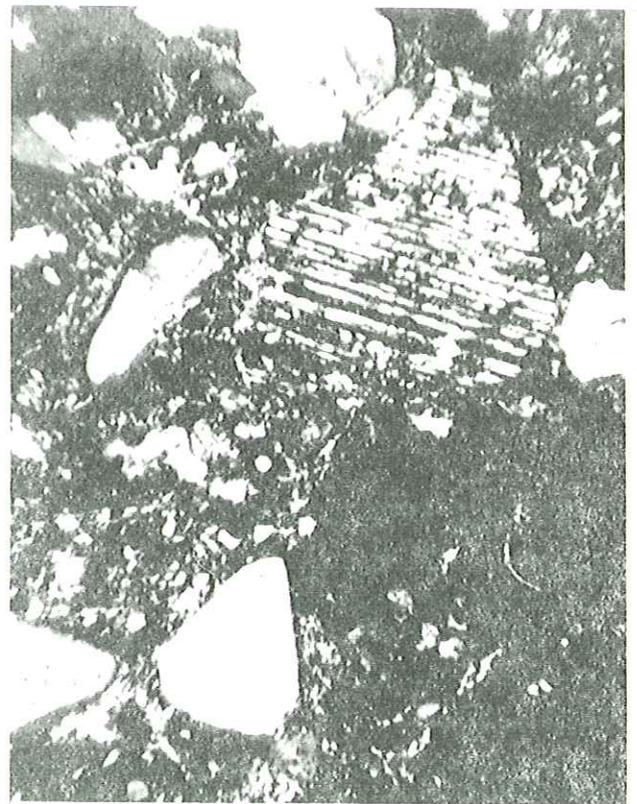
Grès rouges permien Col de Près Clos

Photomicrographies x 52

1 mm



b - Fragment d'ignimbrite à structure cérébroïde dans un niveau grossier (Ech. 0 31, L.N.).



b' - Même lame que b (Ech. 0 31, L.P.). Quartz anguleux, plagioclase, fragment d'ignimbrite dévitiifiée (quart inférieur droit).

Les traces d'un tel volcanisme s'observent dans la majorité des gisements permien : dans les Vosges, les Alpes (Alleverd, Guil) et l'Estérel, et les "rhyolites" y sont rougeâtres. On peut se demander si cette couleur est le résultat de l'altération ou bien si elle est originelle. Dans ce dernier cas on aurait une autre possibilité d'expliquer la couleur du Permien par sa liaison avec les phénomènes volcaniques.

VI. - CONCLUSIONS SUR LE PALEOZOÏQUE

Les données classiques déjà bien établies par les études antérieures sont confirmées.

Les formations paléozoïques débutent par des conglomérats du "Westphalien" transgressifs (phase sudète) sur le socle métamorphique ; ces conglomérats sont à leur tour transgressés par le Stéphanien avec conglomérat de base (phase asturienne), puis par le "Permien" (phase saaliennne). Ces différents niveaux ont tous le caractère de dépôts continentaux de type fluvial. Au Stéphanien, il devait y avoir une flore abondante (dépôt de charbon) indiquant un climat chaud et humide qui a fait place, à la fin de cette période, à un climat plus ou moins désertique (présence de galets éolisés dans les conglomérats attribués à la fin du Carbonifère).

Au Permien les conditions plutôt arides se sont poursuivies avec un climat à saisons alternantes sèches et humides qui doit être à l'origine de la couleur rouge des dépôts.

La sédimentation de type continental s'est faite dans des dépressions, à proximité de reliefs jeunes, résultats de l'orogénèse hercynienne. Ces dépressions devaient être orientées Nord Est - Sud Ouest (Près Clos, Le Villard) et peut-être aussi Nord Ouest - Sud Est. Les différentes transgressions sont le signe de mouvements fini-hercyniens ; un épisode de détente (fin de la phase saaliennne) s'est accompagné d'un volcanisme ignimbritique dont on retrouve les traces dans les sédiments du Permien.

CHAPITRE IV. - LE TRIAS

I. - LES AFFLEUREMENTS

Très limités en surface, ils sont presque tous situés sur la rive gauche de la Bonne en amont de Valbonnais. Les principaux sont à peu près tous indiqués par la carte au 1/80 000.

D'Ouest en Est ils se trouvent (Pl. 8) :

- sur la rive gauche du Ruisseau des Rioux au-dessus des Engelas (1000 m environ) (dans le prolongement de la bande de Trias gypsifère de Valbonnais),
- dans le synclinal des Prats,
- dans la Combe du Villard, entre 1100 et 1300 mètres, et au col d'Hurtières situé en amont,
- vers la base des Combes de la Gorge et de l'Abreuvoir au-dessus de Gragnolet,
- au petit col 1890 au Sud du Quairelet (non porté sur la carte au 1/80 000),
- au col de Près-Clos et sur la rive gauche du ruisseau des Billières, affluent du ruisseau de Fallavaux.

Il existe quelques autres affleurements minuscules :

- sur la rive gauche de la Combe du Sautais vers 1200 m (cargneules, dolomies),
- à la même altitude entre cette Combe et la Combe du Villard (cargneules, dolomies, spilite),
- près de la bordure ouest du Bois des Combes, vers 1150 et 1200 m (cargneules, dolomies),
- près de la bordure est du Bois des Combes, vers 1000-1050 m (argilites, dolomies, spilite),
- à Près-Clos les Prairies, point coté 1849 m, à mi-chemin entre le col du Quairelet et le col de Près-Clos (argilites rouges, dolomies),
- sur la rive droite du Ruisseau de Fallavaux, vers 1400 m (spilites, dolomies).

On retrouve les constituants habituels du Trias des zones externes : cargneules, dolomies, argilites rouges et vertes, spilites.

Le gypse s'observe non loin de là à Valbonnais. GUEYMARD (1831 et 1844) en signale au moins deux gisements :

- "près d'Entraigues et du Villard", "sur les rives de la Bonne" ;
- "entre le Villard et Gragnolet", "dans un vaste emplacement creusé par les siècles" ;
- "entre le Villard et Gragnolet, sur la route de la Chapelle", "au fond d'une cavité".

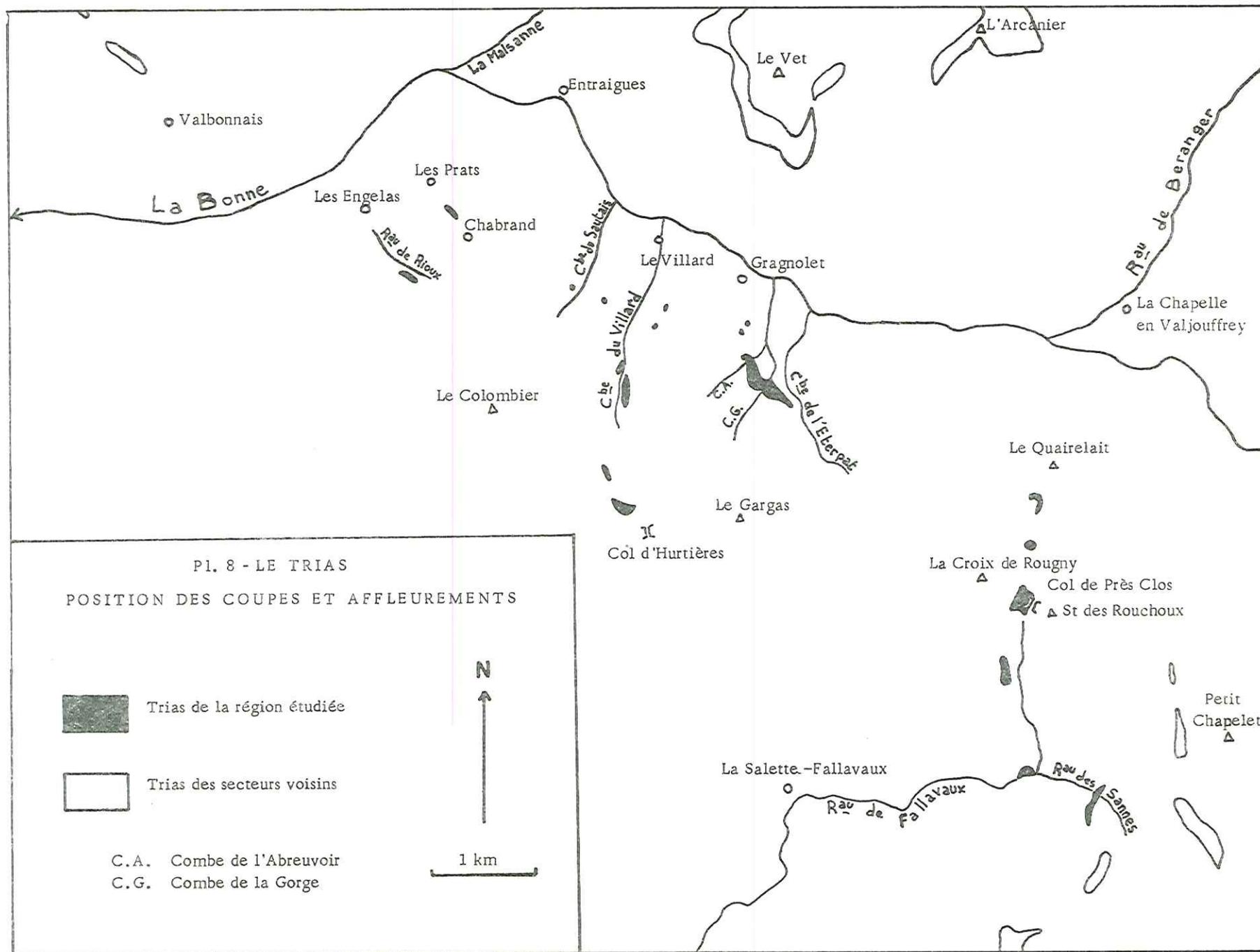
Le premier emplacement est bien difficile à identifier . Les deux autres indiqués dans deux ouvrages différents désignent certainement un seul emplacement : l'affleurement de la Combe du Villard. Cet affleurement est aussi indiqué (p. 202) dans la Description Géologique du Dauphiné de Ch. LORY, Actuellement la coupe, très discontinue, ne montre pas de gypse en surface, mais celui-ci peut très bien avoir disparu de la surface par dissolution et être masqué. Il s'agit d'ailleurs d'une zone ébouluse et l'on peut admettre que l'instabilité provient de la dissolution d'un niveau de gypse.

Au Sud et au Sud Est de la Combe du Villard la présence de gypse en profondeur est peut-être à l'origine des entonnoirs de dissolution observés dans les calcaires du Lias, près de la Porte du Vallon, au Puits de Jacob, sur le Serre Méant et Côte Rouge.

Parmi les affleurements principaux cités ci-dessus, trois seulement permettent d'observer des coupes assez continues :

- la Combe de la Gorge,
- le Col du Quairelet,
- le Col de Près-Clos.

Quelques autres points donnent des précisions intéressantes.



Dans les descriptions qui vont suivre, l'épaisseur estimée des différents niveaux ne sera pas donnée de façon systématique, cela pour plusieurs raisons :

- les coupes sont souvent discontinues et les épaisseurs ne peuvent être estimées,
- dans les rares cas de coupes à peu près continues (Près-Clos par exemple), la vérification de l'épaisseur totale par construction a montré une trop grande marge d'erreur dans les estimations.

Dans la plupart des cas on se contentera de donner une indication sur l'épaisseur totale, déduite d'une construction, l'ordre de grandeur des épaisseurs individuelles étant schématisée par la coupe qui est figurée. L'indication d'épaisseurs, estimées ou corrigées, n'aurait donné qu'une précision illusoire.

II. - COUPES DU TRIAS

1) - Coupe de la Combe de la Gorge (Pl. 9)

Elle débute sur la rive droite de la Combe vers 1140 m.

Les couches, renversées, présentent un pendage de 60° vers le Nord Est et s'appuient sur le Lias (1200 m environ).

La coupe est masquée vers la base et certainement incomplète : le socle métamorphique n'apparaît qu'à une centaine de mètres au Nord Est.

Dans l'ordre de superposition normal on observe :

- 1 - Microbrèche dolomitique à éléments de spilites (Pl. 12a p. 27).
- 2 - "Argilite" dolomitique gréseuse rose
- 3 - Argilite verte et rose à éléments de calcaire cristallin
- 4 - Un banc de calcaire cristallin (légèrement dolomitique ?) beige clair
- 5 - Dolomie verte à éléments de calcaire cristallin rose
- 6 - Marbre clair bariolé de rose et de vert, (légèrement dolomitique ?) 89 % de carbonate
- 7 - Argilites dolomitiques vertes à éléments roses avec des passées roses à éléments verts. (En lame mince les niveaux roses montrent quelques petits grains de quartz ou de feldspath).
- 8 - Dolomies grises et jaunes
- 9 - Brèche dolomitique siliceuse à éléments de roche métamorphique (amphibolite ?) ou de spilites
- 10 - Dolomie grise à grain fin
- 11 - Brèche dolomitique à éléments de spilite et nodules siliceux
- 12 - Spilites, schisteux à la base et fortement diaclasés.

Les spilites forment un ressaut net dans le fond de la combe et ont une épaisseur de 40 à 60 m. Le reste de la coupe a une épaisseur d'environ 45 m. Il y a donc une centaine de mètres de Trias visible, le hiatus d'observation avant d'arriver au socle (quartzites vertes litées dont le pendage est le même que celui des couches du Trias) permettrait une épaisseur supplémentaire de 80 m, ce qui donne une épaisseur maximum possible d'environ 180 m, mais il y a certainement eu une réduction par laminage ce qui fait que le Trias pourrait être encore plus épais.

A 300 m au Nord Ouest, dans la Combe de l'Abreuvoir, il n'y a plus qu'une trentaine de mètres de Trias avec des brèches spilites à ciment d'argilites, des argilites et des spilites. L'épaisseur maximum possible mesurée dans les mêmes conditions que ci-dessus serait d'environ 80 m.

2) - Coupe du Col 1890 au Sud du Quairelet (Pl. 10)

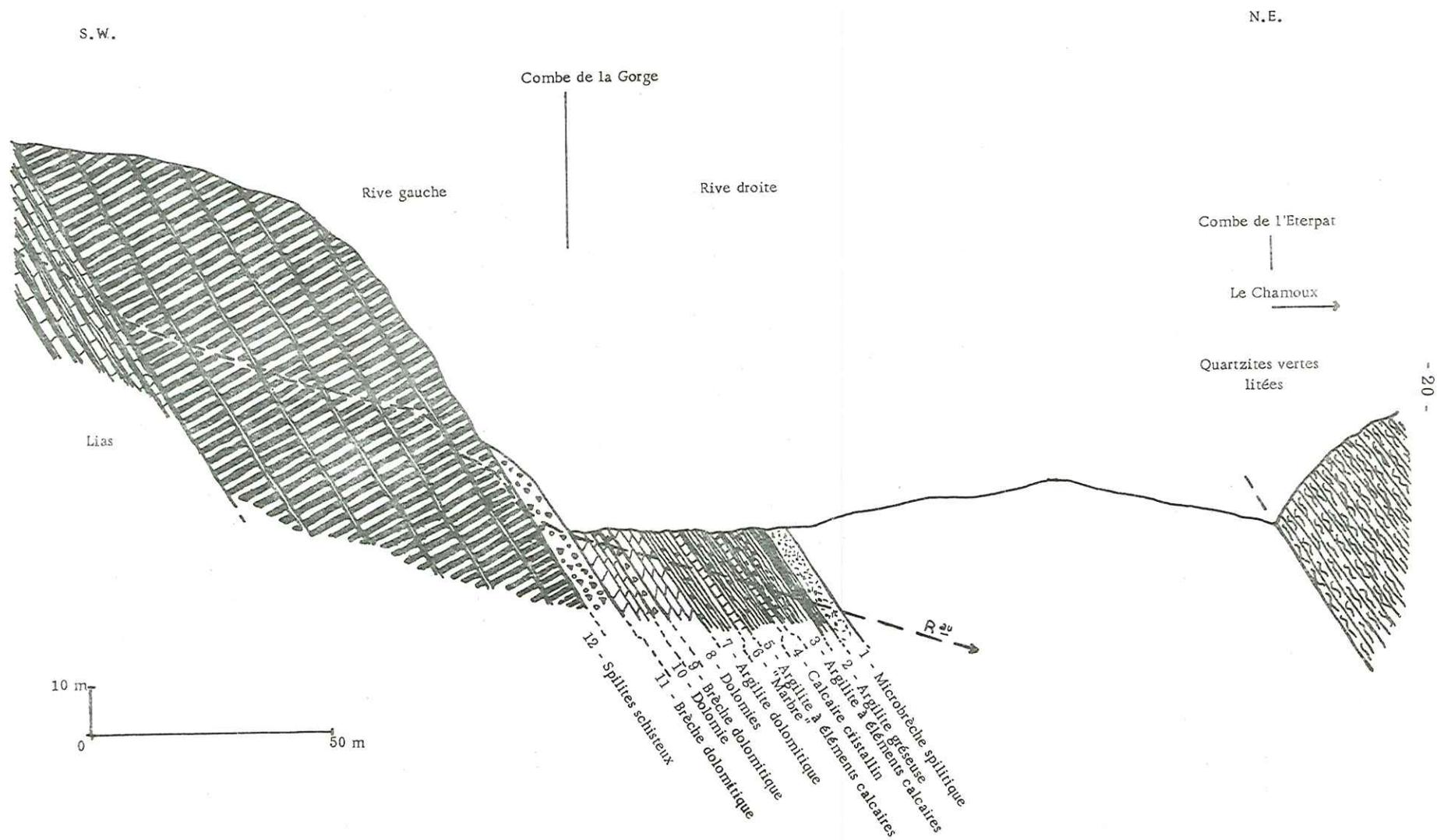
Elle débute presque immédiatement au Sud du col (point coté 1890) et occupe la base de la Crête de Près-Clos qui monte vers la Tête de la Pale. Entre le col et le sommet du Quairelet, formé de micaschistes verdâtres plissotés, on rencontre les grès et pélites houillers avec traces de plantes et anthracite. Il n'y a pas trace des niveaux rouges du Permien.

Le pendage dirigé vers le Sud est d'environ 30°, peut-être un peu plus fort pour les couches du Houiller, ce qui pourrait être un indice de discordance. Les couches affleurent mal et il y a plusieurs discontinuités.

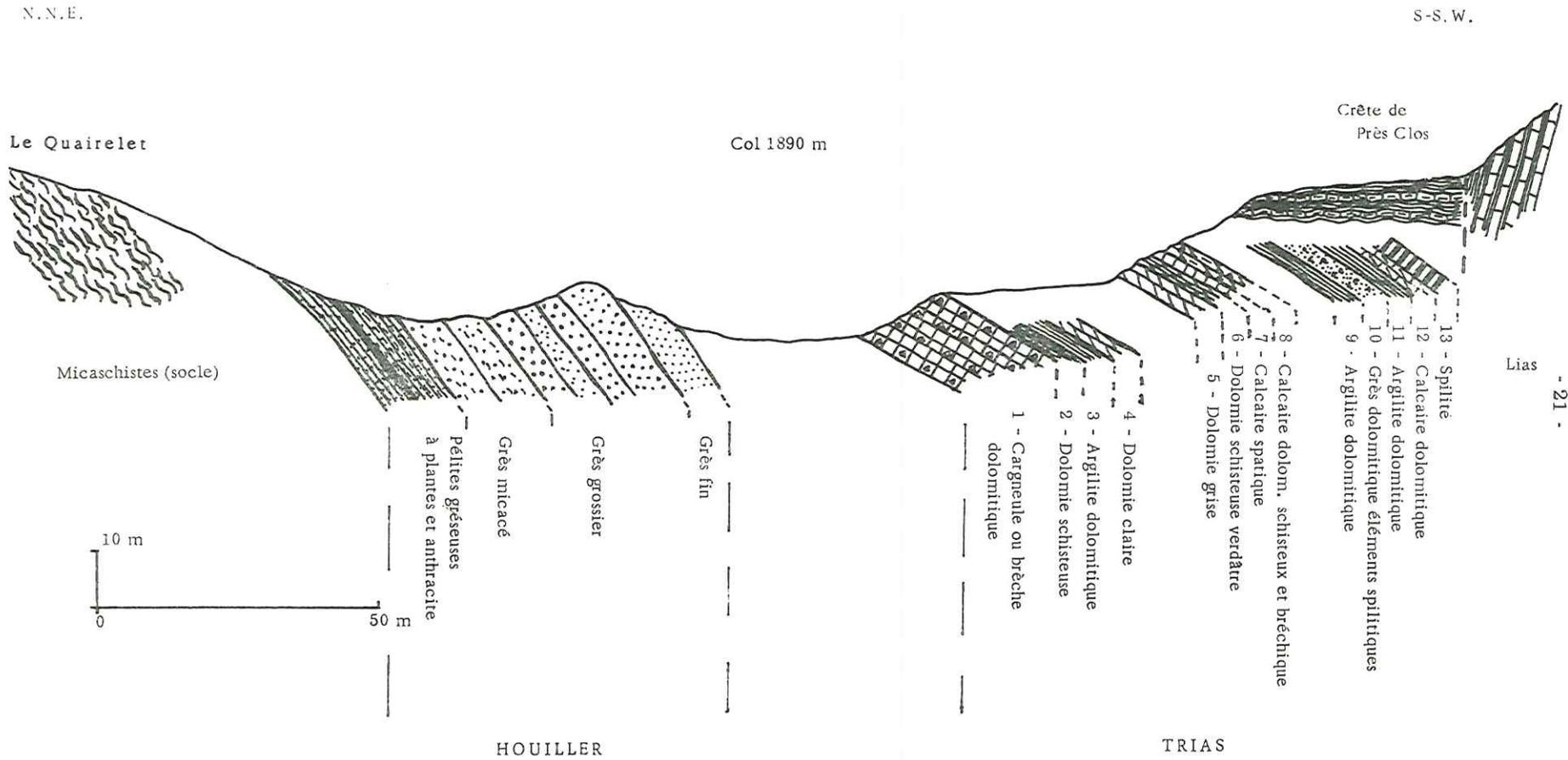
La succession observée est la suivante :

- 1 - Cargneule ou brèche dolomitique
- 2 - Dolomie jaune en plaquettes

PL. 9 - COUPE DU TRIAS DE LA COMBE DE LA GORGE



Pl. 10 - COUPE DU COL DU QUAIRELET



PL. 11 - COUPE DU TRIAS DU COL DE PRÈS CLOS

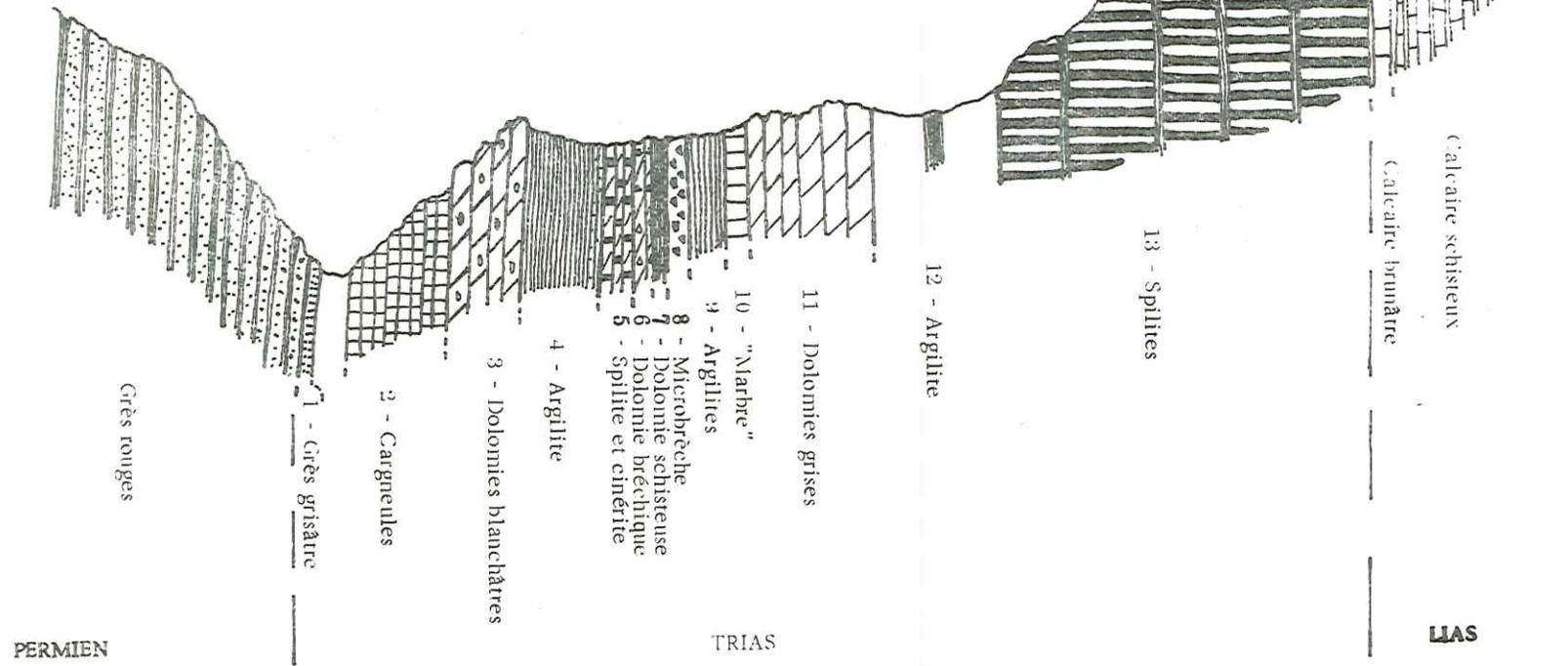
E.S.E.

W.N.W.
La Croix
de Rougny

Col de Près Clos

St des Rouchoux

22



LIAS

0 50 m

- 3 - Argilite dolomitique gris verdâtre
- 4 - Dolomie gris clair à patine claire
- 5 - Dolomie gris foncé à patine jaune
- 6 - Dolomie schisteuse et siliceuse verdâtre
- 7 - Calcaire spathique
- 8 - Calcaire dolomitique schisteux et bréchiq
- 9 - Argilite dolomitique jaune
- 10 - Grès dolomitique à éléments spilitiques
- 11 - Argilite dolomitique gris verdâtre
- 12 - Calcaire dolomitique
- 13 - Spilite verdâtre clair.

L'ensemble de la coupe occupe une centaine de mètres à l'horizontale ce qui donnerait une épaisseur d'environ 50 m. A partir de 9 les niveaux ont été observés sur le versant nord, la crête proprement dite est formée de calcaires argileux, schisteux, gris brunâtre, en position voisine de l'horizontale qui reposent sur le Trias. Au-delà le pendage change très rapidement dans le Lias. Il prend d'abord une inclinaison de 85° vers l'Est - Nord Est puis des pendages variés correspondant aux replis très accentués du versant de la Tête de la Pale. Le paquet de Lias surmontant la fin de la coupe peut être considéré comme un lambeau de poussée ou un paquet glissé plutôt que comme discordant sur le Trias.

L'épaisseur de la coupe est réduite, en particulier celle des spilites. Mais cette coupe peut être considérée comme interrompue par un accident qui abaisse le Lias et provoque le changement brutal de pendage.

3) - Coupe du Col de Près-Clos (Pl. 11)

Elle occupe la base de la crête qui joint le col (point 1971) au sommet de la Croix de Rougny. Elle a été décrite et figurée par J. RICOURE (1962, p. 214-215). C'est la seule coupe complète dans le secteur étudié puisqu'elle est comprise entre les couches rouges du Permien au Sud Est et les calcaires du Lias au Nord Ouest. L'ensemble très redressé est presque vertical : en moyenne 80° vers le Sud Est.

En partant des grès et pélites rouges du Permien on a :

	niveaux de la coupe J. RICOURE
1 - grès grossier grisâtre montrant en lame mince de nombreux quartz dont certains rhyolitiques, et de petits fragments arrondis de rhyolite	2
2 - cargneule jaune et dolomie cargneulisée	3
3 - dolomie ou calcaire dolomitique blanchâtre à silex rose ou gris	4
4 - argilites violacées rouge brun, rouge et jaune, dolomitique, parfois gréseuse. Une de ces passées, très compacte, a une cassure de quartzite, mais ne montre que très peu de quartz en lame mince	
5 - spilite et "cinérite" dolomitiques gris violacé	
6 - dolomie bréchiq	5 à 9
7 - dolomie schisteuse jaune	
8 - microbrèche ou conglomérat spilitique	
9 - argilites rouges et jaunes	
10 - "marbre" clair à zones roses et vertes et "marbre" zoné gris rosé	
11 - dolomie grise à patine claire en bancs de 50 à 80 cm	10
12 - zone masquée montrant toutefois un passage d'argilite rouge	11
13 - spilite de teintes et aspect variés, cinq coulées superposées	12

Viennent ensuite les calcaires du Lias débutant par quelques bancs à cassure cristalline gris brunâtre montrant des traces de coquilles.

Pour J. RICOURE, cette coupe offre une épaisseur de 60 m pour l'ensemble des niveaux inférieurs aux spilites, (l'estimation faite donne un chiffre identique). Comme il y a au moins 30 m de spilites, le Trias aurait donc 90 m. Mais par construction d'une coupe à l'échelle, on arrive à une épaisseur comprise entre 130 et 160 m.

En admettant la valeur de 145 m les épaisseurs se répartiraient ainsi :

	niveaux	épaisseurs
1 - 2	Grès, cargneules	15 m
3	Dolomies	10 m
4 - 10	Argilites, spilites, cinérite	30 m
11	Dolomies	20 m
12	Argilites ?	20 m
13	Spilites	50 m

Les spilites montrent une grande variété à tous points de vue :

- teinte vert foncé, grain fin et régulier, allure massive,
- teinte vert jaunâtre plus clair, grain plus gros, pustules de calcite et de chlorite (?) sur la cassure, en surface aspect vacuolaire,
- teinte d'ensemble violacée, "pâte" peu importante de couleur grisâtre clair contenant de très nombreux grains violets de taille régulière.

P. BELLAIR (1948) a donné deux analyses de spilites, du Col de Près-Clos, elles sont reproduites dans le tableau suivant avec quelques autres analyses de spilites provenant du secteur étudié ou de points très voisins.

III. - AUTRES AFFLEUREMENTS DE TRIAS

1) - Ruisseau de Rioux, rive gauche

Le talus de la route des Engelas à Chabrand montre, peu avant le point 1003 où l'on recoupe le ruisseau de Rioux, un affleurement attribué au Trias. A peu de distance du socle, sans qu'il y ait traces de Houiller ou de Permien, on trouve un niveau jaune de plus d'un mètre à aspect de grès, puis une cargneule bréchique d'épaisseur impossible à déterminer. Cette cargneule, bientôt accompagnée de dolomies, se continue sur la rive gauche du ruisseau jusqu'au-dessus de 1050 m. Sur la route, après une lacune d'observation d'une quarantaine de mètres, on trouve le Lias (calcaires gris bleuté schisteux à traces pyriteuse). Cette coupe pourrait donc être très réduite.

En lame mince le "grès" montre des grains de quartz et de feldspath, mais surtout des grains de calcite et de dolomie, et aussi beaucoup de trous correspondant probablement à des grains dissous. La roche présente d'ailleurs un aspect poreux et fait effervescence à l'acide. Il s'agit donc probablement d'une dolomie sableuse en partie décalcifiée.

2) - Synclinal des Prats

Vers 860 m sur la rive gauche du ruisseau des Prats, à l'intérieur de formations gréseuses attribuées au Houiller et au Permien, on rencontre sur 6 m environ des niveaux attribués au Trias :

- grès gris clair, semblable au niveau 1 de Près-Clos,
- argilites verdâtres et très schisteuses, recoupées par des filonnets de quartz et de chlorite,
- "argilite" rouge violacé, gréseuse,
- grès fin micacé gris verdâtre

(Ces deux derniers niveaux pourraient être Houiller ou Permien)

- grès jaune à cubes de pyrite.

3) - Combe du Villard et Col d'Hurtières

Il y a dans cette région plusieurs affleurements de Trias, mais trop dispersés et discontinus pour permettre de faire une bonne coupe.

Au col d'Hurtières les spilites dessinent un anticlinal surmonté par le Lias. Le sentier qui conduit d'Entraigues au pèlerinage de la Salette franchit ces spilites par de petits tunnels. On rencontre plusieurs coulées de couleur et de structure différentes séparées par des argilites rouges. L'une de ces coulées présente une structure rappelant celle des laves en coussins (pillow-lava). Le cœur de l'anticlinal montre des argilites rouges et vertes et des dolomies.

ANALYSES CHIMIQUES DE SPILITES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Si O ₂	43,00	48,90	46,19	45,67	48,60	50,80	42,50	47,62	45,18	54,80
Al ₂ O ₃	16,60	16,40	18,38	13,45	16,50	18,71	15,32	13,97	21,20	17,13
Fe ₂ O ₃	4,20	8,70	-	-	-	-	1,92	11,46	3,60	4,87
Fe O	2,80	0,70	14,47	18,95	9,54	10,02	5,74	5,20	3,80	3,95
Mg O	7,70	5,60	6,76	6,80	9,40	3,40	4,71	5,51	4,36	4,40
Ca O	8,00	2,60	1,89	2,72	4,10	3,83	17,35	1,68	3,44	1,90
Na ₂ O	3,90	4,90	4,65	4,84	5,47	6,20	2,30	4,92	1,35	2,60
K ₂ O	2,40	7,30	0,98	0,63	0,52	0,96	2,85	2,02	7,20	4,80
Ti O ₂	1,50	1,30	-	-	-	-	1,10	2,45	2,37	1,90
P ₂ O ₅	0,45	0,46	-	-	-	-	0,48	0,21	0,40	0,40
Mn O	0,13	0,11	-	-	-	-	0,21	0,02	0,05	0,03
C O ₂	3,74	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ O ⁺	5,56	2,90	4,56	4,92	7,04	4,70	11,23	3,88	6,30	3,70
H ₂ O ⁻							0,07	0,46	0,70	0,45
Total	99,98	99,94	96,88	97,98	101,17	98,62	99,78	99,48	100,37	100,93

- 1 - Métatéphrite, Col de Près-Clos (sommet et milieu de la nappe) - P. BELLAIR, 1948, p. 201.
 2 - Paraphonolite potassique, Col de Près-Clos (base de la nappe), *ibid.*
 3 - Mélaphyre, ravin entre la Rougny et les Rouchoux près la Salette - P. TERMIER, 1898, BSGF XXVI, p. 172.
 4 - Mélaphyre, ravin des Granges près de la Salette, *ibid.* p. 172.
 5 - Mélaphyre, Col d'Hurtières près de Valbonnais, *ibid.* p. 169
 6 - Mélaphyre, petit col au Nord du Col des Vachers près de la Salette, *ibid.* p. 171
 7 - Filon de spilite, versant sud de la montagne du Vet - J.L. TANE, 1962, thèse 3e cycle.
 8 - Spilite, crête Pic-Vert - Tête des Chétives, 3e coulée, *ibid.*
 9 - Spilite, Col du Rochail, sommet 3e coulée, *ibid.*
 10 - Spilite, Col du Rochail, base 1re coulée, *ibid.*

Au-dessous, dans le haut de la Combe du Villard, une importante masse de Quaternaire masque tous les affleurements. Ce n'est que vers 1300 m qu'on retrouve le Trias. Il formerait là aussi un anticlinal : sur la rive droite le Lias présente un pendage de 40° vers l'Est, au-dessous vient du Trias assez instable avec un pendage en apparence voisin ; sur la rive gauche, les couches sont à peu près verticales.

En passant de la rive droite à la rive gauche (c'est-à-dire d'Est en Ouest) on a, vers 1200 m, entrecoupée de nombreuses discontinuités, la succession :

- grès-cargneule orangé 10 m
- éboulis (masquant peut-être du gypse)
- brèche à aspect de cargneule, éléments d'argilite verte et rouge ou de calcaire gris de taille allant jusqu'à 20 cm
- calcaire dolomitique blanc (1 m) présentant ensuite des passées de 1 cm d'argilite verte (1 m) puis rouge (0,5 m)
- argilites rouge violacé et vertes
- calcaire dolomitique
- argilites vertes, rouges puis violacées
- conglomérats à éléments de spilite (diamètre voisin de 1 cm), 0,5 m (Pl. 13a)
- argilites violacées alternant avec des microconglomérats roses à éléments de taille inférieure à 1 mm (2 m) (Pl. 13b)
- microconglomérat à éléments spilitiques violets et verts de 1 à 2 mm (0,3 m)
- calcaire dolomitique jaunâtre à pyrite (1,5 m)
- calcaire dolomitique verdâtre feuilleté à pyrite (1,5 m)
- calcaire dolomitique jaune à feuilletage irrégulier verdâtre et "dendrites" (d'oxyde de manganèse ?) 4 m
- spilite vert conglomératique (5 - 6 m). (Pl. 13c)

Plus bas on trouve des spilites massifs accompagnés de cargneule et de calcaires dolomitiques blancs et gris.

L'épaisseur totale du Trias de la Combe du Villard pourrait atteindre et même dépasser 100 m, sans que l'on puisse préciser s'il y a des redoublements ou des réductions tectoniques.

IV. - CORRELATIONS ET COMPARAISON AVEC LE TRIAS DES REGIONS VOISINES

Il est bien difficile de comparer et de paralléliser des coupes aussi différentes et incomplètes. On peut cependant relever que :

- les premières formations triasiques reposent tantôt sur le Permien (Col de Près-Clos), tantôt sur le Houiller (Col du Quairelet) ou même directement sur le socle (Ruisseau de Rioux) ;
- les grès ou formations détritiques de base sont peu importants ;
- au-dessus vient un niveau de cargneules puis de dolomies ;
- la suite est constituée par des alternances très variables "d'argilites" qui peuvent être gréseuses et dolomitiques, et de formations bréchiées ou conglomératiques à éléments de taille et de nature variées mais dans lesquels on trouve très souvent des fragments spilitiques. Cet ensemble contient aussi des passées de dolomies ou calcaires dolomitiques d'importance très variable. On notera également la présence de "marbres" ;
- le sommet du Trias est formé de spilites massifs, mais leur présence à l'état de débris dans les formations précédentes implique l'existence de coulées antérieures, détruites par l'érosion.

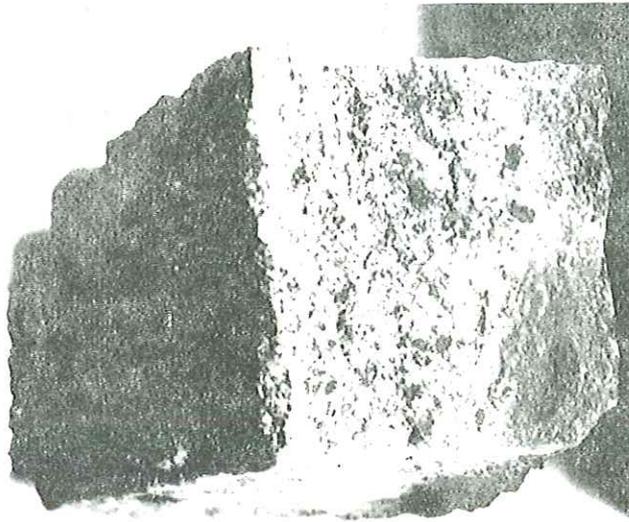
Les comparaisons possibles avec les régions voisines sont encore plus hasardeuses.

Vers le Nord les coupes données par J. REBOUL (1962) dans le secteur presque limitrophe du Grand Renaud ne montrent aucune parenté notable avec celles étudiées ici ; il en est de même avec celles de M. BORNUAT (1962) pour la bordure sud est des Grandes Rousses. Les coupes de ces deux secteurs sont par ailleurs bien différentes entre elles.

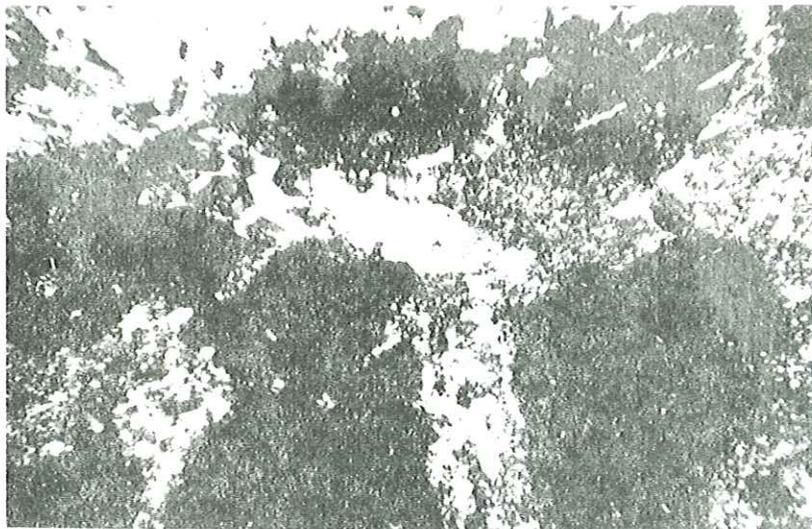
Vers le Sud Est P. GIDON (1954) signale dans le Trias des marbres dans le Valgaudemar, des marbres et cipolins au Col des Bouchiers et à Dournillouse ; on peut les rapprocher des "marbres" du Col de Près-Clos (niveau 10) et de la Combe de la Gorge (niveau 6), peut-être aussi du calcaire spathique du Col du Quairelet (niveau 7).

Des marbres zonés sont aussi indiqués à la brèche de Lauvitel par J. VERNET (1965).

Planche 12 - Echantillons du Trias -

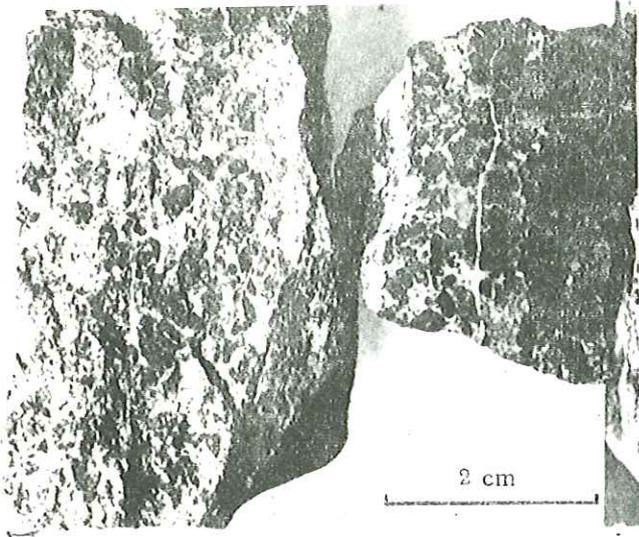


a - Microbrèche dolomitique à éléments de spilites (Ech. P 15) Niveau 1 de la coupe de la Combe de la Gorge (Pl. 9)



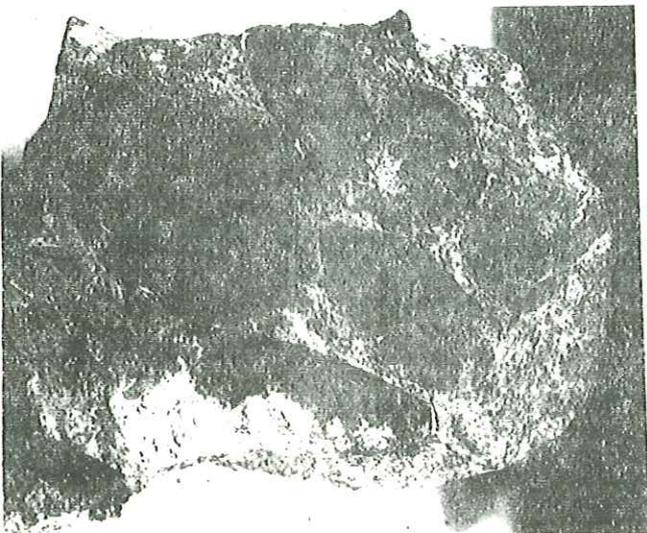
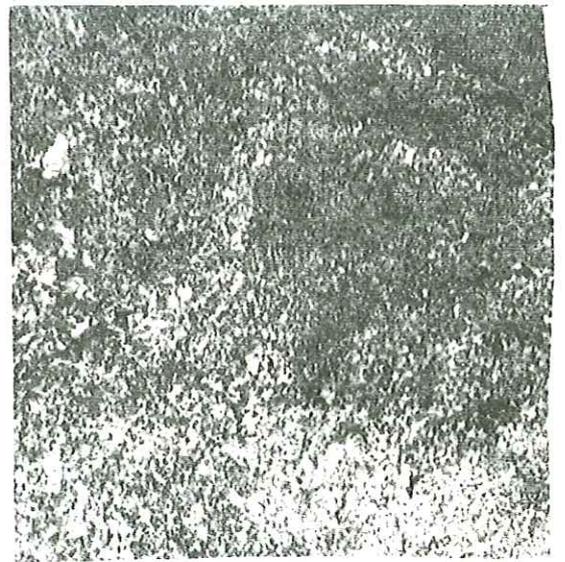
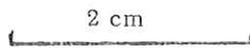
b - Micrographie (L.P. x 52) du même échantillon.

- Planché 13 -
Echantillon du Trias - Combe du Villard

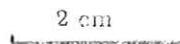


a - Conglomérat à éléments de spilites (Ech. D I)

b - Microconglomérat Ech. D II.



c - Spilite conglomératique.



La comparaison avec le Trias du Dôme de La Mure se révèle beaucoup plus intéressante. J. SARROT-REYNAULD (1963) partant d'une coupe type prise à Côte Dure, distingue schématiquement six ensembles qu'il est possible de rapprocher de ceux décrits dans la seule coupe complète, celle du Col de Près-Clos.

<u>Trias de Côte Dure</u>	<u>Trias du Col de Près-Clos (niveaux)</u>
Spilites	Spilites (13)
Gypses et anhydrites supérieurs	Argilites + ? (12)
Dolomie principale	Dolomies (11)
Gypses et anhydrites inférieurs	Argilites, spilites, cinérites (4 à 10)
Dolomies inférieures	Dolomies (3)
Grès de base	? Cargneules (2)
	Grès (1)

On peut donc considérer la coupe du Col de Près-Clos comme aussi complète que celle de Côte Dure bien que l'épaisseur (145 m au lieu de 270) soit plus réduite. Cette réduction s'accompagne en particulier de la disparition des gypses et anhydrites. Il n'y a plus ici que des argilites et des lits dolomitiques qui dans la coupe de Côte Dure sont associés aux formations salifères. Cette disparition des gypses et anhydrites a été constatée par J. SARROT-REYNAULD dans le passage entre les coupes de bordure du Dôme de La Mure et celles plus réduites du Dôme proprement dit.

Les formations bréchiques et conglomératiques à fragments de spilites associées aux argilites indiquent la proximité de reliefs, et même la possibilité de mouvements qui permettraient d'expliquer la grande variabilité des dépôts. Pour les mêmes raisons P. GIDON, dans le Pelvoux et J. SARROT-REYNAULD, dans le Dôme de La Mure ont admis, pour leur secteur respectif, l'existence d'îles ou de hauts-fonds, fragments de la "chaîne vindélicienne". Il devait exister au Trias des reliefs analogues proches de la région étudiée. Au Nord le Trias contient des brèches à l'Arcanier, et un conglomérat à gros galets de spilites (Pl. 12) près de la cabane du Vet (observations confirmées par celles de P. GIBERGY). Vers le Nord Ouest J. VERNET (1964) a signalé, dans un secteur localisé de la bordure du Taillefer, du Trias formé parfois uniquement de brèches ou conglomérats ravinant le socle et contenant de gros éléments parmi lesquels des spilites. A Côte Dure et Valbonnais, le Trias est à nouveau épais avec formations salifères. Au Nord d'Ornon, on constate un épaississement brusque des formations triasiques (J. REBOUL, 1962), dans la zone de passage de la faille de Taillefer (J. DEBELMAS et J. SARROT-REYNAULD, 1960).

Il devait donc y avoir un relief assez limité que l'on peut situer à peu près sur l'emplacement actuel de la crête du Taillefer - Grand Armet. C'est au Sud de cette crête que se trouve la coupe la plus réduite : celle du Ruisseau de Rioux.

V. - CONCLUSION

Le Trias de la région étudiée est transgressif : il repose sur le Permien, le Houiller ou le socle. Il montre des variations importantes au point de vue composition et épaisseur. On peut attribuer ces faits à l'existence de reliefs vindéliciens, et même à de légers mouvements triasiques.

Les épaisseurs doivent augmenter d'Ouest en Est.

C'est en tout cas à l'Est (Près-Clos) qu'on trouve une série considérée comme complète qui surmonte du Permien et du Houiller, ce qui indique une zone d'enfoncement d'origine hercynienne. Ce Trias montre certaines parentés avec celui des secteurs est et sud est du Pelvoux (marbres) et surtout avec le Trias de bordure du Dôme de La Mure.

CHAPITRE V. - LE JURASSIQUE

Le Jurassique couvre plus des quatre cinquièmes de la région étudiée : 85 % environ, dont 72 % pour le Lias et 13 % pour le Dogger. Mais les affleurements réels sont très réduits, étant donné l'importance des formations quaternaires diverses. En l'absence de fossiles la distinction entre Lias et Dogger est très malaisée pour ne pas dire impossible.

Le Colloque de 1962 sur le Jurassique à Luxembourg a placé la limite Lias-Dogger entre les zones à Pleydellia aalensis et Leioceras opalinum. Cette limite se trouverait ici au milieu d'une entité lithologique relativement bien définie et universellement connue : le "Lias schisteux", qui correspond dans bien des cas à "l'Aalénien" tout au moins sous son ancienne définition (en effet le Congrès de Luxembourg fait monter le Toarcien jusqu'à la zone à aalensis).

Ces raisons ont conduit à conserver à l'Aalénien son ancienne définition et à continuer à le rattacher entièrement au Lias. Signalons également à ce propos que pour faciliter les comparaisons la subdivision adoptée pour les zones d'ammonites est celle de Moore ; on trouvera cette succession avec la correspondance adoptée ici pour les étages dans le tableau récapitulatif des fossiles à la fin du chapitre (p. 53).

A. - LE LIAS

Etant donné la surface qu'il couvre, son étude revêt une importance particulière, mais elle se heurte à certaines difficultés :

- la monotonie apparente (caractères lithologiques mal tranchés) accompagnée de variations latérales,
- les déformations importantes,
- la rareté et le mauvais état des fossiles,
- la discontinuité des affleurements.

Ces facteurs se combinent de façon à transformer le déchiffrement de la stratigraphie et de la tectonique en véritable gageure.

L'étude détaillée de ce Lias s'est montrée assez décevante et l'exposé même succinct des observations effectuées sera fastidieux et de peu d'intérêt pour le lecteur. L'ensemble peut se résumer par le schéma (Pl. 29, p. 68) qui prendra place après l'étude du Dogger. Ce schéma est à vrai dire très théorique. C'est une construction qui s'est faite progressivement au cours de l'étude, par l'accumulation d'observations dispersées et fragmentaires, dont le lien risque fort d'être subjectif (ou au moins difficile à motiver). Les raccords entre les différents fragments de coupes (certains presque ponctuels) sont hypothétiques. Il en résulte en particulier que les épaisseurs indiquées ne sont qu'un ordre de grandeur très approximatif. Cette reconstitution sujette à bien des imprécisions et même des erreurs n'est présentée qu'à titre de schéma provisoire, en attendant d'autres précisions. Elle sera précédée d'une description rapide des niveaux datés et de quelques coupes ou affleurements caractéristiques en suivant autant que possible l'ordre de succession stratigraphique.

I. - RHETIEN ET HETTANGIEN

Aucun fossile caractéristique de ces deux étages n'a été trouvé. Cependant le Sinémurien inférieur est daté, et la distance entre les points fossilifères et le sommet du Trias indique l'existence de dépôts antérieurs au Sinémurien (à moins d'admettre un développement important de la base du Sinémurien, ce qui serait surprenant pour un niveau transgressif). On peut donc admettre avec beaucoup de vraisemblance l'existence de l'Hettangien. Celle du Rhétien est beaucoup plus discutable. Il existe bien, de manière discontinue, et au voisinage immédiat du Trias, des calcaires brunâtres, parfois verdâtres, spathiques ou lumachelliques, qu'on serait tenté d'attribuer au Rhétien, surtout les lumachelles. On y trouve de nombreuses traces de lamellibranches d'assez grande taille (plusieurs cm) et des moules de gastéropodes. Ces affleurements sont situés :

- au-dessus de Chabrand, vers 1230 m, au bord de la "route" conduisant aux pâturages de l'Alpe ;
- sur la rive gauche de la Combe du Villard, vers 1100 m ;
- à Près-Clos-les-Prairies, sur le versant de la Croix de Rougny.

Les épaisseurs observables vont de 3 à 10 m environ.

Une coquille mal conservée (provenant de la Combe du Villard) présente même certaines analogies de forme avec Avicula contorta, mais la taille est trop grande et l'ornementation absente. Tout en n'écartant pas définitivement la possibilité qu'il y ait quelques lambeaux de Rhétien, il est plus logique d'attribuer pour l'instant les calcaires lumachelliques brunâtres à l'Hettangien inférieur. Une comparaison avec la coupe de Côte-Dure (L. MORET, 1958 ; L. MORET et G. MANQUAT, 1951) plaide d'ailleurs en faveur de cette interprétation, étant donné la taille assez grande des Lamellibranches, et les analogies de faciès.

Quelques points des secteurs limitrophes visités à titre de comparaison permettent des observations identiques :

- sur la rive gauche de la Malsanne en face du Périer,
- à la base du Lias qui couronne le Vet,
- près de Beaufin au voisinage des spilites.

En ce dernier point plusieurs Lamellibranches presque complets ont pu être dégagés. L'un d'entre eux peut être rapporté à Modiola hoffmani Nilsson que L. MORET (loc. cit.) signale comme très fréquent dans les gisements hettangiens du Grand Serre. Dans ces trois localités, et au-dessus de Chabrand, la lumachelle hettangienne présente une autre particularité, que l'on peut rapprocher de l'existence de végétaux déterminables (Otozamites brevifolius) dans l'Hettangien du Grand Serre : l'existence de fragments et de traces charbonneuses.

Cette particularité, ainsi que la présence de Lamellibranches et Gastéropodes, se retrouve pour un niveau grisâtre plus tendre, au fond de la Combe de l'Eterpat, à 1330 m. Ce niveau, bien que ne présentant pas la couleur brunâtre générale dans tous les autres gisements, est attribué à l'Hettangien.

Enfin dans la Combe de l'Abreuvoir (alt. 1145 m), on peut rattacher à l'Hettangien des schistes brun verdâtre contenant également des traces charbonneuses en abondance, certaines ayant la forme de fragments végétaux : tiges ou feuilles.

L'Hettangien se poursuit par des calcaires noduleux feuilletés de couleur grise. Sur les cassures qui se font suivant le feuilletage on trouve fréquemment une fine pellicule de rouille. Ces calcaires forment des bancs minces, de l'ordre du décimètre, séparés par de fines intercalations marneuses.

Le passage au Sinémurien et l'épaisseur de l'Hettangien sont difficiles à préciser, mais l'épaisseur est certainement inférieure à 50 m, car on passe alors déjà dans le Sinémurien.

II. - SINEMURIEN

Le Sinémurien s.s. est daté dans la Combe du Villard (1300 m environ) par Arnioceras kridion Hehl.⁽¹⁾ et dans la Combe de l'Abreuvoir (1200 m) par de jeunes Arietites épigénisées par de la pyrite (2). A l'ancienne cimenterie du Pont-du-Prêtre, M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD (1961) signalent Coroniceras rotiforme Sow.

Le litage est plus régulier, les bancs plus épais (30 à 50 cm en général), le calcaire souvent plus argileux (?) prend parfois une teinte noire bleuté et montre souvent une patine rouille. Les intercalations marneuses ou schisteuses sont plus importantes.

L'épaisseur est inconnue.

III. - LOTHARINGIEN

C'est un niveau relativement fossilifère puisqu'il a été daté en cinq points :

- dans la Combe du Villard par Agassiceras scipionianum d'Orb.(3)
- à l'Est des carrières de Sainte-Luce par Arnioceras obtusum Sow. (2 exemplaires) (4) et 1 km au Sud, à

(1) - Cette détermination est due au Général COLLIGNON. Il en est de même pour la quasi totalité des déterminations qui suivent. Seules les exceptions seront signalées. Les planches figurant des fossiles sont groupées à la suite du tableau des zones d'Ammonites p. 54 à 64. L'ammonite en question est figurée Pl. 22a.

(2) - Pl. 23a

(3) - Pl. 22b

(4) - Pl. 22c

- l'embranchement de la route de Ser Reynaud par Bifericeras bifer et Paltechioceras tenue Fuc. (1)
 - sur les flancs du Chauvet, au point coté 1130 m, par Echioceras raricostatum Ziet. (2).
 - près de Saint-Michel, dans la Combe des Ferrands, alt. 1270 m, par Paltechioceras nodoti d'Orb. (3)

A l'affleurement les bancs sont bien individualisés, leur épaisseur est très variable, pouvant aller de 20 cm à 1 m, la moyenne se situant entre 50 et 70 cm. La cassure est le plus souvent gris beige et la patine jaunâtre, mais la cassure peut être gris bleuté, dans ce cas la patine tend à devenir rouille (présence de pyrite ?). Les intercalations marneuses ont à peu près la moitié de l'épaisseur des bancs calcaires. Ces derniers ont un pourcentage de carbonate assez élevé : 82 % près de Sainte-Luce et 70 % au Chauvet, pour les bancs à ammonites. En lame mince on observe d'assez nombreux fragments calciteux indéterminables, quelques micro-organismes globuleux, des spicules à canal axial (spongiaires ?). (Pl. 28).

IV. - PLIENSBACHIEN (ou CHARMOUTHIEN)

Il se subdivise en Pliensbachien s.s. ou Pliensbachien inférieur = Carixien, et Pliensbachien supérieur ou Domérien.

C'est à ce niveau que commencent les variations de faciès importantes avec lacunes probables, mais il est impossible de les délimiter de façon précise, les fossiles étant très rares.

1) - Pliensbachien s.s. ou Carixien

Il est daté en trois points, tous situés aux environs de Corps :

- à l'altitude 1100 m dans la Combe Mazarde, au Sud du sommet de Peyrague et à environ 1 km au Nord de Corps, par Platipleuroceras latecosta Sow. (zone à Jamesoni) (4) ;
- dans le lit du ruisseau des Faures, au point coté 857 m sur la N. 85, par Lytoceras salebrosum Pomp. (5) (zone à davoei) ;
- au bord du ruisseau de la Sézia vers 875 m (environ 500 m à l'Ouest du point précédent), par Lytoceras oequistriatum Qu. (6) (zone à ibex) accompagné d'un Dactylioceras probable.

Un quatrième emplacement peut être attribué au Pliensbachien s.s. : il s'agit du versant sud du Gargas où ont été trouvés plusieurs Lytoceras, l'un d'entre eux est L. salebrosum Pomp. Deux autres exemplaires peuvent être rapportés à la même espèce, mais un autre est un Lytoceras du groupe articulatus à rapprocher de L. germaini d'Orb. et indiquerait la zone à Jurensis du Toarcien. Les caractères lithologiques plaident en faveur du Pliensbachien.

Dans l'ensemble le Pliensbachien montre des calcaires faiblement argileux gris foncé bleuté à patine grise, en bancs de 20 à 40 cm, séparés par des intercalations un peu plus argileuses (15 à 20 cm) à patine jaunâtre rouille. Le passage des bancs calcaires aux bancs marneux est en général assez progressif. Près de Corps le "Lias calcaire" est visible sur une épaisseur d'environ 300 m, le pointé daté étant situé dans le tiers supérieur.

Le Pliensbachien s.s. doit exister dans la série de Pont-du-Prêtre puisqu'il a été daté non loin de là par Deroceras davoei Sow. dans les gorges de la Roizonne (M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD, 1961). Entre Pont-du-Prêtre et les environs de Corps, pour tout le secteur intermédiaire qui comprend toute la montagne du Beaumont ou Chauvet, les sommets de Robeyrette et de Saint-Michel, l'existence du Pliensbachien s.s. ou son absence restent à démontrer. On peut cependant souligner qu'en un point au moins l'absence ou la très forte réduction de l'ensemble du Pliensbachien (Carixien et Domérien) est manifeste. Sur l'un des flancs du Chauvet où a été signalé plus haut un fossile de l'avant-dernière zone du Lotharingien (Echioceras raricostatum au point coté 1130 m), l'épaisseur disponible avant d'atteindre les calcaires à entroques (datés aux environs immédiats de la deuxième zone du Toarcien) est d'environ 60 m. Près de la moitié est occupée par des calcaires gris et bleus que l'on peut attribuer au sommet du Lotharingien, le reste, une trentaine de mètres de calcaires avec intercalations à entroques, devrait représenter le Pliensbachien s.s., le Domérien et la base du Toarcien.

2) - Domérien

Il est caractérisé en deux endroits :

- au point coté 857 sur la N. 85 à 1,5 km à l'Ouest de Corps, par Amaltheus margaritatus Montf. (7) . Il s'agit de marnes grises contenant quelques passées un peu plus calcaires que l'on peut ranger dans le "Lias schisteux". L'épaisseur

(1) - Pl. 23d, p. 56

(2) - Pl. 23b

(3) - Pl. 23c

(4) - Pl. 23e

(5) - Pl. 24a, p. 58

(6) - Pl. 23f

(7) - Pl. 24b.

visible sur cet affleurement est de 10 à 20 m. Vers le haut la coupe est masquée. La base forme le lit du ruisseau des Faures, elle montre des calcaires bleutés datés du Pliensbachien s.s.

- au bord de la route qui conduit au pèlerinage de Notre-Dame-de-La-Salette, entre le point coté 1223 m et la Combe de l'Oche, avant d'arriver à Saint-Julien par un Protogrammoceras sp.⁽¹⁾ et un Fucinoceras sp. ; ces fossiles du Domérien inférieur sont à la limite entre un ensemble inférieur très calcaire (Carixien) et des schistes gris.

Anciennement Amaltheus margaritatus a été signalé sur la route de Saint-Michel-en-Beaumont, le Domérien existerait donc à l'état réduit dans ce secteur. La série rencontrée est semblable à celle du Chauvet mentionnée ci-dessus à propos du Pliensbachien. Dans les deux cas l'ensemble Pliensbachien s.s. et Domérien est fortement réduit, il comporte certainement des lacunes ; mais il n'est pas actuellement possible de donner plus de précisions.

3) - Conclusion

Le Pliensbachien s.s. est calcaire et le Domérien schisteux près de Corps (à l'Est).

Le Pliensbachien s.l. est réduit, avec des intercalations à entroques dans le secteur Chauvet-Saint-Michel (à l'Ouest).

V. - LE TOARCIEEN

Il correspond ici à trois zones, de bas en haut : Harpoceras falciferum, Hildoceras bifrons et Lytoceras jurensis, le Toarcien supérieur du Congrès de Luxembourg étant maintenu dans l'Aalénien (voir anté p. 30). C'est un étage relativement très fossilifère : il a fourni plus de vingt fossiles en une dizaine de points. Comme l'étage précédent il montre des variations importantes.

D'Est en Ouest les principaux points fossilifères se répartissent ainsi :

- à la partie supérieure du Ruisseau des Baisses (rive droite, altitude 1970 m environ), au Sud Est de la Croix de la Bonne Mère ; Grammoceras subquadratum Buck.⁽²⁾ ; G. du groupe Toarcense d'Orb., Crammoceras sp. Ces ammonites de la zone à Lytoceras jurensis se trouvent dans du "Lias schisteux", à la limite entre des schistes noirs et une alternance de schistes et de calcaires argileux schisteux gris foncé ;
- toujours sur la rive droite du Ruisseau des Baisses, mais à 1300 m environ : plusieurs Hildoceras sp. cf. levisoni - sublevisoni et 50 m plus bas Harpoceras subplanatum Opp.⁽³⁾ Ces ammonites de la zone à Hildoceras bifrons sont dans quelques bancs plus calcaires, épais de 20 cm, gris, à patine jaunâtre rouille, séparés par 30 cm de marnes schisteuses, qui sont intercalés dans le "Lias schisteux" ;
- sur la commune des Côtes-de-Corps, au bord de la N. 85, vers 910 m, près de l'embranchement conduisant au hameau de Pâques : Hildoceras bifrons Brug.⁽⁴⁾, H. levisoni, H. sublevisoni Fuc.⁽⁵⁾, H. semipolitum Buck. dans des calcaires très argileux gris intercalés dans des marnes. Il s'agit d'un gisement déjà signalé à plusieurs reprises dans la littérature et indiqué sur la 2e édition de la feuille Vizille ;
- un très bel exemplaire de Hildoceras sublevisoni Fuc.⁽⁶⁾, non loin de ce dernier gisement, à 200 m à l'Ouest du hameau de Pâques (quelques mètres sous le chemin, à l'altitude 875 m environ), dans un banc de calcaire argileux noir bleuté à patine rouille. Tous ces Hildoceras sont de la zone à bifrons ;
- au col de Parquetout, à l'extrémité est de la crête de la Sciau (montagne de Saint-Michel), plusieurs petits fossiles pyriteux parmi lesquels : Phylloceras du groupe nilsoni Heb.⁽⁷⁾, P. capitani, de jeunes Harpocératides⁽⁸⁾ Dumortieria sp.⁽⁹⁾, Phymatoceras (Denckmannia) cabaense v. Haum. et Phylloceras cf. tenuistriatum Meneg. indiquent le passage du Toarcien supérieur à l'Aalénien. Les fossiles proviennent de la limite supérieure d'un ensemble de calcaires schisteux et de schistes (Toarcien) auxquels sont superposées des marnes schisteuses (Aalénien), les deux formations étant à ranger dans le "Lias schisteux" ;
- sur la rive gauche de la Combe des Ferrands, au bord de la route, environ 400 m à l'Ouest de Saint-Michel-en-Beaumont, un Hildoceras probablement H. bifrons Brug., provient d'un calcaire argileux associé à des calcaires argileux à entroques.

+ Au Nord et au Nord Est de La Salle-en-Beaumont :

- surtout près de la route de Saint-Michel : Grammoceras aff. doerntens Deneck. (2 exemplaires)⁽¹⁰⁾ ; d'autres ammonites : Lytoceras jurensis Ziet., Grammoceras fallaciosum Bayle, Haugia variabilis d'Orb. sont citées par M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD (1961) dans le même secteur. Ces fossiles de la zone à Lytoceras jurensis proviennent de quelques bancs de calcaire argileux bleu foncé à patine rouille et de calcaire gris très argileux immédiatement superposés à des calcaires à entroques en gros bancs contenant des débris de micaschistes. Ces derniers avaient été datés du Toarcien par P. LORY, dès 1905 ;

(1) - Cette ammonite (Pl. 24e) ainsi que la suivante ont été déterminées par M. l'Abbé R. MOUTERDE, Professeur au Laboratoire de Géologie des Facultés catholiques de Lyon. Je le remercie très vivement pour cette contribution.

(2) - Pl. 25f, p. 60

(5) - Pl. 24e

(8) - Pl. 25d

(3) - Pl. 25b

(6) - Pl. 24d

(9) - Pl. 26c

(4) - Pl. 25a

(7) - Pl. 25c

(10) - Pl. 25e

- à 200 m au Sud de la ferme de Plafin, sur la rive gauche de la Bonne, près du viaduc de l'ancien chemin de fer, un débris probable de Hildocératidé indiquerait le Toarcien moyen au sommet des calcaires à entroques ;
- sur l'autre rive de la Bonne, versant ouest du Petit Rousillon, près de Siévoz : Dactyloceras commune Sow, a été signalé par M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD (1961) ; il n'y a plus trace de calcaires à entroques à cet endroit là.

• Au Sud de la Salle-en-Beaumont :

- près des Marcoux, à l'altitude 920 m environ, sur le bord du sentier conduisant au point 1130 m du Chauvet : Rhynchonella cynocephala Rich. indique la zone à bifrons dans un calcaire à entroques, gris à patine rouille, riche en coquilles, formant un banc d'environ 30 cm d'épaisseur, au-dessus de gros bancs de calcaires à entroques ;
- au bord de la N. 85, 500 m au Sud Est de Haut-Quet, un lytoceras sp. peut-être L. rugiferum indiquerait le Lias supérieur au passage entre des niveaux avec intercalations à entroques et les gros bancs à entroques.

En conclusion, on peut essayer de résumer les variations du Toarcien.

En partant de l'Est et jusque vers Villelonge (Saint-Michel-en-Beaumont), Sainte-Luce et Pâques (les Côtes de Corps), le Toarcien fait partie du Lias schisteux : il est à dominante argileuse avec quelques passées plus calcaires,

Plus à l'Ouest, dans la région du Chauvet, de la Salle-en-Beaumont et jusqu'à la vallée de la Bonne au Nord, le Toarcien comprend de gros bancs de calcaires à entroques, venant au-dessus d'une série calcaire comportant des intercalations à entroques vers son sommet ; il se termine par quelques bancs calcaires ou calcaires argileux. Il forme là le sommet du "Lias calcaire".

Au Nord de la Bonne, le Toarcien semble former également le sommet du "Lias calcaire", mais ne comporte pas de niveau à entroques.

VI. - L'AALENIEN

Comme le Toarcien, il est relativement très fossilifère et a fourni des récoltes comparables en ce qui concerne les points datés. Les ammonites recueillies sont plus nombreuses, mais très souvent pyriteuses et de très petite taille, ce qui les rend la plupart du temps indéterminables. Les Phyllocératidés sont fréquents.

Cet étage est le seul à montrer une bonne coupe où il est encadré par le Toarcien et le Bajocien. Elle a d'ailleurs été décrite et figurée à plusieurs reprises, par P. LORY et plus récemment par J. SARROT-REYNAULD (1961d, fig. 3a). Cette coupe se situe au Nord de la Salle-en-Beaumont, ainsi que sur la route de Saint-Michel dont les sinuosités soulignent la lithologie. Les couches présentent un pendage moyen de 45° vers le Sud Ouest (Pl. 14).

Au-dessus des derniers bancs argileux du Toarcien, on recoupe :

- les marnes aaléniennes inférieures à Dumortieria et Pleydellia aalensis - 100 m environ,
- les calcaires argileux à Leioceras opalinum - 60 m environ,
- les marnes aaléniennes supérieures à Ludwigia - 150 à 200 m, qui sont surmontées par les calcaires marneux en gros bancs à Stephanoceras humphriesianum du Bajocien.

L'ensemble de l'Aalénien a une puissance de 300 à 400 m.

Provenant de ce secteur, M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD signalent :

Dumortieria munieri Haug., D. falcifila Q., D. multicostrata Buck., D. levesquei d'Orb., H. lythense Y. and B. (zone à Dumortieria et Pleydellia), Leioceras lineatum Buck., L. comptum Rein., L. opalinum Rein. (zone à Leioceras opalinum).

Ont été trouvés pour la première zone : Hammatoceras sp. et Dumortieria sp. (1), pour la deuxième : Leioceras opalinum Rein. et Phylloceras capitanioides Cat. ; enfin la zone à Ludwigia munchisonae a été caractérisée par Ludwigia bradfordensis et Erycites Gemm. (2)

La bande "d'Aalénien" de la Salle-en-Beaumont se continue, en s'élargissant, vers le Nord ;

- près de Chalméane, elle a fourni des Pleydellia sp. et des Dumortieria sp.
- le long de l'ancienne voie ferrée de Corps entre les Miards et les Rieux : Pleydellia aalensis Ziet. (3), au point coté 787, Leioceras cf. opalinum Rein. (4) (7 échantillons) dans une zone plus calcaire franchie en tranchée près de Le Sert.

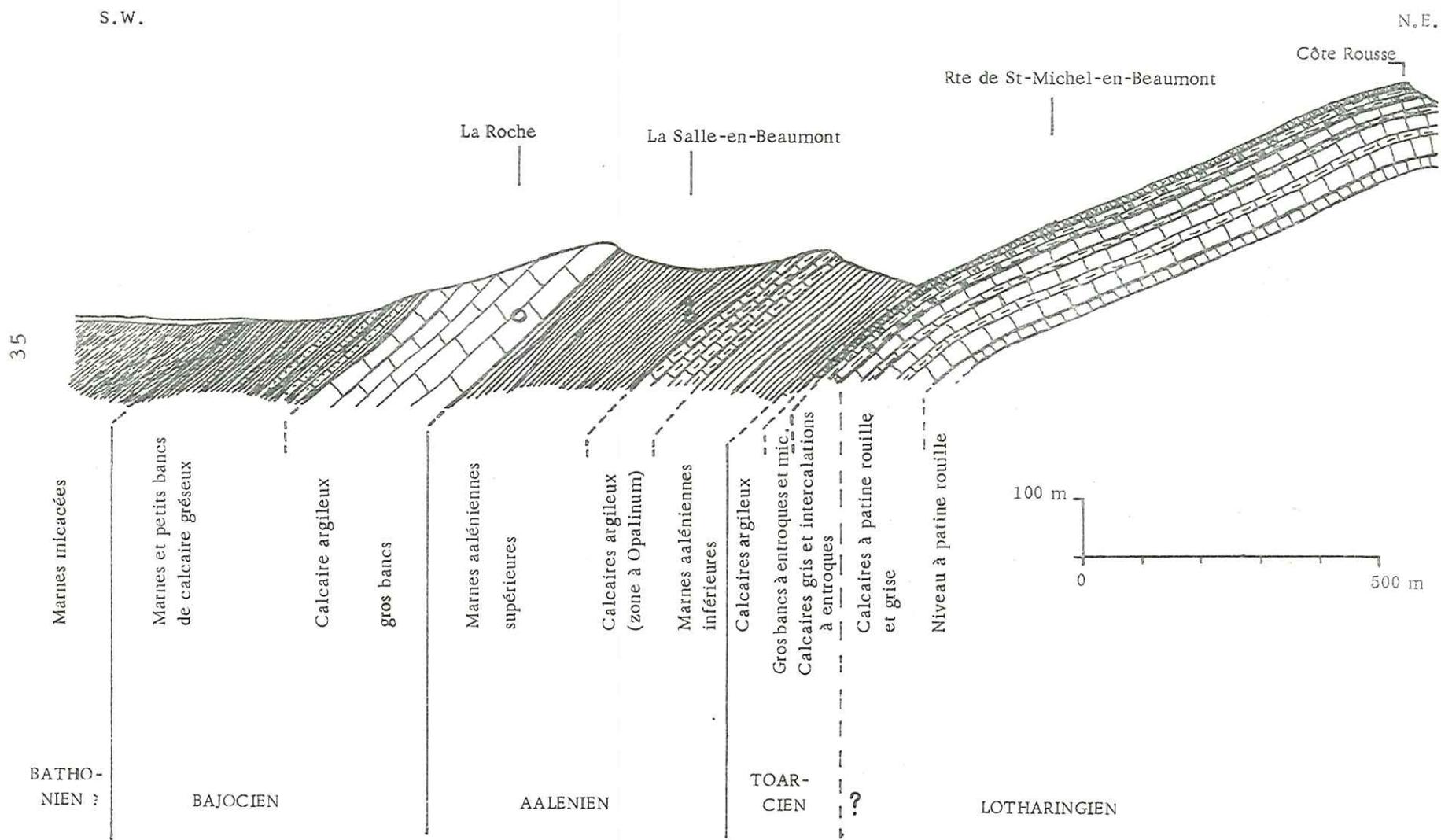
(1) - Pl. 26b, p. 62

(3) - Pl. 26d

(2) - Pl. 26f

(4) - Pl. 26e

PL. 14 - COUPE DE LA SALLE-EN-BEAUMONT (Lias et Dogger)



Au Sud de La Salle-en-Beaumont, l'Aalénien, masqué au passage du ruisseau de La Salle, réapparaît à la base des versants du Chauvet, entre le Drac et la N. 85 ; sur le chemin entre les Martins et les Chambons. Il a fourni Ludwigia purchisonae Sow. et Lytoceras dilucidum immédiatement sous les gros bancs calcaires du Bajocien à Stephanoceras. Ces ammonites indiquent bien l'Aalénien supérieur.

Trois autres secteurs montrent encore de l'Aalénien daté :

- + au Nord Est de La Salle-en-Beaumont, l'Aalénien inférieur,
- d'abord au col de Parquetout (déjà cité à propos du Toarcien) avec Phylloceras capitanoii Cat. et Dumortieria sp. (1)
- dans la même direction mais au-delà du col, sur la rive droite du ruisseau d'Aiguebelle, au niveau du canal du Beaumont (point coté 937), avec Dumortieria sp. et des Phylloceras sp.
- + au Nord Ouest de Corps, sur le bord de la route de Saint-Luce :
 - à l'extrémité du Serre de Peturel : Phylloceras heterophyllum Sow.(2) et des traces pyriteuses indéterminables,
 - entre le Cros et le Couvat, sur la rive droite du ruisseau des Faures : Dumortieria levesquei d'Orb.(3) et Dumortieria sp.
- + près de Notre-Dame-de-la-Salette :
 - un Harpocératidé probable sur la rive droite de la Combe des Baisses, à 1800 m'environ,
 - un Catullocceras à l'altitude 1600 m environ du ruisseau du Mean (affluent de rive gauche du ruisseau des Baisses sur le versant de la Croix de Rougny).

Dans ces trois secteurs, l'Aalénien se montre sous le faciès "Lias schisteux". Les pourcentages de carbonates sont compris entre 24 et 35 %.

VII. - QUELQUES COUPES ET POINTS NON DATES

1) - Route de Saint-Michel-en-Beaumont

Cette coupe montre au-dessous de l'Aalénien marneux et des calcaires argileux du Toarcien supérieur (voir Pl. 14) :

- 10 m de calcaires à entroques en gros bancs (1 m et plus), argileux au sommet, plus compacts vers le bas,
- 35 m contenant des intercalations plus ou moins lenticulaires de calcaires à entroques. Ces intercalations s'espacent vers le bas avant de disparaître. Elles sont accompagnées de calcaires gris à patine jaunâtre et de marnes. Les calcaires, d'abord en bancs de 20 à 30 cm séparés par 50 à 60 cm de marnes, deviennent plus épais et montrent de grosses bélemnites en même temps que les marnes diminuent (10 à 20 cm). Vers le bas, entre des bancs calcaires à nouveau plus petits (20 cm), les marnes tendent à disparaître. On aboutit à des calcaires presque massifs montrant des strates à patine alternativement rouille (40 cm) et grise (20 cm) ;
- au-dessous des dernières intercalations à entroques, les calcaires à patine rouille et grise se poursuivent, mais avec des strates plus irrégulières sur 80 à 100 m. Cette épaisseur est peut-être modifiée par de petites fractures. Ces fractures ne permettent pas de définir la position exacte sous les calcaires à entroques d'un niveau à patine rouille épais de 15 à 20 m, observable dans les versants.

Plus haut, la route recoupe ce niveau rouille, mais on le retrouve également au-dessous. Ce secteur présente des replis et des indices de fractures, de telle sorte qu'il est bien difficile de savoir s'il y a un seul niveau rouille ou deux niveaux superposés.

Au bord de la route, sur la rive gauche de la Combe des Ferrands, près de Saint-Michel, apparaissent des calcaires à entroques montrant de gros débris de micaschistes à la surface des bancs (Pl. 15a). A l'intersection de la route et de la Combe un niveau rouille dessine une charnière ; il occupe de façon certaine une position inférieure à la zone à Echioceras raricostatum du Lotharingien datée plus haut dans la combe. Mais les calcaires à entroques étant limités par faille, il n'est pas possible de préciser la position du niveau rouille au-dessous du Toarcien.

La petite falaise au Nord du sommet 1493, point culminant de la Crête de la Sciau, est formée par une dizaine de mètres de calcaires à entroques en gros bancs (Pl. 15b).

(1) - Pl. 26c, p. 62

(2) - Pl. 25g, p. 60

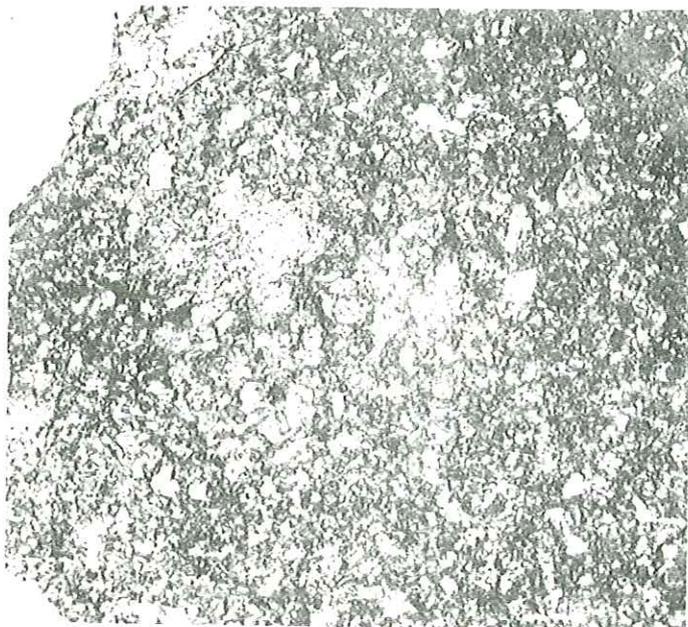
(3) - Pl. 26a



a - Calcaire à entroques et débris de micaschistes (teinte claire). Bord de la route de St-Michel-en-Beaumont, rive droite de la Combe des Ferrands.



b - Gros bancs de calcaires à entroques, Falaise du point 1493, Crête de la Sciau près de Saint-Michel-en-Beaumont.



c - Calcaire à entroques et débris de micaschistes
Route de Quet (Ech. 555),

2 cm



A l'Est de Saint-Michel, ce sont des calcaires gris à patine jaunâtre semblables à ceux qu'on trouve avec les intercalations à entroques qui forment le sommet du Lias calcaire. Les gros bancs à entroques ne s'observent plus ; au lieu-dit le Guichet, au Sud Ouest de Saint-Michel, on trouve tout au plus sous les calcaires gris quelques niveaux argileux à entroques dont on peut faire l'équivalent des intercalations à entroques ; ils s'amenuisent rapidement et ne doivent pas dépasser la latitude de Saint-Michel.

2) - Route Nationale n° 85

Entre La Salle-en-Beaumont et le ruisseau de Claret avant les Côtes de Corps, sur la route même ou dans son voisinage, on trouve à plusieurs reprises les calcaires à entroques en gros bancs. La route recoupe trois fois la série et l'on retrouve la succession observée sur la route de Saint-Michel :

- gros bancs à entroques avec débris de micaschistes (particulièrement en descendant vers Quet, voir Pl. 17a) et zones siliceuses,
- série présentant des intercalations à entroques avec parfois des zones siliceuses surtout au sommet des bancs à entroques,
- série calcaire avec un niveau à patine rouille devant se situer une centaine de mètres sous les gros bancs à entroques.

Après la traversée du ruisseau de Claret, les gros bancs à entroques disparaissent. Sous le Lias schisteux des Côtes de Corps, on trouve simplement, sur la rive gauche du ruisseau, immédiatement sous la crête que la N. 85 franchit par un virage en épingle (point coté 913), quelques minces intercalations argileuses à entroques. Cette disparition des gros bancs à entroques et l'amenuisement des intercalations rappellent les observations faites autour de Saint-Michel-en-Beaumont.

Dans la zone d'observation des calcaires à entroques, on peut estimer l'épaisseur visible de Lias calcaire à environ 200 m. L'épaisseur totale ne devrait pas dépasser le double. Au Sud les couches plongent et disparaissent. Au Nord on trouve la série de Pont-du-Prêtre dans laquelle les calcaires à entroques sont absents.

3) - Pont-du-Prêtre

La route de Siévoz à Valbonnais recoupe une épaisse série très argileuse vers Siévoz-le-Haut, où a été signalée une ammonite du Toarcien (flanc ouest du Petit Rousillon), plus calcaire en allant vers l'ancienne cimenterie où a été daté le Sinémurien inférieur. Mais entre ces deux points on observe plusieurs replis affectant en particulier un niveau à patine rouille (entre le virage coté 682 et le Pont-du-Prêtre). Un niveau identique, probablement remonté par faille, existe sur le flanc sud du Petit Rousillon.

Le niveau à patine rouille est donc situé au-dessus du Sinémurien et sous le Toarcien.

En admettant un redoublement de la série, le "Lias calcaire" aurait encore environ 500 m d'épaisseur. La totalité du Lias pourrait atteindre et dépasser 1000 m. D'ailleurs un peu plus au Nord, vers Nantes-en-Rattier, Ph. RICHE, F. RIVIER et J. MICHOLET (1961) indiquent plus de 1700 m de Lias.

4) Le Lias du Vet

Cette coupe est située en-dehors du secteur étudié, au Nord de la vallée de la Bonne, en face de Gragnolet. Au-dessus des spilites qu'on trouve jusqu'à 1950 m et jusqu'au sommet (2161 m), on recoupe environ 200 m de "Lias calcaire" à peu près horizontal.

Au contact immédiat des spilites on trouve en certains points un véritable conglomérat à galets de spilite et ciment calcaire montrant en lame mince de nombreux débris de spilite. Ce conglomérat très mince (10 à 20 cm) forme la base d'un banc calcaire spathique à cassure brunâtre (Pl. 16).

En d'autres points, entre le banc spathique et les spilites prennent place 2 à 3 m de niveaux noduleux à teinte brunâtre rouille ou ocre, l'un d'entre eux montre des moules de Gastéropodes.

Au-dessus du banc spathique, après 2 ou 3 m de calcaires feuilletés à stratification irrégulière et feuilletage irrégulier, viennent de petits bancs calcaires (20 cm environ) alternant avec des marnes.

En montant les bancs calcaires deviennent plus gros (40 à 50 cm) en même temps que les passées marneuses s'épaississent. Vers le haut les bancs calcaires atteignent 80 cm à 1 m.

Planche 16 - Conglomérat à galets de spilites - Lias inférieur, le Vet - Ech. 142.



5 cm

a - Echantillon



b - Micrographie du ciment avec fragments de spilites (L. P. x 52)

- Planche 17 -



b - Calcaire à pentacrines. Les Grands Tapas près de St-Michel-en-Beaumont (Ech. 550).



a - Fragments de micaschistes dans un calcaire à entroques, Route de Quet, Ech. 555. Micrographie, L.P. x 52.



c - Accidents siliceux dans un calcaire à entroques (calcédoine) Ech. 548 Point 872 de la R.N. 85 entre les Marcoux et la Combe du Rocher Blanc.

Aucun fossile caractéristique n'a été recueilli, mais on peut penser que la série comprend en tout cas l'Heitangien, le Sinémurien s.l. et probablement une partie au moins du Pliensbachien.

Les calcaires à entroques

Ils présentent beaucoup d'aspects variés en ce qui concerne l'épaisseur des bancs, la couleur de la cassure et la patine, la dimension, la régularité de taille et la fréquence des entroques. Enfin certains bancs contiennent des débris généralement anguleux de quartz et micaschistes, tantôt invisibles à l'œil nu, mais pouvant atteindre plusieurs centimètres, ainsi que des accidents siliceux plus ou moins diffus (voir Pl. 15a et Pl. 17).

L'épaisseur des bancs peut dépasser 1 m dans le Toarcien, au-dessous les intercalations à entroques sont en moyenne de 40 cm, mais peuvent descendre en-dessous du décimètre. La couleur présente tous les intermédiaires entre le gris beige clair et le gris bleuté foncé. Les entroques atteignent exceptionnellement 0,5 cm de diamètre (articles de pentacrines entiers), très rarement 1 cm : calcaires à pentacrines des Grands Tapas à l'Ouest de Saint-Michel-en-Beaumont (Pl. 17b). Plus souvent ils prennent l'aspect de calcaires très finement spathiques. En général la taille des entroques est voisine du millimètre avec un assez bon triage.

En lame mince on observe fréquemment des spicules et des traces de micro-organismes indéterminables. (Pl. 28)

On trouve tous les intermédiaires entre des calcaires massifs formés d'entroques presque jointives, et des calcaires compacts, mais aussi parfois très argileux contenant quelques rares entroques dispersées. Les calcaires argileux à entroques caractérisent, comme on l'a vu plus haut, les zones de transition latérales ou verticales des calcaires à entroques francs à des niveaux plus argileux.

Les débris de quartz et micaschistes indiquent l'existence dans une zone peu éloignée d'une portion de socle soumise à l'érosion, donc probablement émergée, pendant le Toarcien. Etant donné l'absence dans la partie inférieure de débris semblables en taille et en quantité, on peut supposer que la zone d'origine a été en tout cas rajeunie sinon formée à une époque voisine. Aucune observation ne permet de fixer la position de cette zone, mais on est naturellement conduit à la situer plutôt du côté des massifs cristallins externes. P. GIDON (1954) envisage d'ailleurs l'existence d'une "Ile Pelvoux", résidu du seuil vindélien, qui aurait résisté à l'émersion, peut-être en certains points, jusqu'au début du Dogger.

L'association des calcaires à entroques et débris de micaschistes, niveaux à caractères détritiques, avec des calcaires et des passées plus argileuses forme un ensemble correspondant à une sédimentation rythmique avec alternance des trois termes. On y trouve certaines analogies avec la sédimentation de type flysch.

B. - LE DOGGER

Dernier terme de la série stratigraphique du secteur étudié, il se signale, au moins à sa partie inférieure, par un épisode plus calcaire succédant à la sédimentation très argileuse de l'Aalénien.

On le trouve principalement dans la partie ouest, et surtout à l'Ouest d'une ligne passant par La Salle et Saint-Michel-en-Beaumont.

Au Sud de La Salle-en-Beaumont, il reste cantonné au Sud Est de la N. 85 et rejoint rapidement le cours du Drac qu'il suit approximativement pour sortir avec lui de la région étudiée, peu après le confluent avec la Sézia.

Il a été caractérisé en un point au Nord Ouest de Corps. Les ammonites recueillies datent toutes du Bajocien, dans des niveaux calcaires argileux. Au-dessus, viennent des niveaux à tendance marneuse pouvant correspondre au Bajocien supérieur ou au Bathonien, mais ce dernier n'a pas été caractérisé (il en est de même dans les régions limitrophes où le Bathonien est considéré comme azoïque).

1) - Environs de La Salle-en-Beaumont

- La coupe de La Salle, signalée à propos de l'Aalénien, est la meilleure coupe du Dogger, P. LORY et J. SARROT-REYNAULD l'ont étudiée antérieurement (voir Pl. 14, p. 35).

Elle montre, au-dessus de l'Aalénien marneux, environ 300 m de coupe.

La partie inférieure, plus calcaire sur 120 à 150 m, correspond au Bajocien inférieur. Elle a fourni Sonninia trigonata Q. (1) J. SARROT-REYNAULD y signale également plusieurs Cadomites sauzei et Stephanoceras humphriesianum. Ces Ammonites correspondent aux deux premières zones du Bajocien qui est formé de calcaires argileux gris clair ou jaunâtre, en gros bancs (jusqu'à 2 m), certains s'altérant en boue : les ovoïdes de P. LORY. Vers le haut, le niveau devient plus marneux avec bancs calcaires plus minces.

La fin de la coupe montre au moins 150 m de Bajocien supérieur non daté, formé de marnes gris brunâtre légèrement violacé, contenant des bancs de calcaire gréseux, d'abord de 5 à 40 cm d'épaisseur tous les 10 à 40 cm ; ils diminuent ensuite d'épaisseur (15 cm au maximum) et s'espacent de 2 à 3 m.

Les marnes schisteuses micacées que le ruisseau de La Salle recoupe vers Bas-Beaumont doivent occuper une position supérieure et peuvent être attribuées au Bathonien.

- Ces niveaux plus ou moins masqués se continuent vers le Nord Ouest et une succession identique s'observe entre le point coté 787 de l'ancienne voie de chemin de fer (Aalénien daté) et les Miards. La coupe, récemment dégagée par des travaux d'élargissement de la route qui emprunte actuellement le tracé, est cependant moins bonne que celle de La Salle. Elle montre pourtant des variations d'épaisseur plus importantes pour les bancs gréseux qui peuvent avoir de 2 cm à 1 m.

Au passage entre le niveau calcaire à ovoïdes et les marnes à bancs gréseux se place un lit pyriteux à stratifications entrecroisées épais de 1 cm environ. (Pl. 18a).

La base du lit pyriteux est formée d'une pellicule de schiste noir à grain très fin, avec des traces de Posydonomies.

Le lit pyriteux a une limite inférieure nette, il est formé sur quelques millimètres de pyrite presque massive, associée à des grains détritiques surtout de quartz, d'environ 0,1 mm, puis la proportion de grain détritique augmente et on a des lits entrecroisés plus ou moins pyriteux ou détritiques qui s'estompent pour passer à une marne micacée (nombreux grains de chlorite).

Certains bancs gréseux minces montrent une fine striation plus claire, formant parfois des micro-stratifications entrecroisées (Pl. 18b) correspondant à de minces lits plus riches en grains de quartz. Les bancs gréseux plus épais sont généralement plus homogènes. La coupe se termine derrière les Miards, par des marnes noires schisteuses très micacées (30 % de CO₃ Ca).

(1) - Pl. 26h, p. 62.

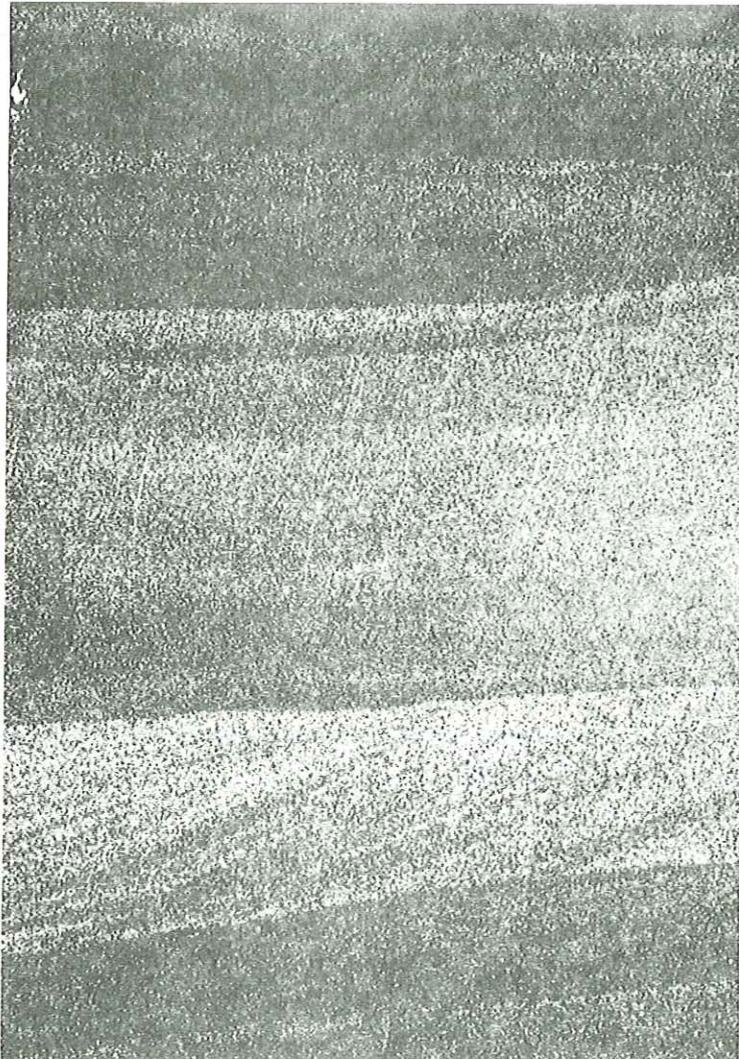
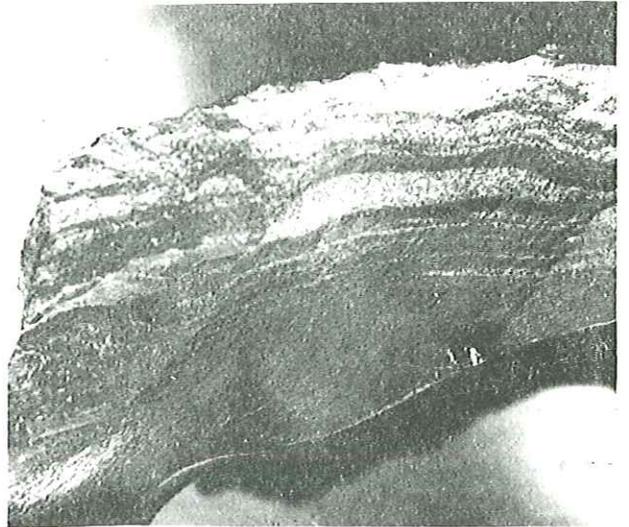
Planche 18 - Echantillons du Dogger -

Ancienne voie ferrée entre les Rieux et les Miards.

a - Lit pyriteux à la base d'un petit banc gréseux.

2 cm

↓
Haut



b - Microstratifications entrecroisées dans un petit banc gréseux (Ech. 611, lame mince L.N. x 4, 8).

1 cm

↑
Haut

- Toujours en direction du Nord Ouest le Dogger sort du secteur étudié en franchissant la Bonne puis le Roizonne un peu en amont de leur confluent. Il est daté sur la Roizonne à 800 m du confluent, près de l'ancien moulin de Parassa, par un petit Stéphanocératidé.

- Les abords du barrage de Saint-Pierre-de-Méarotz montrent une succession identique des assises du Dogger.

2) - Au Sud de La Salle entre les Martins et Les Chambons

Les calcaires à "ovoïdes" (66 % de $\text{CO}_3 \text{Ca}$) ont fourni :

Nannoliticeras tripartitum Rasp.
Sonninia mesacantha Waag. (1)
Stephanoceras rectecostatum Weis. (2)

dans une dalle montrant plusieurs empreintes de Stéphanocératidés de grande taille (30 à 40 cm de diamètre).

A 300 m au Sud Ouest de Les Chambons, au bord du Drac, une dalle identique (68 % de $\text{CO}_3 \text{Ca}$) a permis de récolter Stephanoceras plicatum Qu. et S. nodosum Qu. (3). Comme à La Salle, ces Ammonites indiquent les deux premières zones du Bajocien.

3) - Confluent Drac - Sézia

L'éperon séparant les deux cours d'eau est formé d'une alternance de petits bancs plus calcaires d'aspect argileux (mais contenant 78 % de $\text{CO}_3 \text{Ca}$) et des marnes.

A l'aplomb du confluent, un de ces bancs calcaires a donné un exemplaire de Parkinsonia cf. depressa Qu. (4) qui indique la dernière zone du Bajocien.

4) - Environs de Corps

A 500 m au Nord-Nord Ouest de Corps, à quelques mètres au Nord du point coté 875 de la N. 85, affleurent cinq ou six bancs de 20 à 40 cm d'un calcaire gris brunâtre fin, à patine jaune (86 % de $\text{CO}_3 \text{Ca}$) séparés par 20 à 30 cm de marnes.

Une Ammonite déformée a été dégagée d'un des bancs calcaires, son état ne permet pas une détermination spécifique, mais l'ornementation indique de façon certaine qu'il s'agit d'un Stéphanocératidé⁽⁵⁾. Cette famille caractérise le Bajocien.

Les bancs se poursuivent vers le Nord, au-dessus de la route de Sainte-Luce, et pourraient former le sommet coté 1131 du Serre de Peturel. Les bancs calcaires, plus minces et mieux individualisés que dans les coupes du secteur de La Salle-en-Beaumont semblent indiquer une sédimentation marine plus profonde.

5) - En résumé

Au Dogger, les conditions de sédimentation sont relativement uniformes comme pour l'Aalénien. Cependant on peut penser que la sédimentation a été plus tranquille et plus profonde à l'Est.

A l'Ouest, elle est plus détritique, probablement moins profonde, avec au Bajocien supérieur des alternances marnes micacées - calcaires gréseux qui pourraient indiquer des conditions de sédimentation ayant certaines analogies avec celles des flyschs (comme pour la série à entroques du même secteur).

(1) - Pl. 27a, p. 64

(2) - Pl. 27b

(3) - Pl. 27c

(4) - Pl. 27d

(5) - Pl. 26g

C. - TENEUR EN CARBONATES, NATURE DES ARGILES

1) Méthodes et Résultats

La teneur en carbonates a été déterminée au calcimètre Bernard. Les résultats sont donnés en pourcentage de CO_3Ca . Certains échantillons peuvent contenir de la dolomite en plus ou moins grande quantité. Elle peut être caractérisée aux rayons X ou par la réaction colorée au bleu de thymol (Méthode G. LUCAS). Mais ces deux techniques ne donnent que des résultats qualitatifs et ne donnent de résultats positifs qu'en présence d'une quantité notable de dolomite. Pour les rayons X, on admet généralement qu'il faut environ 10 % d'un minéral pour arriver à le caractériser dans un mélange.

Dans le cas des dolomies contenant un peu de calcite, la mise en évidence de cette dernière peut aussi être faite par les rayons X, ou plus facilement par la réaction colorée au sulfonate d'alizarine. Cette réaction colorée, assez sensible, a en particulier donné un résultat positif pour tous les échantillons carbonatés du Trias.

La détermination des argiles a été effectuée aux rayons X de manière rapide (sur poudre totale de roche sans traitements) ; par enregistrement sur papier en utilisant la radiation $K\alpha$ du Cuivre, des enregistrements sur film ont été faits en plus pour les illustrations (Pl. 19 et 20). Pratiquement dans tous les cas on a mis en évidence des mélanges complexes (1). Les résultats obtenus devraient être précisés et complétés par une étude plus approfondie.

Dans quelques cas on a également essayé, à l'aide des rayons X, de déterminer sur quelques schistes le "degré de cristallinité de l'illite" défini par KUBLER (1967).

D'après cet auteur, l'indice d'aigu, basé sur la mesure de la largeur, à la moitié de sa hauteur du pic à 10 Å, permet de chiffrer le stade de transformation atteint par un sédiment argileux de la simple diagenèse au véritable métamorphisme. Les valeurs indiquées sont les suivantes :

Diagénétique.....	➤ 4
Archimétamorphique.....	4 à 2,5
Métamorphique (épi).....	◀ 2,5

Mais la technique exacte de préparation des échantillons n'étant pas connue, les résultats obtenus sont sujets à caution et ne seront donnés qu'à titre indicatif.

Les résultats correspondant aux différentes techniques envisagées ci-dessus sont donnés dans le tableau suivant. On y trouvera aussi quelques mesures concernant les niveaux carbonatés du Trias. Ces résultats nécessitent quelques commentaires

2)-La teneur en carbonates

Elle est très variable : de 11 % pour un petit banc très siliceux attribué au Pliensbachien terminal, jusqu'à 89 % dans un calcaire cristallin de la base de l'Hettangien (même valeur que pour un "marbre" du Trias), et même 91 % dans un calcaire à entroques du Toarcien.

Le nombre des mesures est relativement faible, et l'échantillonnage utilisé n'est pas forcément représentatif de l'ensemble des formations. On peut cependant essayer d'en dégager quelques conclusions provisoires à l'aide des moyennes ci-après.

(1) - A côté des raies des argiles et de la calcite, on trouve très régulièrement celles du quartz et une raie à 8,18 Å que l'on peut attribuer à un feldspath ; les lames minces en montrent d'ailleurs de petits fragments indéterminables.

TABLEAU DES RESULTATS - TENEUR EN CARBONATES - NATURE DES ARGILES - CRISTALLINITE DE L'ILLITE

Etage	Echantillon N°	Datation (1)	Nature et provenance	Carbonates		Argiles			Cristallinité de l'illite
				Teneur % (en CO ₃ Ca)	Dolomite	Chlorite	Illite	Kaolinite	
Bathonien	607		Marne noire micacée, les Miards	30	+	++	+	?	3
Bajocien	600	+	Schiste noir Parassa (bord Roizonne)	40					
	562	26	Calcaire argileux, confluent Drac-Sézia	78		+			
	P875	+	Calcaire à Stéphanocératidé, près de Corps	86					
	527	24	Calcaire bord du Drac sous les Chambons	68					
	526	24	Calcaire près les Chambons	66		++	+	?	
	614		Calcaire gréseux	66					
	613		Petit banc gréseux	26					
	"		Schistes au-dessus	33					
	612		Gros bancs gréseux	65					
	605		Calcaire argileux sur le niveau à pyrite	43					
611		Calcaire argileux sous "	53						
610		Marne	43		++	+	?	4,5-5	
Aalénien	526	21	Calcaire argileux près les Chambons	66					
	606	20	Calcaire argileux entre le Sert et les Rieux	50					
	1B2	19	Calcaire argileux Ruisseau du Méan	74	+				
	1B1		Schiste "	22	+				
	19	19	Schiste Col du Parquetout	40	+				
	J1	19	Schiste Ruisseau d'Aiguebelle	21					
		19	Schiste Le Cros	32	+	+	+	?	4-4,5
	525	19	Marne Chalméane-les Ailloux	35		++	+	?	3,5
	602		Marne sous 606 près de Sert	25					
	204		Marne Le Cardaire près St-Jean (Côtes de Corps)	37		+	+	??	4
206		Schiste route de N.D. de la Salette	25		++	+	?	4	
Toarcién	501		Calcaire argileux route de St-Michel-en-Beaumont	43	+	++	+	?	3
	530		"Calcaire" argileux à petites entroques au-dessus de les Ailloux	20		?	+	??	4
	600		Calcaire argileux près de Siévoz	54		+		?	
		17	Calcaire à Rynchonelles les Marcoux	91					
	589		Calcaire à entroques (intercalation) Le Chauvet	88					
	A3		" " près de la Salle-en-Beaumont	81	?				
	615		" " pt 872 N. 85	56					
	554		" " près de Haut-Quet	58					
	564		Calcaire gris à petites entroques Les Fournelles près Col de l'Holme	74					
	565		Calcaire gris Combe de Bouge (Le Chauvet)	72					
	566		Calcaire argileux à entroques Combe de Bouge (Le Chauvet)	50					
	567		Calcaire gris	75					
	577	17	Calcaire argileux Saint-Jean (Côtes de Corps)	40	+				
596	17	Calcaire argileux Ruisseau des Baisses 1250 m	43	?	+	+	??	2,5	
1C	18	Schiste calcaire Croix de la Bonne Mère	35						

(1) - Le chiffre correspond au n° de la zone d'Ammonites (voir tableau p. 53).

TABLEAU DES RESULTATS - TENEUR EN CARBONATES - NATURE DES ARGILES - CRISTALLINITE DE L'ILLITE
(suite)

Etage	Echantillon N°	Datation	Nature et provenance	Carbonates		Argiles			Cristallinité de l'illite
				Teneur % (en CO ₃ Ca)	Dolomite	Chlorite	Illite	Kaolinite	
Domérien	P857	14	Marne, près de Corps (N. 85 pt 857)	27		++	+	?	4,5
	221	14	Schiste, près de Saint-Julien	26					
	1F2		Schiste, près sanctuaire N.D. de la Salette	24		++	+	?	2,8
	E1		Schiste, derrière sanctuaire N.D. de la Salette	24	+				
Pliensbachien	587	11	Calcaire, Combe Mazarde près Corps	78	+	?	?	?	
	P857	13	Calcaire, près Corps (N. 85 pt 857)	74					
	Q		Calcaire, Bois des Combes	87					
	617		Calcaire, Combe Chaude	81					
	618		Calcaire siliceux, Combe Chaude	11					
	E		Calcaire, Le Gargas	76					
Lotharingien	558	9	Calcaire Le Chauvet pt 1130	70		++	?	??	
	593	9	Calcaire route Ste-Luce-Ser-Reynaud	77					
	593f	9	" "	82					
	578	8	Calcaire, près carrières de Sainte-Luce	82					
	Db	6	Calcaire Combe du Villard	68					
	J01		Calcaire route de Saint-Michel-en-Beaumont	54					
Sinémurien	S14	4-5	Calcaire Combe de l'Abreuvoir	81	+				2,7-3
	Da	4	Calcaire Combe du Villard	70					
	S12		Schiste Combe de l'Abreuvoir	40		++	+	??	
Hettangien	S10		Calcaire argileux schisteux Combe de l'Abreuvoir	64					3,5-4
	S9		" "	49					
	S8		" "	63					
	S7		Schiste à traces charbonneuses "	32		+	+	?	
	D5		Calcaire feuilleté Combe du Villard	73					
	D3		Calcaire brunâtre "	82					
	D2		"Lumachelle" "	76					
	D1		" "	70					
	M2		Calcaire argileux à traces charbonneuses et gastéropodes Combe de l'Eterpat	58		+	?	??	
	K8		Schiste "Route" de l'Alpe 1230 m près de Chabrand	33		+	?	?	
	K8'		Calcaire brunâtre "	85					
	K8''		Calcaire "	76					
	K8'''		Schiste "	35					
O7		Calcaire brunâtre à débris de coquilles Près-Clos	89						
Trias	O9		Dolomie Près-Clos (niv. 3)	71	++	+	?	?	
	DIII'		Calcaire dolomitique jaunâtre à pyrite Combe du Villard	76	+				
	DIV		Calcaire dolomitique à "dendrites" "	64	+				
	P8		"Marbre" Combe de la Gorge (niv. 6)	89					
	2		Schiste, Ardoisière du Désert de Valjouffrey	39		++	+		1,4

	Moyennes des teneurs en Carbonates		
	Générale	Schistes - marnes	Calcaires
Ensemble	56	29	64
Bajocien	54		74
Aalénien	39	28	57 <u>Dol.</u>
Toarcien	59		<u>Dol.</u>
Domérien	25	25	
Pliensbachien	79		79 <u>Dol.</u>
Lotharingien	72		72
Sinémurien	(63)	(40)	(81) Dol.
Hettangien	63	35	71
Trias	75		<u>Dol.</u>

Les étages les plus faiblement calcaires sont l'Aalénien et le Domérien. Le Domérien semble moins calcaire et plus uniformément argileux que l'Aalénien. L'étage le plus calcaire serait le Pliensbachien s.s. ou Carixien, suivi par le Lotharingien. Les autres étages sont proches de la moyenne d'ensemble.

Les écarts entre les valeurs extrêmes et moyennes pour les schistes ou marnes et les calcaires (Pl. 19) mettent en évidence des variations importantes pour l'Hettangien, diminuant progressivement jusqu'au Pliensbachien, avec un minimum d'écarts pour le Domérien. Les variations redeviennent très importantes au-dessus, avec un maximum de différence (70 %) au Toarcien.

Mais la variation de moyenne la plus importante se situe entre le Pliensbachien s.s. et le Domérien. Le minimum de 11 % appartient à un banc situé à la transition entre ces deux étages. Des variations importantes des valeurs extrêmes s'observent encore à l'Aalénien et au Bajocien. Au Bajocien, on peut souligner deux faits intéressants : dans sa partie inférieure, les calcaires d'aspect très argileux révèlent des teneurs en carbonates aussi élevées que certains niveaux à aspect de calcaires francs du Lias ; dans la partie supérieure, les niveaux durs (gréseux) peuvent occasionnellement contenir moins de carbonates que les niveaux marneux plus tendres.

3) - La dolomie

Elle est très abondante dans le Trias, accompagnée de calcite en petite quantité. Le diagramme de poudre d'une dolomie (Pl. 20a), niveau 3 de la coupe du col de Près-Clos (Pl. 10), montre les raies intenses de la dolomie accompagnées de raies faibles de la calcite (rapport des intensités environ 1/20).

Les diagrammes d'échantillons provenant :

- du Pliensbachien (Combe Mazarde, près de Corps)
- du Toarcien (route de Saint-Michel, Pl. 21a) à un moindre degré
- de l'Aalénien (Le Cros, route de Sainte-Luce, Pl. 21c).

montrent les raies caractéristiques de la dolomie à côté de celles plus intenses de la calcite (rapport environ 1/10 pour le Pliensbachien, 1/3 pour le Toarcien, 1/20 pour l'Aalénien ; les teneurs en dolomies seraient respectivement voisines de 8, 12 et 2 % ?).

La réaction colorée au bleu de thymol indique la présence probable de dolomie dans d'autres échantillons.

La répartition et les teneurs ont peut-être une valeur stratigraphique qui pourrait être mise en évidence par une étude plus systématique.

4) - Les minéraux argileux

Les diagrammes de poudre (Pl. 20 et 21) montrent presque tous les pics à 14, 10 et 7 Å qui correspondent dans l'ordre aux écarts réticulaires de base de la chlorite, de l'illite et de la kaolinite (1) ; cependant la raie à 7 Å appartient aussi à la chlorite. On peut dans ce cas affirmer la présence de chlorite et d'illite. La seule raie (4,17 Å) caracté-

(1) - Remarque : ces termes servent ici à désigner les familles de minéraux argileux à 14, 10 et 7 Å, et non des espèces minéralogiques bien définies.

Pl. 19 - VARIATIONS DES TENEURS EN CARBONATES

Moyennes d'ensemble

BAJOCIEN

AALENIEN

TOARCIEN

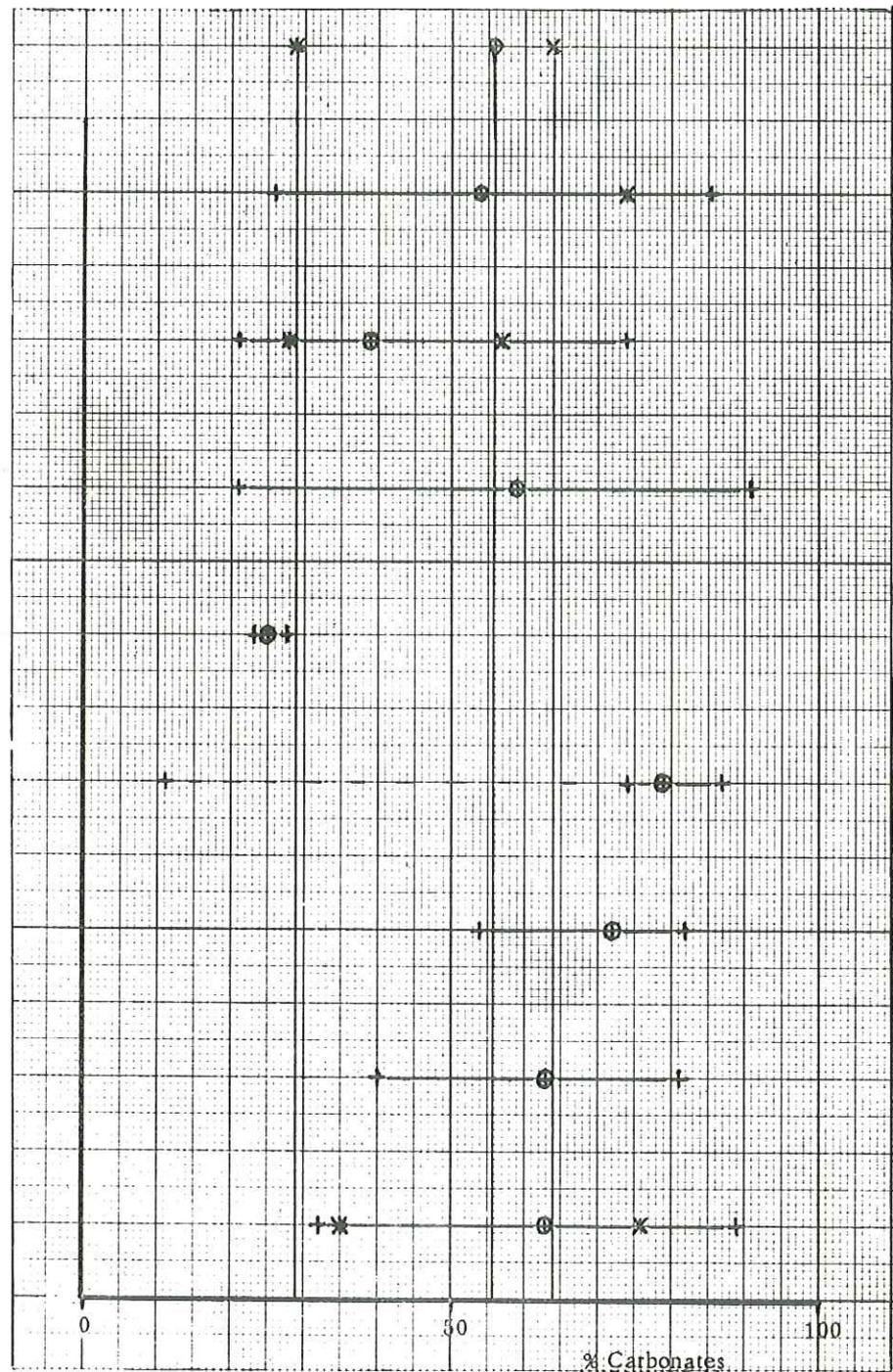
DOMERIEN

PIENSBACHIEN

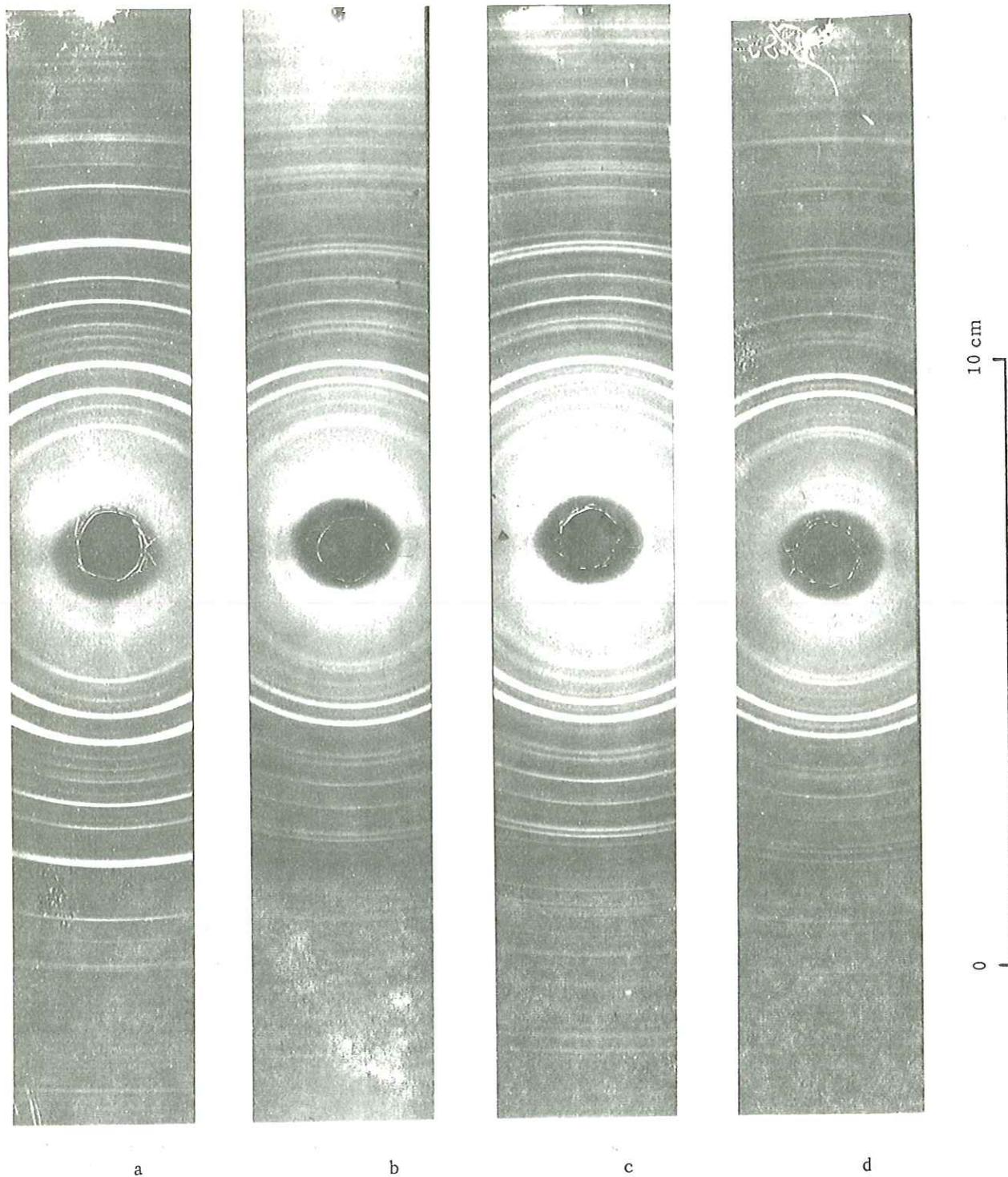
LOTHARINGIEN

SINEMURIEN

HETTANGIEN

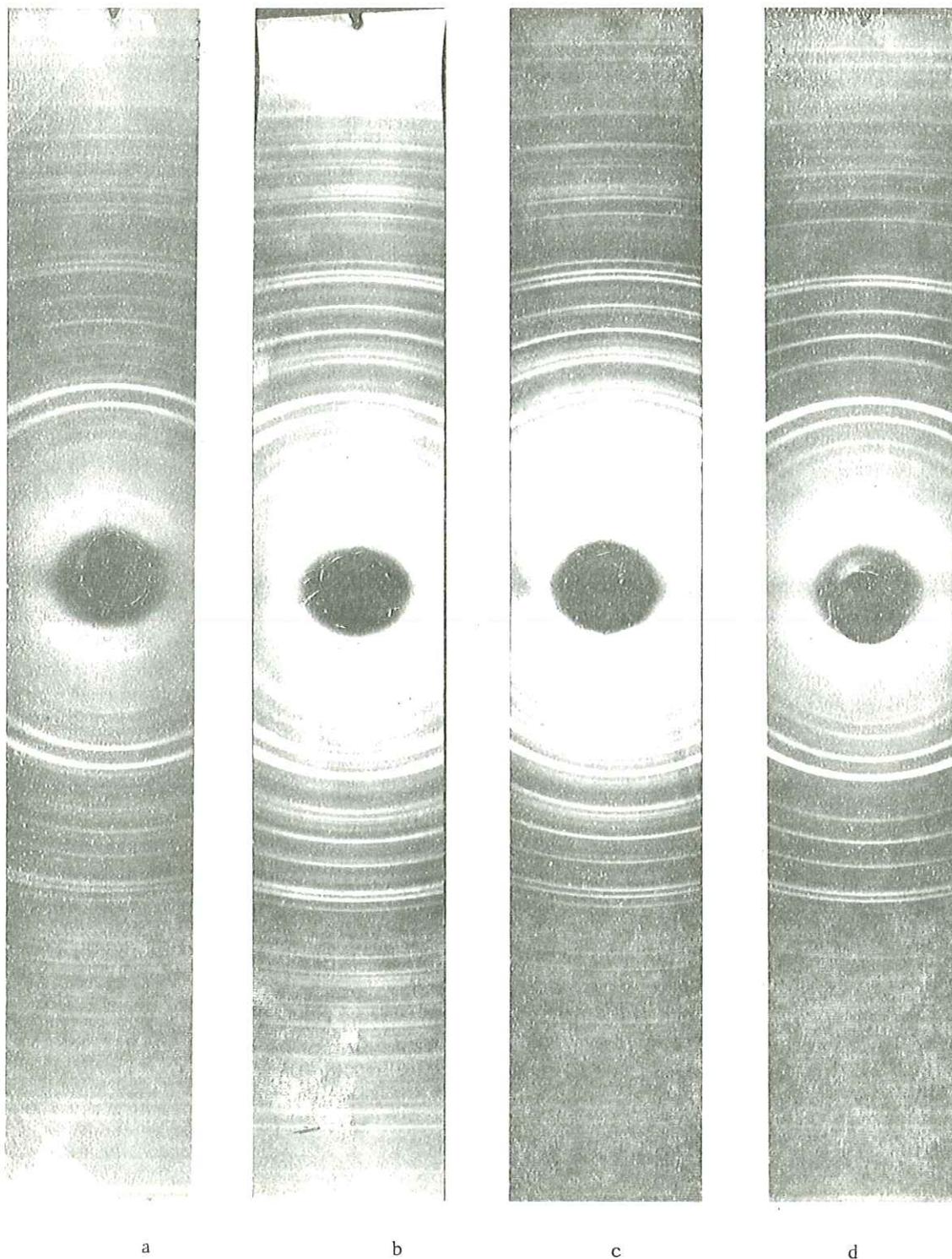


- ⊙ Moyenne
- * Moyenne des schistes
- × Moyenne des calcaires
- + Valeurs extrêmes



Pl. 20 - Radiogrammes Debye-Scherrer (chambre de 360 mm, rayonnement Cu k)

- a - Dolomie, Trias du col de Près-Clos (Ech. 09). Chlorite, Illite ?, Kaolinite ??, Dolomite ++.
- b - Schiste, Hettangien, Combe de l'Abreuvoir. (Ech. S 7). Chlorite, Illite, Kaolinite ?
- c - Schiste, Sinémurien, Combe de l'Abreuvoir. (Ech. S 12). Chlorite, Illite, Kaolinite ??.
- d - Schiste, Domérien, point 857 de la N. 85. Chlorite, Illite, Kaolinite ?.



Pl. 21 - Radiogrammes Debye-Scherrer (chambre de 360 mm, rayonnement Cu k α)

- a - Calcaire argileux, Toarcien, Route de Saint-Michel-en-Beaumont, (Ech. 501). Chlorite, illite, Kaolinite ?, Dolomite.
- b - Marne, Aalénien Chalméane-Les Ailloux, (Ech. 525). Chlorite, Illite, Kaolinite ?
- c - Schiste, Aalénien, Le Cros. Chlorite, Illite, Kaolinite ?, Dolomite.
- d - Calcaire, Bajocien, Près de Les Chambons, (Ech. 526). Chlorite, Illite, Kaolinite ?

téristique de la kaolinite est proche d'une raie intense du quartz toujours présent, ce qui la rend inutilisable. Le diagnostic de la kaolinite peut se baser sur les intensités relatives de la suite des raies de la chlorite : 14 ; 7 ; 4,70 ; 3,50 ; 2,83 ; 2,33 Å ; en effet, les raies d'ordre pair 7 ; 3,50 ; 2,33 Å sont communes aux deux minéraux.

Aucune variation significative n'a été relevée. Les cas dans lesquels la présence de la kaolinite est la plus probable sont signalés dans le tableau par un seul point d'interrogation. Si la présence ou l'absence de kaolinite n'est pas démontrée, il en découle, en tout cas, qu'elle est subordonnée aux autres minéraux argileux. On peut en conclure que chlorite et illite sont dominantes. Ce résultat rejoint les observations faites sur des marnes noires oxfordiennes des Alpes par MAUREL (1959) cité par G. MILLOT (1964), p. 228 qui attribue le fait à l'enfouissement des sédiments dans un géosynclinal, et aux efforts tectoniques postérieurs.

G. MILLOT (1964, p. 383) indique même que "Séricite et chlorite sont les deux minéraux phylliteux caractéristiques de la diagenèse, et d'autant plus que la diagenèse est avancée et tend la main au métamorphisme". Plus récemment, G. LARSEN et G.V. CHILINGAR (1967) confirment ces conclusions et indiquent, avec l'augmentation de la diagenèse, une diminution progressive, puis une disparition des autres minéraux argileux au profit de la chlorite et de l'illite. Cette dernière est remplacée par la séricite quand on aborde le métamorphisme.

Dans les Terres Noires de la Durance, G. DUNOYER de SEGONZAC, P. ARTRU et J. FERRERO (1966) constatent d'Ouest en Est le même phénomène : aux environs de Gap, la kaolinite disparaît avec l'apparition de la schistosité, en même temps la cristallinité de l'illite augmente et sa dispersion diminue. Ces phénomènes sont attribués à une diagenèse poussée ou à un métamorphisme discret.

5) - Le degré de cristallinité de l'illite

Dans les conditions où les mesures ont été effectuées, le degré de cristallinité de l'illite varie entre 2,5 et 5 (moyenne vers 3,5). D'après l'échelle de KUBLER, ces indices correspondent à la partie tout à fait inférieure de la diagenèse (entre 5 et 4) et couvrent tout l'anchimétamorphisme (de 4 à 2,5) jusqu'à sa limite avec le métamorphisme. Les valeurs les plus faibles s'observent généralement dans des niveaux très schisteux et proches du socle. A titre de comparaison, une mesure faite sur un schiste liasique provenant d'une ardoisière du synclinal pincé du Valjouffrey donne une valeur de 1,3. Cette ardoise serait donc métamorphique. Pour les Terres Noires du bassin de la Durance, d'après la courbe de variation donnée dans l'étude citée ci-dessus, les indices sont voisins de 15 aux environs de Die, 5 vers Gap et 3 vers Barcelonnette.

Pour le secteur étudié, les résultats viennent à l'appui de ceux obtenus par l'étude des argiles : le Jurassique a subi une diagenèse très poussée pouvant parfois atteindre la limite du métamorphisme. Ce problème, juste soulevé ici, mériterait d'être approfondi.

ZONES D'AMMONITES DU JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN DE BEAUMONT

ETAGE	ZONES D'AMMONITES	FOSSILES	PROVENANCE	SEC LUR				COORDONNÉES LAMBERT			
				NW	NE	SW	SE	X	Y	Z	
BAJOCIEN	20 Parkinsonia parkinsoni Garrania garanti	■ Parkinsonia depressa Qu.	Confluent Drac-Sezia			+		879,9	285,85	610	
	25 Witschella romari Stephanoceras blagdeni		près Les Chambons			+		878	289,25	715	
	24 Stephanoceras humphriesianum Cadomites sauzei	■ Stephanoceras rectecostatum Weis. (Stephanoceras humphriesianum) Stephanoceras plicatum Qu. ■ Stephanoceras noosorum Qu. (Cadomites sauzei)	La Salle en Beaumont près Les Chambons La Salle en Beaumont	+		+		878 878	289,25 289,25	715 715	
	23 Sonninia sowerbyi Witschella laeviuscula	■ Sonninia trigonata Qu. ■ Sonninia mesacantha Waag. Nannolytoceras tripartitum Rasp.	La Salle en Beaumont près Les Chambons	+		+		877,8 877,8 877,8	291,4 288,60 288,60	920 600 600	
	22 Ludwigella concava		près de la Salle en Beaumont	+				878,35	291	820	
AALENIEN	21 Ludwigella murchisonae	■ Erycites Gemm. Ludwigia murchisonae Sow. Lytoceras dilucidum Opp.	près de la Salle en Beaumont près Les Chambons	+		+		878,35 878	291 289,15	820 710	
	20 Leioceras opalinum	(Leioceras lineatum Buck.) (" comptum Rein.) ■ Leioceras opalinum Rein.	Saint-Michel en B. " " "	+		+					
		■ Phylloceras capitanoi Cat.	(Saint-Michel en B.) entre le Sert et les Rieux	+		+		877,75	293,75	740	
		■ Pleydellia aalensis Zier. Pleydellia sp. Catullocceras ■ Phylloceras heterophyllum Sow.	route de St-Michel en B. Col de Parquetour	+		+		883,2	292,4	1400	
		■ Dumortieria levesquei d'Orb.	Les Miards - Les Rieux Chalméane - les Ailloux Ruisseau du Méan Serre de Pétauel	+		+		877,2 878,35 882,75 884,8	293,25 292,75 289,85 287,75	787 1010 1000 1000	
	Dumortieria pseudoradiosa 19 Dumortieria levesquei Pleydellia aalensis	■ Dumortieria sp.	(St-Michel) Le Cros	+		+		884,8	287,8	1000	
		■ Hammatoceras	Chalméane - Les Ailloux Les Parrions Col de Parquetour Ruisseau d'Aiguebelle	+		+		878,35 878,85 883,2 883,4	292,75 291,05 292,4 293,35	1010 810 1400 935	
			La Salle en Beaumont	+							
	TOARCIEN	18 Lytoceras jurense	(Lytoceras jurense Zier.) (Grammoceras fallaciosum Bayle) ■ Grammoceras subquadratum Buck. Grammoceras du gr. toarcense d'Orb. ■ Grammoceras aff. doentense Deneck. ■ Phylloceras nilsoni Heb. (Haugia variabilis d'Orb.)	St-Michel St-Michel Croix de la Bonne Mère Route de St Michel	+		+		888,25 878,45	291,25 291,8	1930 930
			■ Harpoceras subplanatum Opp. Hild. sp. cf. lev. sublevisoni Fuc.	Col de Parquetour St-Michel en B. Ruisseau des Baisses Ruisseau des Baisses	+		+		883,2 888,3 888,3	292,4 289,4 289,6	1400 1250 1300
17 Hildoceras bifrons		■ Hildoceras sublevisoni Fuc. ■ Hildoceras bifrons Brug.	Ruisseau des Baisses Côtes de Corps St-Jean Pâques	+		+		883,3 882,45	289,6 287,35 287,15	910 880	
		(Dactyloceras commune Sow.) Rynchonella cyrocephala Rich.	Côtes de Corps St-Jean St-Michel en Beaumont Sievoz - St-Michel en B. Les Marcoux	+		+		883,3 881,1 877,7 878,6	287,35 291,45 295 289,6	910 1975 850 920	
DOMERIEN		16 Pleuroceras spinatum		St-Michel	+		+		884,2	287	857
		14 Amaltheus margaritatus	■ Amaltheus margaritatus Mont. ■ Protogrammoceras sp. Fucinceras sp.	Route de Corps (Route de St-Michel) Saint-Julien Saint-Julien	+		+		887,1	288	1230
PLIENSBACHIEN s.s. (CARIXIEN)	13 Prodactyloceras davoei	■ Lytoceras salebrosus Pomp. (Deroceus davoei Sow.)	Route de Corps Le Gargas			+		884,2 887,3	287 291,1	857 2030	
	12 Tragodesmoceras ibex 11 Uptonia jamesoni	■ Lytoceras aquisgranum Qu. ■ Platipleuroceras latecosta Sow.	Gorges Roizonne Bord Sezia Près Corps (Combe Mazarde)	+		+		876,5 883,7 885,7	295,2 289,9 287,3	720 875 1100	
	LOTHARINGIEN	10 Deroceus armatum	■ Paltechioceras nodosum d'Orb. ■ Paltechioceras tenue Fuc. ■ Echioceras rariocostatum Ziet. Bifericeras bifer	Corbe des Ferrands Rte Ste-Luce - Ser. Reynaud Le Chauvet Rte Ste-Luce - Ser. Reynaud	+		+		881 882,95 879,1 882,95	291,9 288,65 289,1 288,65	1265 1120 1130 1120
8 Asteroceus obtusum 7 Promicroceus planicosta Microderoceras birchi 6 Asteroceus turseri		■ Arnioceras obtusum Sow. ■ Agasiceras scipionianum d'Orb.	Ste-Luce Combe du Villard			+		882,8 885,95	289,6 292,4	1220 1300	
SINEMURIEN s.s.		5 Arnioceras semicostatum 4 Arietites bucklandi	■ Arietites sp. ■ Arnioceras kridion Hehl. (Coroniceras rotiforme Sow.)	Combe de l'Abreuvoir Combe du Villard Font du Prêtre			+		887 885,95 879	292,7 292,4 234,2	1200 1300 670
		HETTANGIEN	3 Schlotheimia angulata 2 Plioceras planorbis								
INFRA LIAS			1 Avicula costata								

D. - SUCCESSION DES ZONES D'AMMONITES

VARIATIONS DE FACIES ET PALEO GEOGRAPHIE AU JURASSIQUE

SUCCESSION DES ZONES D'AMMONITES

Le tableau précédent reproduit pour l'essentiel celui d'une publication antérieure (J. APPRAHAMIAN, 1967),

Quelques fossiles supplémentaires y ont été intégrés. Les espèces placées entre parenthèses sont celles signalées par M. COLLIGNON et J. SARROT-REYNAULD (1961), et qui n'ont pas été à nouveau récoltées ; celles signalées par un astérisque sont représentées dans les planches 22 à 27 (succession dans l'ordre stratigraphique).

Dans la succession adoptée (voir p. 30) le Lias et le Bajocien comprennent 26 zones d'Ammonites.

Les trois premières correspondent au Rhétien et à l'Hettangien et n'ont donné aucun fossile caractéristique ; on a vu cependant plus haut que l'Hettangien existe certainement mais que le Rhétien n'a pu être caractérisé.

Sur les 23 zones restantes, 16 sont représentées.

Les zones à Asterocera obtusum et à Tragodesmoceras ibex du Pliensbachien ne semblent pas avoir été signalées auparavant dans le Lias dauphinois.

Parmi les sept zones encore manquantes qui se situent à tous les niveaux du tableau, cinq ont été caractérisées dans la région du Dôme de La Mure. Les zones à Promicroceras planicosta et à Deroceras armatum du Lotharingien sont les seules à ne pas avoir été signalées.

La répartition par secteur a été faite en prenant comme centre un point situé à 500 m environ au Nord de Sainte-Luce, qui permettait de diviser en quatre surfaces égales le territoire montrant des points fossilifères.

On peut relever l'absence de fossiles du Pliensbachien et du Domérien dans le secteur sud ouest (région du Chauvet) et en tirer un argument en faveur de l'absence de ces étages. Mais la grande rareté des fossiles dans la partie inférieure du Lias jusqu'au Domérien enlève à cette constatation une grande partie de sa portée. On a vu cependant que ces deux étages, s'ils existent, sont en tout cas très réduits.

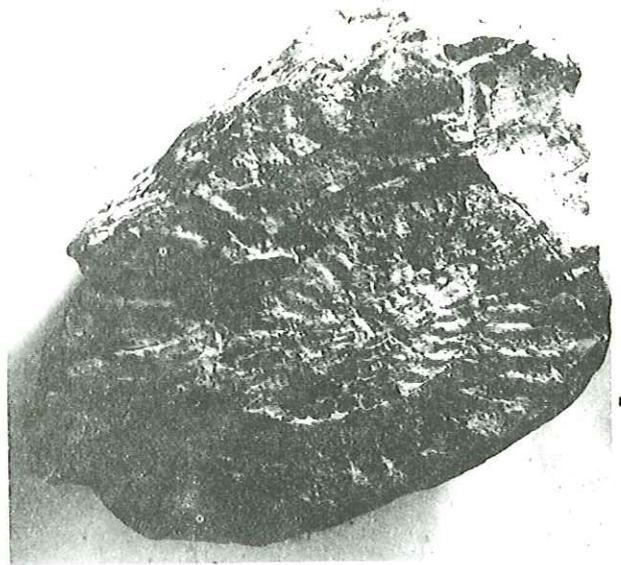
Cette récapitulation paléontologique sera l'occasion de signaler quelques essais de lavages de marnes qui ont été tentés avec le concours de J. L. PARIS. Ils n'ont donné aucun résultat positif. Les micro-organismes sont extrêmement rares, et les deux ou trois exemplaires recueillis sont loin d'être caractéristiques (Robulus, Permien actuel).

En lame mince, dans les niveaux durs, on observe d'assez nombreuses traces d'organismes, mais elles sont indéterminables (Pl. 28).



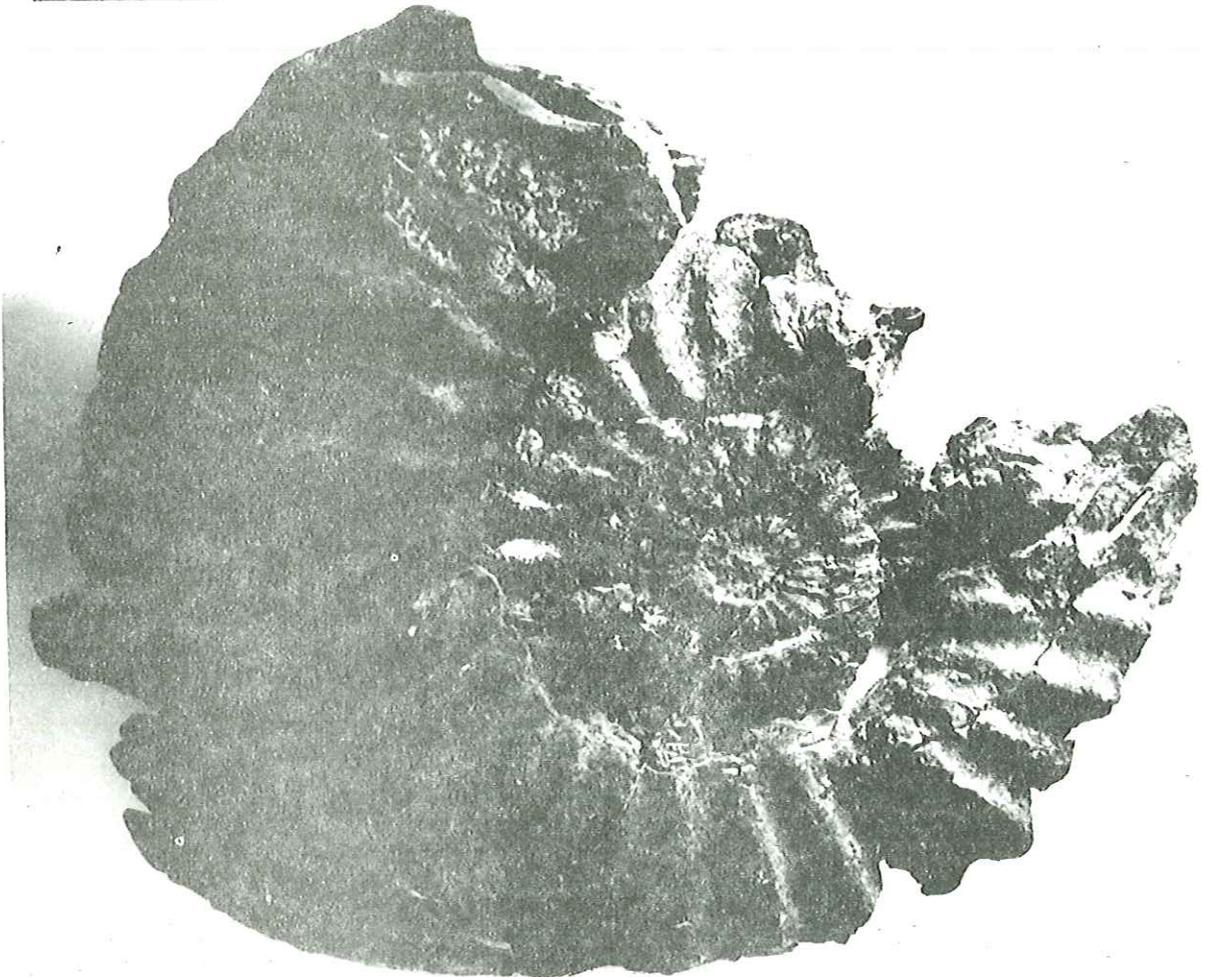
a

5 cm



b

5 cm



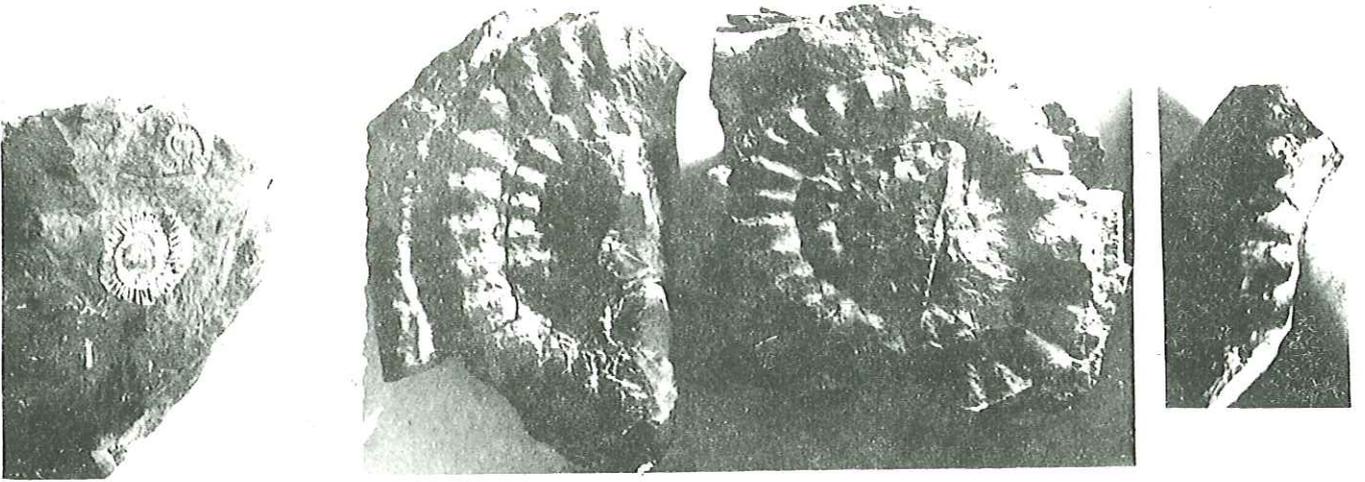
c

10 cm

- Planche 22 -

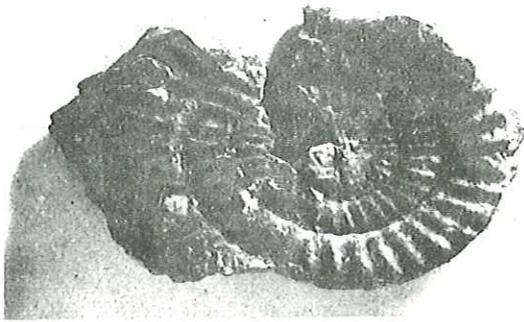
Ammonites (Sinémurien - Lotharingien)

- a) Arnioceras kridion Hehl. - Combe du Villard 1300 m
Sinémurien s.s. zone à Bucklandi
- b) Agassiceras scipionianum d'Orb. - Combe du Villard
Lotharingien zone à Birchi et Turneri
- c) Arnioceras obtusum Sow. à l'Est des carrières de Sainte-Luce
Lotharingien zone Obtusum

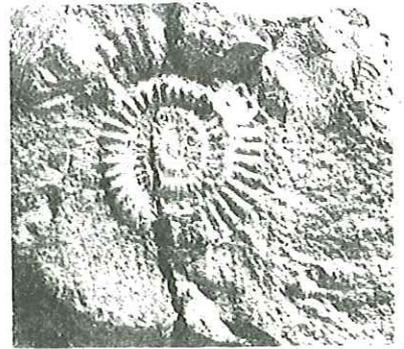


a 2 cm

b 10 cm



c 2 cm



d 1 cm



e 5 cm

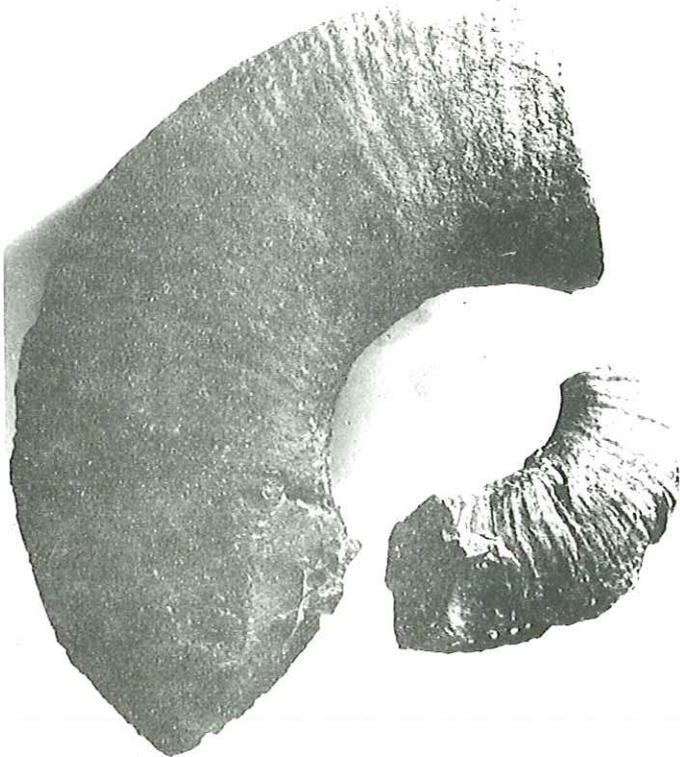


f 2 cm

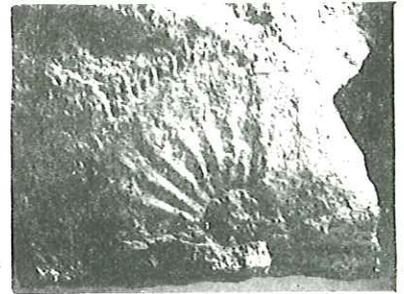
- Planche 23 -

Ammonites (Sinémurien, Lotharingien, Pliensbachien s.s. = Carixien)

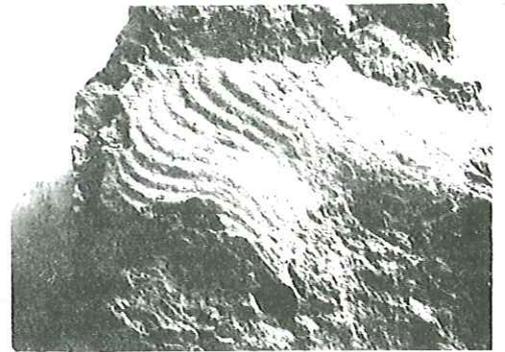
- a) Jeunes Arietites - Combe de l'Abreuvoir 1200 m
Sinémurien s.s.
- b) Echioceras raricostatum Ziet. - Le Chauvet pt. 1130 m
Lotharingien zone à Raricostatum et Oxynotum
- c) Paltechioceras nodoti d'Orb. - Combe des Ferrands près de Saint-Michel-en-Beaumont
altitude 1265 m
Lotharingien zone à Raricostatum et Oxynotum
- d) Paltechioceras tenue Fuc. - près de Sainte-Luce, (embranchement de la route de Ser Reynaud)
Lotharingien zone à Raricostatum et Oxynotum
- e) Platipleuroceras latecosta Sow. - Combe Mazarde 1100 m (près de Corps)
Pliensbachien s.s. zone à Jamesoni
- f) Lytoceras aequistriatum Qu. - Bord de la Sézia 875 m
Pliensbachien s.s. zone à Ibex.



a 10 cm



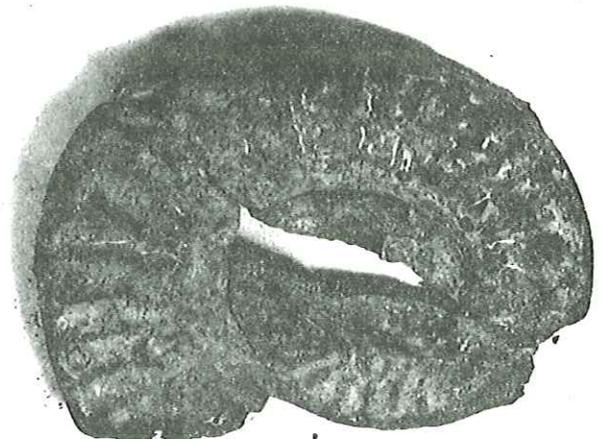
b 1 cm



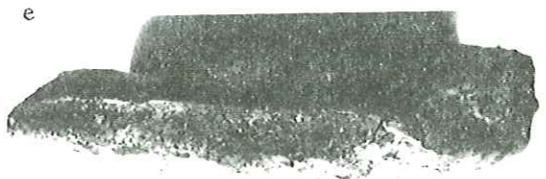
c 2 cm



d 5 cm



2 cm



e 1 cm

Planche 24 - Ammonites (Pliensbachien s.s., Domérien, Toarcien)

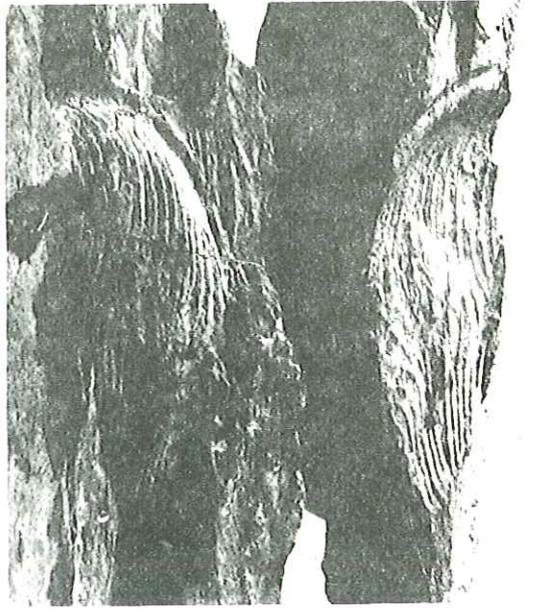
- a) - Lytoceras salebrosum Pomp. - Ruisseau des Faures sous le pont 857 de la N. 85
Pliensbachien ss., zone à Davoei.
- b) - Amaltheus margaritatus Mont - bord de la N. 85 au pont 857.
Domérien, zone à Margaritatus.
- c) - Protogrammoceras sp. - route de Notre-Darne-de-la-Salette près de Saint-Julien (entre la
Combe de l'Oche et le point 1223.
Domérien, zone à Margaritatus.
- d) - Hildoceras sublevisoni Fuc. - à l'Ouest du hameau de Pâques (les Côtes de Corps).
Toarcien, zone à Bifrons.
- e) - Hildoceras sublevisoni Fuc. - bord de la N. 85, 910 m environ près de l'embranchement
de la route de Pâques (Saint-Jean - Côtes de Corps).
Toarcien, zone à Bifrons.



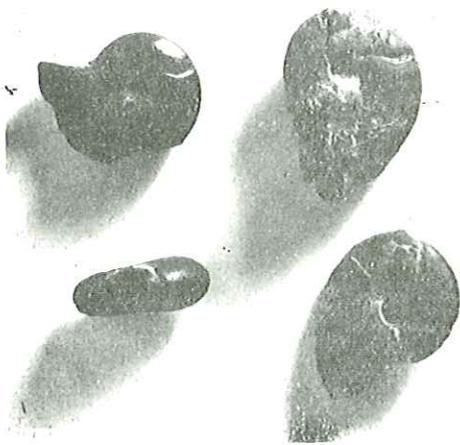
a 5 cm



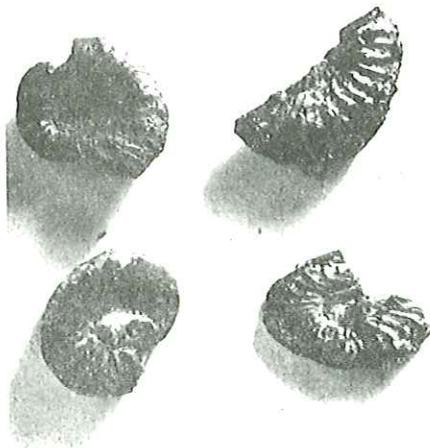
a' 2 cm



b 5 cm



c 1 cm



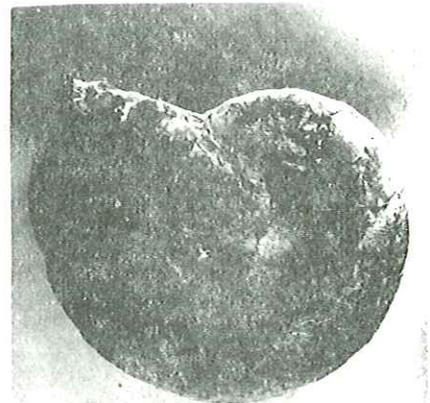
d 1 cm



e 1 cm



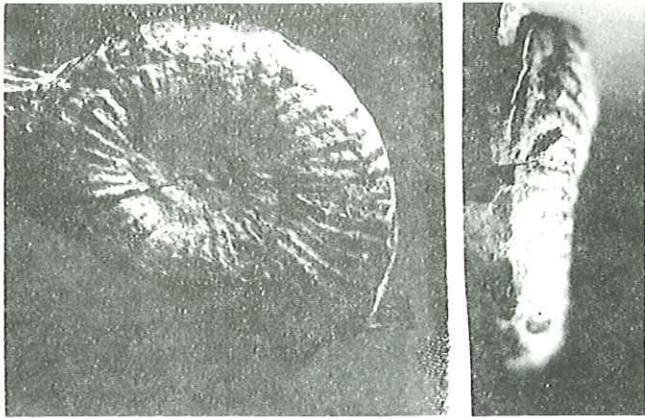
f 5 cm



g 2 cm

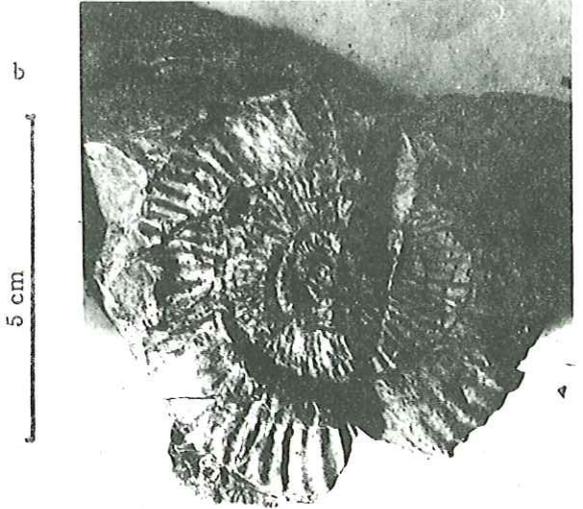
Planche 25 - Ammonites (Toarcien, Aalénien).

- a) - Hildoceras bifrons Brug. - bord de la N. 85, 910 m environ près de l'embranchement de la route de Pâques (Saint-Jean - Côtes de Corps),
Toarcien, zone à Bifrons.
- b) - Harpoceras subplanatum Opp. - Ruisseau des Baisses, altitude 1250 m, près de la Salette-Fallavaux
Toarcien, zone à Bifrons.
- c) - Phylloceras du groupe Nilsoni Heb. pyriteux, Col de Parquetout, près de Saint-Michel-en-Beaumont
Toarcien, zone à Jurense.
- d) - Jeunes Harpoceratides pyriteux, Col de Parquetout, près de Saint-Michel-en-Beaumont.
- e) - Grammoceras aff. doerntense Deneck. Route de Saint-Michel-en-Beaumont, 930 m environ,
Toarcien, zone à Jurense.
- f) - Grammoceras subquadratum Buck. partie supérieure du ruisseau des Baisses (rive droite, 1970 m environ au Sud Est de la Croix de la Bonne Mère.
Toarcien, zone à Jurense.
- g) - Phylloceras heterophyllum Sow. Serre de Peturel, bord de la route Corps - Sainte-Luce,
Aalénien, zone à Pseudoradosa, Levesquei et Aalensis.



a 1 cm

a'



b 5 cm



c 1 cm



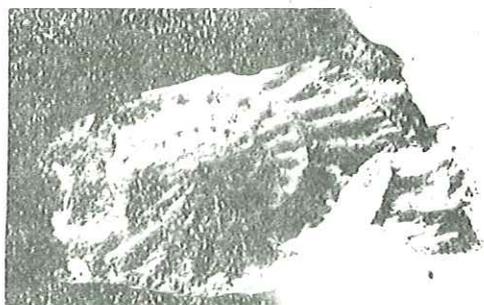
d 1 cm



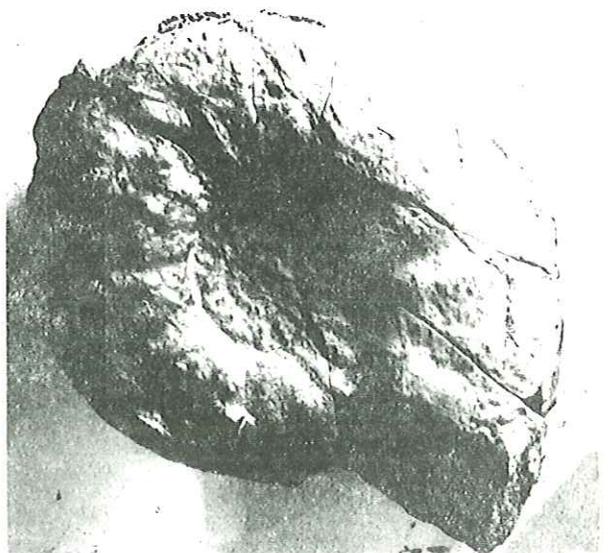
e 2 cm



f 2 cm



g 2 cm



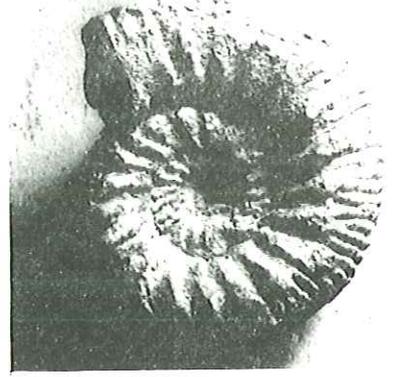
h 2 cm

Planche 26 - Ammonites (Toarcien, Bajocien).

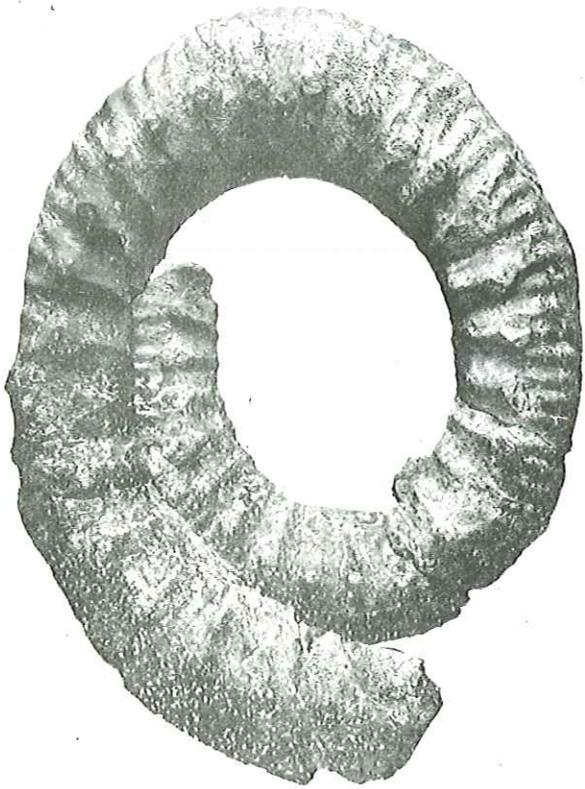
- a) - Dumortieria levesquei d'Orb. - entre Le Cros et le Couvat, bord de la route Corps - Sainte-Luce.
Aalénien inférieur.
- b) - Dumortieria sp. ? - Les Paraions près de la Salle-en-Beaumont,
Aalénien inférieur.
- c) - Dumortieria sp. - Col de Parquetout ; près de Saint-Michel-en-Beaumont.
- d) - Pleydellia aalensis Ziet. - point 787 de l'ancienne voie ferrée de Corps entre les Miards et les Rieux,
Aalénien inférieur.
- e) - Leioceras opalinum Rein. - (empreinte) tranchée de l'ancienne voie ferrée de Corps entre
le Sert et les Rieux.
Aalénien, zone à Opalinum.
- f) - Erycites Gemm. - près de la Salle-en-Beaumont, au Nord Est de La Roche.
Aalénien, zone à Murchisonae.
- g) - Stephanoceras sp. - point 875 de la N. 85 au Nord Ouest de Corps.
Bajocien.
- h) - Sonninia trigonata Qu. bord du canal du Beaumont au Nord Ouest de La Roche (la Salle-en-Beaumont).
Bajocien, zone à Sowerbyi et Laeviuscula.



a 5 cm



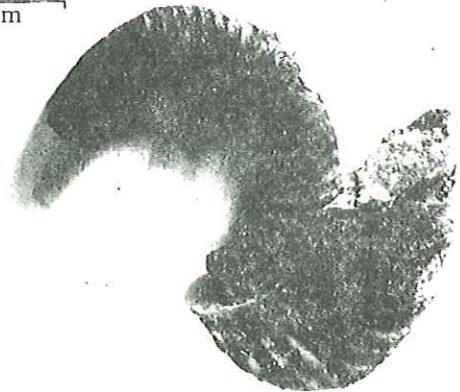
b 2 cm



c 5 cm



d 2 cm



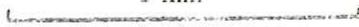
d'

Planche 27 - Ammonites (Bajocien).

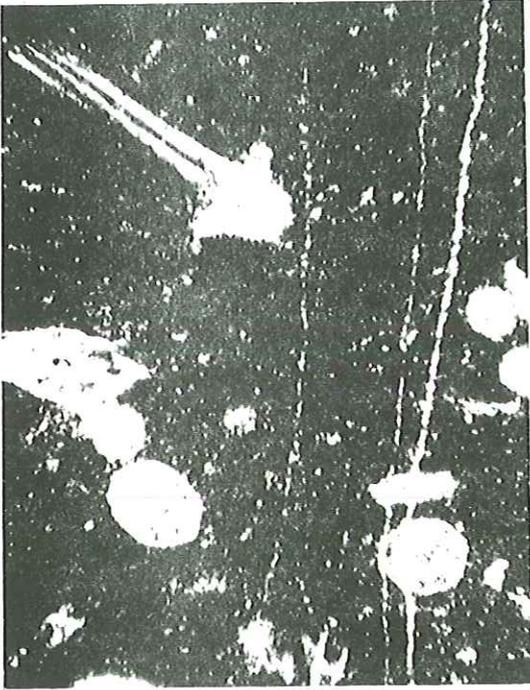
- a) - Sonninia mesacantha Waag. - Bord du chemin entre les Martins et les Chambons
grande dalle près du lieu-dit sous la Plaine.
Bajocien, zone à Sowerbyi et Laeviuscula.
- b) - Stephanoceras rectecostatum Weis. - même provenance que pour a) -
Bajocien, zone à Humphriesianum et Sauzei
- c) - Stephanoceras nodosum Qu. bord du Drac au Sud Ouest de les Chambons.
Bajocien, zone à Humphriesianum et Sauzei.
- d) - Parkinsonia depressa Qu. (en haut empreinte) promontoire entre Drac et Sézia à leur confluent.
Bajocien, zone à Parkinsoni et Garanti.

Echelle

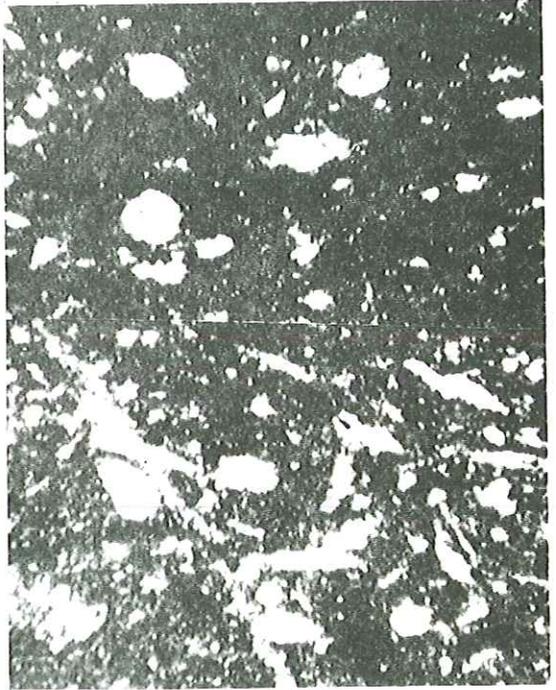
1 mm



a



b



c



d

e

f

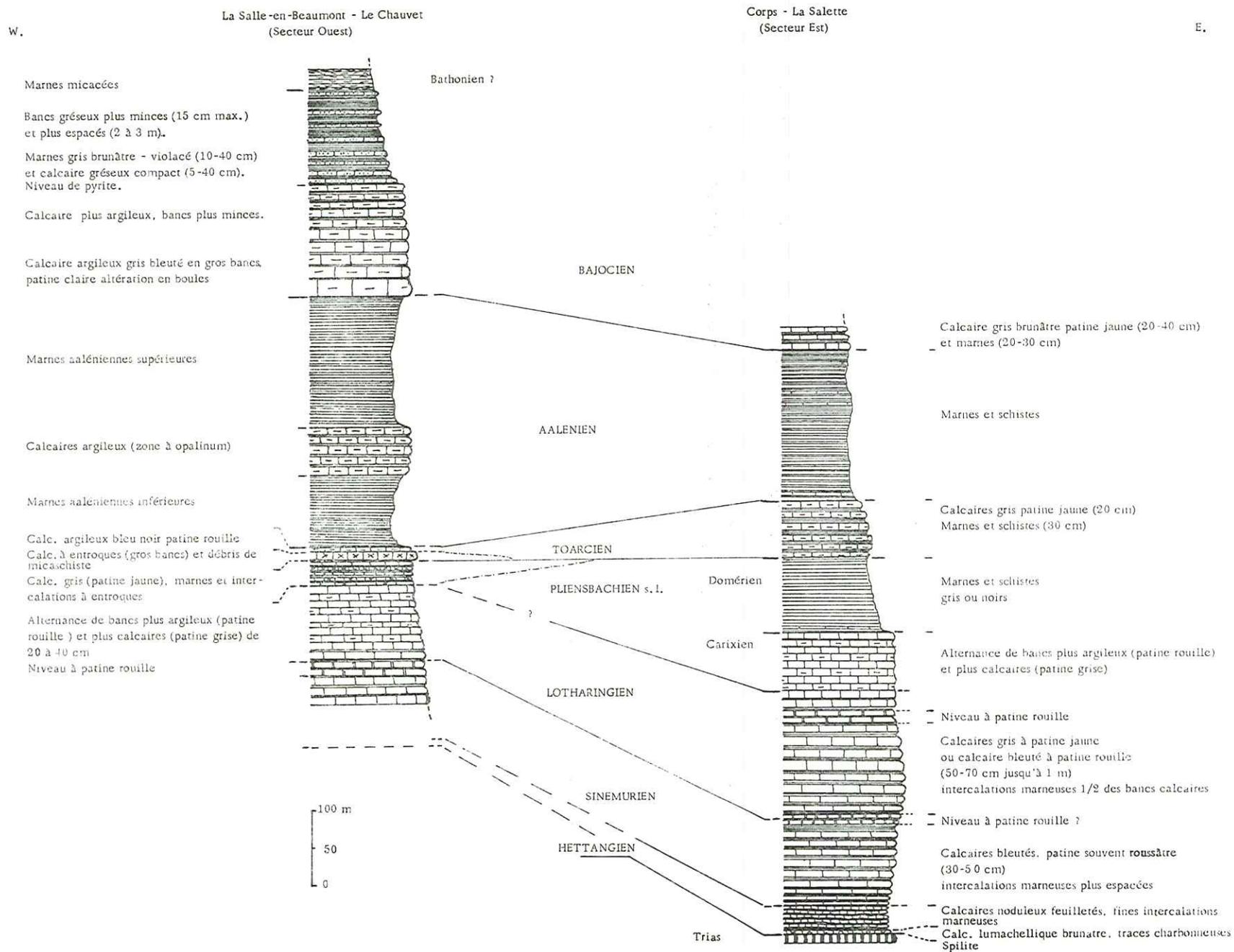


- Planche 28 -

Microorganismes (photomicrographies L.N. x 50).

- a - Spicules à canal axial et radioles ?
Echantillon à Arnioceras obtusum (Lotharingien) près des carrières de Sainte-Luce
- b - Microorganismes globuleux, spicules.
Echantillon à Echioceras raticostatum (Lotharingien). Le Chauvet point 1120.
- c - Frondicularia ?
Echantillon de calcaire à entroques (Toarcien ?) Combe de Bouge 1110 m
(versant sud du Chauvet).
- d - Lagénidé (Nodosaria ?)
même provenance que c.
- e - Microorganisme indéterminé
même provenance que c.
- f - "Filaments"
Echantillon à Parkinsonia dépressa (Bajocien) Confluent Drac - Sézia.

Pl. 29 - COUPES SCHEMATIQUES ET VARIATIONS DE FACIES DU JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN



VARIATIONS DE FACIES ET PALEOGEOGRAPHIE

Les variations de faciès peuvent se résumer par les deux coupes synthétiques et schématiques de la Planche 29, l'une pour le secteur ouest, correspondant à la zone d'extension des calcaires à entroques, l'autre pour le secteur est, où les calcaires à entroques manquent. La limite entre ces deux secteurs a une direction nord-nord ouest - sud-sud est et passe approximativement par Saint-Michel-en-Beaumont et le hameau de Pâques, commune des Côtes de Corps. Aux approches de cette limite, comme on l'a vu plus haut, les gros bancs à entroques manquent et les intercalations à entroques s'amenuisent avant de disparaître.

Les changements importants de faciès se situent entre le Pliensbachien et le Toarcien.

Auparavant, les éléments sont insuffisants pour mettre en évidence une différence entre les deux secteurs. Il semble que les conditions aient été assez voisines, avec cependant une sédimentation plus importante à l'Est. La partie inférieure de l'Hettangien avec des traces charbonneuses (plantes), des moules de Gastéropodes et de Bivalves, et même dans un secteur tout proche (le Vet) un conglomérat à galets de spilites, indique une reprise de sédimentation dans un domaine continental ou lagunaire. Les conditions, d'abord très variables, se stabilisent progressivement : comme le montre l'allure de la coupe et la diminution des variations des teneurs en carbonates jusqu'au Pliensbachien.

C'est à la fin, ou peut-être pendant le Pliensbachien s.s. ou Carixien, qu'a lieu le changement le plus important. A l'Est, ce niveau apparemment bien développé de calcaires très peu argileux, est suivi par un Domérien très argileux, et par un Toarcien marno-calcaire. A l'Ouest, pendant ce temps, les sédiments déposés sont très réduits en épaisseur (50 m environ) et se caractérisent par la présence de niveaux à entroques. D'abord sous forme d'intercalations minces, ces niveaux à entroques deviennent plus importants vers le haut où ils contiennent parfois des débris de micaschistes et des accidents siliceux. Ces calcaires à entroques, à l'état de gros bancs, forment les dix derniers mètres qui sont datés du Toarcien supérieur. Il est donc possible que les intercalations à entroques soient du Toarcien inférieur. Dans ce cas, le Carixien et le Domérien manqueraient totalement.

Cet épisode néritique (entroques, Brachiopodes) et détritique (débris anguleux de micaschistes pouvant atteindre plusieurs centimètres) correspond à une sédimentation de haut-fond succédant à une sédimentation marine plus profonde, indique un bouleversement radical des conditions. Un soulèvement général ne permet pas d'expliquer les différences constatées entre les deux secteurs, il faut faire intervenir un mouvement relatif dans le sens vertical.

Il a fallu un épisode de mouvements assez net et bien localisé pour arriver à ce résultat. Il a dû emprunter une direction nord-nord ouest - sud-sud est. Cet épisode a pu se produire soit pendant le Carixien (et dans ce cas il ne se serait pas ou peu déposé à l'Ouest), soit plutôt au moment du passage au Domérien, puisque c'est à ce moment que le changement le plus net intervient dans le secteur E. On peut envisager alors qu'à l'Ouest le Pliensbachien manque peut-être par érosion, accompagnée ou non d'émersion.

A l'Aalénien, les conditions doivent être identiques sur l'ensemble du territoire : on a une sédimentation argileuse d'aspect assez monotone, mais avec quelques épisodes plus calcaires : les variations de composition restent importantes.

Au Bajocien inférieur, la sédimentation, plus calcaire, semble indiquer un approfondissement et un début de régularisation (les bancs plus minces dans le secteur est pouvant indiquer une zone plus profonde où les apports seraient moindres). Mais le Bajocien supérieur est à nouveau nettement plus détritique avec sa succession de marnes micacées et de bancs gréseux.

E. - COMPARAISON AVEC LES REGIONS VOISINES

(Dôme de La Mure, région du col d'Ornon-Bourg-d'Oisans).

On peut essayer maintenant de replacer les faits dans le cadre des secteurs voisins : Dôme de La Mure et ses bordures (J. SARROT-REYNAULD, 1961b), environs de Bourg-d'Oisans, Massif du Grand Renaud (J. REBOUL, 1962) et bordures ouest des Grandes Rousses (M. BORNUAT, 1962) ainsi que dans le cadre plus large du Lias dauphinois (R. BARBIER, 1961 ; J. SARROT-REYNAULD, 1961 a ; Ph. RICHE, F. RIVIER et J. NICOLET, 1961). Les différentes études citées indiquent, dans le sens est-ouest, une succession de zones de hauts-fonds avec des séries réduites, transgressives ou lacuneuses et des zones subsidentes avec des séries complètes parfois très épaisses. Les essais synthétiques parallélisant les différentes transversales, aboutissent au schéma suivant. Une dorsale dauphinoise passant par La Mure, le Beaumont, et se continuant probablement vers Digne, sépare la zone dauphinoise en deux sillons. Le sillon occidental ou sillon du Bas-Dauphiné et le sillon oriental ou du Valbonnais-Oisans, auquel correspondrait également la région de Corps. Plus à l'Est viendrait la dorsale pelvousienne séparant les domaines dauphinois et ultra-dauphinois.

Mais, dans le détail, ces différentes unités manquent de continuité. Pour le sillon oriental en particulier, on constate des variations importantes dans le sens nord-sud. La série est épaisse à Bourg-d'Oisans, plus réduite (jusqu'à 200 m) et à entroques au Grand Renaud (le changement d'épaisseur se produit d'ailleurs dans le même secteur que pour le Trias), à nouveau épaisse au Sud mais à la fois vers Valbonnais - Pont-du-Prêtre et vers Corps, alors que les faciès à entroques du Beaumont se trouvent presque sur la prolongation attendue du sillon.

Les variations de faciès et d'épaisseur existant dans les deux directions, il est probable que les sillons et les dorsales étaient accidentés de culminations et d'ensellements irréguliers. Cette disposition reproduit à peu près celle qu'on pourrait imaginer pour le Trias, tout en étant moins accentuée. On l'attribuera donc aux mêmes causes : le jeu de directions hercyniennes.

On peut même, dans le secteur étudié, constater une certaine permanence des zones d'enfoncement. Le Trias est épais à l'Est (Près-Clos), aux environs de Corps, il tend à se réduire, vers l'Ouest, aux approches de la zone des faciès à entroques ; et c'est vers Valbonnais qu'on y rencontre des gypses, près de Pont-du-Prêtre où la série liasique semble la plus épaisse. Il en est de même entre Bourg-d'Oisans et le Grand Renaud. Trias et Lias sont épais au Nord, réduits au Sud.

CONCLUSIONS SUR LA STRATIGRAPHIE

L'étude stratigraphique a confirmé les transgressions (liées à différentes phases) : du Westphalien (phase sudète), du Stéphanién (phase asturienne), du Permien (phase saalienne, avec volcanisme de détente à caractère ignimbritique), du Trias (phase palatine) et du Lias (phase cimérienne ancienne). Elle a montré aussi l'existence de mouvements intratriasiques (conglomérats à débris de spilites) et intraliasiques (variations de faciès, calcaires à entroques et débris de micaschistes).

Durant toutes ces périodes, la répartition et la nature des dépôts démontrent l'instabilité du socle : elles sont liées aux contrecoups de ses mouvements, qui empruntent toujours deux directions identiques (les variations sont importantes dans le sens est-ouest, mais elles le sont presque autant dans le sens nord-sud). Ces mouvements ont déterminé des zones déprimées ou subsidentes et des reliefs ou hauts-fonds, correspondant au jeu de blocs du socle. Pour le secteur étudié on constate que ces zones présentent une certaine permanence de leur caractère, depuis le Houiller, et en tout cas jusque vers la fin du Lias (série complète, épaisse, à caractère subsident à l'Est ; série réduite, probablement lacuneuse, à caractère de haut-fond à l'Ouest). Au Dogger les différences semblent s'atténuer.

On peut dire que la stratigraphie est sous la dépendance étroite des mouvements du socle qui se sont faits suivant des directions hercyniennes. Ceci correspond bien à ce qu'on connaissait déjà dans la zone dauphinoise pour la région voisine du Dôme de La Mure à la suite des travaux de J. SARROT-REYNAULD.

L'étude tectonique permettra d'envisager l'influence que "l'héritage hercynien" a pu avoir au cours des déformations alpines, dont on a déjà un indice : l'étude des minéraux argileux a mis en évidence une diagenèse poussée des sédiments jurassiques, allant peut-être jusqu'à un léger métamorphisme.

DEUXIEME PARTIE - TECTONIQUE

CHAPITRE I. - INTRODUCTION

Un grand nombre de déformations ont affecté le secteur : deux cycles orogéniques se sont succédés : Hercynien et Alpin, avec leurs différentes phases occasionnant deux types principaux de mouvements : cassant et souple.

Les cassures sont surtout visibles au niveau du socle anté-houiller, alors que les plis semblent dominer dans la couverture sédimentaire. On pourrait alors, à première vue, dire que les mouvements hercyniens ont été de type cassant et les mouvements alpins de type souple. Mais il ne faut pas oublier la longue histoire du socle métamorphique avant le dépôt du Houiller. Cette histoire est encore mal connue et sort du cadre de cette étude. Il ne faut pas oublier non plus que le socle, tout autant que la couverture, a subi les mouvements alpins. Dès lors se pose le problème de la relation des différents mouvements entre eux, et principalement de l'influence des directions hercyniennes sur les directions alpines ou encore des réactions de la couverture sédimentaire aux mouvements du socle.

Si les mouvements les plus faciles à reconnaître dans la couverture sédimentaire sont de type plis, les fractures interviennent également ; on les observe de manière presque ponctuelle et il est exceptionnel qu'on ait les arguments voulus pour pouvoir leur attribuer une certaine continuité, en raison de l'abondance du Quaternaire. Ces raisons peuvent être à l'origine de la discontinuité apparente des fractures.

On a essayé de remédier à l'absence des éléments habituels en multipliant le nombre des mesures : pendages, diaclases, schistosités qui ont servi à un petit essai d'analyse structurale. L'étude des déformations observées sera abordée par les résultats de ces mesures. Elle sera cependant précédée par le rappel des différents mouvements anciens dont l'existence est basée surtout sur des arguments d'ordre stratigraphique, et qui concernent donc plutôt la Paléogéographie.

On envisagera ensuite les déformations visibles au niveau du socle, puis de la couverture sédimentaire.

Au niveau de la couverture sédimentaire, on commencera par les plis, formes les plus nettes, pour terminer par les fractures.

LES MOUVEMENTS ANCIENS

Après l'histoire propre du socle cristallin et métamorphique les premières déformations sont indiquées par les transgressions. Le Westphalien, le Stéphanien, le Permien, le Trias et le Lias sont successivement transgressifs.

Jusqu'au Trias on observe la transgression directe sur le socle.

Les déformations, comme on l'a vu plus haut, ont dû emprunter au moins deux directions puisqu'on observe des variations identiques ou des lacunes à la fois dans le sens est-ouest et nord-sud. Il est difficile de préciser davantage ces directions.

Dans le secteur étudié, les synclinaux houillers ou permien sont Nord Est - Sud Ouest à Nord-Sud (Près-Clos, le Villard) et Nord Ouest-Sud Est (la Roche), mais il s'agit de leur direction actuelle. A l'origine l'extension des différents niveaux sous ceux qui les transgressent, indiquait bien les directions tectoniques du moment. Il n'en subsiste que quelques témoins, leur répartition ne peut donner qu'une idée incomplète de l'extension réelle, et leur disposition, en par-

ticulier les axes de plis anciens éventuels, ont certainement été modifiés par la suite. Les axes actuels peuvent aussi bien avoir été formés uniquement au cours des mouvements plus récents.

Le style de ces déformations est, lui aussi, difficile à préciser. Cependant elles ont affecté le socle déjà induré et elles correspondent à la fin de l'orogénèse bercynienne. Cette phase finale, comme dans les autres orogénèses, doit comporter une période de détente accompagnée de fractures et d'effondrements. Ces fractures sont à l'origine des dépressions dans lesquelles se sont accumulés les sédiments, elles ont aussi livré passage à un volcanisme de détente caractéristique de type ignimbritique dont on retrouve les traces dans le Permien. On constate une certaine permanence des zones d'enfoncement tout au long de cette période.

LES MOUVEMENTS ALPINS

Après le Trias, pendant tout le Lias et jusqu'au Dogger, la sédimentation marine, avec ses alternances et surtout ses variations de faciès, indique que l'instabilité du socle continue, avec quelques échos plus nets entre le Pliensbachien et le Toarcien. La localisation des variations de faciès correspond à la persistance des mêmes zones d'enfoncement, empruntant donc les mêmes directions que l'on peut mieux préciser : la première est Nord - Nord Ouest - Sud - Sud Est à Nord Ouest - Sud Est ; la deuxième est plus proche de Est - Ouest, probablement Nord Ouest - Sud Est.

La série sédimentaire du secteur étudié ne montrant pas d'éléments postérieurs au Dogger, il n'y a plus d'arguments stratigraphiques pour permettre la datation des mouvements ultérieurs. La datation des phases, l'établissement de leur ordre de succession et de leur nombre deviennent très précaires.

Cependant, dans le secteur proche du Dévoluy, les dépôts transgressifs et plissés du Sénonien et de l'Éocène indiquent plusieurs phases dont on peut s'attendre à retrouver l'équivalent. On sait que les plis sont à peu près est-ouest au-dessous du Sénonien et pratiquement orthogonaux, c'est-à-dire nord-sud, au-dessus.

CHAPITRE II. - RESULTATS DES MESURES ET CONSTRUCTIONS.

(Essai d'analyse structurale).

1) - Les diaclases.

On rencontre toujours, plus ou moins denses, deux, sinon trois directions de diaclases dans la couverture sédimentaire, et au moins trois directions dans le socle.

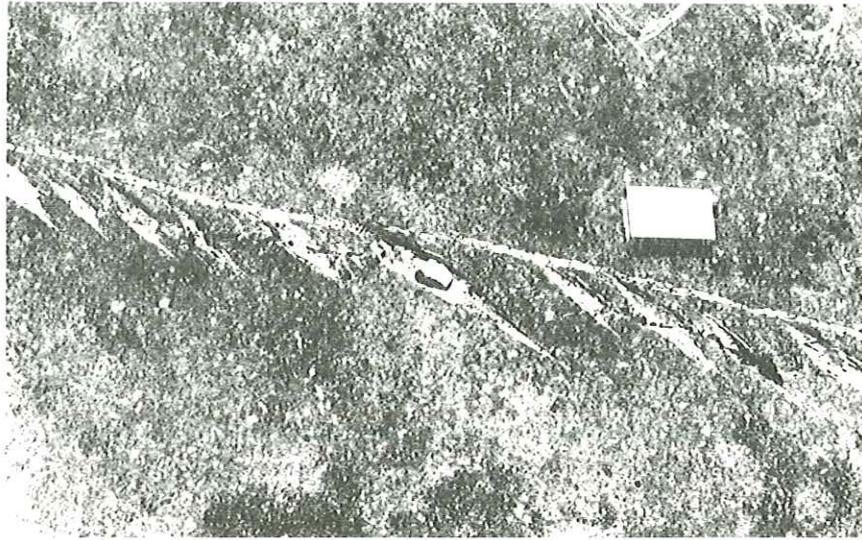
Dans le socle, le réseau est généralement très dense, à l'affleurement et sous le marteau, la roche se débite en petits parallélipèdes dont les surfaces correspondent à des fissures recimentées, montrant souvent un enduit ferrugineux. L'obtention d'une cassure fraîche est rendue laborieuse. Ceci traduit l'intensité et le nombre des déformations successives.

Dans les formations sédimentaires, il est souvent très difficile de distinguer diaclases et joints de stratification. D'un affleurement à l'autre les directions sont assez variables. Les mesures ont été reportées sur un canevas de Wülf. La répartition obtenue ne permet de tirer aucune conclusion. On peut tout au plus relever une concentration un peu plus forte correspondant à une orientation voisine de 160° Est et un plan très redressé incliné vers l'Est.

On observe des diaclases sèches et des diaclases à calcite, ces dernières sont considérées comme des diaclases de détente. Certaines diaclases montrent des stries indiquant des déplacements relatifs. Ces stries sont toujours inclinées : les mouvements correspondants auraient une composante horizontale. Dans quelques cas, le sens relatif de déplacement peut être déterminé mais il n'obéit à aucune règle générale : à l'échelle de ces directions on peut dire qu'il y a eu plusieurs mouvements avec des orientations et des sens différents.

Une illustration assez curieuse en est fournie par la Pl. 30a représentant la surface d'une dalle de calcaire à enroulements, près du point 893 de la route N. 85, environ 1 km à l'Est de Haut-Quet.

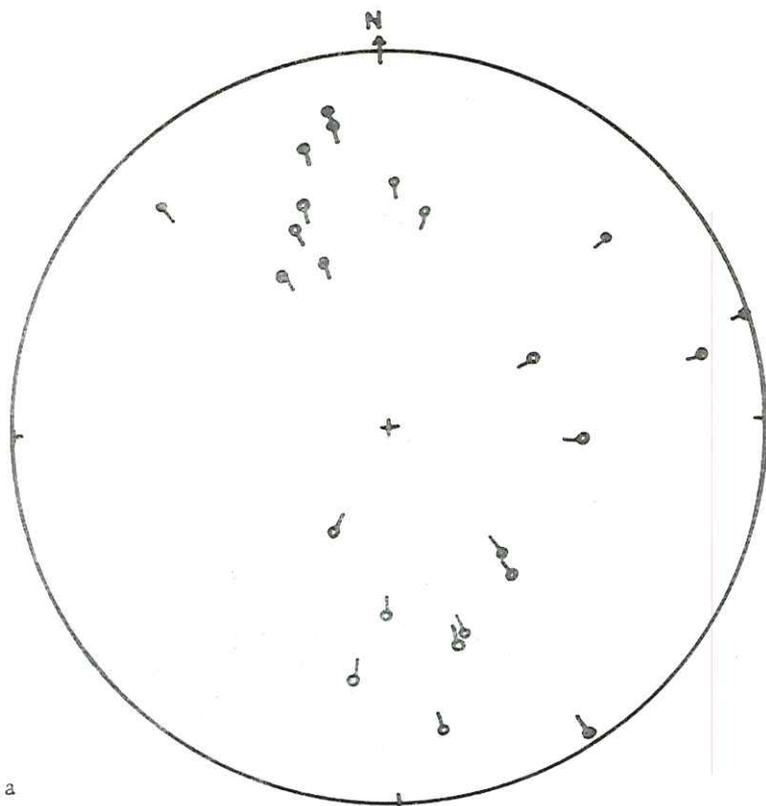
On y voit une première direction de diaclases sèches, orientées Nord-Nord Est - Sud-Sud Ouest reprises par une direction de diaclases à calcite presque Nord-Sud. Les diaclases de la première direction se sont ouvertes et remplies de calcite suivant la deuxième direction et avec une disposition en échelon. Cette disposition implique un déplacement relatif vers le Sud de la partie située à l'Est.



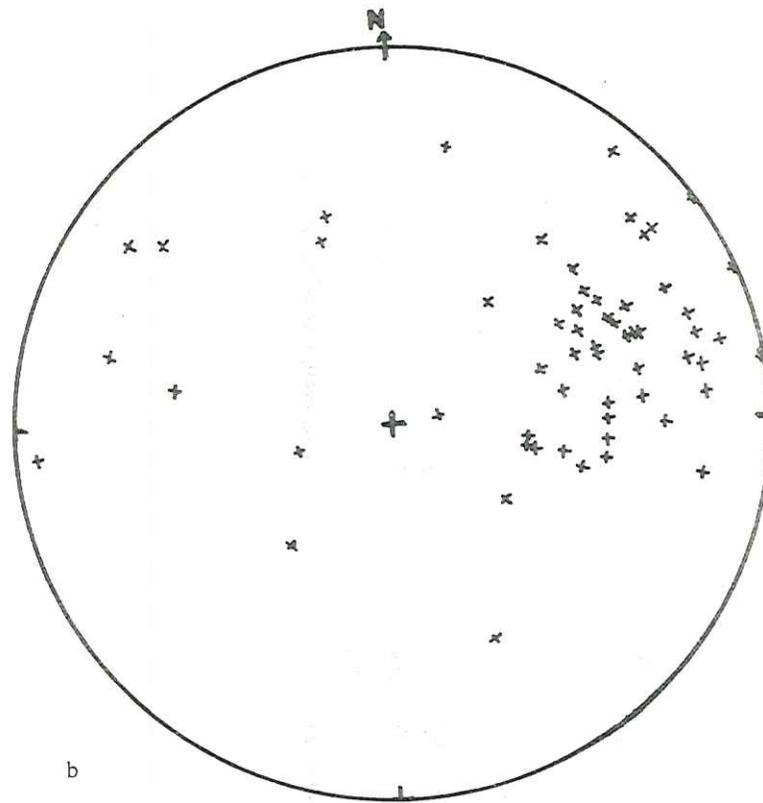
a - Diaclases en échelons (près du point 893 de la R. N. 85). L'échelle est donnée par une boîte d'allumettes dont le grand côté (5 cm environ) est orienté N. S. Le Nord est à gauche.



b - Exagération de l'angle de réfraction de la schistosité (point 1036, route de La Salette). L'Est est à droite.



a



b

- Planche 31 -

a - Diagramme des axes de plis

b - Diagramme des pôles des plans de schistosité

(Canevas de Wulff projection de l'hémisphère supérieur).

2) - Les plis.

L'ensemble des directions d'axes de plis, obtenues soit par mesure directe, soit le plus souvent par construction à partir des mesures de pendage, ont été reportées sur un diagramme de Wülf (Pl. 31a). Tous ces plis concernent la couverture mésozoïque.

On constate trois concentrations. Les deux plus nettes sont opposées sur une direction nord sud à nord-nord ouest sud-sud est. Il s'agit de la même direction de plis, en moyenne 160 à 165° Est, mais avec des plongements vers le Nord ou le Sud variant de 10 à 45°.

La dernière concentration, moins nette, donne une direction d'axe Est Nord Est - Ouest Sud Ouest avec un plongement vers l'Ouest. La direction d'axe moyenne est de 70° Est. les plongements varient de 0 à 45°.

Pour les deux directions les différentes valeurs sont nettement dispersées autour de la moyenne.

On peut signaler deux faits, qui n'apparaissent pas sur le diagramme, concernant la répartition et la forme des plis.

- Les axes de direction 70° Est ont été relevés surtout dans la zone d'extension des faciès à entroques, alors qu'en dehors de cette zone d'extension ce sont les axes 160° Est qui sont les plus nets. Cette direction de plis 160° Est qui est la direction principale est parallèle à la direction de changement de faciès.

- Les plis, surtout ceux de direction axiale 160° Est, sont nettement dissymétriques, se rapprochant souvent de la flexure. Pour les anticlinaux, le flanc Est est faiblement incliné, presque horizontal, alors que le flanc ouest se rapproche de la verticale.

3) - La schistosité. (1)

La planche 31b représente les pôles des plans de schistosité mesurés. Il y a une seule concentration nette et assez étendue, correspondant à un plan de schistosité orienté Nord-Sud à Nord Ouest - Sud Est et incliné vers l'Est. En moyenne, cette schistosité principale est orientée 160 à 165° Est avec un plan incliné de 65 à 70° vers l'Est.

Cette schistosité qui présente la même direction que les plis principaux est la schistosité axiale de ces plis ; elle a d'ailleurs une inclinaison vers l'Est correspondant à la dissymétrie des plis "déversés" vers l'Ouest.

Comme les directions d'axes de plis, la schistosité principale présente une certaine dispersion.

En dehors du nuage de la schistosité principale, on observe d'autres points largement dispersés. Il s'agit de schistosités secondaires locales que l'on peut parfois mettre en relation avec des fractures.

Dans quelques cas, par exemple près de Saint-Julien ou de Notre-Dame-de-la-Salette, on observe deux schistosités, ce qui implique deux déformations.

La schistosité, moins nette dans les bancs durs, se présente comme des diaclases, ce qui explique la concentration observée pour ces dernières avec une valeur identique à celle de la schistosité générale. Au passage des bancs tendres aux bancs durs, on observe un changement de direction ou "réfraction" de la schistosité. Le phénomène est connu, mais dans un cas (point coté 1036 m de la route de Corps - La Salette-Fallavaux, Pl. 30b), on constate une exagération : les deux directions sont presque à 135°. La schistosité des bancs tendres est à peu près verticale, celle des bancs durs étant nettement inclinée vers l'Est. Cette disposition anormale suggère une déformation de la schistosité.

4) - Conclusions.

Les diaclases et la schistosité indiquent qu'au niveau de la couverture au moins deux déformations se sont succédées. On pourrait être tenté de rapprocher ce fait des deux directions de plis observées. Dans cette voie, on peut alors rapprocher les plis de direction 70° Est des plis est-ouest antésénoniens du Dévoluy et les plis 160° Est des plis nord-sud de la même région.

Mais dans le secteur étudié, on remarquera que la direction de plis principale 160° Est et sa schistosité axiale, aussi bien que la direction de plis 70° Est, sont dispersées. La dispersion affecte apparemment tous ces éléments de la

(1) - Le terme schistosité est compris ici dans sa définition classique des auteurs de langue française : débit de la roche en feuilletés réguliers et minces, fonction du matériau affecté.

même façon. Ceci implique l'intervention d'un dérangement après la formation des plis. Dans l'éventualité envisagée ci-dessus, cette perturbation deviendrait une troisième déformation et l'on peut se demander si elle n'est pas responsable d'une partie des phénomènes primitivement attribués aux autres déformations.

D'ailleurs le rapprochement avec le Dévoluy ne tient qu'à une analogie de direction. Dans le secteur étudié rien ne permet d'avancer l'antériorité des plis de direction 70° Est sur ceux de direction 160° Est. Ces deux directions ayant été modifiées par la suite et de façon identique, elles apparaissent, au moins au regard de cet événement, comme contemporaines.

On peut cependant considérer comme acquise l'intervention d'au moins deux formations :

La première, qui a le caractère le plus général, est la formation des plis, accompagnés d'une schistosité axiale, et orientés 160° Est. Cette direction est aussi celle des variations de faciès, elle est donc calquée sur une direction paléogéographique d'origine hercynienne. Ce plissement doit donc avoir pour origine un serrage d'une ancienne zone d'enfoncement. Mais on a vu que les variations paléogéographiques empruntaient une deuxième direction, proche de la direction méridienne. Les plis orientés 70° Est peuvent être envisagés comme dus simplement à la réaction de cette direction au cours du serrage. D'ailleurs, orientés sur la direction dominante du bassin de sédimentation, les plis principaux n'indiquent pas un effort dirigé perpendiculairement, mais seulement une composante suivant cette direction, la deuxième composante pouvant provoquer simultanément la formation de plis dans une autre direction.

La deuxième déformation aurait produit la dispersion assez nette constatée dans les directions de plis et la schistosité.

Il doit s'agir d'un mouvement d'ensemble assez simple puisque les structures conservent une direction générale nette. Si l'on se rappelle que les plis principaux sont dissymétriques avec un plan axial, indiqué par la schistosité, incliné vers l'Est, c'est-à-dire vers les massifs cristallins, que de plus, dans l'histoire de la chaîne alpine on envisage une surrection tardive de ces massifs cristallins, on peut envisager une relation possible de cause à effet.

La montée tardive des massifs cristallins a pu entraîner un basculement de l'ensemble du secteur voisin vers l'extérieur, c'est-à-dire vers l'Ouest, avec un certain réarrangement. En partant de plis à peu près symétriques ayant une orientation proche de Nord-Sud, régulièrement disposés et accompagnés de leur schistosité de plan axial proche de la verticale, on aboutirait à des plis présentant une disposition dissymétrique avec un plan axial incliné vers l'Est. Pour des plis d'orientation proche de Est-Ouest, on aurait un simple basculement d'axe vers l'Ouest. C'est précisément la disposition observée.

Pour prouver la valeur de cette interprétation, il faudrait démontrer qu'il y a eu basculement des plis avec leur schistosité, par exemple en trouvant dans un secteur non perturbé, donc plus éloigné des massifs cristallins la disposition envisagée comme primitive, et en montrant le passage progressif entre les deux. Cette démonstration ne peut être apportée dans le secteur géographique étudié ici, mais elle vient d'être faite par P. VIALON (1968) dans le bassin mésozoïque de Bourg-d'Oisans, à l'occasion d'une étude sur la répartition et la genèse des clivages schisteux et des déformations dans cette région.

A la Parte, on a des plis droits, avec schistosité axiale verticale ; les directions sont bien groupées ; en allant vers l'Est on observe un basculement de ces éléments vers l'Ouest et les directions sont plus dispersées. En même temps, au voisinage immédiat du socle, la schistosité générale est déformée avec exagération de l'angle de réfraction et apparition d'une deuxième schistosité correspondant au soulèvement des massifs cristallins. On rappellera ici l'angle anormal de réfraction de schistosité observé entre Corps et La Salotte-Fallavaux. La déformation correspondrait, comme dans l'exemple cité, à un déplacement des bancs les plus élevés vers l'Est, donc à un bombement situé dans cette direction où l'on trouve les massifs cristallins. On peut y voir un petit argument favorable à l'interprétation, mais il manque ici l'argument décisif d'une deuxième schistosité à pendage vers l'Ouest : les massifs cristallins sont déjà trop éloignés.

Fait à partir de mesures prises au cours d'une étude plus générale, cet essai d'analyse structurale porte sur un nombre de renseignements insuffisants qui manquent surtout de densité. Il devrait être repris en concentrant les mesures sur des points particuliers choisis en fonction des hypothèses faites.

En attendant d'autres éléments, on se référera aux conclusions de P. VIALON qui conduisent à un schéma simple et rendant jusqu'ici compte des différentes observations.

On aboutit ainsi, à partir de cette étude très générale, à un certain nombre d'idées directrices dont on essaiera de voir si elles sont en accord avec la description tectonique proprement dite qui va suivre.

On retiendra comme succession plausible des mouvements :

- 1) formation des plis de direction 160 et 70° Est accompagnés de la schistosité générale 160° Est,
- 2) montée des massifs cristallins produisant un basculement d'ensemble vers l'Ouest et une dispersion des éléments antérieurs.

CHAPITRE III. - LES DEFORMATIONS AU NIVEAU DU SOCLE ET DE SA LIMITE AVEC LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE. (Pl. 32)

On ne reviendra pas sur les déformations déduites des transgressions et de la Paléogéographie. En laissant de côté la fracturation importante à petite échelle dont il a été question à propos des diaclases, il reste à étudier deux types d'accidents :

- les fractures ou failles qui sont en général verticales ou assez proches de la verticale ;
- les accidents chevauchants ou chevauchements dont la surface présente une inclinaison nette.

Cette étude a déjà été envisagée dans une note (J. APRAHAMIAN, 1965), elle avait antérieurement donné lieu aux observations de J. VERNET (1954 et 1962).

1) - Les failles.

Il y en a suivant au moins trois directions ; mais leur étude ne sera pas abordée suivant ce cadre. En effet, le socle occupe peu de place sur le secteur étudié et le nombre des accidents est donc limité. Il a paru préférable d'adopter un ordre géographique en prenant les différents blocs qui apparaissent dans la topographie.

a) L'éperon d'Entraigues (sommet des Ferrières).

Il constitue la prolongation et la terminaison du Massif du Coiro au Sud de la Bonne.

1° - Sa bordure nord correspond à l'interruption empruntée par la Bonne, elle est très abrupte et montre dans le détail plusieurs gradins parallèles à l'orientation de la vallée. On les a attribués à un réseau de fractures qui serait orienté Est Nord Est - Ouest Sud Ouest (environ 70° Est) et presque vertical.

La rive opposée est abrupte et présente la même direction de fracture. D'autre part les "conglomérats de la scierie", peu métamorphiques, donc élevés dans la série (ils sont attribués au Houiller), se trouvent au niveau de la vallée, alors que les deux versants correspondent à des formations plus profondes.

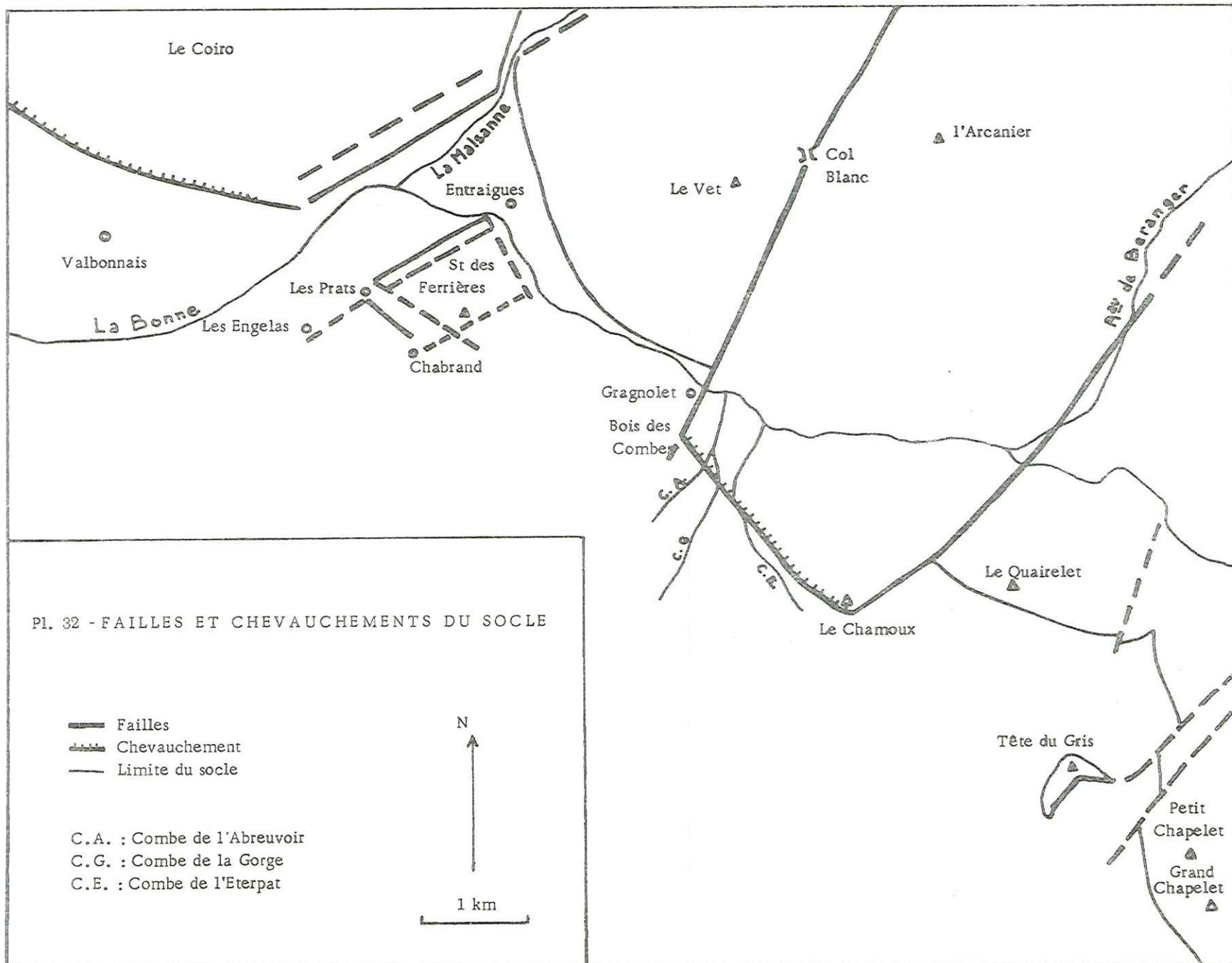
Les fractures auraient donc provoqué la formation d'un petit fossé d'effondrement.

Ces accidents doivent présenter également un jeu latéral car il y a un décalage vers l'Ouest du Trias du ravin des Rioux par rapport à celui de Valbonnais.

2° - Le ravin des Prats. On a vu qu'il correspond à un synclinal double, orienté Nord Ouest - Sud Est, principalement houiller avec un peu de Permien et aussi de Trias. J. VERNET (1956) le limite à l'Ouest par une faille orientée 135° à 140° Est à peu près parallèle au synclinal et remontant le compartiment ouest : le morceau de socle de Chabrand-les-Engelas. La limite Est, presque parallèle à la précédente, se confond avec un ressaut topographique correspondant à l'apparition du socle et orienté 125° Est. Il s'agit probablement, là aussi, d'une faille relevant le socle. D'ailleurs, à peu de distance, sur la prolongation approximative de cette direction, on observe au Sud du sommet des Ferrières un contact vertical entre Lias et socle. La discontinuité entre cette observation et le synclinal houiller pourrait provenir du passage d'un accident proche de 70° Est limitant le sommet des Ferrières au Sud, avec abaissement du compartiment sud.

Le synclinal des Prats apparaît donc finalement comme un fossé.

3° - La bordure est. On y retrouve la Bonne qui a contourné l'éperon d'Entraigues. Il est difficile d'y décrire une forme tectonique nette. Cependant il existe une différence d'environ 600 m entre le niveau du socle de part et d'autre de la vallée.



Les conglomérats métamorphiques de la scierie d'Entraigues longent une partie de cette bordure au niveau de la rivière. Si l'on admet qu'ils indiquent à peu près à cet endroit la position du socle, la différence de niveau entre les deux rives est alors portée à 1000 m.

On peut penser que ce décalage est dû à une cassure de la même famille que celle du ravin des Prats, mais plus importante, bien que J. VERNET (1954) semble considérer qu'il s'agit d'un synclinal.

4° - Conclusion. Le bloc de socle du Sommet des Ferrières semble limité de tous côtés par des accidents de type fracture. Il apparaît de plus comme presque entouré de formations plus récentes (Houiller ou conglomérats métamorphiques) donc soulevé et entouré de zones abaissées au moins pour sa bordure immédiate, car au Nord et à l'Est il est dominé par les sommets du Coiro et du Vet. La vallée de la Bonne, entre la Roche et Entraigues a été considérée comme un fossé d'effondrement, il pourrait en être de même au Sud Est d'Entraigues.

L'âge de ces fractures est difficile à déterminer.

Cependant le Houiller qui existe dans le ravin des Prats disparaît tout près de là, au ravin des Rioux où le Trias repose directement sur le socle. On peut se demander si ce n'est pas le jeu des fractures bordant la zone déprimée qui a permis l'érosion ou l'absence de dépôt du Houiller ou du Permien.

De même, la présence de conglomérats métamorphiques en continuité apparente autour de l'angle nord du bloc de socle près d'Entraigues peut s'interpréter comme une disposition ancienne, dont l'origine remonterait déjà à la période du dépôt des conglomérats.

Dans ce cas, les différentes fractures seraient elles aussi d'origine ancienne, probablement hercynienne ; mais le fait qu'au Sud des Ferrières on trouve le socle au contact du Lias indique que ces fractures ont joué postérieurement.

b) - Le bloc du Chamoux.

Il constitue la continuation du massif de l'Arcanier, au Sud de la vallée de la Bonne dont le cours est orienté est-ouest. Il est limité par cette vallée, par le Vallon de la Chapelle et la Combe de Champ Reynier à l'Est et par la Combe de l'Eterpat à l'Ouest. Le bloc est accidenté par quelques petites fractures est-ouest à faible rejet ; ce sont probablement elles qui ont permis le passage de la rivière. La limite ouest correspond à un chevauchement, elle sera étudiée plus tard. Cependant le socle qui forme la rive droite de la Combe de l'Eterpat suivant une direction nord-ouest - sud-est, déborde sur la rive gauche et même au-delà puisqu'on le retrouve, suivant la même direction, au-dessus du confluent Combe de la Gorge - Combe de l'Abreuvoir, puis sur la bordure du Bois des Combes entre 1070 m et 990 m.

Au-delà, on trouve un peu de Trias, puis le Lias qui descend jusqu'à l'entrée de Gragnolet à la cote 900 m.

Cette interruption du socle s'explique par l'observation de la rive droite de la Bonne, dans le secteur d'étude de P. GIBERGY. Sans entrer dans le détail on y voit une faille, ou une série de failles de direction nord-nord-est - sud-sud-ouest (25° Est) empruntant la Combe du Vet et le Col Blanc. Ces failles abaissent le compartiment nord-ouest (le Vet-Gragnolet) par rapport au compartiment sud-est (l'Arcanier-Le Chamoux), en produisant une différence de niveau du Trias d'environ 800 m entre le Vet et l'Arcanier.

Le compartiment est a donc été nettement soulevé, mais il a été également déplacé vers le Sud, puisque la limite du socle, qui se trouve sur la rive droite de la Bonne en face de Gragnolet dans le compartiment ouest, passe sur la rive gauche et se retrouve dans le Bois des Combes pour le compartiment est, ce qui représente un décalage latéral d'au moins 500 m.

A la limite sud-est du bloc du Chamoux on peut invoquer une nouvelle fracture orientée Nord-Est - Sud-Ouest, suivant la bordure du vallon de la Chapelle et la Combe de Champ-Reynier ; elle pourrait se prolonger en direction de la Chapelle-en-Valjouffrey et de la vallée du ruisseau de Béranger. Cette fracture provoquerait un abaissement du compartiment du Quairelet : il existe une dénivellation d'environ 300 m entre les conglomérats ("Westphalien") du Chamoux et le Houiller à plantes ("Stéphanien") du Quairelet. Au niveau du Houiller on observe un abaissement et un décalage vers le Nord du compartiment est, donc exactement l'opposé des rejets de la faille du Vet. Mais il s'agit peut-être, au moins en partie, d'une disposition primitive puisque le Stéphanien et le Permien n'existent que du côté du compartiment abaissé.

Quant au décalage vers le Nord de ce compartiment il est peu compatible avec les déformations qu'on y observe dans le Lias, au contact du bloc du Chamoux, à quelques mètres au Sud-Sud Est du sommet.

A cet endroit, une dalle de Lias forme une gouttière large de quelques mètres, d'axe presque vertical, avec une concavité tournée vers l'Est, ce qui nécessite un déplacement du compartiment vers le Sud.

Plus à l'Est et au Sud Est, on aborde l'extrême limite du secteur, et les accidents éventuels, dont les prolongements n'ont pas été observés, sont très mal définis.

Une petite faille nord nord est - sud sud ouest emprunterait la Draye de la Combe du Pont ; elle couperait la Crête de la Grande Roche (prolongement est du Quairelet) près du point 1649, et provoquerait au niveau du ruisseau de Près-Clos, vers 1400 m, une avancée des conglomérats "westphaliens" du compartiment est.

Des accidents d'orientation et de rejet analogues pourraient être responsables des abrupts orientés vers le Nord Ouest à la Tête de la Réméouse et au Grand Chapelet.

Enfin l'affleurement de socle des Rochers de Journet est limité à l'Est par une surface (de friction ?) presque verticale et orientée Nord Nord Est - Sud Sud Ouest (20° Est).

Quant à la limite du Lias et du socle, à l'Est de la Tête du Gris, le Lias repose sur le socle suivant une surface inclinée de 45° vers le Sud Sud Est (J. VERNET, 1962) et sans l'intermédiaire du Trias. Il s'agirait d'une faille inclinée, non chevauchante.

1° - Conclusions. Parmi les fractures observées au niveau du socle, les plus nombreuses sont orientées Nord Nord Est - Sud Sud Ouest à Nord Est - Sud Ouest (20° à 70° Est) ; elles présentent des rejets verticaux variés et généralement un décalage vers le Sud du compartiment est (décrochement).

On observe également quelques fractures voisines de Nord Ouest - Sud Est (120 à 140° Est) et de Est-Ouest.

2) - Les chevauchements.

Il s'agit plutôt de failles chevauchantes que de chevauchements au sens où on l'entend généralement.

a) - Près de Valbonnais

Au Nord et au Nord Est de la localité, le socle du massif du Coiro chevauche légèrement sa couverture sédimentaire, ici le Houiller "productif" et le Trias, suivant une surface orientée à peu près Nord Est - Sud Ouest et inclinée vers l'Est. Ce point situé en-dehors du secteur concerné ne sera pas détaillé ici.

Ce chevauchement disparaît quand on traverse la vallée de la Bonne ; en effet, dans le rayon des Rioux qui constitue la suite logique de ce contact, le Trias repose en position normale sur le socle, qui est en position nettement plus basse qu'au Coiro. Il y a entre les deux plusieurs fractures qui ont donné un fossé d'effondrement (vallée de la Bonne) accompagné d'un décalage latéral.

b) - Entre la Combe de l'Eterpat et le Bois des Combes

Dans ce secteur, le socle est chevauchant sur le Trias et le Lias suivant une surface orientée Nord Ouest - Sud Est (130° Est environ) et d'inclinaison variable vers le Nord Est (50 à 90°). Le chevauchement est limité au Nord Ouest et au Sud Est par des fractures dont il a déjà été question.

Le contact direct entre le socle et les formations sédimentaires est pratiquement masqué sur toute son étendue mais cette lacune d'observation est inférieure à 100 m. Le contact se suit entre le Bois des Combes (1100 m environ) et le sommet du Chamoux (2197 m) sur une dénivellation de plus de 1000 m ; sur ce trajet il se redresse, passant de 50-60° à la verticale ; en même temps les termes inférieurs de la série sédimentaire, Trias et base du Lias, disparaissent par laminage.

Au Sud de l'affleurement de quartzites métamorphiques et micaschistes du Bois des Combes, dans la Combe de l'Abreuvoir (1120 m) on trouve le Trias renversé sous un pendage de 50 à 60° vers le Nord Est et reposant sur le Lias, lui-même renversé sous le même pendage.

Cette disposition se retrouve dans la Combe de la Gorge, vers 1140 m. Les spilites qui forment le sommet du Trias se prolongent en direction de la Combe de l'Eterpat mais sans l'atteindre tout à fait. Dans le fond même de la

Combe, vers 1300 m, et sur sa rive gauche, affleure un niveau à traces charbonneuses et traces d'organismes attribué à l'Hettangien ; le pendage est de 60° vers le Nord Est. Le socle métamorphique forme la rive droite.

En remontant la Combe, le pendage passe à 75° vers 1450 m, dans des bancs écrasés attribuables au Sinémurien probablement supérieur. Vers 1900 m le pendage devient vertical et les bancs très écrasés. Il en est de même au sommet du Chamoux. A cet endroit il n'y a que quelques mètres de lacune d'observation entre le Lias vertical et le socle, ici recouvert de conglomérats "westphaliens". Ce Lias est assez élevé, probablement Pliensbachien puisque le Toarcien supérieur est daté à peu de distance près de la Croix de la Bonne Mère.

3) - Conclusions

Au niveau du socle et de sa couverture, on relève trois directions d'accidents.

- Des fractures est-ouest qui ne semblent pas avoir de rôle important.
- Des failles nord nord est - sud sud ouest à nord est - sud ouest ayant des décalages verticaux et horizontaux.
- Des accidents orientés Nord Ouest - Sud Est qui sont tantôt de simples failles, tantôt des accidents chevauchants et sont interrompus par les précédents.

Les failles nord est - sud ouest sont probablement celles qui ont joué en dernier lieu de façon appréciable. Les différents accidents ont joué à plusieurs reprises. Ce sont eux qui ont donné les dépressions dans lesquelles se sont déposés le Houiller et le Permien ; ils ont été ensuite à l'origine des variations de faciès du Trias et du Lias. A travers toutes ces époques, on constate une certaine permanence des zones d'enfoncement. Entre les différents blocs de socle, les différences de niveau qui étaient allées en s'accroissant ont formé les mâchoires qui ont orienté les plis au cours d'un épisode de serrage.

Le soulèvement des massifs cristallins, dont on a envisagé plus haut qu'il pouvait être postérieur aux plis principaux et accompagné d'un basculement d'ensemble, a dû faire rejouer les différentes directions.

On peut penser que les fractures nord est - sud ouest dont on a vu qu'elles décalaient les autres, ont particulièrement joué au cours de cette période. On peut leur attribuer :

- le dérangement des axes de plis par leur jeu latéral et vertical ;
- le jeu vertical a pu produire des modifications de plongement ;
- le jeu latéral aurait occasionné les changements d'orientation. Puisqu'il produit généralement un déplacement du compartiment est vers le Sud, il doit avoir entraîné une rotation des directions d'axe vers le Sud. Effectivement on constate que les axes sont en moyenne orientés 160° Est alors que la direction des éléments de la bordure du socle entre les différentes failles est 110 à 130° Est.

On avait invoqué un basculement d'ensemble accompagnant le soulèvement. En admettant que les plis aient été primitivement symétriques avec un plan axial vertical, le basculement serait d'environ 20° vers le Sud Ouest. Ce mouvement a dû affecter les fractures nord ouest - sud est ; et on peut se demander s'il n'est pas à l'origine des "chevauchements". Pour le Chamoux, un basculement du même ordre de grandeur suffit à expliquer la position actuelle. On comprend alors plus facilement pourquoi le chevauchement est limité par deux fractures nord est - sud ouest : du côté du Quairelet la position basse du bloc était peu favorable au basculement, le bloc du Vet est, lui aussi, moins élevé et il a pu être "retenu" par la présence du bloc de la Tête des Ferrières et du Coiro.

Le chevauchement de Valbonnais pourrait aussi avoir comme origine l'absence de butoir,

CHAPITRE IV. - LES DEFORMATIONS AU NIVEAU DE LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE

On envisagera d'abord les plis qui sont les formes les plus nettes à ce niveau, puis les fractures qui sont beaucoup plus discontinues.

A. - LES PLIS

L'examen rapide des formes topographiques suffit à délimiter deux secteurs :

- le secteur est, dans lequel on distingue à première vue des alignements nord ouest - sud est assez continus ;
- le secteur ouest où les formes sont beaucoup plus confuses.

La séparation entre ces deux secteurs suit la limite de changement de faciès.

Un examen plus complet sur le terrain montre que les surfaces topographiques sont très souvent à peu près conformes au pendage. On peut donc admettre que la topographie reflète assez fidèlement les déformations et étudier celles-ci en adoptant la subdivision suggérée par celle-là.

1) - Secteur est.

C'est dans ce secteur qu'ont été mesurés les différents axes de plis orientés en moyenne 160° et qui sont à l'origine des alignements : crêtes et dépressions.

a) - La crête Mont de Rousse - Sommet de Peyrague.

Il a près de 6 km d'extension. Débutant pratiquement au col de Parquetout, il est jalonné par le Mont de Rousse, le Chauvet, le sommet de Peyrague et se termine près de Corps par les Raviolles. En ce dernier point où l'axe principal est tranché presque perpendiculairement par une falaise formée au moins en partie de Pliensbachien s.s., on voit très bien plusieurs replis (Pl. 34). L'ensemble dessine une charnière anticlinale située à peu près sous le point culminant (sommet de Peyrague 1493 m).

Les mesures faites aux alentours du sommet donnent un axe presque Nord-Sud plongeant d'environ 20° vers le Nord. Le flanc ouest est très redressé, presque vertical. Le flanc est à pente modérée montre une inflexion synclinale, puis anticlinale qui donnent un petit col et le sommet du Serre de la Croix.

Vers le Nord Ouest, l'axe anticlinal est à nouveau coupé perpendiculairement par deux vallons, ceux des ruisseaux du Cros et de Combe Chaude.

La rive gauche du ruisseau du Cros est entièrement boisée et l'axe anticlinal n'apparaît pas. Cependant dans sa partie supérieure aboutissent les couches de la Crête de Peyrague en continuité apparente avec celles du Sommet de Peyrague et on constate leur passage sur l'autre rive.

Sur la rive droite, le détail montre de multiples replis (axes : 164° et 174° Est plongement sud 4° et 10°). L'ensemble forme une grande charnière anticlinale au niveau des Rochers de Chauvet ; le dessin en est souligné par un niveau à patine rouille.

Le flanc ouest est déversé dans sa partie inférieure sous un pendage de 65° Est.

Dans la Combe Chaude, on peut faire des observations analogues. L'axe est recoupé par le ruisseau vers 1530 m, il est orienté 165° Est avec un plongement vers le Sud de 15° environ. Le flanc ouest est déversé avec un pendage de 60° Est.

Au-delà, vers le Nord, conformément à l'inclinaison de l'axe, la crête morphologique s'élève jusqu'au Mont de Rousse (1876 m). Après le sommet elle s'abaisse sur 2 km d'abord progressivement, puis de façon plus accentuée, avant de disparaître au niveau du col de Parquetout.

Ceci est imputable à un plongement de l'axe vers le Nord. Il faut donc faire intervenir une ondulation de l'axe principal puisqu'il change de sens de plongement près du Mont de Rousse, et aussi entre les Rochers de Chauvet et le Sommet de Peyrague.

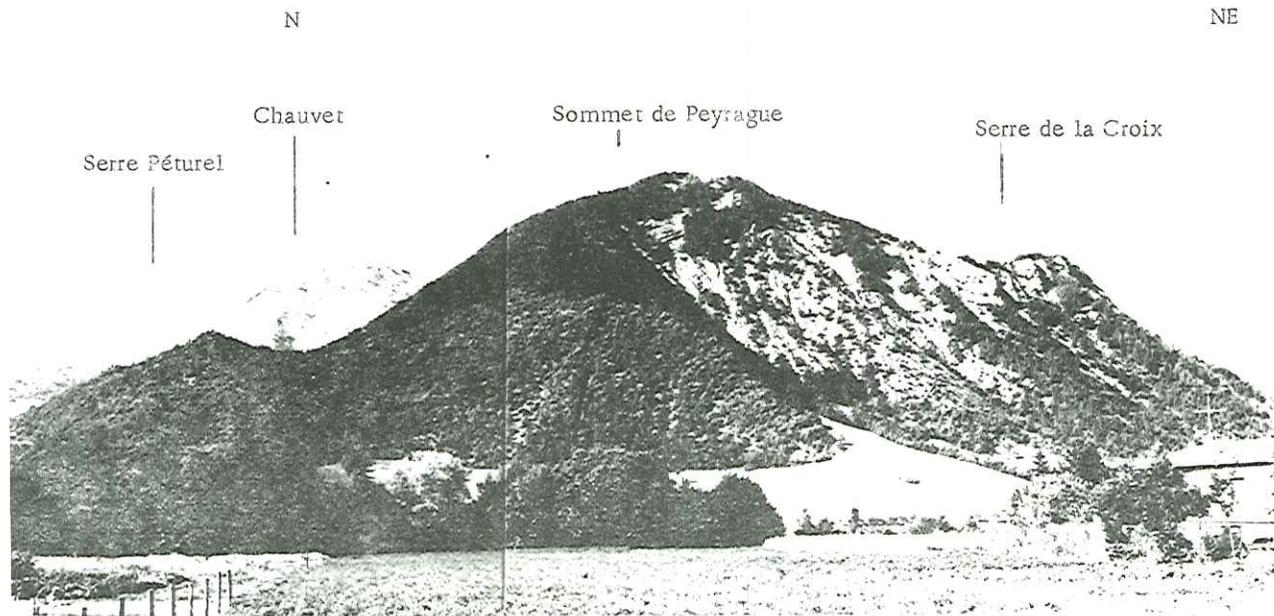


Planche 34 - Les Raviolles, extrémité S.E. de l'anticlinal Mont de Rousse - Chauvet -
Sommet de Peyrague.

b) - La dépression Clos de l'Alpe - Ruisseau des Faux (St-Julien),

Elle a une valeur synclinale puisqu'elle contient sur toute sa longueur du "Lias schisteux" qui débute avec le Domérien près de Saint-Julien.

Partant du Clos de l'Alpe, le synclinal emprunte le col Nodry, la combe des Aversins, le col de Chauvet, le ruisseau de Chauvet, le col 1354 et le ruisseau des Faux.

Au Nord du Clos de l'Alpe, la descente du Lias schisteux jusqu'à l'intersection du ruisseau d'Aigne Belle et du canal du Beaumont indique la prolongation du synclinal avec un plongement vers le Nord identique à celui de l'anticlinal voisin.

Le Col Nodry, situé à l'Est du Mont de Rousse correspond à un changement de plongement de l'axe, en effet, une charnière synclinale est visible vers 1640 m dans la combe des Aversins avec un faible plongement sud.

Les autres cols doivent correspondre à des changements identiques.

c) - La crête Le Colombier - Sommet de Côte Rouge - Point 1585.

Son unité est beaucoup moins nette, ce qui laisse présager une complexité plus grande.

Morphologiquement on distingue une crête du Colombier-Côte Belle et une deuxième crête parallèle Serre Méant - Sommet de Côte Rouge - Crête de la Scia, le point 1585 est un sommet arrondi situé sur la prolongation de cette direction vers le Sud. Plus au Sud encore, mais légèrement décalé vers l'Est, le point 1316 forme un petit sommet allongé suivant la même direction. On le rattacherait au même alignement.

La charnière anticlinale est nettement visible sous la terminaison de la Crête de la Scia, soulignée par un niveau à patine rouille (charnière à 1750 m environ) (Pl. 35a). On retrouve un plan axial incliné vers l'Est, un flanc ouest presque vertical et un flanc est peu incliné (20°). L'axe n'a pas été construit mais il est assez proche de l'horizontale.

Au Nord du point 1585 l'axe construit est orienté 160° Est et plonge de 30° vers le Sud.

Au Sud du point 1585 la charnière est beaucoup moins visible dans le niveau à patine rouille et affectée de replis, mais elle se situe vers 1500 m, ce qui confirme le fort plongement d'axe relevé plus au Nord. Cependant en ce point, l'axe serait orienté 135° Est avec un plongement sud d'environ 10°.

Cette orientation nouvelle, ainsi que la variation rapide d'inclinaison, permettent d'envisager la possibilité d'un raccord souple avec le point 1316, mais au prix d'inflexions rapides. En effet, l'anticlinal nettement visible dans la paroi rocheuse qui domine le ruisseau de la Salette au Sud du point 1316 doit à nouveau être orienté environ 160° Est avec un plongement sud (10 à 15°). Le petit col situé au Nord est occupé par le Lias schisteux (Domérien) ainsi que la rive gauche de la Combe de l'Oche qui prend naissance au col et se dirige vers le Sud.

Paradoxalement, entre la Combe de l'Oche et le Ruisseau des Faux, un petit repli anticlinal a un axe 160° Est avec un plongement de 30° Sud. L'ensemble de cette disposition suggère l'entrecroisement de deux directions de plis, ou encore la déformation d'une direction unique par déplacement vers le Sud Ouest de la partie sud. Ces deux éventualités ne s'excluent pas.

Au Nord de la partie déjà décrite, la prolongation de l'anticlinal principal doit former la Crête de la Scia, le Sommet de Côte Rouge et la Crête de Côte Rouge. L'axe proprement dit passe d'abord à l'Ouest de la Crête et doit ensuite la franchir entre la Crête de Côte Rouge et le Serre Méant. Le flanc est doit présenter des ondulations.

En effet, au Sud Est du Sommet de Côte Rouge, au lieu-dit Les Boutières, de légers reliefs correspondant aux bancs calcaires masqués par la prairie, dessinent une sorte de cuvette qui se ferme, vers l'extrémité de la Crête de la Scia au Sud, et au Nord non loin du Sommet de Côte Rouge, en donnant le petit monicule situé à l'Est du Sommet (Pl. 35b).

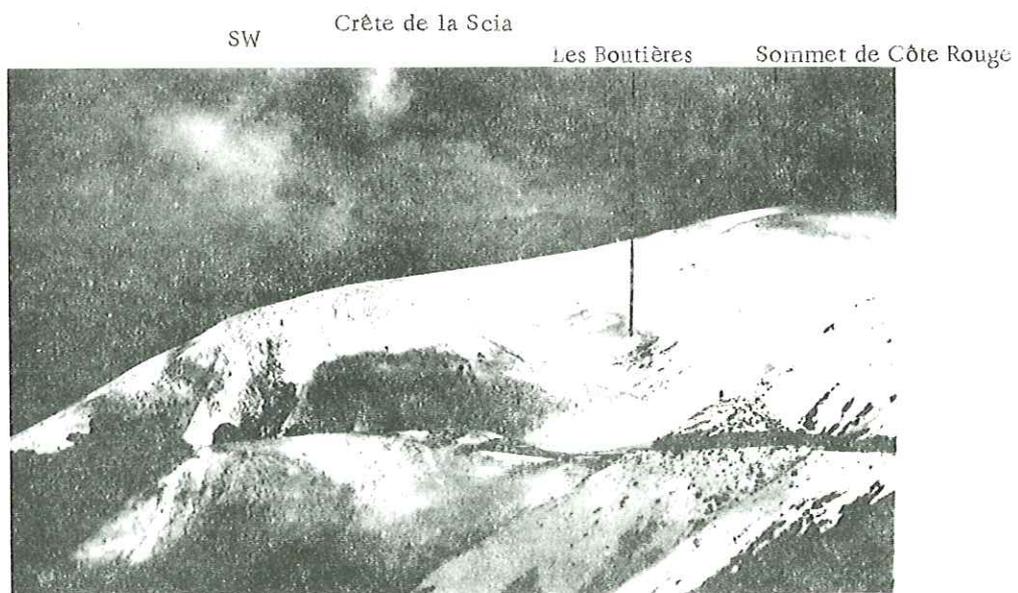
Le Col de Lière correspondrait alors au passage d'un anticlinal plus ou moins érodé, ce qui est conforme aux pendages observés. Au Sud, cet anticlinal ne serait qu'un simple repli plongeant vers le Sud et correspondrait aux affleurements rocheux situés près du point 1809.

Vers le Nord, avec le même plongement d'axe, les couches peuvent prendre de la hauteur, former le Sommet de Côte Belle et se continuer en direction du Colombier.

Planche 35 - Anticlinal de Côte Rouge -



a - Terminaison S.E. de la Crête de la Scia montrant la dissymétrie de l'anticlinal.



b - L'anticlinal de Côte Rouge (vu de Notre-Dame-de-La-Salette) avec le repli synclinal en cuvette entre la Crête de la Scia et les Boutières. Au premier plan à gauche l'anticlinal de la Tête de l'Homme.

Il y aurait alors au niveau du Col de Lière une sorte de relais. L'anticlinal de Côte Rouge cédant la place à un repli de son flanc est qui deviendrait l'anticlinal principal.

Au Nord du Col de Lière, sur la rive droite du talweg qui se dirige vers l'Alpe, on observe des replis du flanc ouest de l'anticlinal Côte Belle - Le Colombier ; l'un d'eux forme un petit anticlinal bien visible au niveau du Puits de Jacob ; il y a un axe orienté 150° Est et à peu près horizontal.

Au niveau de la bergerie de l'Alpe, les couches qui forment le Serre Méant recoupent le talweg en conservant un pendage sud ouest, et indiquent bien le rattachement de l'anticlinal de Côte Rouge à celui de Côte Belle - Le Colombier.

Sur le versant nord du Colombier, à proximité du sommet, on distingue plusieurs replis du flanc ouest de l'anticlinal recoupés par la topographie.

Le versant est est suffisamment masqué par la végétation ou les glissements et les tassements pour qu'il soit impossible d'en démêler la structure.

d) - Col d'Hurtières - Tête de l'Homme - Ruisseau des Boutières.

La dépression suivie par le Ruisseau des Boutières et remontant vers le Col d'Hurtières est occupée par du "Lias schisteux", ce qui lui donne bien une valeur synclinale. La direction générale de la dépression est d'environ 170°, donc voisine des directions rencontrées jusqu'ici qui étaient 180° Est. En partant du Col d'Hurtières, cette direction primitive conduirait vers la Tête de l'Homme qui est formée de couches calcaires dessinant un anticlinal. Cependant le Col de l'Homme, situé immédiatement au Nord, correspond au passage de "Lias schisteux" qui est en continuité avec celui du Col d'Hurtières et qui, vers le Sud, rejoint celui du Ruisseau des Boutières. La Tête de l'Homme, entièrement entourée par le Lias schisteux apparaît donc comme un anticlinal isolé.

Cet anticlinal, d'axe orienté à peu près 155° Est et voisin de l'horizontale, est aigu et dissymétrique (flanc ouest vertical, flanc est à pendage est accentué : 50 à 60°) (Pl. 36a). L'axe se suit sur une distance d'environ 700 m, puis cède brutalement la place à des zones déprimées correspondant au Lias schisteux.

Le fait est particulièrement net à l'extrémité sud ou à 1400 m c'est-à-dire 250 m sous la charnière visible dans les niveaux les plus élevés on passe presque sans transition au Lias schisteux. Il y a certainement là un accident transversal de type cassant qui serait orienté franchement est-ouest, mais dont la prolongation n'a pas pu être décelée.

Au Nord du Col d'Hurtières, là aussi dans la prolongation de la zone déprimée, se trouve un autre anticlinal avec un cœur triasique entouré de Lias. Au niveau du Trias l'axe est vertical, mais dans le Lias, une dizaine de mètres au-dessus, il plonge de 30° vers le Sud et est orienté 156° Est, donc parallèle à l'anticlinal du Col de l'Homme.

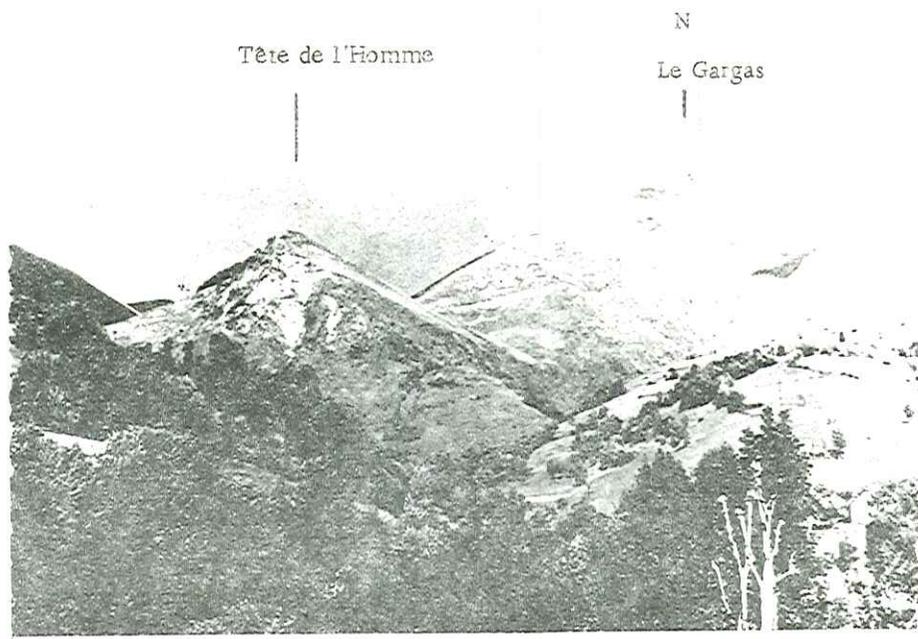
Sur le flanc est le Lias calcaire se réduit, probablement par étirement, et dans sa partie basse le Lias schisteux vient pratiquement au contact du Trias. Le Lias schisteux se prolonge au-delà, sur la rive droite du talweg partant du col, ce qui indique la continuation de la zone synclinale. Sur la prolongation de l'anticlinal, une épaisse couverture quaternaire empêche toute observation.

Les deux anticlinaux du Col d'Hurtières et du Col de l'Homme ont la même orientation, mais ils sont également à peu près alignés. Il n'est pas exclu qu'ils puissent se relier en profondeur en faisant intervenir une modification rapide de plongement (on en a déjà vu quelques exemples) ; sinon il reste l'intervention d'une fracture dont on voit mal la position et la prolongation, ou encore l'existence de plis très localisés dont la formation est énigmatique (entre-croisement de deux directions ?).

e) - Le Gargas et le Planeau.

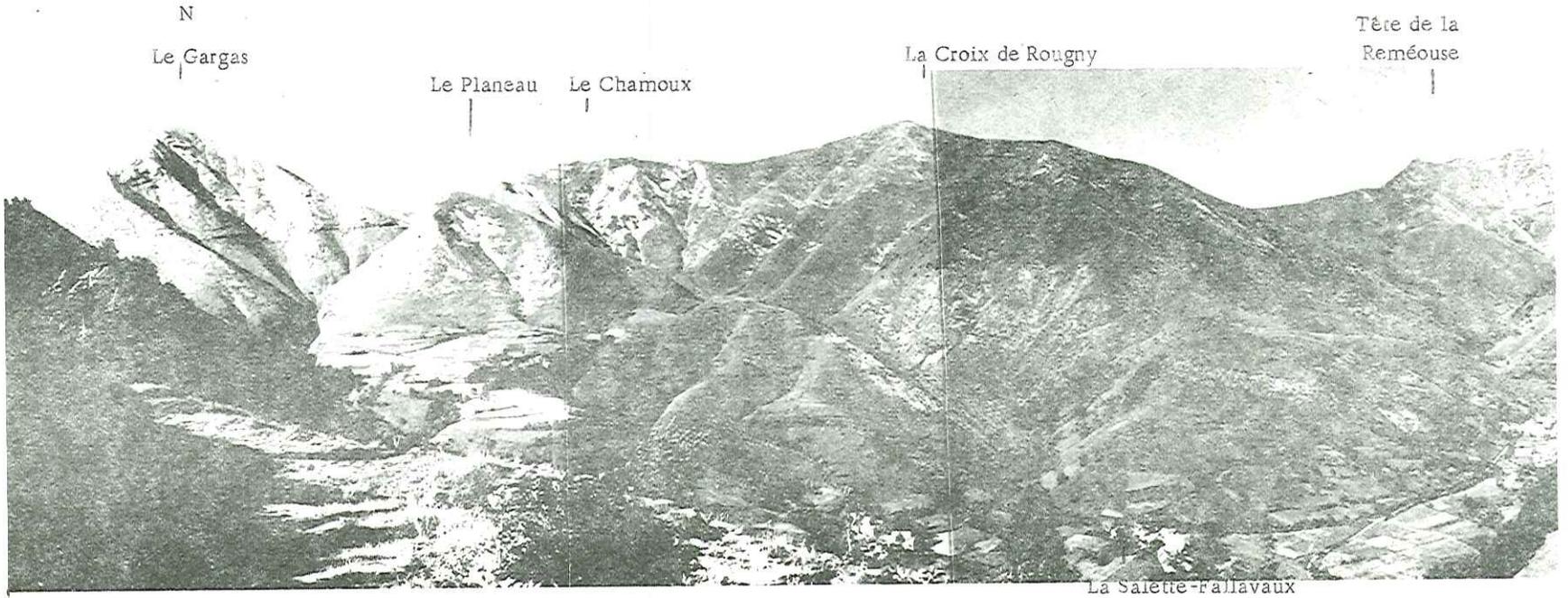
Le Gargas présente un aspect massif, il semble former une sorte de dôme avec des pendages divergents autour du sommet.

Cette masse est affectée de plusieurs replis. L'un d'entre eux situé sur le versant sud ouest, un peu au-dessus du Col de l'Homme, attire particulièrement l'attention car le dessin des bancs, d'ailleurs reproduit par le fond topographique, suggère un pli couché vers le Nord Ouest. En réalité il s'agit d'un simple repli orienté Nord Nord Ouest - Sud Sud Est, comme la direction des plis principaux rencontrés jusqu'ici et que la topographie recoupe dans une direction très voisine de l'axe.



- Planche 33 -

a - Anticlinaux de la Tête de l'Homme et du Gargas



E

b - Panorama Gargas-Plateau-Croix de Rougny.

Les autres replis ont une direction voisine ; pour l'un d'eux, la construction donne un axe orienté 160° Est et plongeant de 28° vers le Sud.

Au Sud du sommet, dans les côtes du Gargas, de grandes dalles calcaires dessinent une charnière ayant une direction semblable et que l'on peut considérer comme la voûte anticlinale. Vers le Nord Ouest la crête qui se dirige sur les points 2078 et 1907 esquisse la prolongation de cette direction.

Vers le Sud Est, le Plateau dessine un anticlinal axé sur la même direction, au Nord Est, au Sud et au Sud Ouest le dessin des couches qui le contournent indique nettement le plagement d'axe vers le Sud.

L'interruption du vallon de la Sézia n'est qu'apparente, on voit d'ailleurs les couches le franchir vers 1500 m.

On doit donc rattacher le Plateau au Gargas et considérer qu'il s'agit d'un anticlinal unique. Cet anticlinal est orienté conformément à la direction générale. Cependant l'axe subit une perturbation importante au niveau du vallon de la Sézia : les couches à patine rouille sont remontées de 50 à 100 m sur la rive gauche (le Plateau). Sur la rive droite, dans la partie inférieure des côtes du Gargas, le dessin du niveau à patine rouille comporte une courbure dirigée à peu près Nord Est - Sud Ouest. Il pourrait s'agir d'une deuxième direction de plis, qui interfère avec la direction dominante en provoquant entre autre les inflexions d'axes déjà constatées.

f) - Col de l'Eterpat - Ruisseau des Baisses,

Il s'agit de la zone synclinale qui borde l'anticlinal Gargas - le Plateau. Elle contient différents niveaux plus ou moins schisteux allant du Domérien à l'Aalénien. Quelques niveaux plus calcaires correspondant au Toarcien permettent de reconnaître la structure.

Ils dessinent une charnière synclinale qui franchit la crête Col de l'Eterpat - Le Chamoux nettement à l'Est du Col (le col correspondrait au Domérien). Au Nord de la crête, l'axe se situerait vers 1850 m entre les deux branches principales du ruisseau de la Combe de l'Eterpat ; franchirait la crête environ 150 m à l'Est de la Croix de la Bonne Mère, et se poursuivrait au Sud en direction du confluent Combe des Baisses - Combe de Passet. Cet axe est orienté presque Nord-Sud et incliné d'environ 25° vers le Sud.

Ce synclinal est compliqué de replis longitudinaux et transversaux difficiles à démêler dans le détail mais qui indiquent l'intervention de deux directions de plis.

Plus au Sud, le synclinal doit suivre le Ruisseau des Baisses plutôt sur sa rive gauche (Est) puisque les couches sont inclinées vers l'Est sur la rive droite ; sur la rive gauche elles ont un pendage ouest faible, qui s'accroît rapidement ; on a le dessin d'un demi-synclinal, bien visible vers 1500 m entre la Combe de la Blache et le Ruisseau du Méant (affluents de rive gauche du Ruisseau des Baisses). L'axe se dirige ensuite vers les Granges, hameau situé à l'Est de Fallavaux.

Dans le Ruisseau des Baisses, entre 1250 et 1300 m, des ondulations transversales, visibles au niveau des couches un peu plus calcaires du Toarcien, se superposent à l'axe principal.

La direction moyenne du synclinal qui vient d'être décrit est de 165° Est. L'axe nord-sud, relevé près de la Croix de la Bonne Mère, s'explique facilement par une rotation locale provoquée par les fractures qui affectent le socle ici très proche. L'une d'entre elles suit précisément la bordure sud est du Chamoux, et on se trouve sur sa prolongation normale. Ces fractures, orientées Nord Est - Sud Ouest et dont le compartiment est est déplacé vers le Sud, devraient provoquer sur des plis transversaux préexistants une rotation qui correspond bien au changement constaté.

g) - Tête de la Pale Traversière - Croix de Rougny.

Sur le versant ouest, on distingue une cascade de replis monoclinaux dans les calcaires ; ils sont orientés Nord Nord Ouest - Sud Sud Est comme les plis dominants. Etant donné les conditions d'affleurement, leur continuité n'est pas établie, mais elle semble assez probable. Les calcaires remontent fortement puisqu'ils constituent le sommet de la Croix de Rougny (2262 m, point culminant du secteur étudié).

Sur le versant opposé, les calcaires redescendent jusque vers 1900 m dans le Vallon de la Chapelle et sur la Crête de Près-Clos avec de nombreux replis mais un pendage général dirigé vers le Nord Est. La crête principale prend donc une valeur anticlinale en tout cas entre le Chamoux et la Tête de la Pale.

Du côté du Vallon de la Chapelle, les replis sont complexes avec deux directions : l'une nord ouest - sud est, parallèle à la direction du pli principal, l'autre nord est - sud ouest, à peu près parallèle à la Crête de Près-Clos.

L'axe principal devrait se prolonger vers la Croix de Rougny, mais dans cette direction on rencontrerait bientôt le Trias et le Permien avec des couches très redressées et orientées Nord Est - Sud Ouest. Au Sud Sud Est de la Croix de Rougny, le Lias calcaire a aussi le même pendage.

Il faut donc admettre qu'ici, la direction transversale, déjà nette au niveau de la Crête de Près-Clos, devient prédominante. Le phénomène est assez localisé car sur le versant ouest les replis nord ouest - sud est apparaissent nettement, en tout cas, jusqu'à 2 000 m.

De même, au Sud de la Croix de Rougny, à partir de la Pale Ronde (2 036 m), le Lias calcaire reprend progressivement une direction nord ouest - sud est, cependant l'axe anticlinal n'existe plus : à l'Est, on rencontre toujours Trias et Permien.

h) - Conclusions.

L'étude des plis dans le secteur est montre l'existence d'une direction prédominante 160° Est. Cette direction est affectée par des ondulations transversales et des changements de direction qui sont de plus en plus importants à mesure qu'on se rapproche de la limite du socle. Ces perturbations peuvent donc être attribuées aux causes déjà envisagées dans l'essai d'analyse structurale.

- Influence, lors du plissement, des failles d'origine hercynienne pouvant donner deux directions de plis.
- Rejeu des failles lors du soulèvement des massifs cristallins accentuant les irrégularités par contrecoup souple du jeu plus ou moins indépendant des différents blocs, et provoquant un basculement général vers le Sud Ouest ainsi que des rotations d'axes dues au jeu latéral des fractures nord est - sud ouest. Ce rejeu s'est peut-être, surtout au voisinage du socle, accompagné d'une accentuation des plis préexistants.

2) - Secteur ouest.

Les formes topographiques y sont beaucoup plus confuses.

On distinguera quatre régions :

- région de Saint-Pierre-de-Méarotz, périmètre compris entre la Bonne et le Drac à l'Ouest d'une ligne Saint-Laurent-en-Beaumont - Les Martins ;
- région de la Crête de la Sciau - Sommet de Saint-Michel ;
- région de la Montagne du Beaumont ou Chauvet ;
- région de Villelongue - Les Côtes-de-Corps, qui fait la transition avec le secteur est.

a) - Région de Saint-Pierre-de-Méarotz.

Le Quaternaire y est très développé et empêche de connaître la structure tectonique.

On trouve cependant au Nord Est une bande pratiquement continue de Bajocien inférieur calcaire à pendage vers le Sud Ouest (orientation moyenne 150° Est) ; elle débute à la Roche (près de la Salle-en-Beaumont) passe par les Mayers, les Miards et traverse la Bonne puis la Roizonne un peu avant leur confluent.

Le Bajocien calcaire réapparaît au barrage de Saint-Pierre-de-Méarotz dont il forme les assises (orientation moyenne 40° Est). Enfin dans le ruisseau de la Salle, au Nord de Bas-Beaumont, on trouve des niveaux schisteux micacés probablement bathoniens. Il s'agit donc d'une région à valeur synclinale ; on peut envisager un axe nord ouest - sud est d'après le flanc est et nord est - sud ouest d'après le flanc ouest.

L'axe général pourrait alors être Nord-Sud, mais il est probable que ce résultat apparent est obtenu par la combinaison des deux directions de plis rencontrées dans le secteur est.

b) - Région Crête de la Sciau - Sommet de Saint-Michel.

On peut y distinguer une large voûte anticlinale dont le flanc ouest est dessiné par les calcaires à entroques. L'axe est à peu près Nord Ouest - Sud Est et passerait légèrement à l'Ouest du point 1493 de la Crête de la Sciau. Cette voûte se distingue bien dans les affleurements au Sud de Côte Rousse près de la Salle-en-Beaumont.

Cette courbure très large est compliquée localement par des replis. Les mesures et constructions effectuées pour plusieurs de ces replis, sur la route de Saint-Michel et au Nord de la Crête au niveau du canal du Beaumont, donnent une direction d'axe moyenne de 70° Est ; les axes sont horizontaux ou plongent légèrement (10 à 15°) vers le Sud Ouest.

Vers le Sud Est, les replis s'accompagnent d'un abaissement des couches vers le Ruisseau de Tourillon. Sur la rive gauche (Sud) du ruisseau, les calcaires à entroques forment le sommet de la crête les Bourlens - point 1208 m dessinant une fermeture périclinale due à l'intervention de la direction 70° Est qui provoque l'apparition de Lias schisteux (Aalénien) vers Palanfray sur le flanc nord de la Montagne du Beaumont.

c) - Région de la Montagne du Beaumont ou Chauvet.

La Montagne du Beaumont est un dôme plus ou moins ovale de 5 km sur 3 environ, grossièrement allongé Nord Ouest - Sud Est. Les pendages sont dans l'ensemble divergents autour du sommet et on trouve de toute part les calcaires à entroques en gros bancs ou en intercalation. Il s'agit donc bien, dans l'ensemble, d'un petit dôme structural. L'allongement peut être considéré comme le résultat des plis de direction 160° Est.

Cependant, à l'Ouest du sommet, les pendages relevés autour de la Crête des Beaumes donnent un axe orienté Est-Ouest et plongeant vers l'Ouest (35° environ) conformément à la direction de la crête. Un peu plus à l'Ouest l'axe anticlinal s'infléchit vers les Chambons et devient Nord Est - Sud Ouest.

C'est ce que montre le dessin des calcaires à entroques autour du point coté 872 de la N. 85 ; il est doublé vers l'extérieur par le Bajocien.

Un repli situé au bord de la N. 85, 300 m au Sud Est du point 872, donne un axe orienté 66° Est et plongeant d'environ 45° vers le Sud Ouest.

La plus grande partie du versant sud est masquée par des glissements en masse, des éboulis divers et du Glaciaire dans la partie inférieure. A l'extrémité sud est du dôme dans le versant qui domine le ruisseau de Claret, les conditions sont à peine meilleures et on se trouve dans la zone de changement de faciès. On peut annexer au dôme la crête qui sépare le ruisseau de Claret de celui de la Sézia, son versant sud est formé de Toarcien et constituerait la fermeture périclinale d'un anticlinal nord ouest - sud est. La fermeture se continuerait par la crête située immédiatement à l'Ouest de "Les Dauphins".

d) - Région Villelonge - Les Côtes de Corps.

C'est une zone déprimée à la jonction des secteurs est et ouest ; il y affleure surtout des niveaux schisteux difficiles à identifier et dans lesquels on ne peut pas repérer les pendages.

Au Nord, vers Villelonge, les directions topographiques sont assez nettement Nord Est - Sud Ouest.

On considérera schématiquement qu'il y a :

- un synclinal Saint-Michel-en-Beaumont - Col de la Chafnelette ;
- un anticlinal Villelonge - point 1418 (entre le Col de la Chafnelette et celui de Parquetout) ;
- un synclinal ruisseau de Blache-Longe - Col de Parquetout provoquant la disparition de l'anticlinal du Mont de Rousse à l'extrémité de la Crête de l'Alpe.

Un peu plus au Sud, entre le Col de l'Holme et le Mont de Rousse, l'alignement calcaire Robeyrette - Plainet et les pendages sur le versant nord de Robeyrette indiquent une direction nord est - sud ouest. Cependant, dans le fond du talweg au Sud de Robeyrette, on relève dans les calcaires une charnière orientée 155° Est et plongeant de 30° vers le Sud. Le talweg descendant du Haut Col présente la même orientation et montre, sur sa rive gauche (Est) du Lias schisteux qui se prolonge vers la cabane 1396 et les Chaux. Au-dessus de la cabane, vers 1450 m, un repli anticlinal est axé sur le Plainet. Ces directions sont Nord Ouest - Sud Est. On a donc à cet endroit un entrecroisement net de deux directions de plis.

La dépression du Col de l'Holme - Sainte-Luce est, elle aussi, orientée Nord Ouest - Sud Est. Son fond est entièrement recouvert de Quaternaire et on n'aperçoit pas de Lias schisteux, mais il est vraisemblable qu'il s'agit d'un synclinal.

Dans le restant de cette région, vers le Sud, les axes nord ouest - sud est persistent, ils semblent devenir plus proches de Nord-Sud d'après les mesures faites sur des replis qui sont dirigés 170° Est.

On relève principalement un synclinal Les Achards - Le Cros, suivi d'un anticlinal qui donne le point 1318, à l'Est de Les Achards, au-delà duquel les couches s'abaissent vers le Sud - Sud Ouest en direction du vallon de la Sézia.

e) - Conclusions.

Dans le secteur ouest, les plis nord ouest - sud est (160° Est) sont beaucoup moins serrés et continus ; ils forment de larges ondulations à grand rayon de courbure et ont un faible allongement. Les plis nord est - sud ouest s'accompagnent de replis (70° Est) et sont beaucoup plus facilement visibles qu'à l'Est. Ils semblent aussi jouer un rôle plus important (mais cette impression peut venir en grande partie du fait qu'on les voit mieux en l'absence d'autres plis serrés).

On peut en conclure que le serrage a été moindre. Cela ne surprend pas pour une zone de haut-fond (faciès à entroques) qui était en relief par rapport à d'autres : il n'y a pas eu de compression importante faute de "mâchoires". De plus, la série étant réduite, elle devait se prêter moins bien au plissement et épouser de plus près les déformations du socle ; c'est ce que pourraient indiquer des plis plus amples et courts. Ils traduiraient l'influence d'un petit dôme de socle sous-jacent, qui s'était déjà manifesté par un haut-fond. Les replis axés Nord Est - Sud Ouest sont, semble-t-il, localisés dans les secteurs d'abaissement et d'interruption des axes nord ouest - sud est par des synclinaux transversaux. Ces zones plus déformées pourraient correspondre au niveau du socle à une plus grande densité de fractures au passage entre des blocs mieux individualisés, dont l'ensemble constituerait le dôme.

B. - LES FRACTURES (au niveau de la couverture sédimentaire).

On a déjà dit qu'elles s'observent presque par point et qu'il est très difficile de savoir si elles se continuent. Les directions relevées sont presque toujours voisines des deux directions de plis.

1) - Direction Nord Est - Sud Ouest.

- Une telle fracture a été envisagée dans la description stratigraphique pour expliquer un redoublement des couches près de Pont-du-Prêtre, entre le Grand et le Petit Roussillon ; elle provoquerait une remontée du compartiment ouest et emprunterait la dépression entre les deux sommets. Cette fracture pourrait se prolonger en direction de Saint-Laurent-en-Beaumont et passer légèrement à l'Ouest du sommet de l'Aupette, en provoquant un léger décalage (toujours de même sens) des niveaux du Bajocien. Cette fracture serait à peu près 15° Est.

- Au bord de la route de Saint-Michel-en-Beaumont, sur la rive droite de la Combe des Ferrands, on relève des indices de fracturation limitant un affleurement de calcaires à entroques ; sur la rive gauche, on trouve une zone de schistes écrasés sur la même direction. Cette fracture pourrait éventuellement se prolonger vers le Nord Est où les schistes montent assez haut en direction du Serre du Mouchet, et passer à l'Est du point 1413 de la Crête de la Sciau.

Vers le Sud Ouest, la fracture pourrait traverser le Ruisseau du Tourillon vers 970 m et passer à la base de la falaise sous le point 1184, au lieu-dit La Pisse. Elle devrait ensuite traverser la crête et recouper vers 960 m le sentier qui part du point 909 sur le canal du Beaumont.

Cette fracture serait orientée environ 50° Est et provoque, au moins près de Saint-Michel, un abaissement du compartiment sud est.

- Sur le versant sud de la Montagne du Beaumont et à l'Est de Quet, on retrouve plusieurs fois les calcaires à entroques en gros bancs surmontant les niveaux à intercalations d'entroques puis les calcaires, avec le niveau à patine rouille. Les pendages conservent une direction à peu près identique vers le Sud Ouest, et l'espace disponible entre les différents affleurements n'est pas suffisant pour invoquer des ondulations. On est obligé de faire intervenir des cassures orientées à peu près Nord Nord Est - Sud Sud Ouest décalant toutes le compartiment sud est vers le bas (ou vers le Nord Est). Ces fractures seraient au nombre de trois.

L'une, passe un peu à l'Est de Quet et recouperait la N. 85 avant le point 893.

Une autre suit la Combe de Bouge sur sa rive gauche, au niveau de la route on observe plusieurs petites fractures nettes, orientées 20° Est.

La troisième borderait à l'Est la crête qui va de Chapelle et Garnière à la cabane 1344 ; il y a plusieurs indices de fracturation selon cette direction.

On pourrait peut-être envisager une quatrième fracture parallèle passant au point 987 de la route de Sainte-Luce.

Les deux premières cassures devraient recouper la crête sud est de la Montagne du Beaumont, mais on n'a aucun argument pour les placer ; elles peuvent passer inaperçues ou être déjà amorties.

- Sur la retombée est de l'anticlinal triasique du Col d'Hurtières, le contact presque direct spilites-Lias schisteux peut être considéré comme une faille au lieu d'un étirement. Au Sud, on n'a aucun argument pour la prolonger. Vers le Nord, on pourrait être tenté d'y voir la suite de la faille très importante de la Combe du Vet, mais sur le passage il y a une crête calcaire, pratiquement continue entre le Bois des Combes et le Gargas, qui est peu compatible avec le passage d'une fracture de la direction considérée, surtout si l'on tient compte du rejeu latéral qui existe au niveau du socle.

A propos des plis, on a vu que la Tête de l'Homme est limitée au Sud par un contact calcaires-schistes, dont on peut faire difficilement autre chose qu'une cassure ; une prolongation éventuelle pourrait être le vallon de la Sézia, entre le Gargas et le Planeau. Il y a effectivement à cet endroit un décalage du niveau à patine rouille, mais il ne se fait pas dans le sens voulu et on a vu que les couches traversent le vallon et sont en continuité apparente. La fracture pourrait être très limitée.

2) - Direction Nord Ouest - Sud Est.

Elle n'a été observée de façon nette qu'en deux points, dans la région des Côtes de Corps et près de la route Corps Sainte-Luce.

- A la ferme du Couvat, sur la rive droite du Ruisseau des Faures et au fond du ruisseau, à l'altitude 950, des bancs calcaires à l'Ouest sont tranchés suivant une direction 160° Est proche de la verticale (80° Est à 90°) et mis en contact avec des schistes (Aalénien daté) à l'Est. Le compartiment ouest (calcaire) serait remonté. La prolongation de l'accident vers le Nord Ouest n'a pas été observée. Vers le Sud Ouest, il devrait recouper le Serre de Peturel à un endroit où il est formé de schistes dans lesquels la cassure peut très bien passer inaperçue.

Dans la même direction, l'affleurement de Bajocien du point 875 de la N. 85, dont le pendage (15° Sud Est) se comprend mal, pourrait être limité vers l'Est par cette cassure. Le compartiment ouest (Bajocien) serait soulevé comme plus au Nord.

- Près du point coté 1043 de la route Corps - Sainte-Luce (environ 500 m au Sud du hameau du Villard), sur la rive droite d'un petit talweg, on a un contact brutal orienté 160° Est presque vertical (80° Est) entre les calcaires à l'Est et les schistes à l'Ouest.

Sur la rive gauche, dans la même direction on rencontre une brèche formée d'éléments calcaires cimentés par de la calcite ; il s'agit certainement d'une brèche de faille.

D'autres indices de cette direction existent en de nombreux points, mais dans des conditions telles qu'on peut penser à de simples diaclases.

3) - Direction Est - Ouest.

Elle est clairement visible à la base de la falaise qui forme la face nord du Gargas, une zone de broyage correspond à un changement brusque de pendage. On passe d'un léger pendage vers le Sud pour la falaise à un net pendage vers le Nord ou le Nord Est (50° environ) à partir de son pied.

Une flexure brusque avec rupture observée dans les ravinelements à l'Est de la Croix de la Bonne Mère pourrait être la prolongation de cette direction vers l'Est. Alors qu'à l'Ouest elle pourrait donner la face nord abrupte et rectiligne de l'anticlinal triasique du Col d'Hurtières.

L'anticlinal du Col d'Hurtières et le Gargas qui représentent le compartiment sud seraient soulevés. Cependant entre ces deux points la fracture passe inaperçue.

4) - Conclusions.

L'étude des fractures au niveau de la couverture sédimentaire n'amène pas d'élément nouveau. On retrouve les directions rencontrées pour les fractures du socle et pour les plis, ce qui permet seulement de dire que toutes les déformations sont liées.

Les grandes fractures du socle ne semblent pas avoir, sur les plis, les répercussions auxquelles on pourrait s'attendre, en particulier pour la faille de la Combe du Vét qui devrait s'amortir en moins d'un kilomètre. Il faut donc penser que les décalages latéraux de la bordure du socle se sont produits après la formation des plis et n'ont donné lieu, dans la couverture, qu'à des "bourrages" locaux ou à des rotations d'axes. Ceci correspond bien à la succession des événements envisagée pour les déformations.

CONCLUSIONS SUR LA TECTONIQUE ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

L'étude stratigraphique avait mis en évidence des variations d'épaisseur et de nature des sédiments suivant deux directions (N-NW - S-SE et NE - SW à EW). Dans la région étudiée on avait essentiellement une zone subsidente (série complète et épaisse) à l'Est, et une zone de haut-fond (série réduite avec lacune probable, faciès à entroques et débris de micaschistes) à l'Ouest.

L'étude tectonique a montré que les déformations, fractures et plis, suivent également deux directions, qui sont identiques aux directions paléogéographiques, et des différences de comportement entre les deux zones de faciès,

- A l'Est la direction des plis dominants (160° E) est parallèle à la direction de variation de faciès. On peut considérer que c'est le résultat, au cours d'une période de serrage, de l'effet de mâchoires produit par les bordures (formées de socle) de la zone subsidente. Son contenu, étant donné son épaisseur relative, a pu se prêter facilement à la formation de plis serrés.

- A l'Ouest la liaison des déformations avec la position du socle est peut-être encore plus nette : des plis larges et courts correspondraient à l'influence des éléments d'un petit dôme sous-jacent de socle, qui était déjà à l'origine du haut-fond.

Il y a donc une liaison évidente entre les lignes paléogéographiques et les structures tectoniques qui montrent un parallélisme frappant. Ces lignes résultent des mouvements et de la disposition des différents éléments du socle, qui dépendent des jeux successifs de fractures, et dont l'origine remonte déjà à l'époque hercynienne.

Ces directions ont été empruntées par les phases sudète, asturienne, saaliennne, palatine, cimérienne ancienne, ainsi que par les mouvements intraliasiques, et elles ont à nouveau été sollicitées par les mouvements alpins.

Pour ces déformations alpines, l'essai d'analyse structurale confirmé par la description tectonique, a montré que l'on peut admettre comme succession :

1° formation des deux directions de plis (160° et 70° E) et de la schistosité générale (160° E).

2° montée des massifs cristallins qui provoque un basculement d'ensemble vers l'Ouest et la dispersion des éléments antérieurs (en particulier par l'influence des décrochements au niveau du socle).

Différentes particularités ont pu ainsi être expliquées (déviation et torsion d'axes de plis, dérangement croissant des structures quand on se rapproche des massifs cristallins, amortissement rapide des décrochements du socle au niveau de la couverture sédimentaire, formation des "chevauchements" du socle).

La datation des mouvements alpins n'est pas possible dans le secteur étudié, mais on peut essayer des comparaisons avec les régions voisines dans lesquelles on connaît plusieurs phases (R. BARBIER, 1956 ; J. DEBELMAS, 1963 et 1964 ; J. SARROT-REYNAULD, 1965):

- phase antésénonienne (Crétacé moyen) du Dévoluy,
- phase paléocène (Chafne arvinche) au Nord du Pelvoux,

(ces deux phases se manifestent surtout par des plissements).

- phase sannoisienne (Oligocène inférieur) qui intervient surtout dans les zones internes, dans les zones externes elle se manifesterait plus tardivement par des soulèvements, sensibles surtout au Miocène (début de la surrection définitive des massifs cristallins externes),

- phase ponto-pliocène, avec plissement des chaînes subalpines et montée rapide des massifs cristallins externes.
(Ces deux dernières phases correspondent donc surtout à des mouvements verticaux dans le secteur étudié).

Le soulèvement des massifs cristallins semble avoir été assez continu, avec cependant quelques saccades, et les mouvements (réajustements) se prolongeraient jusqu'à l'époque actuelle.

Classiquement chacune des différentes phases devrait montrer :
un premier stade de compression (plissement, chevauchement)
un deuxième stade de détente (réajustement par mouvements verticaux).

Mais suivant la position de l'emplacement étudié par rapport à celui où la phase considérée a produit son effet maximum, le résultat de l'un ou l'autre des stades pourrait être prédominant.

Dans la région étudiée, on n'a distingué que deux événements principaux, mais il n'est pas exclu que chacun d'eux puisse correspondre à l'addition des effets de plusieurs phases successives, qui auraient présenté un même caractère prédominant.

On peut alors proposer le déroulement suivant :

phase antésénonienne phase paléocène (arvinche)	prédominance de la compression	formation des plis et de la schistosité
Miocène Ponto-Pliocène	prédominance des mouvements verticaux	dérangement des structures antérieures, chevauchements, décrochements

Pour le plissement on attribuera le rôle principal à la phase arvinche, puisque c'est elle qui a produit les effets les plus spectaculaires (écaillage du socle au Nord du Pelvoux).

Du Miocène au Pliocène, accompagnant des mouvements verticaux prédominants (surrection des massifs cristallins), les chevauchements et décrochements montrent l'intervention de mouvements transversaux, donc de compression.

Les transformations des minéraux argileux qui iraient jusqu'à un léger métamorphisme, ont été mises en relation avec l'acquisition de la schistosité qui est contemporaine des plis. Les transformations considérées devraient donc dater du Paléocène comme le plissement.

Dans ce déroulement proposé pour les mouvements alpins on rejoint parfaitement les idées de P. VIALON (1968). On admettra que le plissement principal date du Paléocène, ceci sans vouloir négliger les mouvements postérieurs qui, bien que simples, ont donné à la chaîne sa physionomie actuelle.

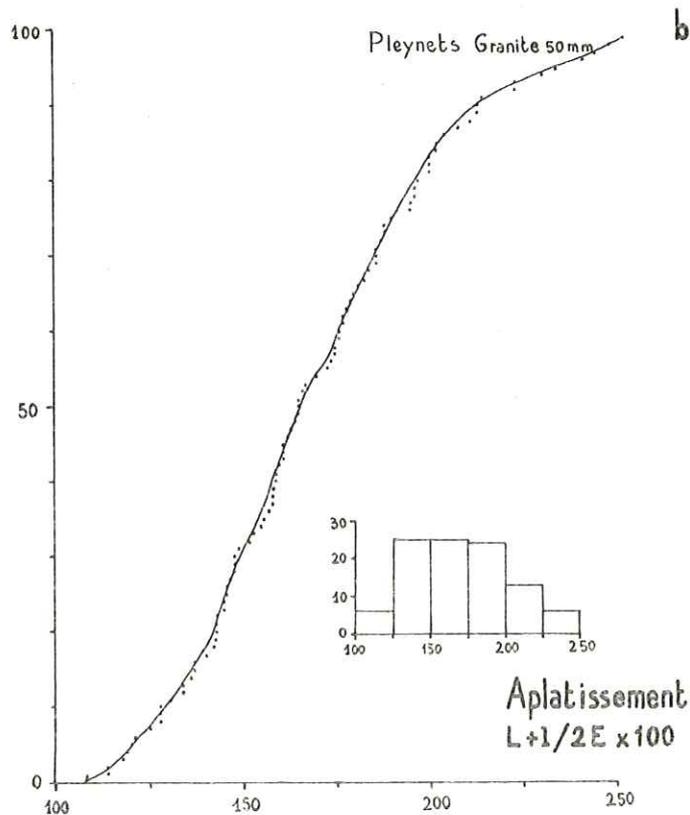
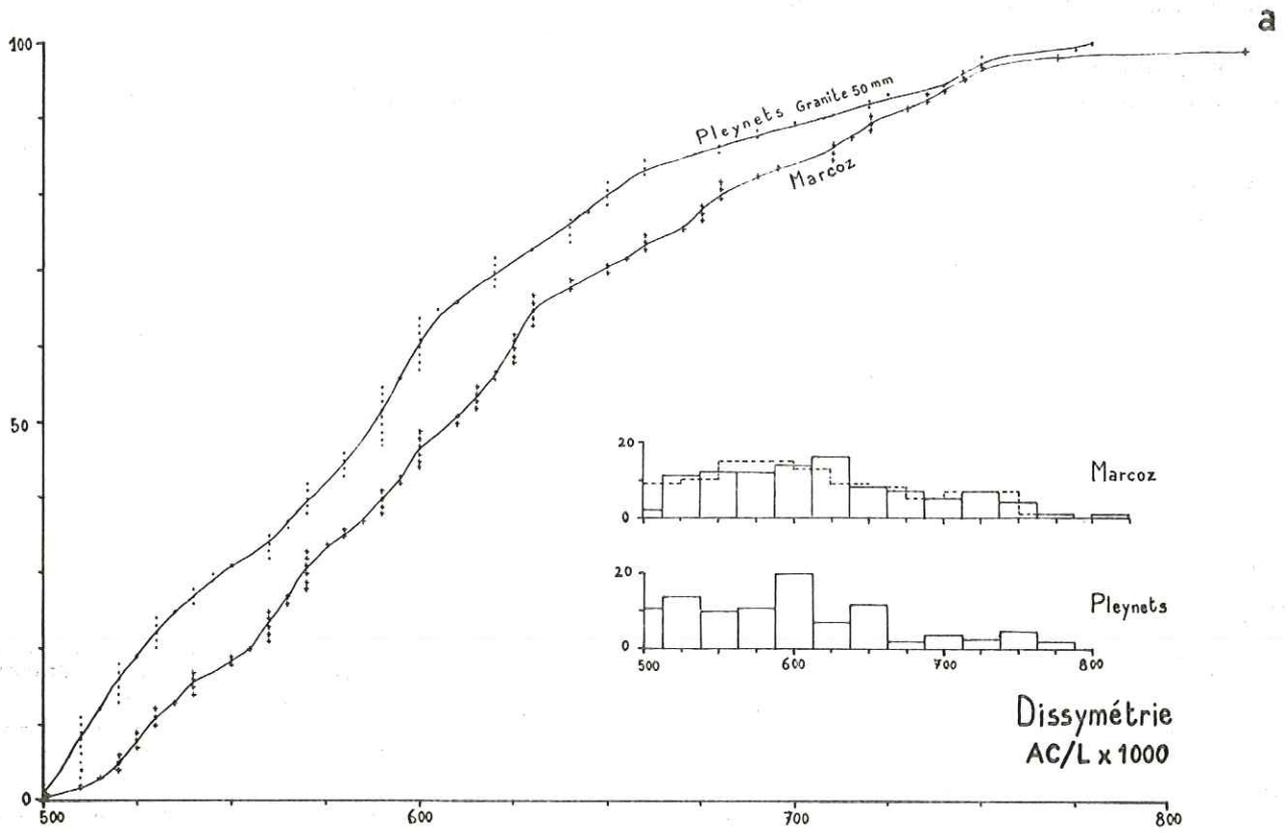
Au terme de cette étude, on soulignera les caractères remarquables de la région du Beaumont et de La Salette, qui l'apparentent étroitement à la région du Dôme de La Mure étudiée par J. SARROT-REYNAULD.

Tout au long de l'histoire géologique connue, deux secteurs s'individualisent nettement, tant par les différences dans la sédimentation que par le style des déformations.

La paléogéographie et la tectonique montrent un parallélisme frappant des directions, que l'on doit pour cette raison considérer comme hercyniennes.

Ces directions d'origine hercynienne ont permis les différents mouvements du socle : la paléogéographie et la tectonique n'en sont que la traduction.

Planche I



ANNEXE

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE QUELQUES FORMATIONS DETRITIQUES
DU PERMO-HOULLER DE PRES CLOS - LES ROUCHOUX.

A - MORPHOMETRIE (Galets du "conglomérat intermédiaire")

Les "conglomérats intermédiaires" attribués au Houiller (voir p. 10 et 11) sont peu indurés, ce qui permet d'en extraire les galets pour procéder aux mesures.

Les mesures ont été effectuées d'après les méthodes classiques indiquées par A. CAILLEUX et J. TRICART (1963)⁽¹⁾, les indices calculés sont également définis par ces auteurs (loc. cit. p. 259 à 265).

Les indices : de dissymétrie $AC/L \times 1000$
d'aplatissement $L + 1 / 2E \times 100$
d'émoussé $2 r^1 / L \times 1000$

ont été calculés pour une série de 100 galets de granite d'environ 50 mm, des Pleynets (X : 890 700 ; Y : 290 600 ; Z : 1820).

Pour la série de 100 galets provenant du vallon du Ruisseau de Marcoz (X : 890 380 ; Y : 290 880 ; Z : 1710), seul l'indice de dissymétrie a été calculé.

Les courbes cumulatives et les histogrammes correspondants sont donnés dans les planches I et II.

Dissymétrie (AC / L x 1000) Pl. I a

	Médiane	Minimum	Maximum	Modes	
				Principal	Secondaires
Pleynets	590	500	780	600	525 650
Marcoz	610	500	820	590	725 ?

Les médianes relativement élevées excluent la possibilité d'un dépôt de plage marine, et les valeurs sont assez étalées (courbe peu redressée).

Les histogrammes montrent l'existence de plusieurs modes, ce qui est un indice de remaniements ou plutôt de provenances multiples.

La dissymétrie faible pour une partie du lot indique un apport assez lointain.

A titre de comparaison, les médianes sont plus élevées que celles trouvées par J. BOCQUET (1966)⁽²⁾ pour les conglomérats miocènes des environs de Grenoble, qui varient entre 530 et 575 d'après les courbes données ; J. BOCQUET considère que ces formations sont des épandages deltaïques.

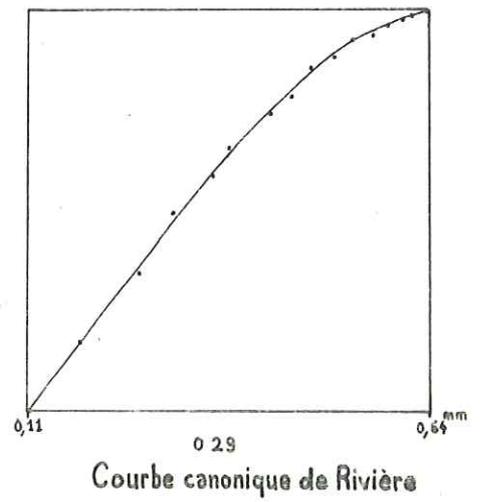
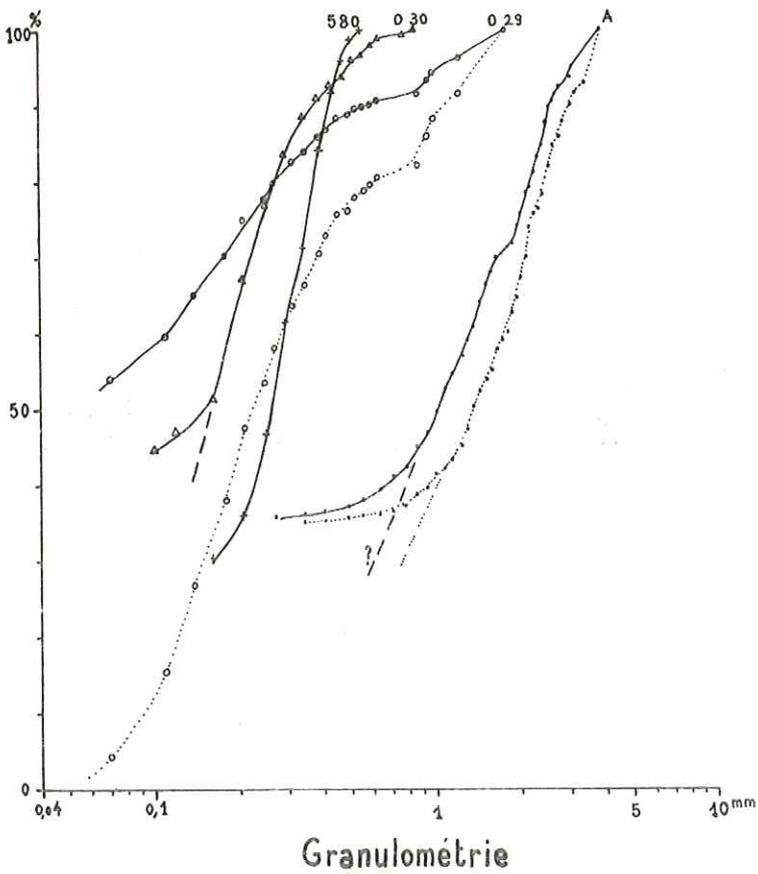
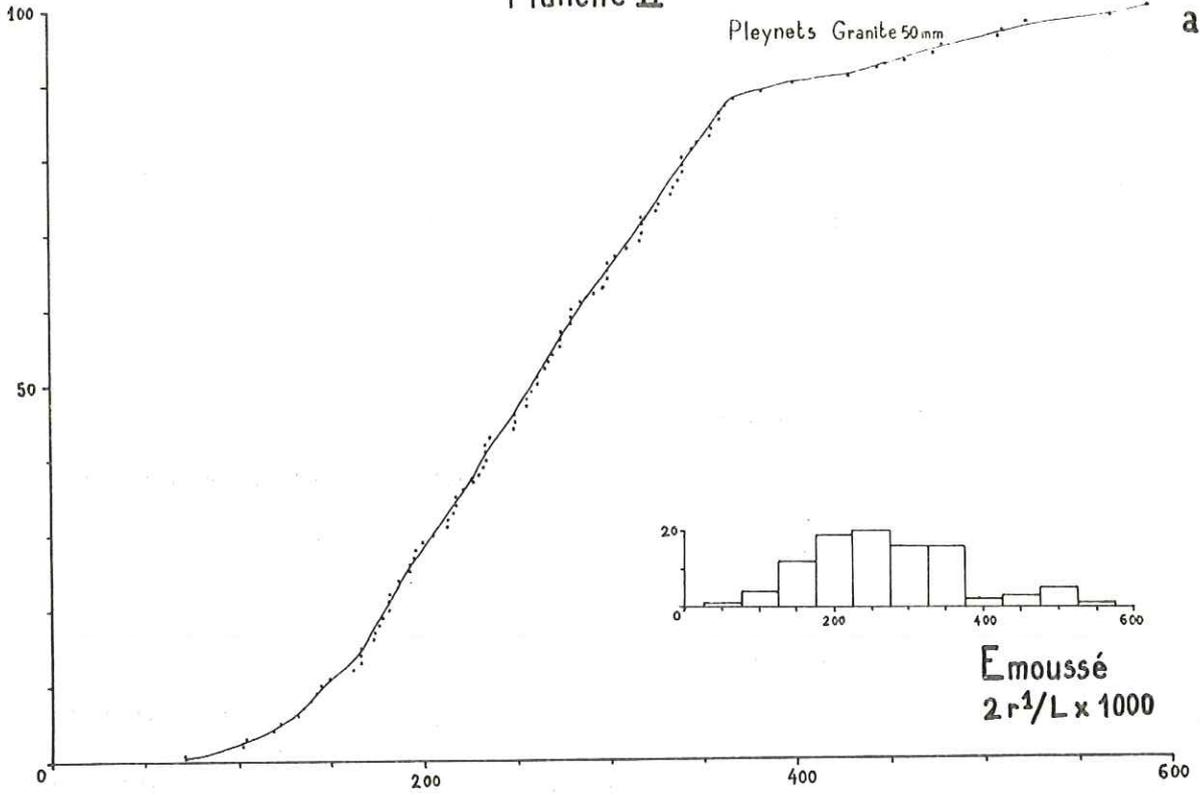
Aplatissement (L + 1 / 2E x 100) Pl. I b

	Médiane	Minimum	Maximum	Mode
Pleynets	165	110	250	160

(1) - A. CAILLEUX et J. TRICART (1963), Initiation à l'étude des sables et des galets. C.D.U. Paris.

(2) - J. BOCQUET, 1966. Le delta de Voreppe. Etude des faciès conglomératiques du Miocène des environs de Grenoble. (thèse 3e Cycle, Grenoble);

Planche II



La médiane a une valeur assez faible, qui correspondrait à un dépôt fluvioglaciaire, mais les valeurs extrêmes sont trop éloignées l'une de l'autre pour cela. Cet étalement des valeurs, ainsi que la position imprécise du mode, pourraient indiquer un apport multiple par des appareils fluviatiles, et confirmeraient cette éventualité déjà envisagée à propos de la dissymétrie.

Ici la médiane est plus faible que la majorité de celles trouvées pour le Miocène (loc. cit.).

Emoussé ($2 r^1 / L \times 1000$) Pl. II a

	Médiane	Minimum	Maximum	Modes	
				Principal	Secondaire
Pleynets	260	100	590	250	500

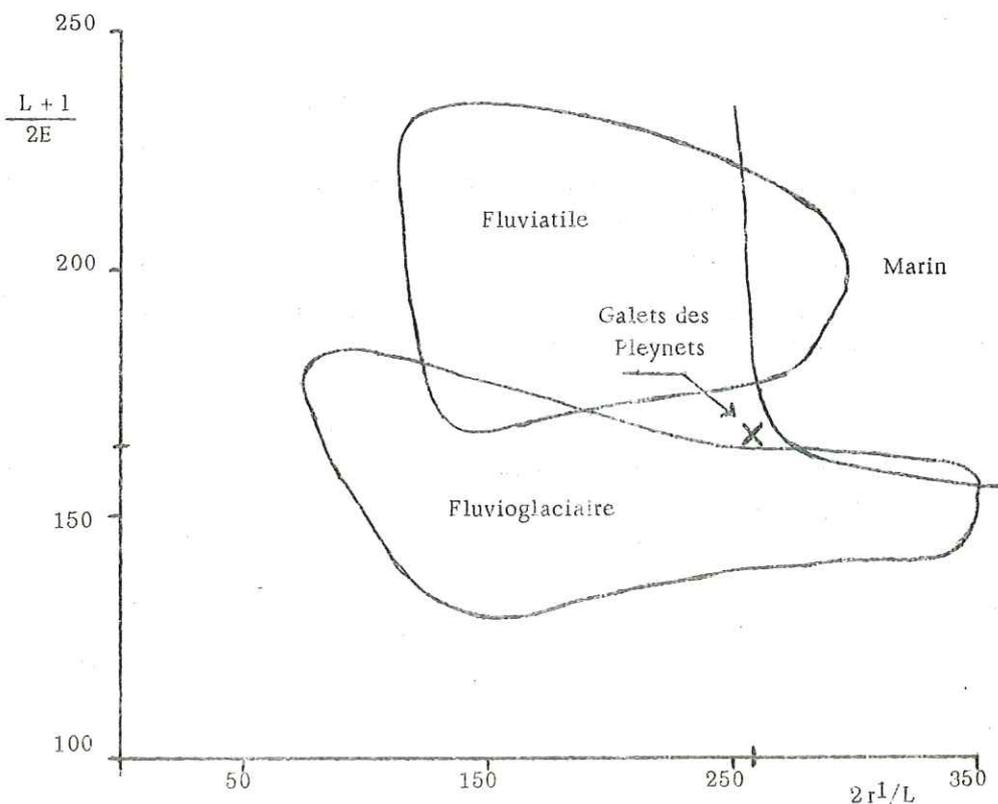
La plurimodalité de l'histogramme et l'inflexion de la courbe cumulative vers 360 sont, ici encore, l'indice d'apports multiples ou de remaniements ; la fraicheur des minéraux de la matrice (qui contient notamment des feldspaths et des micas), permet de mettre en doute l'hypothèse du remaniement.

La médiane relativement élevée correspond à un dépôt fluvatile assez évolué, comme le sont ceux des climats tempérés ou chauds ; elle est notablement plus faible que celles trouvées pour le Miocène.

Conclusion.

En combinant les indices d'émoussé et d'aplatissement, d'après le diagramme donné par A. CAILLEUX et J. TRICART (1963, p. 266), le point obtenu se trouve à la limite des domaines marin, fluvatile, fluvioglaciaire. On peut donc penser qu'il s'agit certainement d'un dépôt de type fluvatile.

On sait par le contexte général, qu'un climat permettant un dépôt de type fluvioglaciaire est à exclure au Carbonifère supérieur dans notre région. Le dépôt pourrait donc être de type fluvatile assez évolué.



La matrice du conglomérat est assez abondante. C'est l'indice d'un cours d'eau chargé. On trouvera plus loin le résultat de l'étude granulométrique de ce ciment (Pl. II b, courbe A). L'hétérométrie obtenue indique elle aussi un agent de dépôt fluviatile.

Cependant, comme l'avaient déjà signalé L. MORET et J. DEBELMAS (1954) on trouve dans ce conglomérat un certain nombre de galets à facettes d'origine éolienne. La présence de ces galets dans un dépôt de type fluviatile confirme les indices de remaniement (par un cours d'eau, d'un matériel déjà façonné par le vent) et d'apports multiples qui ont été mentionnés à plusieurs reprises.

B - GRANULOMETRIE.

Les échantillons étudiés sont :

- le ciment du "conglomérat intermédiaire" attribué au Houiller (pour compléter la morphométrie des galets),
- un grès micacé du Houiller, prélevé quelques mètres au-dessous du conglomérat, sur la rive gauche du Ruisseau de Marcoz,
- deux échantillons de grès permians du Col de Près Clos.

Ces échantillons étaient tous indurés, et les granulométries ont dû être effectuées à partir de lames minces.

1 - Technique utilisée.

On a utilisé l'analyseur de dimension de particules T. G. Z. 3 ZEISS, qui permet de travailler sur un agrandissement photographique.

a) - Photographie.

Les photographies obtenues au microscope ne montraient pas un nombre suffisant de grains, étant donné leur taille. On a été amené à utiliser un agrandisseur, la lame mince étant mise à la place du film. L'image ainsi obtenue, bien que négative, se prête bien aux opérations de comptage, en particulier dans le cas des grès permians dont le ciment est coloré (Pl. III).

Pour le ciment du conglomérat, où les contours des grains apparaissaient moins nettement, on a essayé d'améliorer le résultat en utilisant deux filtres polarisants comme polariseur et analyseur. En faisant tourner les filtres on peut choisir une position optimale. Mais la présence de grains pluricristallins risque ensuite d'induire en erreur au moment du comptage, chacun des éléments du grain pouvant être compté séparément.

Dans le cas particulier deux comptages ont été effectués, l'un sur photo en lumière naturelle, l'autre sur cliché en lumière polarisée. Les résultats obtenus (Pl. II b, courbes A et A pol.) diffèrent peu l'un de l'autre.

b) - Utilisation des résultats donnés par le T. G. Z. 3

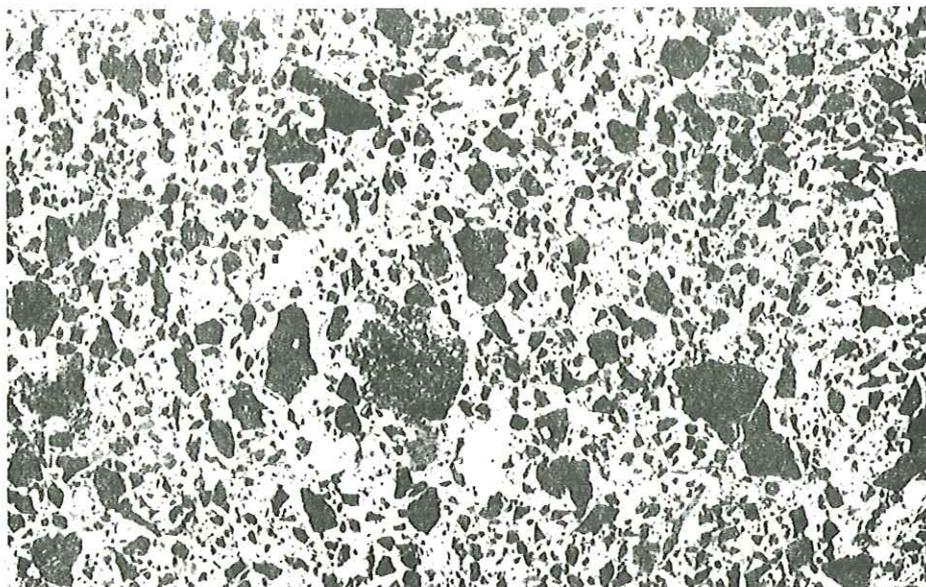
Le report direct des résultats (fréquence des objets comptés par classes de taille) permet d'obtenir la courbe de répartition (ou courbe de fréquence, ou histogramme) des tailles.

Mais les courbes ainsi obtenues ne sont pas comparables aux courbes granulométriques données par les auteurs, qui sont :

- soit des résultats de pesées après tamisage pour les sédiments meubles (% en poids),
- soit des résultats obtenus par la méthode linéaire (directement sur affleurement ou lame mince, ou sur photographie de ces derniers, voir A. CAILLEUX et J. TRICART, 1963, p. 133 à 142).

Pour rendre les résultats comparables, on a calculé les % en surface correspondant aux différentes classes. (On admet généralement que les % en surface sont comparables à des % en volume et donc en poids, en négligeant l'influence de la densité).

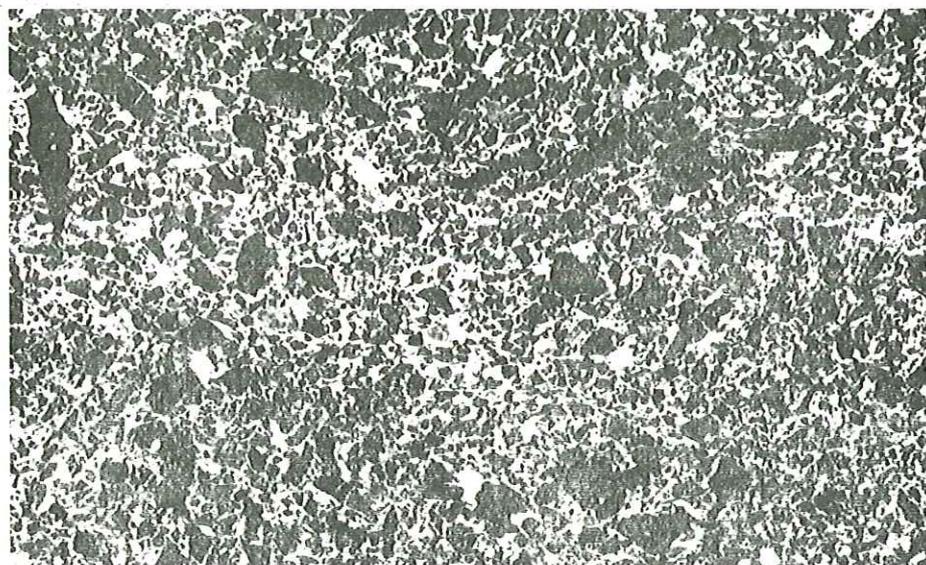
Mais il faut faire intervenir également la "surface non comptée" sur le cliché, qui correspond aux grains trop petits pour être comptés et au ciment (équivalent de la fraction qui traverse le tamis à maille la plus fine dans le cas du tamisage).



a



2 mm



b



2 mm

Planche III - Clichés (négatifs sur papier) ayant servi aux comptages granulométriques (Grès rouges du Permien, col de Près Clos a : Echantillon 0 29 ; b : Echantillon 0 30).

Les opérations effectuées sont :

- calcul de la surface occupée par chacune des classes de taille,
- la somme de ces surfaces donne la "surface comptée",
- on soustrait la "surface comptée" de la surface totale sur laquelle le comptage a été effectué pour obtenir la "surface non comptée".

On calcule alors les % de la surface totale correspondants à la "surface non comptée" et à la surface de chacune des classes de taille.

Il ne reste plus qu'à additionner successivement les % de surface par classes de taille croissantes, et à porter les résultats obtenus sur un graphique (papier semilogarithmique), en fonction de la taille réelle des grains, déduite du rapport d'agrandissement.

Remarques.

1° - Les différentes opérations ne font intervenir que des rapports, et peuvent s'effectuer aussi bien sur les surfaces réelles que sur les surfaces sur le cliché. Mais cette dernière manière est beaucoup plus rapide. Quel que soit le rapport d'agrandissement utilisé, le diamètre moyen des grains enregistrés par un compteur donné a toujours la même dimension sur le cliché. Le calcul en surface sur le cliché permet donc d'utiliser une échelle des surfaces, calculée une fois pour toute (à partir de la dimension moyenne, connue, enregistrée par chaque compteur), au lieu d'établir une échelle nouvelle chaque fois que l'on change de rapport d'agrandissement.

2° - Le premier point de la courbe correspond à la plus petite taille enregistrée, et à un pourcentage égal à celui de la "surface non comptée" augmenté de celui de la première classe. Les pourcentages de "non compté" ont varié entre 30 et 50 environ. Les courbes tracées (Pl. II b) sont donc partielles. On peut tracer une courbe complète en négligeant la fraction "non comptée", mais l'allure de la courbe, donc l'interprétation, s'en trouve modifiée (voir le tracé en pointillé de la courbe 0 29).

2 - Résultats.

Dans l'ensemble les courbes obtenues sont moyennement redressées, ce qui exclut les formations glaciaires, normalement très étalées, ou éoliennes, normalement très redressées.

Le triage est bon, sans être très poussé.

Ech.	Nature et Provenance	Hétérométrie de CAILLEUX	Agent de dépôt
0 30	Grès rouge (Permien) Col de Près Clos	0,62	fleuve évolué
0 29	"	1,73	Cône alluvial subaride (ou moraine de fond, à exclure)
580	Grès micacé (Houiller) Rau, de Marcoz	0,49	dépôt fluvial évolué à deltaïque
A	Ciment conglo. intermédiaire (Houiller) Marcoz	0,95	Fleuve

Pour l'échantillon 0 29, la courbe canonique de RIVIERE a été tracée (Pl. II c), elle correspond à un faciès hyperbolique d'après les conventions adoptées par A. CAILLEUX et J. TRICART, 1963 (p. 159), ce qui indique, toujours d'après ces auteurs (p. 159) un sédiment très évolué, résultat d'une décantation ou d'une lévigation,

Les conclusions que l'on peut tirer de ces résultats ont été données dans le texte concernant l'étude stratigraphique du Houiller et du Permien (p. 13 et 14).

BIBLIOGRAPHIE

- ALLIX (A.), 1929. - Un pays de Haute Montagne : l'Oisans. Etude géographique. Paris, A. Colin, Thèse Lettres.
- APRAHAMIAN (J.), 1965. - Le style tectonique de la bordure nord est des Montagnes de La Salette (secteur sud ouest du Massif du Pelvoux). C.R. Acad. Sci., Paris, t. 260, p. 243.
- 1967. - Le Jurassique inférieur et moyen des Montagnes du Beaumont et de La Salette (Isère), succession des zones d'Ammonites et Stratigraphie. Ibid., t. 264, (D), p. 536.
- APRAHAMIAN (J.) et GIBERGY (P.), 1966. - Présence de débris d'ignimbrites dans les grès permien des Rouchoux (bordure sud ouest du Pelvoux, Isère). Ibid., t. 262, p. 1505.
- ARTU (P.), 1965. - Sur la présence de dolomite dans les Terres Noires de l'anticlinorium de Laragne (Hautes-Alpes). Interprétation paléo-océanographique. Bull. Soc. géol. Fr., VII, pp. 769-772.
- BARBIER (R.), 1956. - L'importance de la tectonique anténumulitique de la zone ultradauphinoise du Massif du Pelvoux : la Chaîne arvinche. Bull. Soc. géol. Fr., (6), VI, p. 355.
- 1961. - Les reliefs "vindéliens" et la transgression liasique dans la zone dauphinoise, aperçu paléo-géographique de cette zone au Lias. (Colloque Lias franç., Chambéry 1960, Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 4, p. 691.
- BELLAIR (P.), 1948. - Pétrographie et tectonique des Massifs centraux dauphinois : I. Le Haut Massif. Mém. Serv. Carte géol. Fr.
- BORDET (P.) et BORDET (Cl.), 1954. - Sur l'existence d'un élément structural commun aux massifs de Belledonne, Grandes Rousses et Pelvoux. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 238, n° 17, p. 830.
- BORDET (P.), 1956. - Les formations cristallophylliennes des massifs externes entre Arc et Bonne. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 250, t. 54.
- BORNUAT (M.), 1962. - Etude de la couverture sédimentaire de la bordure sud ouest du Massif des Grandes Rousses. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 38, p. 147.
- BUFFIERE (J.M.), 1964. - Les formations cristallines et cristallophylliennes du Massif du Rochail (secteur nord ouest du Massif du Pelvoux, Isère). Ibid., t. 40, p. 45.
- COLLIGNON (M.) et SARROT-REYNAULD (J.), 1961. - Succession des zones d'Ammonites du Lias dans le Dôme de La Mure (Isère) et ses bordures. Coll. Lias Chambéry 1960 : Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 4, pp. 685-690 et tableau annexe 15.
- CORSIN (P.) et TOBI (A.C.), 1954. - Nouvelles données sur l'âge des grès d'Alleverd. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 239, p. 984.
- DEBELMAS (J.) et SARROT-REYNAULD (J.), 1960. - Le réseau de failles du Massif du Taillefer, près de Vizille (Isère). Trav. Lab. Géol. Fac. Sci., Grenoble, t. 36, pp. 51-58.
- DEBELMAS (J.), 1963. - Plissement paroxysmal et surrection des Alpes franco-italiennes. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci., Grenoble, t. 39, p. 125.
- DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.), 1964. - La structure tectonique et l'évolution paléogéographique de la chaîne alpine d'après les travaux récents. L'Information scientifique, n° 7.

- DUNOYER de SEGONZAC (G.), ARTRU (Ph.), FERRERO (J.), 1966. - Sur une transformation des minéraux argileux dans les "Terres Noires" du bassin de la Durance : influence de l'orogénie alpine. C.R. Acad. Sci. Paris, (D), t. 262, p. 2401.
- ELIE de BEAUMONT (L.), 1834. - Faits pour servir à l'histoire des Montagnes de l'Oisans. Ann. des Mines, (3), t. 5.
- FABRE (J.), 1955. - Volcanisme permio-carbonifère de la zone briançonnaise. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 242, n° 24, p. 1795.
- FABRE (J.), FEYS (R.) et GREBER (C.), 1955. - Importance de l'orogénèse hercynienne dans les Alpes occidentales. Bull. Soc. géol. Fr., (6), t. 5.
- FRANCHI (S.), KILIAN (W.), LORY (P.), 1908. - Rapports des schistes lustrés avec les faciès dauphinois et briançonnais du Lias. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 119, t. 18.
- GIDON (P.), 1951. - Acquisitions nouvelles et considérations générales sur la tectonique du Massif du Pelvoux. C.R. Soc. géol. Fr., n° 15, p. 268.
- 1954. - Les rapports des terrains cristallins et de leur couverture sédimentaire dans les régions orientale et méridionale du Massif du Pelvoux. Trav. Lab. Fac. Sci. Grenoble, t. 31.
- GIGNOUX (M.), 1951. - Discontinuité dans le Houiller et le Permien des Alpes françaises. C.R. Soc. géol. Fr., n° 5.
- GIGNOUX (M.) et MORET (L.), 1948. - Permien des zones externes des Alpes françaises. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 226, p. 853.
- 1952. - Géologie dauphinoise, Masson, Paris.
- GRÉBER (C.) et FEYS (R.), 1946-1948. - Observations sur les gisements carbonifères d'Oris-en-Rattier et d'Entraigues (Isère). Rapport B.R.G.G.
- GUEYMARD (E.), 1831. - Sur la Minéralogie, la Géologie et la Métallurgie du département de l'Isère. Grenoble.
- 1844. - Statistique générale du département de l'Isère. t. 1,2.
- GUETTARD, 1782. - Description minéralogique du Dauphiné.
- HAUDOUR (J.) et SARROT-REYNAULD (J.), 1961. - Stratigraphie du Lias du Dôme de La Mure. Variétés de faciès entre le Dôme de La Mure et ses bordures. Coll. Lias franç., Chambéry 1960, Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 4, pp. 665-683.
- KILIAN (W.) et REVIL (J.), 1908-1912. - Etudes géologiques dans les Alpes françaises, Mém. Carte géol. Fr., t. III, 1er fasc., 1908 ; 2e fasc., 1912.
- KUBLER (B.), 1964. - Les argiles, indicateurs de métamorphisme. Rev. Inst. franç. Pétrole, XIX (10), pp. 1093-1113.
- 1967. - La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. Etages tectoniques. Colloque de Neuchâtel 1966, Ed. de la Baconnière, pp. 105-122.
- LARSEN (G.) et CHILINGAR (G.V.), 1967. - Diagenesis in sediments. Developments in sedimentology, 8, Amsterdam, Elsevier.
- LLOPIS LLADO (M.), 1951. - Sur le Carbonifère métamorphique des environs d'Entraigues (Isère). C.R. Soc. géol. Fr., n° 11, p. 254.
- LORY (Ch.), 1860-1864. - Description géologique du Dauphiné.
- LORY (P.), 1896. - Sur la tectonique du Dévoluy et des régions voisines à l'époque crétacée. C.R. Acad. Sci. Paris, 123 p. 383
- 1903. - Les zones du Jurassique inférieur et moyen au bord des chaînes alpines entre Grenoble et Gap. Bull. Soc. géol. Fr., (4), t. 3, p. 460.
- 1905. - Sur une brèche du Toarcien en Beaumont. Ibid., (4), t. 5, pp. 626-627.
- 1913. - Stratigraphie du Jurassique inférieur et moyen de la région de La Mure. Ibid., n° 133, t. 22.
- 1929. - Sur la structure de la Chaîne de Belledonne et de ses bordures. C.R. Soc. géol. Fr., (2 déc.).
- LORY (P.) et DEBELMAS (J.), 1952. - Le Carbonifère des environs d'Entraigues en Valbonnais. Ibid., n° 13.

- MAUREL (P.), 1959. - Etude minéralogique de quelques marnes noires oxfordiennes. Bull. Soc. franç. Minér. et Crist., pp. 276-284.
- MILLOT (G.), PERRIAUX (J.) et LUCAS (J.), 1961. - Signification climatique de la couleur rouge des grès permotriassiques et des grandes séries détritiques rouges. Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr., t. 14, fasc. 4, p. 91.
- MILLOT (G.), 1964. - Géologie des Argiles, Masson, Paris.
- MORET (L.) et MANQUAT (G.), 1951. - Sur la stratigraphie du Lias inférieur des environs de Grenoble et spécialement du Massif du Grand Serre. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 28 ; C.R. Acad. Sci. Paris, t. 228, (3.1.1949).
- MORET (L.) et DEBELMAS (J.), 1954. - Contribution à la connaissance du Permien des zones externes des Alpes françaises. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 239, p. 1015.
- MORET (L.), 1958. - Etude paléontologique de gisements remarquables du Lias inférieur du Massif du Grand Serre, près Grenoble. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 34, p. 7
- ORGEVAL (M.) et ZIMMERMANN (M.), 1957. - Possibilités pétrolifères de la zone subalpine. Bassin méridional. Rev. Inst. franç. Pétrole, vol. XII, n° 5, pp. 515-542.
- PARJADIS de LARIVIERE (N.), 1959. - Contribution à l'étude minéralogique des calcaires argileux du Mésozoïque des environs de Grenoble. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 35.
- REBOUL (J.), 1962. - Etude stratigraphique et tectonique des formations sédimentaires du Massif du Grand Renaud et du Pic d'Ornon. Ibid., t. 38, p. 121.
- RICHE (Ph.), RIVIER (F.) et MICHOLET (J.), 1961. - Observation sur le Lias de la bordure subalpine méridionale. Coll. Lias franç., Chambéry 1960. Mém. Bur. Rech. Géol. minières, n° 4, p. 719 et pl. annexes n° 16 à 21.
- RICOUR (J.), 1962. - Contribution à une révision du Trias français. Thèse. Mém. Carte Géol. Fr., (n°54).
- RITTMANN (A.), 1963. - Les volcans et leur activité. Masson, Paris.
- SARROT-REYNAULD (J.) et HAUDOUR (J.), 1956. - Le Houiller et les Schistes carbonés du Dôme de La Mure (Isère) et des régions annexes. Age et extension. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 242, p. 2281.
- SARROT-REYNAULD (J.), 1961a. - Le Lias des Alpes et des Chaînes subalpines françaises. Coll. Lias franç. Chambéry 1960. Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 4, pp. 35 à 93.
- 1961b. - Le Lias dauphinois et le Lias du Dôme de La Mure. Ibid., n° 4, pp. 819-828.
- 1961c. - Etude géologique du Dôme de La Mure et des régions annexes. Mém. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, n° 2. Thèse.
- 1963. - Trias des zones externes des Alpes françaises. Coll. Trias franç., Montpellier, 1961. Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 15, p. 205.
- 1963. - Trias du Dôme de La Mure et des régions annexes. Coll. Trias franç. Montpellier, 1961. Mém. Bur. Rech. géol. minières, n° 15, p. 249.
- 1964. - Le volcanisme permio-carbonifère dans la zone des massifs cristallins externes des Alpes françaises. C.R. 5e Congrès Strat. Carb. Paris 1963, pp. 741-753.
- 1964. - Accidents transverses et structure de la Chaîne de Belledonne, au Sud d'Allevard. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 259, p. 191.
- 1965. - Style tectonique et morphologique de la bordure occidentale de la Chaîne de Belledonne au Sud d'Allevard. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 41, pp. 7-32.
- TANE (J.L.), 1963. - La genèse des lamprophyres et des laves spilitiques dans le Massif du Pelvoux. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 256, p. 2451.
- TERMIER (P.), 1896. - Sur la Tectonique du Massif du Pelvoux. Bull. Soc. géol. Fr., (3), t. XXIV, p. 734.
- TOBI (A.C.), 1958. - Volcanisme occulte dans les grès d'Allevard et dans le Houiller du Massif de Belledonne. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 216, n° 26, p. 3634.

- VERNET (J.), 1952. - Les déformations d'âge alpin du Cristallin du Pelvoux à la lumière d'observations nouvelles. Bull. Serv. Carte géol. Fr., (6), t. 2.
- 1954-1955. - Etude tectonique de la région d'Entraigues-en-Valbonnais (Isère). Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 32, p. 57.
- 1962. - Etude sur la tectonique alpine du socle dans la zone des Massifs cristallins externes du Sud des Alpes occidentales. Thèse, Grenoble. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 60, n° 275, (1965).
- 1964. - Les conglomérats triasico-liasiques du Col d'Ornon. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble, t. 40, p. 251.
- VIALON (P.), 1968. - Clivages schisteux et déformations : répartition et genèse dans le bassin mésozoïque de Bourg-d'Oisans (Alpes du Dauphiné). Ibid., t. 44 (sous presse).
-