

SOCIETE GEOLOGIQUE DE L'ARDECHE

Archives départementales
rue de la Recluse

07000 PRIVAS

S T A G E 1982

=====

DECOUVERTE GEOLOGIQUE DU VERSANT RHODANIEN DE L'ARDECHE
ENTRE SAINT-GEORGES-LES-BAINS ET SAINT-PERAY.

30 Août - 2 Septembre 1982

INTRODUCTION

Le département de l'Ardèche, ancienne province du Vivarais, s'accroche à la bordure sud-orientale du Massif Central de la Vallée du Rhône à l'est aux montagnes de la Lozère et de la Haute-Loire à l'Ouest.

De par sa situation géographique et sa constitution géologique, le pays est une terre de contrastes.

Les hauts-plateaux cristallins et volcaniques du Haut-Vivarais, aux confins du Velay oriental, appartiennent au versant atlantique. Les prairies et les forêts de conifères, et de hêtres constituent l'essentiel du couvert végétal. Le climat est assez rude, ce qui explique le caractère trapu des habitations bien conçues pour résister au mauvais temps.

Les pentes cristallophylliennes des Cévennes et des Boutières, royaume du châtaignier, sont profondément disséquées par l'intense érosion qui se développe sur le versant méditerranéen. Elles constituent le lien, d'une part, entre la Haute-Ardèche et le Bas-Vivarais et, d'autre part, entre la Haute-Ardèche et la vallée du Rhône.

Dans la Basce-Ardèche, grès, marnes et calcaires prédominent. Le climat méditerranéen et l'altitude modeste du typique relief en cuestas, autorisent des habitations plus ouvertes et des cultures variées : vignes, oliviers, mûriers, fruitiers divers. Les pinèdes prospèrent sur les contreforts cévenols. A noter, une petite "incursion de la Montagne" (P. Bozon) au niveau du massif volcanique des Coirons.

Le versant rhodanien est, au nord, essentiellement cristallin et cristallophyllien. Il est vigoureusement disséqué par de nombreux et profonds ravins aux versants abrupts occupés par des cours d'eau fougoux après les orages d'été, ou les fortes pluies d'automne (Cance, Doux, Embroye, Turzon). Au sud, vers le Bas-Vivarais, la morphologie du versant est pays à dominante sédimentaire, change. Les cours d'eau sont plus importants et débouchent soit de vallées assez larges (Eyrieux, Lavezon, Escoutay) soit de véritables canyons entaillant des plateaux calcaires (Ouvèze, Payre, Ardèche).

Les excursions présentées se proposent de faire découvrir un secteur de la façade rhodanienne de l'Ardèche qui porte, sur une surface limitée, l'empreinte de grandes révolutions de l'Histoire de la Terre : métamorphisme, granitisation, sédimentation triasique et jurassique, tectonisation, évolution géomorphologique mio-plio-quaternaire, minéralisations diverses.

Entre le Turzon au sud et le Mialan au nord, il est en effet possible de découvrir une partie du socle du massif central avec granites, micaschistes, gneiss, leptynites, etc., recouvert en discordance par un ensemble sédimentaire dont l'âge va du Trias au Quaternaire avec des lacunes importantes au Lias, au Crétacé et au Tertiaire. La vallée morte de Toulaud représente un ancien cours du Rhône dont l'étude permet de retracer une partie de l'évolution géomorphologique de ce tronçon de la vallée du Rhône.

Antérieurement au Quaternaire, la région a été affectée par un réseau de failles responsables de l'effondrement de la vallée du Rhône

par rapport au socle du Massif Central. C'est ce qui explique en partie cette grande "marche d'escalier" visible dans le paysage.

Les déformations de type "plissement" ne sont présentes que dans les roches métamorphiques du socle où aux mégastuctures (synforme de Bruzac) sont associées de nombreuses microstructures.

Des minéralisations sont représentées dans des gîtes sédimentaires :
-fluorine, pyrite, arsenic et antimoine à Soyons (autrefois exploité) ;

- stibine, pyrite en indices à Charmes (travaux de reconnaissance seulement).

et dans le socle : barytine, galène (Saint-Romain-de-Lerps).

Enfin, des sources minérales froides sont connues dans la région - où elles ont été parfois exploitées : eaux bicarbonatées calciques de Saint-Georges-les-Bains.

L'occupation humaine, à proximité de la grande voie de communication qu'est la vallée du Rhône, a été importante dès le Paléolithique (Soyons, Châteaubourg, Saint-Georges-les-Bains) et au Chalcolithique (Soyons).

I - L'ARDECHE CRISTALLOPHYLLIENNE ET CRISTALLINE

A - INTRODUCTION

En 1954, J. Jung a défini dans le Massif Central :

- un "noyau arverne", situé au NE, où les séries cristallophylliennes sont recouvertes en discordance par le Dévonien supérieur et le Dinantien ;

- des "chaînes périphériques", situées à l'ouest et au sud, dans lesquelles le Dévono-dinantien, avec le Paléozoïque inférieur, fait partie des séries cristallophylliennes ;

- des "zones de jointure", essentiellement granitiques entre les deux ensembles précédents.

Ultérieurement, des schémas plus ou moins inspirés du précédent ont été proposés par P. Collomb (1969), A. Weisbrod (1970), M. Roques (1971), F.H. Forestier (1971), M. Chenevoy et J. Ravier (1968, 1971, 1972, 1977), J. Didier et J. Lameyre (1977).

La plupart de ces schémas sont commentés dans M. Chenevoy et J. Ravier, 1977.

Donc, d'après les différents schémas proposés, le socle antéstéphanien du Massif Central peut être divisé en deux grands domaines (fig. 1).

A - le noyau arverne formé de roches précambriennes
B - Le domaine périphérique, d'âge probablement cambro-ordovicien.

Pour la présentation détaillée de ces domaines nous nous référons aux travaux de M. Chenevoy et J. Ravier (1968, 1971, 1972, 1977).

A - le noyau arverne comprend trois ensembles qui sont de haut en bas :

III : micaschistes et gneiss
II : anatexites à cordiérite "l'Aubusson"
I : granite à cordiérite de Guéret.

B - Le domaine périphérique comprend aussi trois ensembles qui sont de haut en bas :

III : formations épizonales
II : ensemble ruténo-limousin à micaschistes et gneiss
I : la ceinture cévenole avec deux sous-ensembles :
I.2 : micaschistes et gneiss
I.1 : anatexites et granite à cordiérite des Cévennes.

En Ardèche, - le noyau arverne est représenté par les ensembles II et III désignés sous le nom de "Série métamorphique du Vivarais oriental".

- le domaine périphérique est représenté par les ensembles I et III désignés sous le nom de "Série métamorphique du Vivarais occidental".

La "Série métamorphique du Vivarais oriental" (fig. 2) occupe la rive droite du Rhône entre Privas et Andance. Elle se caractérise par un métamorphisme de "basse pression" à disthène-sillimanite (ou disthène staurotide) dit de type "Lyonnais" (Chevevoy M. et Ravier J., 1968). Le métamorphisme serait d'âge cadomien.

La "Série métamorphique du Vivarais occidental" se développe à l'Ouest de la précédente, du Mont Pilat aux Cévennes gardoises. Elle se caractérise par un métamorphisme de "basse pression" à andalousite-cordiérite dit de type "Pilat". Ce métamorphisme serait hercynien.

Dans la région visitée par le stage, seule est représentée la "Série métamorphique du Vivarais oriental" (1).

A titre de comparaison avec les travaux réalisés par A. Weisbrod (1967, 1970) dans les Cévennes médianes entre Aubenas et Les Vans, nous pouvons présenter les corrélations suivantes :

- . Série de Joyeuse = ensemble A III = Série métamorphique du Vivarais oriental pro-parte.
- . Série cévenole = ensemble B III;
- . Série ardéchoise = ensemble B I₂;
- . Anatexites = ensemble B I₁ = Série métamorphique du Vivarais occidental.

B - LA SERIE METAMORPHIQUE DU VIVARAIS ORIENTAL : GENERALITES

I - Extension

La série métamorphique du Vivarais oriental se développe depuis Andance au Nord -où elle disparaît sous les sédiments récents de la vallée du Rhône jusqu'à la Vallée du Mézayon près de Privas. Plus au Sud, elle est recouverte par la couverture sédimentaire du Trias-Jurassique mais réapparaît très probablement à partir de la Vallée de La Beaume où elle est l'équivalent de la série de Joyeuse de A. Weisbrod. A la limite du département, la série serait encore représentée par les gneiss amygdalaires largement développés dans la Cézarenque (Brouder P., 1963).

(1) : Pour la description de la série métamorphique du Vivarais occidental voir "Découverte géologique des environs de Largentière", Soc. Géol. Ardèche 1979 et "Découverte géologique du Pays des Vans", Soc. Géol. Ardèche 1980.

Le contact avec la Série métamorphique du Vivarais occidental est jalonné par des affleurements granito-gneissique (Pranles, Mézayon, Vals) qui sont affectés, sans discontinuité majeure, par une lamination. Les affleurements granito-gneissiques sont désignés par Juteau T. et al. (1974), sous le nom "d'Unité des Ollières". Celle-ci prolongerait vers le NE le granite de Rocles des Cévennes médianes. Si cette corrélation est exacte, on est obligé d'admettre que la série c venole fait aussi partie de la "Série métamorphique du Vivarais oriental", ce qui ne semble pas être le cas.

II - SUCCESSION LITHOLOGIQUE

Le choix des unités lithologiques est variable selon les auteurs. Trois successions majeures ont été définies :

- lithologie I : de Vigot M. (1965, 1966)
- lithologie II : de Chenevoy M. et Ravier J. (1968)
- lithologie III : de Juteau T. et al. (1974).

II.1 - Lithologie I : Vigot M. (1965, 1966).

M. Vigot, d'après ses travaux sur le massif de St Cierge-la-Serre a réparti les formations en deux groupes situés de part et d'autre du granite de St Cierge :

Groupe Ouest : Il comporte de bas en haut :

- 1 - Gneiss de base ;
- 2 - micaschistes à minéraux (grenats et staurotide) ;
- 3 - Gneiss à lentilles de conglomérats ;
- 4 - Gneiss albitiques ;
- 5 - Micaschistes gris ;
- 6 - Micaschistes à andalousite ;
- 7 - Micaschistes gréseux ;
- 8 - Micaschistes à passées noires.

Groupe Est : On rencontre de bas en haut :

- 1 - "Gneiss" de St Cierge-la-Serre ;
- 2 - Schistes gréseux ;
- 3 - Schistes à grenats et niveaux arctosiques à mispickel ;
- 4 - Succession schisto-gréseux homogène.

II.2 - Lithologie II : Juteau T. et al. (1974)

Juteau T. et al. subdivisent la série d'Ouest en Est en 4 unités majeures qui sont de haut en bas :

Unité du Mézayon-St Julien : Gneiss à 2 micas, à sillimanite résiduelle fréquente et quartzites micacés associés au Nord à des amphibolites rubanées et des leptynites à grenat. Cette unité repose sur les suivantes par l'intermédiaire d'un contact anormal (au Sud) ou en est séparée par la lame de granite porphyroïde laminée de Ponsoy (au Nord).

Unité du Boyon : Schistes, micaschistes, très polymétamorphiques avec des paragenèses variables de caractère mésozoonal. Intermédiaire à l'Ouest, épizoonal au centre et mésozoonal de basse pression à l'Est. Dans la partie Nord, elle forme un vaste synclinal dissymétrique reposant souvent par contact anormal sur l'unité suivante (synforme de Bruzac).

Unité de Saint-Cierge-Saint Georges : Granite porphyroïde de Saint-Cierge-la-Serre. Sa partie NE, de Beauchastel à Toulaud est très laminée et lardée de bancs orthoquartzitiques à faciès leptynitique. Au Sud de Charmes, il s'y associe des bancs concordants de gneiss fins à biotite et sillimanite.

Unité de Rompon, Beauchastel : Schistes variés, gneiss amygdalaires et leptynites.

II.3 - Lithologie III : Chenevey M. et Ravier J. (1968, 1971, 1972, 1977).

Définie dans la région de Bruzac - Mézayon, elle comporte de bas en haut :

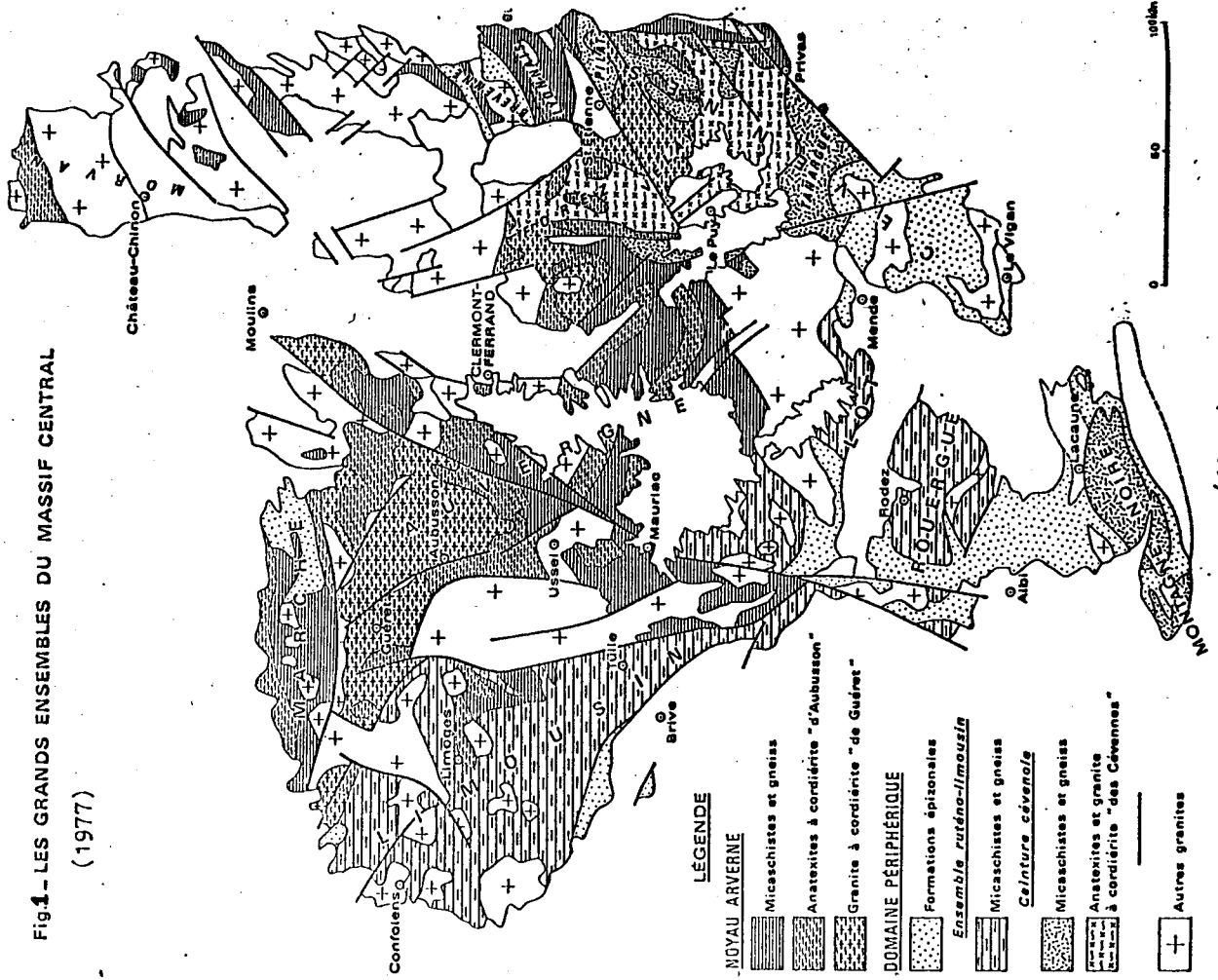
- 1 - Amphibolites sombres à cordiérite et/ou sillimanite ;
- 2 - Gneiss à biotite, sillimanite et cordiérite avec feldspath potassique et filons-couches granitiques ;
- 3 - Gneiss à biotite et sillimanite avec feldspath potassique. Un puissant complexe leptyno-amphibolique s'y intercale dans la partie médiane ou supérieure.
- 4 - Gneiss plagioclasiques à deux micas avec grenat et sillimanite rare.
- 5 - Micaschistes et gneiss fins à biotite et muscovite, leptynitiques à quartzitiques.
- 6 - Micaschistes lamelleux à grenat et staurotide à minces intercalations de quartzites et de leptynites. Au sommet de ces micaschistes s'individualise un niveau-repère de gneiss amygdalaires.
- 7 - Schistes à muscovite et chlorite avec ou sans albite.

II.4 - Corrélations

Une tentative de corrélation entre les trois successions lithologiques nous permet de présenter le schéma suivant :

Lithologie I	Lithologie II	Lithologie III
		1
Groupe Ouest 1-3 (?)	Unité du Mézayon - St Julien	2 3
Groupe Ouest 4	?	4
Groupe Est (1 à 4)	Unité de Rompon - Beauchastel	5
Groupe Ouest (5 à 8)	Unité de Boyon	6 7

Fig 1 - LES GRANDS ENSEMBLES DU MASSIF CENTRAL (1977)



(d'après M. Chenevcoy et J. Ravier)

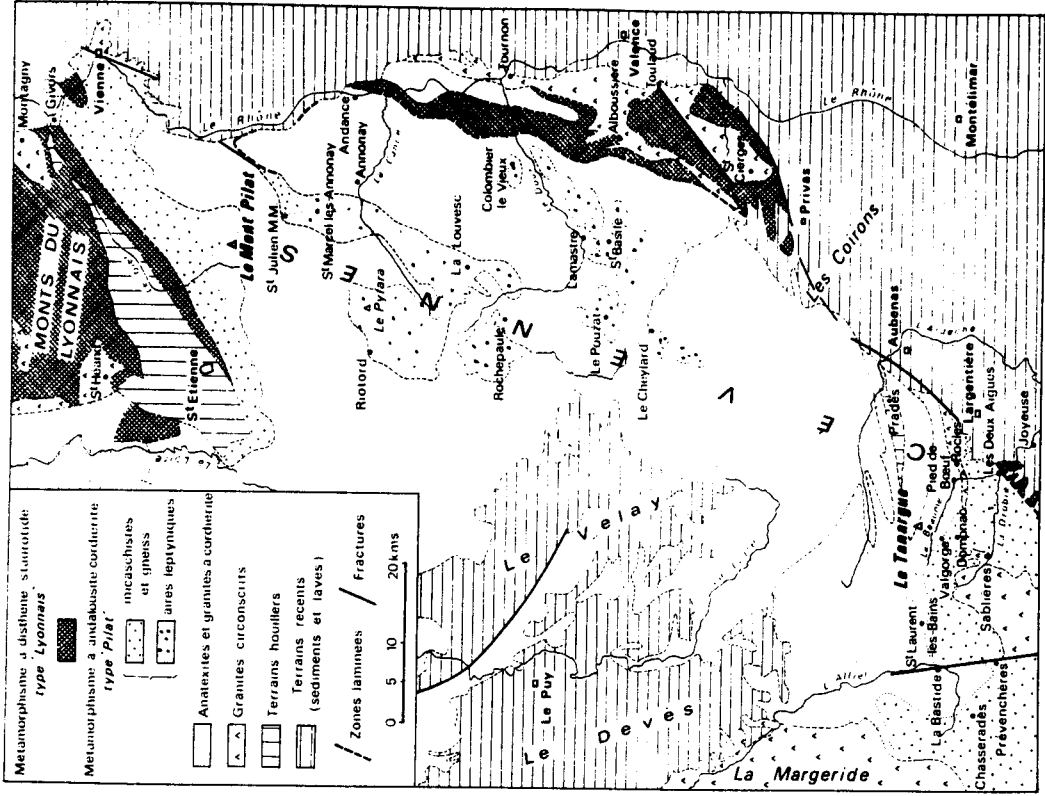


Fig. 2 Répartition des séries métamorphiques à disthène-staurolite et à anhydrite-cordérite dans les Cévennes septentrionales et médiannes. Extension des faciès leptyniques.

Comme on le remarque, les corrélations sont mal aisées cela vient du fait que le choix des formations est très variable selon les auteurs.

III - NATURE ORIGINELLE ET AGE DES FORMATIONS

D'après Chenevoy M. et Ravier . . , la série métamorphique du Vivarais oriental constitue un ensemble d'épaisseur apparente très importante : 5000 à 7000m. C'était probablement, à l'origine, une succession de sédiments flyschoides avec et les à intercalations de volcanites basiques (amphibolites) et acides (leptynites). Ces caractères sont ceux de la succession lithologique-type du Noyau arverne (Chenevoy M. et Ravier J., 1977).

Dans les micaschistes lamelloux à minéraux, le niveau-repère de quelques mètres d'épaisseur de micaschistes à biotite et muscovite et amygdales de feldspath potassique est interprété diversement. Les mégacristaux peuvent être soit des cristaux présents dans le sédiment originel, soit des phénocristes purement métamorphiques. Pour certains, il pourrait s'agir de galets de matériaux sédimentaires, quartzites, arkoses ou éruptifs. C'est tout le problème des gneiss amygdalaires qui est posé ici.

Par comparaison avec les formations du Noyau arverne, la succession lithologique du Vivarais oriental serait d'âge briovérien inférieur. Cet âge reste toutefois très incertain.

IV - TECTONIQUE METAMORPHIQUE

IV.1 - Métamorphisme

Les espèces et associations minérales reconnues dans les micaschistes à deux micas et faciès associés (chloritoïde, grenat almandin, staurotide, disthène), les gneiss (disthène et sillimanite avec muscovite, sillimanite avec orthose, cordiérite) expriment un gradient de température de valeur moyenne et une pression intermédiaire. Le métamorphisme est donc typiquement barrovien et doit être rapproché du métamorphisme de pression intermédiaire de type lyonnais à disthène sillimanite ou disthène-staurotide (fig. 3).

IV.2 - Tectonique

La succession des déformations est particulièrement bien visible dans la synforme de Bruzac. Elle est la suivante d'après Juteau T. et al. (1974).

Deux phases de déformations synmétamorphes, isoclinales sont essentiellement visibles dans les micaschistes. Elles font entre elles un angle très faible (15°) et développent des plis couchés synschisteux. Très souvent, la phase 2 oblitère les structures de phase 1. Ensuite, une phase postschisteuse développe un clivage de microplis qui fait un angle voisin de 90° avec celui des phases 1-2. Elle semblerait liée à des plis métriques.

Ulérieurement, des phases très nettement post chisteuses achèvent la structuration du domaine : modelage de la synforme de Bruzac (axe N 35E), ondulations EW, serrages avec kink, phases cassantes avec petits écaillages locaux vers l'Est et décrochements.

Parmi les grandes fractures (phases cassantes), deux systèmes peuvent être individualisés :

- accidents SW-NE. Ce sont des décrochements simples (fractures de Gilzac et de Saint-Sylvestre) ou multiples (champ de fractures de Ponsoye), généralement cassantes. Ces fractures sont jalonnées par d'importants amas mylonitiques.

- accidents orientés NNW-SSE à NNE-SSW plus difficiles à reconnaître car ne présentant pas de mylonites à leur niveau.

- Ce système paraît antérieur au précédent mais a dû rejouer tardivement avec ou après lui.

Tous ces accidents sont hercyniens ou plus anciens et en tous cas antéocéphalotiens, car des mylonites de fractures identiques du Mont Pilat se retrouvent en galots dans le conglomérat de base du Carbonifère du bassin de Saint-Etienne.

Ces accidents ont rejoué plus récemment : Trias, Jurassique inférieur et moyen, Tertiaire.

V - GRANITISATION

Dans la Série métamorphique du Vivarais oriental, la granitisation s'est exprimée sous de multiples massifs intrusifs de granite à biotite habituellement peu profondes et orientés qui appartiennent tous au grand ensemble dit de Tournon-Saint-Cierge. Cet ensemble granitique s'allonge sur 80 Km de Saint-Vallier à Privas et semble s'être mis en place dans une grande zone de faiblesse de la région orientée approximativement N.S. Il présente deux types de gisements :

1 - Gisement en lames. Le granite s'insère en feuillets concordants dans les assises gneissiques, comme au Col-de-la-Croix-Saint-André, au Col du Serre, etc... ;

2 - Gisement en massifs circonscrits. Les massifs de Saint-Romain-de-Lerps, Saint-Georges-les-Bains et Saint-Cierge-Privas recoupent les formations micaschisteuses qu'ils métamorphisent par contact.

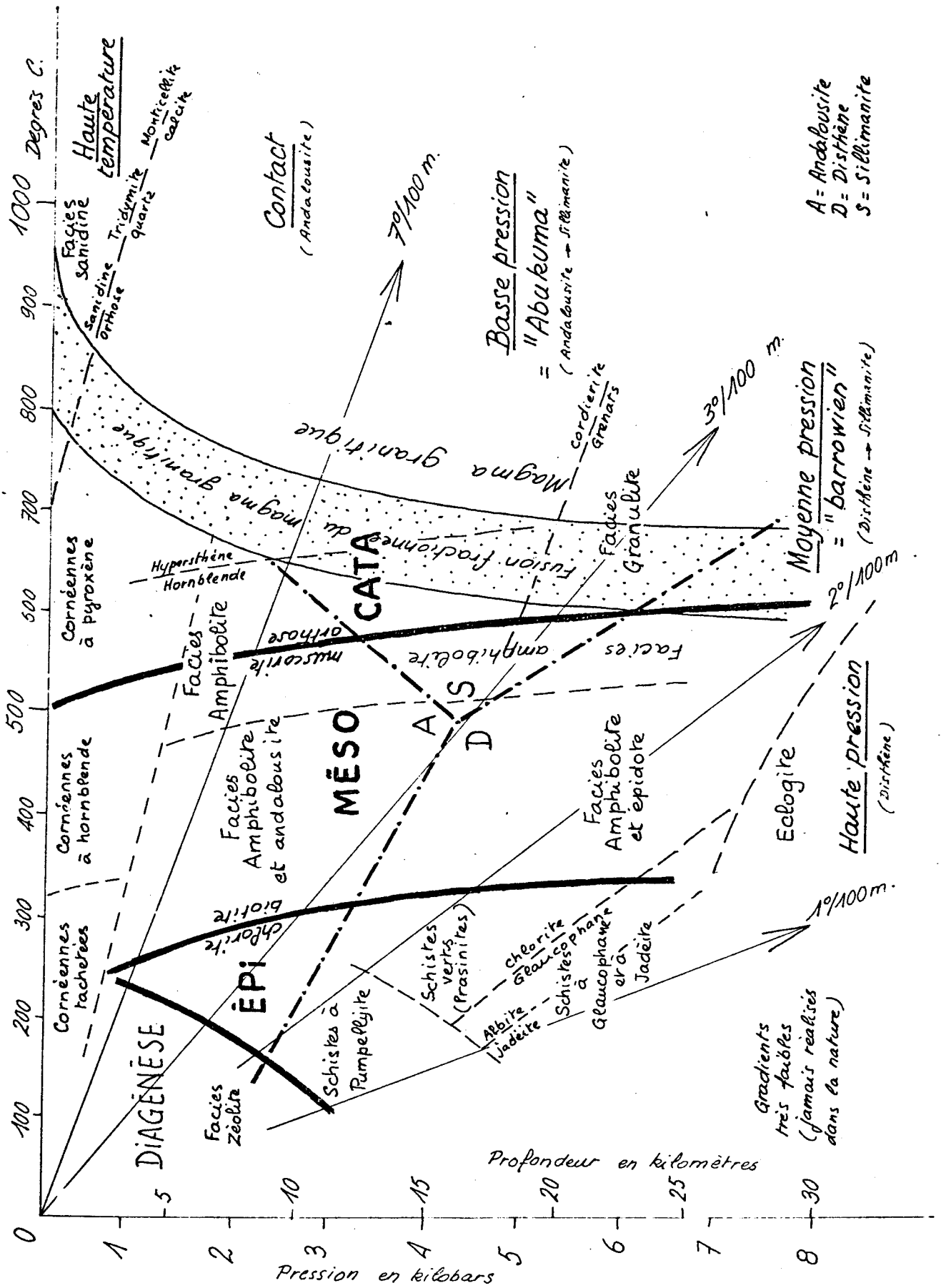
L'époque de mise en place de cet ensemble est postérieure à la formation des synformes de Bruzac et d'Alboussière car les isogrades du métamorphisme de contact recoupent celles du métamorphisme général (fig. 4).

C - GEOLOGIE DU SOCLE DANS LA REGION DE BRUZAC-ALBOUSSIERE

I - LES GRANDS ENSEMBLES STRUCTURAUX

Les données concernant l'étude de cette région sont extraites de la notice de la carte géologique de Valence au 1/50.000, rédigée, en ce

FIG. 3: Conditions P et T du Métamorphisme



A = Andalousite
D = Disthène
S = Sillimanite

Gradients très faibles (jamais réalisés dans la nature)

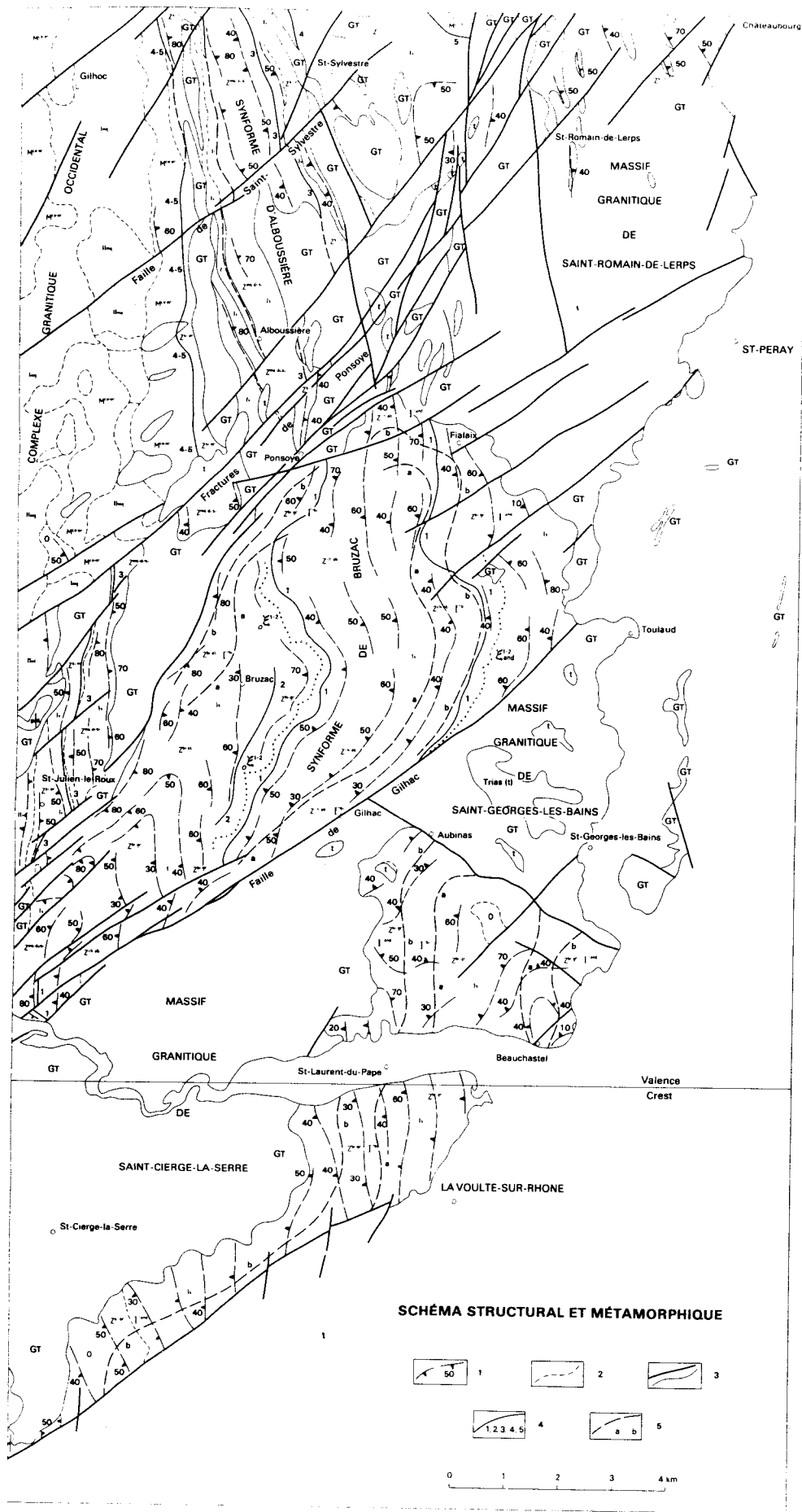


Fig. 4: d'après la carte géologique au 1/50.000, feuille de Valence.

qui concerne les roches métamorphiques et granitiques par M. Chenevoy.

Dans la région de Bruzac-Alboussière, une vaste synforme s'individualise, tronçon d'une mégastructure que l'on peut suivre de façon plus ou moins continue de Sarras au nord à Privas au sud.

Cette synforme est découpée par de grands décrochements en deux fragments principaux : la synforme de Bruzac au sud et celle d'Alboussière au nord.

II LA SYNFORME DE BRUZAC

II.1 - Architecture (fig. 5)

La synforme se développe depuis le quartier des Bergerons au nord à Saint-Fortunat-sur-Eyrieux au sud. Alors qu'au Nord Est, elle est limitée par le granite porphyroïde du massif de Saint-Romain-de-Lerps, au nord ouest et au sud est elle est en contact faillé avec, d'une part la lame granitique dite de Ponsoye (décrochement complexe de Ponsoye) et d'autre part avec le massif granitique de Saint-Georges-les-Bains (décrochement de Gilhac).

Cette synforme est déversée vers l'Est. Son axe, de direction subméridienne au Nord s'infléchit vers le SW plus au Sud.

II.2 - Lithologie

Le flanc oriental de la synforme comporte, de bas en haut la succession suivante :

a - micaschistes et gneiss fins à biotite et muscovite, leptyniques à quartzitiques ;

b - quartzo-leptynites à biotite et muscovite ;

c - micaschistes à biotite et muscovite riches en grenats avec un niveau de micaschiste graphiteux à andalousite et andalousitite ;

d - schistes à chlorite et muscovite avec ou sans albite.

Le flanc occidental comporte de haut en bas la succession suivante (ordre inverse de la succession précédente car nous sommes dans le flanc inverse de la synforme) :

a - formation a du flanc oriental,

b - formation c du flanc oriental avec en plus du grenat, de la staurotide ou du diasthène. Cette formation contient un niveau de micaschistes à amygdales de feldspath potassique,

c- formation d du flanc oriental qui constitue en fait le cœur de la synforme.

II.3 - Pétrographie

a - Micaschistes et gneiss fins à biotite et muscovite, leptyniques à quartzitiques.

Ils se développent en deux minces bandes N.S.

- flanc oriental ; à l'Ouest de Toulaud entre les Taillas au Nord et la route de Toulaud Col de Rôtisson au sud.

- flanc occidental : de Ponsoye au nord au Serre de la Mure au sud.

C'est un ensemble de roches à grain fin, à texture schisteuse, litée, rubanée ou massive, à débit parallélepédique ou en plaquettes. Leur composition minéralogique est la suivante : quartz (en niveaux siliceux) en partie associé à l'oligoclase acide, biotite et muscovite en proportion variable et grenat sporadique.

Les termes plus micacés prédominent dans le flanc occidental tandis que ceux plus quartzo-feldspathiques se développent dans le flanc oriental. Toutefois ces deux termes peuvent s'associer en bancs alternant d'épaisseur décimétrique à plurimétrique.

Une paragenèse seconde à minéraux non orientés est plus ou moins visible dans les termes plus micacés. Elle comporte biotite, muscovite, andalousite et/ou cordiérite, tourmaline et a pour origine le métamorphisme de contact développé par les massifs granitiques.

b - Quartzo-leptynites à biotite et muscovite

Sur le flanc oriental de la synforme, ce faciès se développe du Bois des Communes au Nord, aux Ayres au Sud.

Ce sont des roches massives, légèrement foliées, à débit parallélepédique. A grain fin, elles présentent la composition minéralogique suivante : quartz très abondant engrené avec l'oligoclase, muscovite et biotite éparses ou concentrées, accessoires nombreux (apatite, zircons). Leur composition chimique rappelle celle des grès feldspathiques ou argileux.

c - Micaschistes à biotite et muscovite

Cette formation est complexe. En effet, présente dans les deux flancs de la synforme elle montre deux sous-faciès qui contiennent chacun un niveau-repère.

Les caractères pétrographiques sont les suivantes :

- texture feuilletée largement cristalline à trame micacée épaisse ; "quartz d'exsudation" en lentilles nombreuses ;
- composition minéralogique de base : muscovite dominante, biotite parfois pennine , oligoclase et quartz.

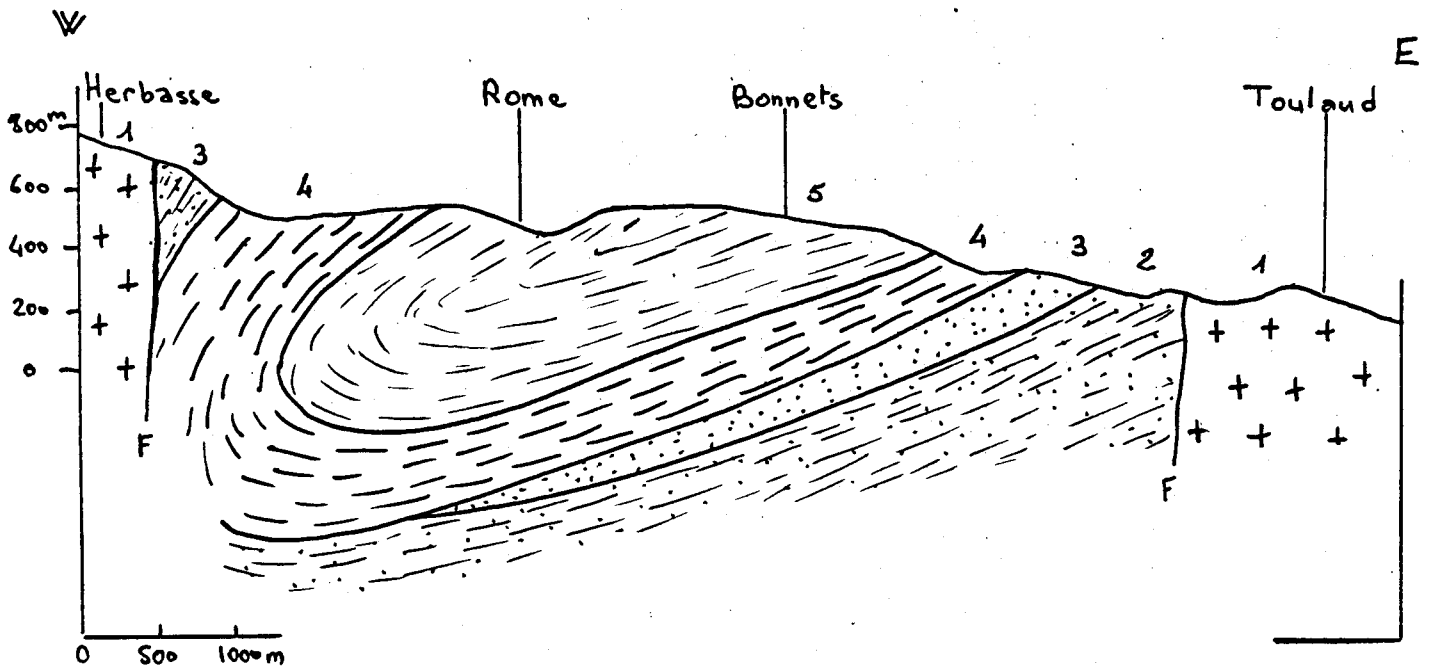
Les caractères structuraux majeurs sont :

- rares microplis isoclinaux synschisteux auxquels est probablement associée une linéation minérale (phase I.II) ;
- linéation de microplis (ohase III) avec microplis postschisteux de type semblable ;
- Kinks nombreux ordonnés en deux systèmes sub-orthogonaux.

c1 - Sous-faciès 1 : riche en grenats. Ce faciès se localise sur le flanc oriental de la synforme. Les cristaux de grenat almandin peuvent avoir jusqu'à 5mm. La staurotide est très rare. A proximité des schistes à chlorite à l'Est de Fialaix, présence d'un très mince niveau à chloritoïde.

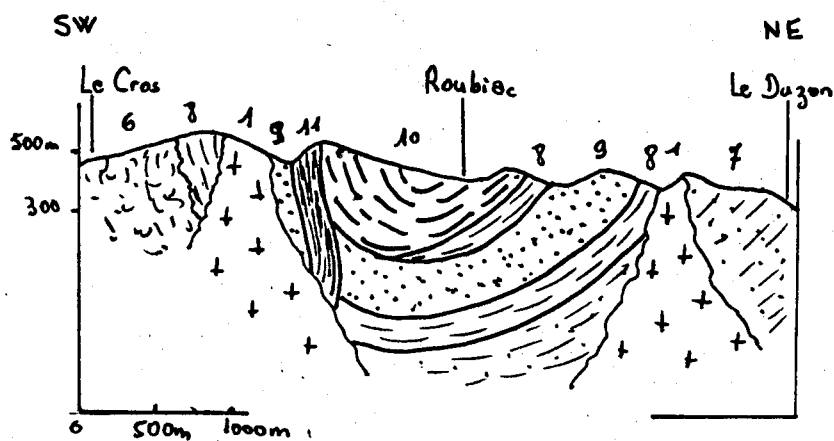
c.2 - Sous-faciès 2 : à grenat, staurotide ou disthène. Ce faciès développé à l'Ouest des schistes à chlorite et muscovite montre une staurotide en baguettes à inclusions hélicitiques. Ces cristaux peuvent atteindre un centimètre. Le disthène, lorsqu'il est présent, (toujours rare) est englobé par la muscovite.

Fig.5: Coupe dans la synforme de Bruzac



- | | |
|---|---------------------------|
| 1: Granite porphyroïde de Tournon | 4: Micascistes graphiteux |
| 2: Micascistes et gneiss fin à biotite et muscovite | 5: Schistes à chlorite |
| 3: Quartzo-leptynites | F: Faille |

Fig.6: Coupe dans la synforme d'Alboussière



- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 6: Anatexites sombres | 9: Amphibolitites |
| 7: Gneiss schisteux à cordiérite | 10: Gneiss plagioclasiqus |
| 8: Gneiss schisteux | 11: Phyllonites |

c. 3 - niveau-repère 1 : andalousitite

Elle constitue un niveau de quelques mètres d'épaisseur seulement dans le sous-faciès 1. On la rencontre à Fialaix, Violon, Gournier et plus au Sud à l'Est des Illiers ou de Jaillon. C'est une roche gris bleuté à noirâtre avec 50 à 60 % de cristaux d'andalousite non orientée, 20 à 30 % de biotite constituant le "ciment" et 5 à 10 % de quartz et de muscovite ; en accessoire : hématite, cordiérite et grenat.

L'andalousitite est encadrée par des micaschistes graphiteux à andalousite qui montrent une paragenèse primaire orientée à quartz, oligoclase acide, biotite, muscovite plus rare, grenat et graphite et une paragenèse secondaire non orientée avec biotite en grandes lames, andalousite en phénocristaux automorphes dispersés et tourmaline. Cette paragenèse secondaire ainsi que l'andalousitite est liée au métamorphisme de contact développé par le granite de Tournon-Saint-Cierge.

d. 4- niveau-repère 2 : micaschistes à amygdales de feldspath

potassiques. Ils constituent un niveau-repère de quelques mètres dans le sous-faciès 2. Des amygdalos elliptiques pouvant atteindre 4 cm souvent maclées Carlsbad correspondent à un assemblage de microcline pur, d'albite, de quartz et de muscovite rare. Les hypothèses concernant leur origine sont exposées dans le chapitre B III.

Sur le terrain, on rencontre ce niveau-repère au Serre de Bouchet, à l'Ouest des Fauries, des Michauds, de Monistrol, etc...

d - Schistes à chlorite et muscovite avec ou sans albite

Ces roches constituent le coeur de la synforme. Elles sont très fissiles, très finement cristallisées, de teinte verte, à clivage satiné luisant. L'étude minéralogique montre la composition suivante : quartz, muscovite et chlorite très abondantes (30 à 80 %), grenat sporadique, ilménite en bâtonnet, leucoxène en amas, albite et localement un peu de biotite.

Lorsque la teneur en albite dont les cristaux peuvent atteindre 2mm, est importante, on passe à des chloritoschistes à albite puis à des albitites.

Sur le plan structural, il est possible de reconnaître une discrète linéation minérale donnée par la muscovite (phase I, II ?) ; une linéation de microplis avec microplis de type semblable le déversés (phase III), des Kinks ordonnés en deux systèmes orthogonaux.

III - LA SYNFORME D'ALBOUSSIÈRE

III. 1 - Architecture (fig. 6)

La synforme, d'axe N 160, se développe d'Alboussière au Sud, au Nord de Le Buisson. Vers le Sud, un tronçon décroché vers le SW par des failles NE-SW se développe dans les environs de Saint-Julien-le-Roux.

La synforme est limitée à l'Ouest par les formations migmatiques de Boffres-Gilhoc-sur-Ormèze et à l'Est par une lame de granite dépendant du massif de Saint-Romain-de-Lorps. Le contact sud se fait avec la lame granitique de Ponsoye.

La structure correspond à un pli déjeté vers l'Est avec flanc très redressé.

III. 2. Lithologie

Des variations dans la lithologie s'observent d'un flanc à l'autre de la synforme :

Le flanc oriental comporte, de bas en haut, la succession suivante :

- a - Anatexites sombres à cordiérite et/ou sillimanite ;
- b - gneiss à biotite, sillimanite et cordiérite, avec feldspath potassique et filons-couches granitiques ;
- c - gneiss à biotite et sillimanite avec feldspath potassique avec intercalations d'amphibolites schisteuses et leptynites plagioclasiques ;
- d - gneiss plagioclasiques à biotite et muscovite.

Le flanc occidental ne montre pas la formation b tandis que la formation c apparaît le plus souvent sous forme de leptynites blastomylonitiques associées à des phyllonites de gneiss et d'amphibolites. La formation d est identique à celle du flanc oriental ; elle représente le coeur de la synforme.

III. 3 Pétrographie

a - Anatexites sombres et/ou sillimanite.

Elles sont surtout développées dans le flanc ouest de la synforme en une bande NS, de Boffres au sud, au lieu dit Mialaure, commune de Gilhoc-sur-Ormèze, au nord.

Elles correspondent aux anatexites à cordiérite dite "d'Aubusson" (voir page 3). Ce sont des roches hétérogènes (migmatites hétérogènes) montrant des zones schisteuses mêlées à des parties finement grenues. Leur teinte sombre est due à une grande richesse en biotite et cordiérite. Leur composition minéralogique est la suivante :

quartz, orthose perthitique à myrmékite, oligoclase, sillimanite (en amas fibreux abondants dans les faciès schisteux), cordiérite (en prismes dispersés ou globuleux centimétriques abondants dans les parties grenues).

Les anatexites passent progressivement vers le haut aux gneiss à biotite sillimanite et cordiérite (flanc oriental de la synforme).

b - Gneiss à biotite sillimanite et cordiérite, avec feldspath potassique et filons-couches granitiques.

Présente uniquement dans le flanc oriental de la synforme d'Alboussière, cette formation se développe très largement dans les environs de Saint Sylvestre. Elle est constituée par une alternance de bancs décimétriques à décamétriques de gneiss et de bancs décimétriques à métriques de granite clair.

Les gneiss montrent une texture schisteuse (granolépidoblastique) à grenue (granoblastique) prédominante. La foliation, plane au sommet, se plisse et disparaît progressivement vers la base, zone de passage aux anatexites sous-jacentes. La composition minéralogique est la suivante :

quartz, oligoclase, orthose à perthite et myrmékite, biotite, sillimanite fibreuse et cordiérite prismatique ou globuleuse, grenat almandin (accessoire) et muscovite (secondaire). L'orthose se développe parfois en yeux centimétriques donnant à la roche une structure porphyroblastique.

Le granite clair à grain moyen ne se distingue des gneiss que par sa pauvreté en minéraux sombres et par la présence de nodules centimétriques de cordiérite.

c - Gneiss à biotite et sillimanite, avec feldspath potassique.

Cette formation est présente dans les deux flancs de la synforme. Elle montre des intercalations d'amphibolites et de leptynites. La bande occidentale qui passe à Alboussière est traversée par une lame de granite porphyroïde de type "Tournon-St Cierge".

Les gneiss montrent une alternance rythmique de divers types : schisteux, massifs, à grain fin ou grossier. Leur structure est granoblastique et leur composition minéralogique la suivante : quartz, oligoclase, orthose à perthite et myrmékite, biotite et sillimanite fibreuse. Accessoirement : grenat et muscovite tardive.

Les amphibolites forment des couches discontinues ou des petits massifs et présentent deux types principaux :

- amphibolites noires, schisteuses à finement litées ou massives à grain fin ou moyen parfois associées à des gneiss à amphibole et grenat, rarement à des pyroxénites à amphibole et grenat. Leur composition minéralogique est la suivante : hornblende verte, oligoclase, quartz, sphène, calcite, épidote, apatite, ilménite, pyrite et pyrrhotine, biotite sporadique. Dans certains sites : clinopyroxène ou grenat abondant.

Elles sont en bancs décimétriques à décamétriques, alternant avec des bancs de leptynite ce qui constitue un complexe leptyno-amphibolique dont l'épaisseur va de 500 m à quelques dizaines de mètres.

- amphibolites compactes, hétérogènes à grain fin à grossier avec parfois des amphibolites grenatifères à nodules feldspathiques (éclogites ?). Même composition minéralogique que les précédentes. Elles forment de petits corps lenticulaires dans le complexe leptyno-amphibolique.

La composition chimique des amphibolites est celle d'un basalte ou d'une andésite.

Les leptynites plagioclasiques sont des roches massives à grain fin à moyen, violacées à foliation frustrée se présentant en bancs décimétriques et leur composition minéralogique est la suivante : quartz en fuseaux étirés, oligoclase, orthose, biotite, quelque fois grenat almandin.

Leur composition chimique est celle d'une rhyolite sodi-potassique.

d - Gneiss plagioclasiques à biotite et muscovite.

Cette formation constitue le cœur NS de la synforme d'Alboussière et le toit géométrique des micaschistes à deux micas de la synforme de Bruzac ; Cette dernière disposition pouvant faire penser à une discordance qui aurait été, à l'origine, de nature sédimentaire.

La roche est un gneiss bien réglé, à texture feuilletée et largement cristalline, litée ou amygdalaire. La composition minéralogique est : oligoclase, quartz, biotite, muscovite, grenat, almandin, parfois sillimanite séricitisée, disthène rare, microcline exceptionnel.

III.4. Structure

Dans les différents types de gneiss, il est possible de reconnaître des microplis serrés de type semblable, syn- à post-schisteux, déversés à couchés, et une linéation d'étirement ou minérale très accusée.

Le flanc occidental de la synforme d'Alboussière montre un ensemble phyllonitique qui a pour origine le laminage extrême des différentes formations de la synforme (gneiss, amphibolites, leptynites) et d'une roche claire (métagranite à muscovite). Cet ensemble est disposé selon une zone linéaire NS redressée à la verticale qui va du hameau de La Chapelle au Nord, à Alboussière au Sud. Son épaisseur peut dépasser, par endroit, 500 m.

IV - LES GRANITES

Parmi les divers types de granite qui affleurent sur la feuille "Valence" au 1/50.000ème, les représentants du complexe de Tournon-St Cierge prédominent et constituent l'essentiel de l'architecture granitique de la région étudiée.

IV.1. Granite calco-alcalin à biotite, porphyroïde

Ce faciès constitue l'essentiel du massif de Tain-Tournon. Parfois équiant mais plus souvent orienté, ce granite à grain moyen (2-3mm) est très largement porphyroïde (mégacristaux de feldspath alcalin). L'orientation des mégacristaux et de la biotite s'observe plus spécialement en bordure du massif ou le long d'accidents tectoniques. La composition minéralogique est la suivante : orthose en mégacristaux (20 % de la roche) et microcristaux, quartz, oligoclase ou andésine automorphe, biotite parfois chloritisée, muscovite sporadique.

Ce granite, traversé par des filons d'aplite également orientée, peut développer dans les formations micaschisteuses de la synforme de Bruzac, un métarmorphisme de contact à andalousite et cordiérite qui oblitère parfois les associations à grenat et staurotide du métarmorphisme général. Ainsi, les andalousites proviendraient de la transformation de niveaux riches en staurotide.

IV.2. Leucogranite calco-alcalin à biotite et muscovite peu porphyroïde

Il se différencie du précédent par raréfaction des mégacristaux et développement de la muscovite (5 % de la roche). Il ne s'oriente que localement en bordure d'accidents tectoniques. Un gros affleurement se situe au SW du secteur visité, entre Saint-Laurent-du-Pape et Les Ollières.

IV.3. Diorite

Cette roche n'appartient pas à la famille des granites. Nous la signalons ici car elle constitue de petits stocks limités au sein du granite de Tournon-Saint-Cierge. Un pointement a été reconnu au SE de Boffres et deux en bordure de la route départementale 219, au NE d'Alboussière.

Il s'agit d'une roche sombre à grain moyen constituée essentiellement par de l'amphibole et des plagioclases.

II - L'ARDECHE SEDIMENTAIRE

A - INTRODUCTION

L'histoire de l'Ardèche sédimentaire commence il y a très longtemps puisque des terrains du Carbonifère (300-200 millions d'années) sont présents dans le département. Après les dépôts détritiques du Houiller, du Permien et du Trias, apparaissent les formations plus carbonatées et argileuses du Jurassique inférieur et moyen. Le Jurassique supérieur et le Crétacé sont représentés par des ensembles à dominante calcaire ou marneuse. Le Tertiaire n'est présent que localement avec de nouvelles formations détritiques et argileuses (bassin de Vagnas, Meysse, bassin de Valence) tandis que le Quaternaire, très important dans la vallée du Rhône n'est développé, à l'intérieur du département, que dans le bassin de l'Ardèche.

B - LE CARBONIFERE

Les terrains de cet âge n'existant pas dans le secteur visité par le stage, nous nous limiterons à des généralités. Pour plus de renseignements, se reporter à "Découverte géologique des environs d'Aubenas", Juillet 1978 et "Découverte géologique des environs des Vans", Septembre 1980.

En Ardèche, les formations du Carbonifère ne sont connues à l'affleurement qu'au niveau de sillons pincés dans le socle des environs de Prades-Jaujac et de Banne-Pigères au Sud. Des données ponctuelles obtenues par sondage localisent aussi ces formations au niveau de Largentière et de Vallon-Pont-d'Arc.

Le bassin de Pigères est le prolongement, au NE, du bassin d'Alès-La Grand'Combe.

Les formations houillères sont représentées par des conglomérats à éléments de socle pouvant atteindre 50cm de diamètre, des grès fins à grossiers, des pélites et des niveaux charbonneux.

C - LE PERMIEN

Comme pour le Carbonifère, nous ne présentons ici que des généralités. Plus de détails sont exposés dans "Découverte géologique des environs de Largentière", Septembre 1979.

Les terrains permien n'affleurent en Ardèche que dans la région de Largentière où ils reposent sur le socle cristallin et partiellement, sur le Houiller. Il peut être subdivisé en 6 unités qui sont de bas en haut :

- I : unité conglomératique de base ;
- II : unité rouge inférieure (conglomérats, grès, pélites) ;
- III : unité arkosique (arkoses et argiles) ;
- IV : unité grise inférieure carbonatée (grès, dolomie, pélites) ;
- V : unité rouge supérieure (argilites, pélites) ;
- VI : unité grise supérieure (grès, arkose, argilites).

D - LE TRIAS

I. GENERALITES

Le Trias marque le début d'une sédimentation dite "prévocontienne" qui va se développer jusqu'au Jurassique supérieur.

Le Trias ardéchois affleure à la manière d'un liséré continu bordant les Cévennes cristallines depuis Saint-Paul-le-Jeune jusqu'à Privas puis de façon discontinue de Saint-Georges-les-Bains à Châteaubourg en bordure

du Rhône. A l'Ouest de ce liseré, des lambeaux témoins sont conservés le long de grandes failles d'effondrement (Les Ollières, Vernoux, Boffres, Alboussière, Saint-Romain-de-Lerps) ou en placages sur la surface pré-triasique du socle (Serre de Gruas près de Privas, de Planèze, de Saunas, etc. aux environs de Saint-Georges-les-Bains).

Le Trias ardéchois mieux connu depuis les travaux effectués ces dernières années, surtout dans les environs de Largentière (Samama, 1969) montre une épaisseur et une trilogie de faciès (Trias au faciès "germanique") caractéristiques des zones de bordure d'un bassin de sédimentation (grand bassin du S.E) (fig.7).

I.1. Le terme détritique de base

De 45m d'épaisseur en moyenne, ce terme peut être subdivisé en trois ensembles avec de bas en haut :

- ensemble grès-conglomératique de base (15 à 25m) avec quelques stratifications entrecroisées ;

- ensemble gréseux médian (10 à 20m), à arkoses, grès feldspathiques parfois conglomératiques ;

- ensemble grés-argileux supérieur (10-30m) à grès feldspathiques fins, silts, argilites, montrant des mouvements intraformationnels importants, à nombreux indicateurs bathymétriques : empreintes de reptiles, fentes de dessiccation, rides de courant, empreintes de trémies de sel. C'est cet ensemble qui a livré une ichnofaune reptilienne variée dont Chirotherium (Demathieu et Samama, 1974 ; Courel et Demathieu, 1976). Quelques conodontes ont aussi été découverts (Rey, 1980). A Largentière, il s'agit du niveau support du gisement de Plomb, Argent et Zinc.

Le terme de base est rapporté à l'Anisien supérieur (Doubinger, 1979) ;

I.2. Le terme argilo-dolomitique médian.

D'épaisseur variant entre 50 et 80m, le terme peut aussi être subdivisé en trois ensembles de bas en haut :

- ensemble argilo-gréseux de base : alternance de niveaux d'argilites noires, carbonatées et de petits lits gréseux ondulés à pseudomorphoses de trémies de sel ;

- ensemble carbonaté : barre de dolomie dont l'épaisseur peut varier de 0 à 16 m. Elle a livré, à sa base, une faune à ostracodes abondants, lamel-libranches, gastéropodes, sclérites d'holoturies, entrecques, test d'échinodermes, spicules de spongiaires et foraminifères ;

- ensemble argilo-carbonaté supérieur : mêmes caractères que le terme inférieur mais les lits gréseux sont remplacés par des plaquettes de dolomie.

Le terme médian appartient au Ladinien et à la base du Carnien.

I.3. Le terme argilo-gréseux et carbonaté

C'est un ensemble puissant de 30 à 180m constitué par une succession de séquences positives de conglomérats, arkoses, grès, argiles bariolées

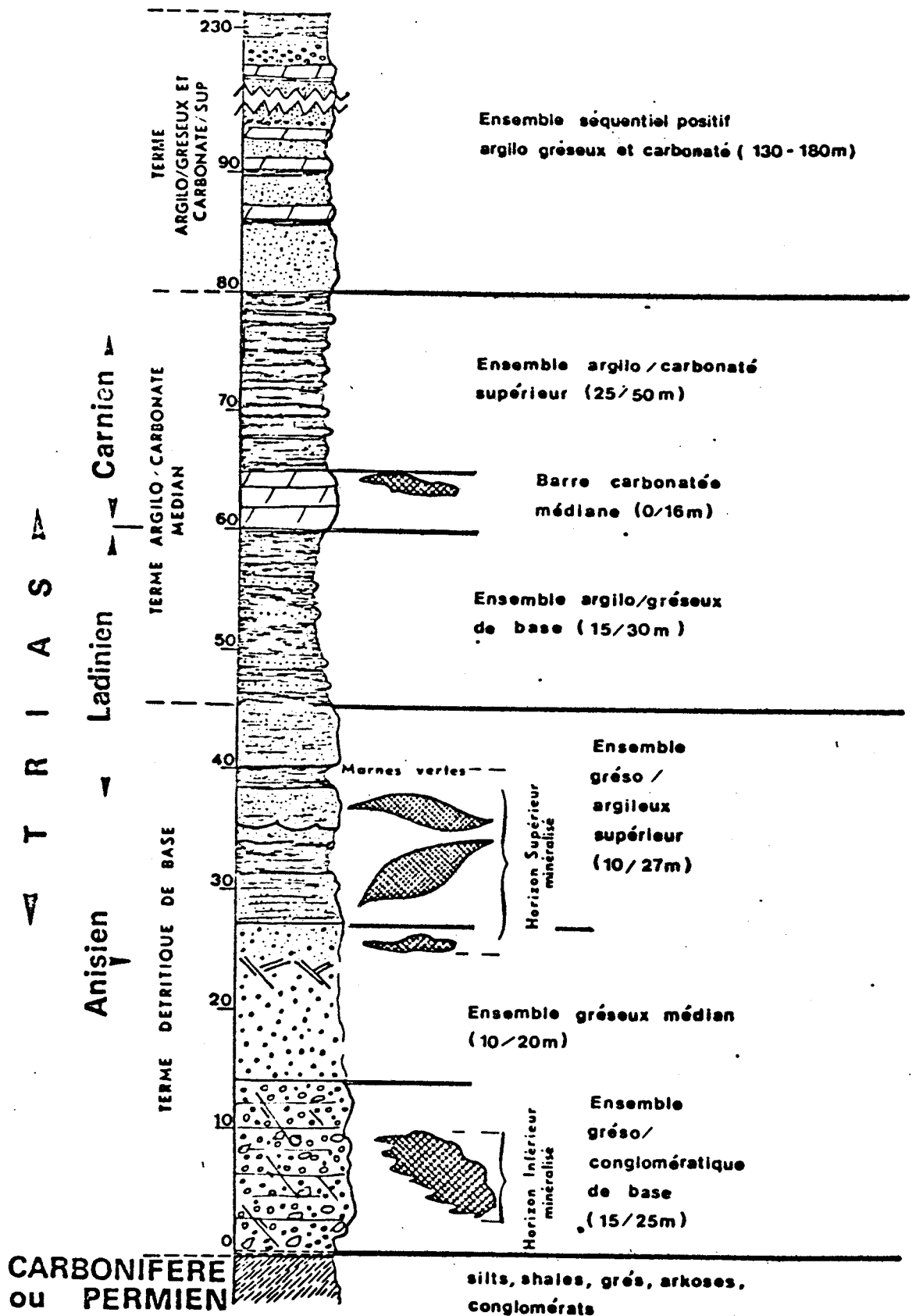


Fig. 7: Succession lithologique synthétique du Trias ardéchois d'après M. Rey et al. (1979).

et dolomie. Au niveau des bancs dolomitiques les surfaces sont souvent irrégulières et apparaissent des brèches intraformationnelles. Ce terme est rapporté au Carnien.

II. LE TRAIS ARDECHOIS DE LA RIVE DROITE DU RHONE

La succession lithologique diffère selon les auteurs. (Aubague, 1966, Ricour, 1970). La synthèse bibliographique et de nouvelles observations nous permettent de donner la coupe schématique suivante de bas en haut :

II.1. Le terme détritique de base

Il est représenté par une quinzaine de mètre de grès grossiers à gros éléments de quartz, parfois bréchiques, à la base, arkosiques et dolomitiques vers le sommet. Les grès sont imprégnés de pyrite et montrent des vacuoles tapissées de cristaux de fluorite. Dans la partie inférieure, des empreintes de reptiles ont été signalées (Courel, 1970, d'après Demathieu). Dans la partie moyenne, un banc de 10 à 20 cm de dolomie grise renferme une riche faune de lamellibranches (Myophora, Coenothyris). Dans la partie supérieure dolomitique, présence de débris de Poissons.

II.2. Le terme argilo-dolomitique médian

A la base, 10 mètres d'argilites noires micacées avec passées de grès fins carbonatés à pseudomorphoses de trémies de sel, débris de végétaux et de poissons auxquels font suite une alternance d'argilites noires micacées et de dolomie légèrement gréseuse ou grès fins à moyen avec imprégnations pyriteuses (Soyons). La barre dolomitique franche n'existe pas ici.

II.3. Le terme argilo-gréseux et carbonaté supérieur

Il est représenté par une vingtaine de mètres de grès moyens à grossiers, parfois quartzites ou carbonatés, d'argilites et de dolomies organisés en séquences diffusées ou donnant parfois des brèches intraformationnelles.

E - LE LIAS

I. GENERALITES

Les formations du Lias ardéchois qui affleurent de façon discontinue au-dessus du Trias montrent de très nombreuses variations de faciès et d'épaisseur. Par endroits, elles peuvent manquer complètement (lacune) ou montrer de fortes condensations. Une synthèse simplifiée est quasiment impossible à établir. Toutefois, quelques traits généraux peuvent être dégagés.

Le milieu de sédimentation correspondait, sur la bordure méridionale du Massif Central, à une succession de seuils et de bassins plus ou moins importants (seuils de Châteaubourg, La Voulte, L'Escrinet, etc.). La proximité des terres émergées se traduit par la présence d'une importante composante détritique dans les sédiments qui montre par ailleurs une nette tendance à la carbonatation.

II. LE LIAS DE CRUSSOL (fig. 8.9)

Comme dans toute l'Ardèche, à Crussol le Lias est très irrégulier, la sédimentation étant incomplète.

Le Lias ne débute qu'au Domérien (incertain et lenticulaire). Le Toarcien, d'allure transgressive sur le Trias, est incomplet.

II.1. Le Domérien

Il est représenté par une assise gréseuse de quelques centimètres à 1 m formée de grains de quartz hétérométriques associés à des débris de calcaire dolomitique, d'argile verte ou noire et de bélemnites. Cette couche qui affleure dans la coupe du ravin d'Enfer peut être rapportée au Domérien par comparaison avec une assise identique des environs de Privas (coupe du ruisseau de Prachy) datée paléontologiquement.

II.2. Le Toarcien

Il repose, soit sur le Domérien, soit sur le Trias. Il comprend trois assises continues qui affleurent au Nord du Rioulet, le long de la falaise nord-sud bien marquée dans la topographie.

II.2.1. Toarcien inférieur (0,33 à 0,85 m).

Toutes les zones ne sont pas représentées. Calcaire gris à blanchâtre, très gréseux, parfois bréchique, à nodules calcaires et petites colithes avec stratifications entrecroisées et surface supérieure irrégulière, indice d'un arrêt de la sédimentation. Les ammonites rencontrées sont : Harpoceras, Dactylioceras, Orthildaites.

II.2.2. Toarcien moyen (0,03 à 0,42 m).

Il est très incomplet et plusieurs zones manquent. Il s'agit, d'un seul banc de calcaire gréseux gris avec des passées d'oolithes calcaires, phosphatées ou ferrugineuses. Les ammonites rencontrées sont : Harpoceras, Hildoceras, Catacoloceras, Dactylioceras.

II.2.3. Toarcien Supérieur (0,45m maximum).

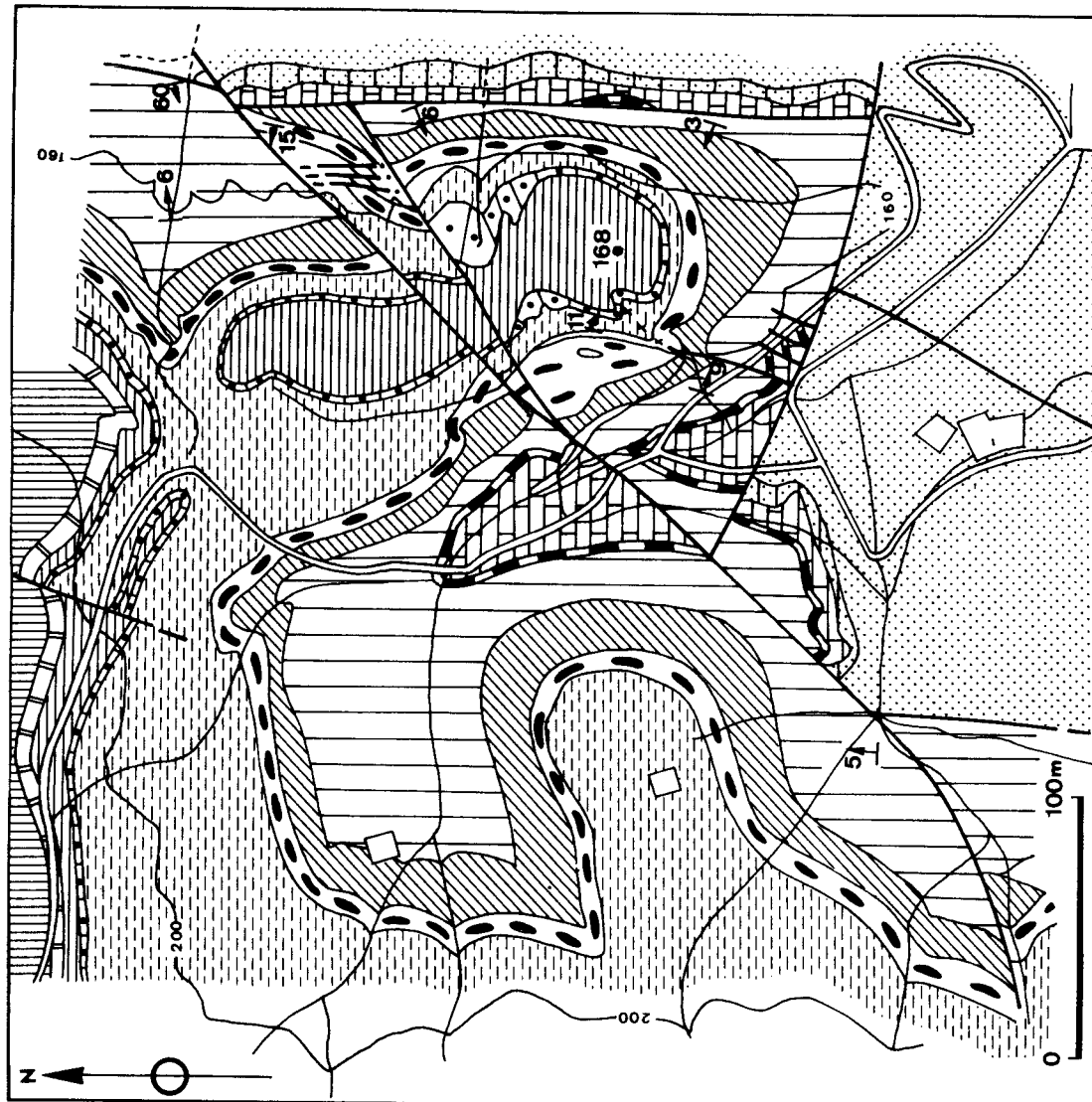
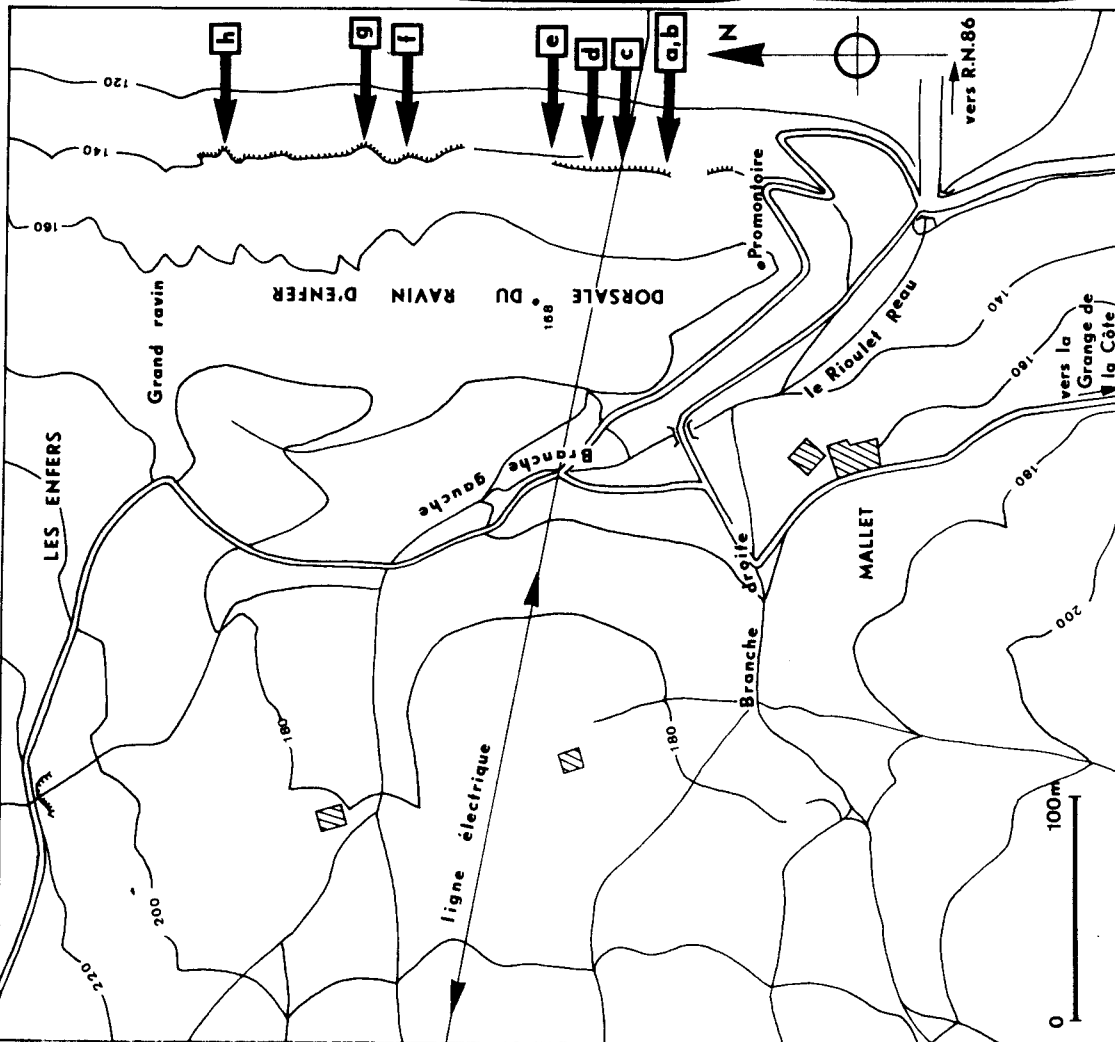
Calcaire gréseux à entroques, localement riche en colithes, nodules calcaires et ovoïdes. Les fossiles sont rares : quelques ammonites (Grammoceras, Pseudogrammoceras, Hammatoceras, Pleydellia) et quelques Pectinidae (caractère sublittoral du dépôt).

F - LE DOGGER

I. GENERALITES

Les dépôts des différents étages du Dogger ardéchois sont d'épaisseur variable, souvent réduits voire absents. Les variations de faciès sont fréquentes. Tous ces caractères indiquent d'intenses phénomènes d'érosion et de remaniement. Les apports détritiques vont en diminuant de la base vers le sommet.

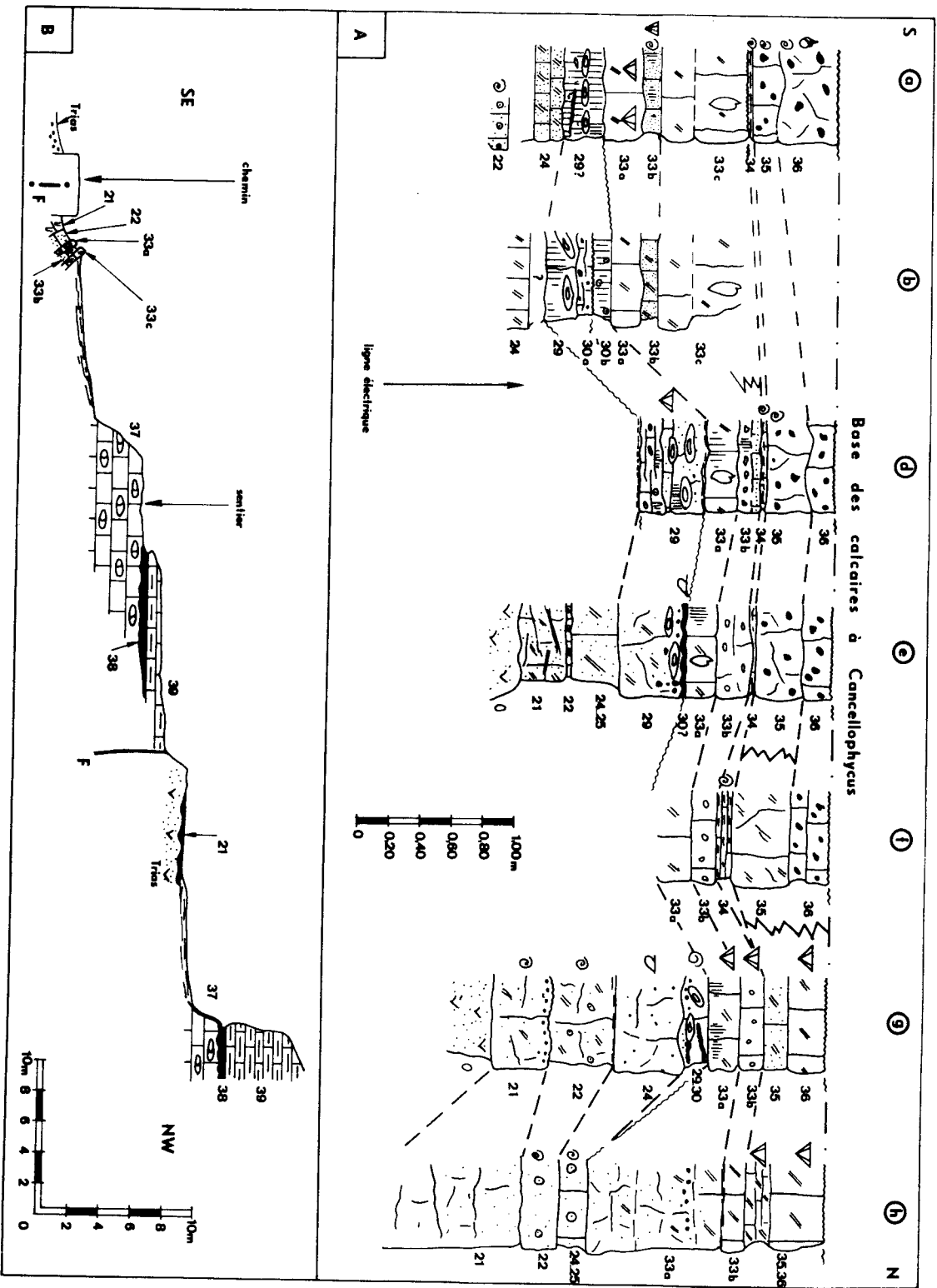
Avec le Bathonien supérieur commence une sédimentation plus profonde, donnant des affleurements plus étendus et continus. Le régime des lacunes sédimentaires disparaît jusqu'au Callovien moyen, le Callovien supérieur manquant à son tour.



	Oxfordien (marnes)		45.46		38. couche ocreuse		Trias
	Calc. à Campylites		42.44		37		d'après S. Elmi (1967)
	4 ^e couche marneuse		41.42		21-36		
	47		39.40		20		

Fig. 8 - Cadre géographique de la partie méridionale de la montagne de Crussol. Les lettres minuscules renvoient à la description des coupes de la falaise.

- Carte géologique de la partie méridionale de la montagne de Crussol.
 (20 = Domérien; 21-36 = Ioracien - Bathonien inférieur; 37 = Bathonien moyen, pars inf. = calcaires à *Cancellophycus*; 38 = Bathonien moyen, pars sup. = couche ocreuse; 39-40 = Bathonien supérieur; 41-47 = Callovien inférieur et moyen; au-dessus : Oxfordien).



- 37- Bathonien moyen
- 36- Bathonien inférieur
- 33,34,35- Bajocien supérieur
- 29,30- Alénien
- 21,22,24,25- Toarcien

d'après S. Elmi, 1967.

Fig. 9 - Principales coupes de la série calcaréo-gréseuse de Crussol.
 A = coupes de la falaise (les lettres minuscules renvoient aux descriptions dans le texte).
 B = coupe du ruisseau du Rioulet (branche gauche).

II - LE DOGGER D' CRUSSOL (fig. 8.9.10)

L'Aalénien est presque absent. La lacune se développe ensuite au Bajocien inférieur et moyen.

Au Bajocien supérieur, la sédimentation reprend mais reste faible. Une séquence positive s'amorce. Bien qu'elle s'affirme au Callovien, les apports détritiques et les variations d'épaisseur indiquent toujours un milieu de sédimentation agité.

II.1. Aalénien (0,50 à 0,60 m)

L'Aalénien montre des phénomènes de condensation en de nombreux points et parfois une lacune de certains horizons ou de tout l'étage. Deux faciès sont présents avec de bas en haut :

- niveau rouge à ovoïdes. Calcaire gris détritique à grains de quartz centimétriques, teinté en rouge brique par des oxydes de fer, et à passées phosphatées. Présence caractéristique d'ovoïdes pouvant atteindre 15cm de diamètre. La partie inférieure du banc montre, par endroits, des fentes de dessiccation (mud. cracks) et des rides.

Les ovoïdes constituent des figures de sédimentation rappelant les oolites par leur structure feuilletée concentrique.

Ovoïdes, rides et mud cracks indiquent un milieu de sédimentation agité et peu profond tandis que le fer et les phosphates prouvent qu'un continent à faible relief et sans couvert végétal notable (phase de rhéxistase) était tout proche.

- calcaire à passées d'oolites ferrugineuses

La faune de l'Aalénien est représentée par des ammonites (Graphoceras, Euaptoceras, Ludwigia, Rhaeboceras, et Leioceras), des Gastéropodes (Pleurotomaria) et des lamellibranches.

II.2. Bajocien (0,50 à 1,15 m).

Le Bajocien inférieur et moyen est absent. Le Bajocien supérieur est représenté par un ensemble de calcaires dont le faciès varie tant horizontalement que verticalement. Le faciès dominant est un calcaire à entroques légèrement glauconieux à la base. Les Brachiopodes sont abondants (Rhynchonella, Zeilleria, Terebratula) mais les ammonites rares (Cadomites). Au-dessus un niveau phosphaté contient diverses ammonites : Garantiana, Parkinsonia, Bigotites, etc.

II.3. Bathonien

II.3.1. Bathonien inférieur.

Incomplet, il montre toutefois un niveau phosphaté (0,25 à 0,40 m) à fossiles phosphatés ou calcaire à patine verte. Les phosphates peuvent se trouver en nodules roulés enveloppés d'une pellicule ferrugineuse. Le niveau passe au Nord à des calcaires à entroques.

Les ammonites sont nombreuses : Morphoceras, Oxycerites, Nannolyceras, etc.

II.3.2. Bathonien moyen. Il est représenté, de bas en haut par :

- 2 à 3m de calcaire à nombreux Cancallophycus et chailles abondantes. De très rares ammonites : Procarites. Ce niveau se termine aussi par une surface durcie indiquant encore la présence de courants. L'important apport de silice (chailles) indique une stabilité de l'érosion sur les reliefs émergés (début de la phase de biostase).

- une "couche ocreuse" (0,05 à 0,15m) qui repose sur la surface ondulée des calcaires à Cancallophycus. La teinte rouille est due à des passées de limonite. Cette couche est formée de rognons calcaires enveloppés dans une matrice argileuse. Les rognons correspondent à des galets de calcaire (faciès des calcaires à Cancallophycus), roulés et perforés atteignant 10cm de long et recouverts d'une pellicule noirâtre à rousse et à des fossiles généralement usés sur une face. Les ammonites appartiennent aux Phylloceras, Oppeliidae et Cadomites. C'est par cette couche ocreuse que débute "la série marnée" définie par Elmi (1967).

II.3.3. Bathonien supérieur. Il montre une alternance de petites bancs de calcaire argileux centimétriques à décimétriques, généralement à fines lamines gréseuses et micacées parfois entrecroisées, et de marnes micacées gris-bleuté à rousses. Les ammonites sont très rares tandis que les Posidonomya alpina sont très fréquentes.

II.4. Le Callovien (fig. 10)

Comme dans une bonne partie de l'Ardèche, seul Callovien inférieur et moyen sont représentés.

Le Callovien inférieur et moyen est formé par la succession suivante de bas en haut :

- 3 à 4 m de marnes (1ère couche marneuse) à rares ammonites pyriteuses (Phylloceras) ;

- 1,5 à 2,5m de bancs de calcaires argileux micacés, finement gréseux en plaquettes ou compacte alternant avec des marnes micacées noires ou grises. Les bancs calcaires du sommet montrent une surface ondulée, encroûtée avec des amas noirâtres. Rares Macrocephalites ;

- 2m de marnes noires (2e couche marneuse) à rares bélemnites et quelques Posidonomya alpina ;

- 0,10m de calcaire argileux à grains de glauconie, fragments de bélemnites et d'arty à surface supérieure irrégulière. Ammonites frustes : Macrocephalites, Choffatia ;

- 6,50m de marnes délitées (3e couche marneuse) micacées noires, à rares passées calcaires ;

- 0,10m de calcaire argileux roux en surface, verdâtre à la cassure, à rares bélemnites fragmentées (Hibolites) et ammonites phosphatées.

G - LE MALM

I. GENERALITES

Pendant le Malm, la sédimentation est générale sur le domaine ardéchois mais certains troubles se font encore sentir surtout à la base (lacune de l'Oxfordien dans toute l'Ardèche du Sud jusqu'à Florzac) et au sommet (glissements dans le

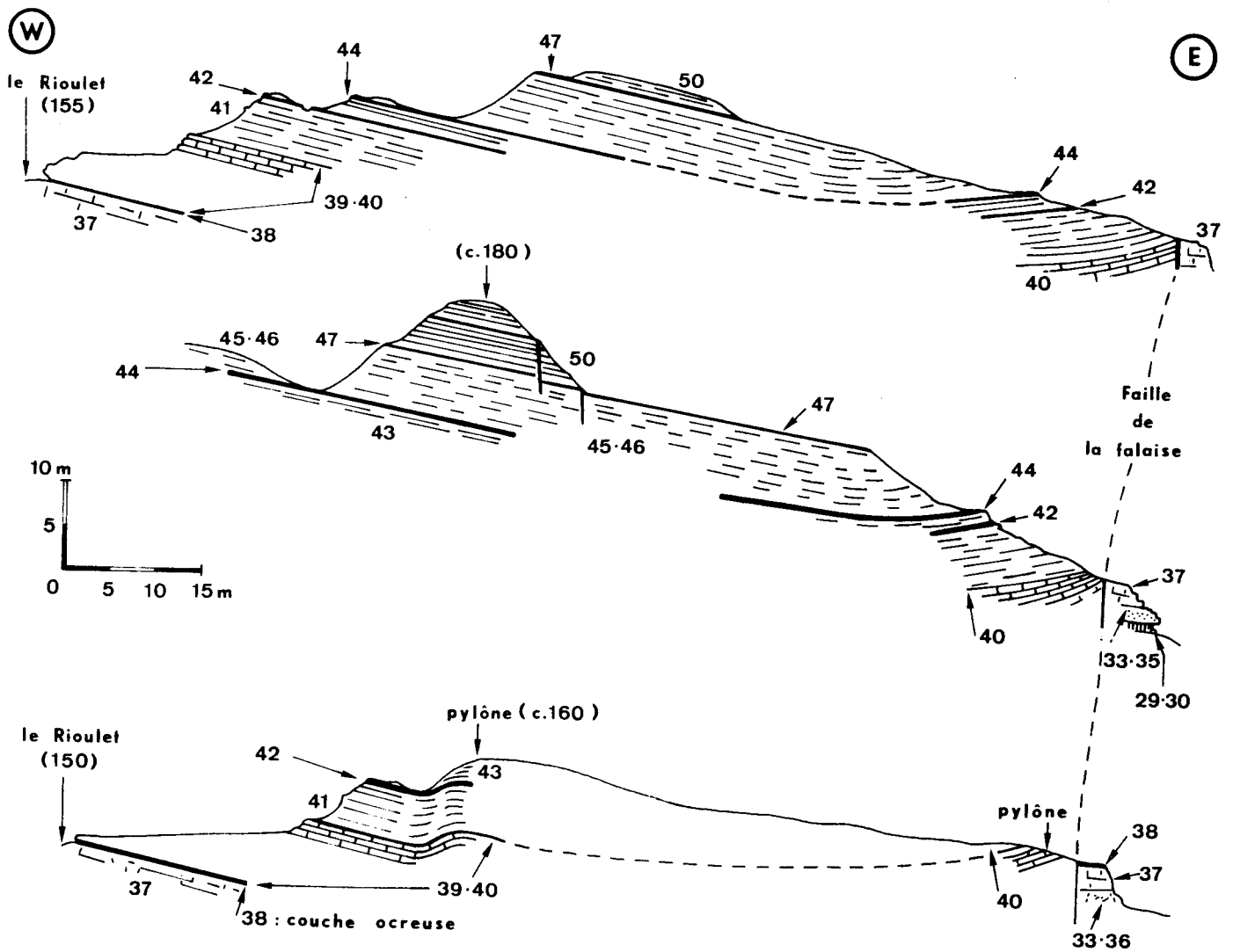


Fig. 10 - Coupes de la dorsale du Ravin d'Enfer (Crussol, Guilherand) depuis le Nord (figure du haut) jusqu'au Sud (figure du bas).

- 50- Oxfordien inférieur
- 47- Callovien moyen
- 41,46- Callovien inférieur
- 40- Bathonien supérieur
- 38,39- Bathonien supérieur

d'après S. Elmi, 1967.

Kimméridgien, brèches dans le Portlandien).

La sédimentation marneuse qui avait débuté avec le Bathonien se termine au milieu de l'Oxfordien et fait place à une importante phase carbonatée à partir de l'Oxfordien terminal (Rauracien). Les calcaires de cet âge forment souvent une falaise dans le paysage, depuis Crussol au Nord, jusqu'aux Vans, au Sud. L'assise puiforme des calcaires de Païolive (Kimméridgien supérieur) se retrouve aussi un peu partout en corniche au-dessus de divers cours d'eau (Chassezac, Ardèche, dépression de Vesseaux, Ouvèze) ainsi qu'en bordure du Rhône (Le Pouzin, Crussol).

Le Portlandien, sous le faciès tithonique, constitue, avec le Kimméridgien, les nombreux grads ardéchois, vastes plateaux calcaires couverts d'une garrigue parfois dense.

II. LE MALM DE CRUSSOL (fig. 11).

Si dans pratiquement toute l'Ardèche l'Oxfordien inférieur manque, à Crussol, il est présent. Toutefois tout l'Oxfordien moyen serait en lacune.

Avec l'Oxfordien terminal débute une importante sédimentation calcaire qui va se prolonger jusqu'au Portlandien inférieur, dernière subdivision du Malm représentée à Crussol, immédiatement sous le château.

II.1. L'Oxfordien

Marneux à la base, il se termine par une barre calcaire puissante.

II.1.1. Oxfordien inférieur (5,50 à 8,5m). Il est essentiellement marneux avec intercalation de quelques lits calcaires, plus nombreux vers le sommet. Vers la base, on peut rencontrer quelques fossiles pyriteux : Phylloceras, Sowerbyceras, Campylites ; au sommet : Cardioceras, Peltoceras et des Rhynchotéutis

II.1.2. Oxfordien supérieur (Argovien). Il est difficile à distinguer de l'Oxfordien inférieur car il est aussi marneux. On y récolte Sowerbyceras, Ochetoceras, Creniceras, Perisphinctes. L'Oxfordien supérieur pourrait faire entre 30 et 40m d'épaisseur.

II.1.3. Oxfordien terminal (Rauracien) (10 à 20m). Il s'agit de calcaires blancs en gros bancs dans lesquels sont ouvertes quelques petites carrières. Les ammonites suivantes sont rencontrées : Peltoceras, Taramelliceras, Ochetoceras.

II.2. Le Kimméridgien

II.2.1. Kimméridgien inférieur. Il peut être subdivisé en deux parties.

- partie inférieure (Séquanien) (30m). Elle est constituée par un ensemble de calcaires fins compacts, en bancs bien lités, peu épais, qu'il est difficile de distinguer, à la base, de ceux de l'Oxfordien terminal. Les bancs deviennent plus épais et plus massifs vers le sommet et montrent quelques intercalations marneuses et grumeleuses.

- partie supérieure (33m). Elle est constituée par des bancs décimétriques à métriques de calcaire gris-beige à pâte fine, à grumeaux noirs à verdâtres, alternant avec des bancs marneux ou grumeleux à spongiaires et échinides. Les faciès à grumeaux et bréchoïdes se rencontrent surtout vers le sommet du Kimméridgien inférieur, au niveau de calcaires jaunâtres. Ce sont des assises qui sont affectées par des glissements synsédimentaires. Les ammonites rencontrées sont : Taramelliceras, Ataxioceras streblites ; les échinides : Plagiocidaris, Rhabdocidaris.

C'est dans les assises de Kimméridgien inférieur qu'ont été creusées les plus importantes carrières de Crussol (carrière Mallet).

II.2.2. Kimméridgien supérieur (10m environ).

Il est représenté par les bancs épais de calcaire ruiniformes de l'assise de Païolive. Le calcaire fin montre de nombreuses taches rosées et, dans la partie supérieure, des rognons de silex abondants. Les calcaires forment le plateau de la borne 405,7m au-dessus de la carrière Mallet, tandis que vers l'Est ils dessinent une falaise très reconnaissable dans le paysage. Quelques ammonites sont présentes : Phylloceras, Lytoceras, Glochiceras, Taramelliceras.

II.3. Portlandien inférieur (40m)

Il est représenté par des calcaires massifs, sublithographiques, blanc-rosé, en bancs-métriques constituant le substratum du château de Crussol. Les ammonites contenues dans les calcaires sont : Soverbyceras, Lissoceras, Haploceras ; Les brachiopodes rares, sont représentés par le célèbre Pygoceras Janitor.

H - LE CRÉTACÉ

I - GENERALITES

Le Crétacé ardéchois est très bien représenté dans le Bas-Vivarais, depuis Chomérac jusqu'aux limites Sud du département.

Aux calcaires jaunâtres du Borriasien (localité-type Berrias) fait suite l'ensemble marneux épais du Valanginien.

Dans l'Haute-rivier, les bancs calcaires réapparaissent avec le typique faciès "à niches" alternant avec des niveaux plus marneux.

Le Bédoulien-Barrémien montre, à partir de Viviers et jusque dans le Gard, le caractéristique faciès urgonien (faciès récifal).

La tendance à l'émersion est de plus en plus nette dans le Crétacé supérieur où nous trouvons des faciès détritiques de plage (Cénomaniens du Teil), ou lagunaires avec lignites et parfois bitumes (Vagnas).

II - LE CRÉTACÉ DE SOYONS

Dans le secteur étudié par le stage, un seul pointement de Crétacé est connu. Il s'agit de celui de Soyons qui est isolé par failles du reste de la série sédimentaire. Il s'agit de calcaires blanchâtres qui se développent sur une centaine de mètres d'épaisseur.

L'âge, d'après la microfaune contenue dans la roche, est Crétacé inférieur. La notice de la carte géologique de la feuille de Valence au 1/50.000 l'attribue, dubitativement, au Barrémien, faciès urgonien (?).

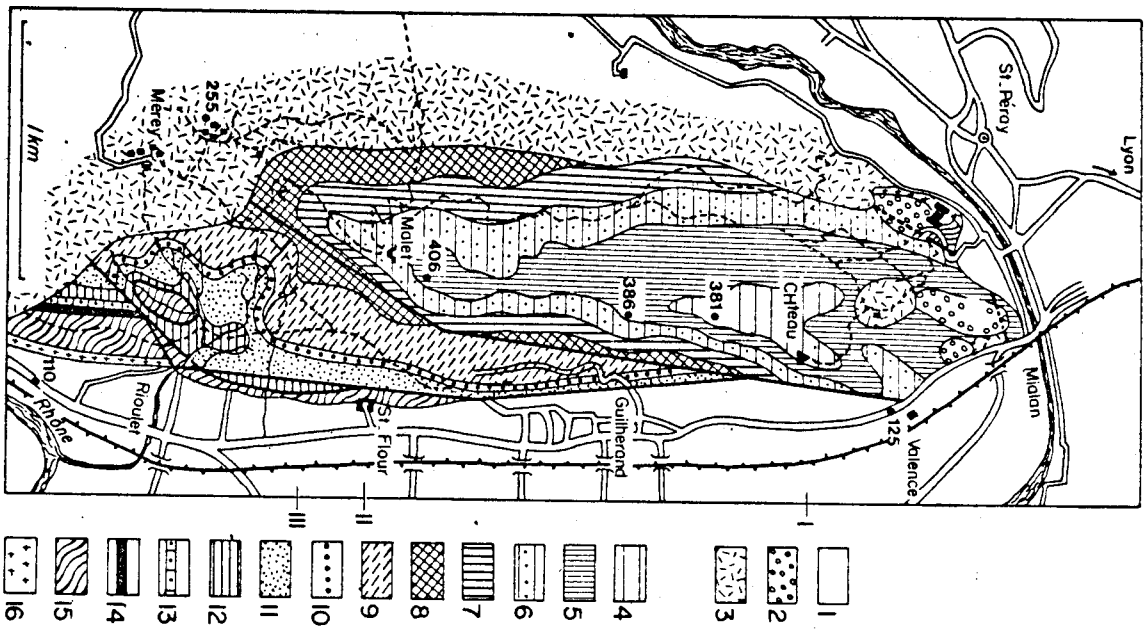


Fig. 2 - Carte géologique de la Montagne de Crussol (d'après Gauthier, 1959).

1. alluvions récentes. 2. alluvions anciennes. 3. lacs, limons. 4. Titthonien inf. - 5. Kimmeridgien sup. 6. Kimmeridgien inf. 7. Séquanien - 8. Rauracien - 9. Oxfordien-Argovien - 10. Callovien - 11. Bathonien - 12. Bajocien - 13. Aalénien - 14. Toarcien Domerrien - 15. Trias (Keuper) - 16. Granite.

I, II, III, emplacements des coupes.

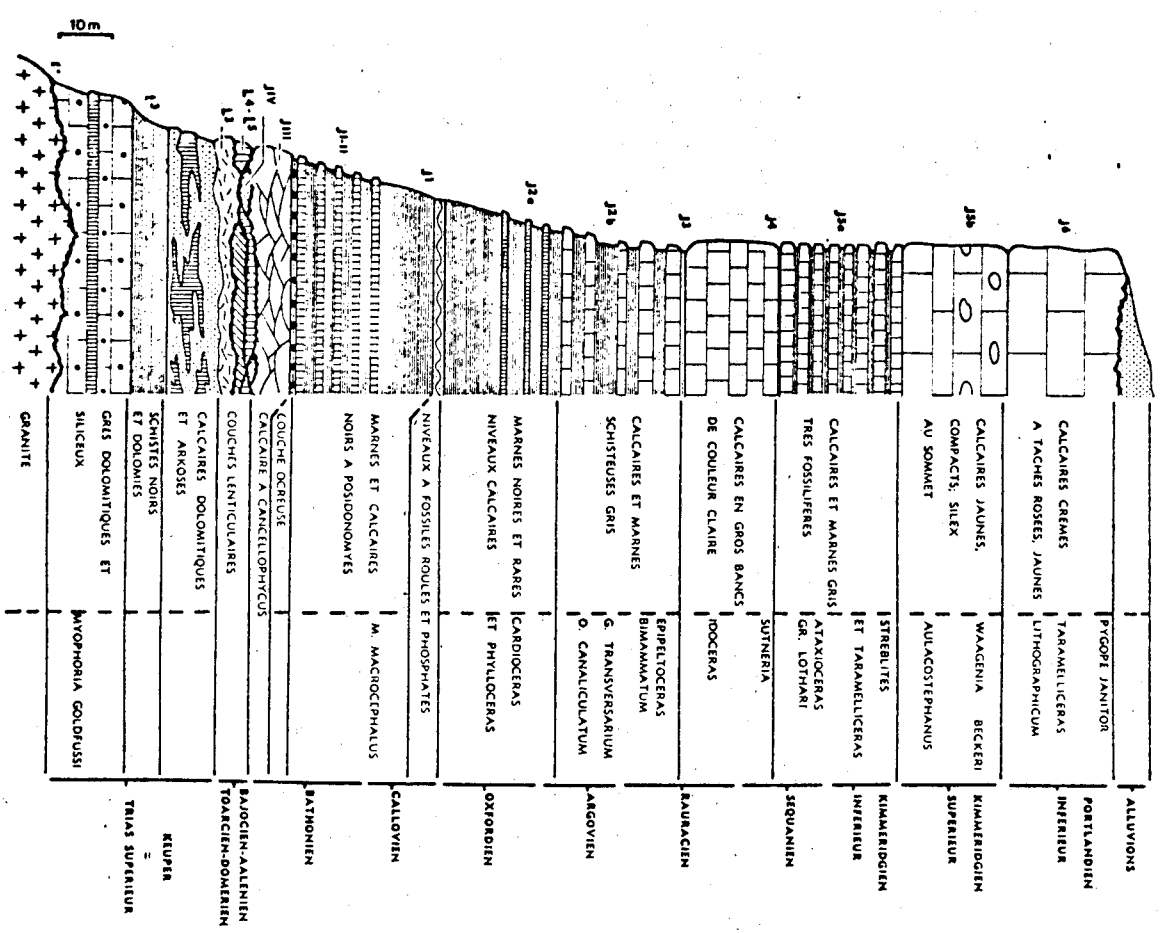


Fig. 11 : Crussol

Fig. b - Série stratigraphique de la Montagne de Crussol (d'après Gauthier, 1959).

I - LE TERTIAIRE

I - GENERALITES

En Ardèche, le Tertiaire est mal représenté. Quelques pointements d'Oligocène argileux à conglomératique dans le Sud du département (terminaison septentrionale du bassin d'Alès à Vagnas) et en bordure du Rhône (Rochemaure, Meysse, Charmes,...) et, dans certaines vallées, quelques dépôts d'argile bleue marine du Pliocène. (Ardèche, Escoutay, Eyrieux, Turzon, etc.).

II - L'OLIGOCENE DE CHARMES

Il est formé d'une trentaine de mètres de brèche à gros blocs anguleux de Crétacé de 30 à 40cm de diamètre, très dure, à ciment calcaire fin peu abondant. Elle est discordante sur le Jurassique ou le Crétacé et elle est surmontée très localement par un mètre de calcaires très fins blancs, un peu argileux, à débit en plaquettes. Ces calcaires ont livré une faune malacologique d'eau douce ou terrestre sobre : Potamides lamarcki, Cyrena semistriata, striatella valentinensis, Helix ramondi et Hydrobia dubuissoni.

III - LE PLIOCENE

Il s'agit d'argiles marines bleues ou grises plus ou moins sableuses, peu fossilifères (voir chapitre III).

J - LE QUATERNAIRE

Il est étudié dans le chapitre III auquel il faut se reporter.

III - GEOMORPHOLOGIE

La région visitée par le stage montre une évolution géomorphologique fort complexe. En effet, si de multiples témoins de paysages plus ou moins anciens subsistent depuis les Hauts-plateaux de l'Ouest jusqu'à la plaine du Rhône à l'Est, il n'en est pas moins vrai que la reconstitution de ces paysages reste souvent très délicate.

Dans la région, il faut distinguer deux secteurs nettement différents :

- le rebord oriental du Massif central d'une part,
- la dépression de Toulaud qui lui fait suite à l'Ouest, de Saint-Péray à Saint-Georges-les-Bains.

I - LE REBORD ORIENTAL DU MASSIF CENTRAL

J.P. Charre (1966) distingue deux zones majeures :

1 - la partie amont qui correspond à la région des Boutières, limitée au NW par le plateau de Saint-Agrève et au SW par la crête volcanique du Mézenc au Roches de Gourdon.

2 - la partie aval à l'Est d'une ligne Lamastre-Saint-Sauveur-de-Montagut. C'est cette partie qui concerne la région étudiée.

Dans cette partie, les altitudes s'abaissent de l'Ouest vers l'Est par degrés et irrégulièrement. Plusieurs secteurs déprimés au fond desquels sont conservés des sédiments triasiques et même liasiques (Alboussière, Vernoux) peuvent être appelés "bassins".

Le relief est peu vigoureux, (les ondulations molles et les croupes lourdes) indépendant de la nature pétrographique du substratum.

Vers le Rhône, étant donné le niveau de base proche, on devrait trouver un relief très disséqué. Or il n'en est rien et les interfluves des rivières qui ont creusé des entailles très vigoureuses, sont des portions de surface remarquablement planes. Aussi c'est un talus vigoureux et peu dentelé qui domine la dépression de Toulaud et la plaine de Valence.

Dans ce paysage il est possible de reconnaître un certain nombre de surfaces en-dessous de la surface éogène située à 1100m d'altitude dans la partie amont. La plus importante est la surface intermédiaire vers 980m, d'âge finimiocène (Pontien) qui appartient au piémont rhodanien et qui est nettement séparée de la surface éogène par une pente raide.

La surface pontienne ne se trouve pas toujours à la même altitude car elle a été dénivelée en plusieurs points : au Sud, aux Coirons, elle se situe à 600 m tandis qu'au Nord, au Nord du Doux, elle ne se trouve que vers 400m.

Dans le secteur visité par le stage, le piémont montre une succession de replats qu'il est difficile de raccorder entre eux. Cette difficulté vient du fait que d'incessants mouvements tectoniques (le jeu de failles) semblent avoir empêché une planation très développée. La preuve de ces mouvements réside dans les dénivellations qui affectent les terrains du Trias.

Ainsi, en contre bas de Saint-Romain-de-Lerps on trouve plusieurs replats vers 420-430 (hameaux de Raffy, Rochette, Margillière, Michelas, Précharnier, Les Prés). Au-dessus de Toulaud et entre Toulaud et Alboussière un autre ensemble

de replats se note vers 520m (Trémoulat, Fialaix, Chabret, Juventin, Les Bonnets, Roupiac et Venoux).

En dehors de ces replats d'âge pontien, on remarque d'autres replats qui correspondent à des fragments de la surface pré-triasique et qui sont conservés en divers points au-dessus de Toulaud et de Saint-Georges-les-Bains, à la côte 400 : La Valette, Serre de Saumas, Serre de Planèze.

II - LA DEPRESSION DE TOULAUD (fig. 12-13)

Si le Rhône coule actuellement majestueusement dans la plaine de Valence, il faut avoir à l'esprit que cette situation n'est que toute récente à l'échelle des temps géologiques. En effet, dès la fin du Miocène et jusqu'au milieu du Quaternaire, le fleuve a préféré le passage dans la dépression de Toulaud. C'est l'évolution géomorphologique de cette dépression que nous allons donc maintenant résumer en nous référant, pour l'essentiel, à la publication de P. Mandier : "Les passages du Rhône dans la dépression de Saint-Péray" (1974).

Cet auteur distingue quatre périodes différentes d'occupations :

- à la fin du Miocène ;
- au Plio-villafranchien ;
- au Quaternaire ancien (Donau ?) ;
- au Günz, période du Quaternaire à la fin de laquelle le fleuve a définitivement abandonné cette vallée.

II.1. Le cours du Rhône à la fin du Miocène

La fin du Miocène est une période importante dans le creusement des vallées. La région redevenue à cette époque continentale grâce au comblement progressif du bras de mer périalpin par les apports détritiques en provenance des Alpes va subir un soulèvement généralisé. Le réseau hydrographique s'enfonce alors sur place très profondément comme le Rhône qui établit son cours sur une portion du Massif Central, entre Saint-Péray et Saint-Georges-les-Bains. Il s'agit d'un phénomène d'épigénie. La Méditerranée envahit ensuite cette paléovallée du Rhône qui devient une étroite ria jusqu'aux abords de Lyon, pour retrouver les vallées creusées à la fin du Miocène, il est donc nécessaire de rechercher les sédiments de la mer pliocène qui s'y sont déposés.

II.1.1. Les affleurements pliocènes

Dans la dépression de Saint-Péray, il est possible de distinguer six zones d'affleurement qui sont du Nord au Sud :

- à l'Ouest de Saint-Péray (rive gauche du ruisseau de Saveyre, ruisseau de Hongrie) ;
- au Sud de Saint-Péray (ruisseau de Bouyon, ferme de Chavaran) ;
- au quartier de Tourtousse (Creux de La Chapelle, ruisseau de Navaran, Le Chêne et Biguet) ;
- à l'Ouest de Toulaud (ferme de Jourdan)
- au Nord-Ouest de Charmes (rive gauche de l'Embroye de la ferme Combe à celle du Chemin Neuf, ruisseau de Seisson à sa confluence avec l'Embroye) ;

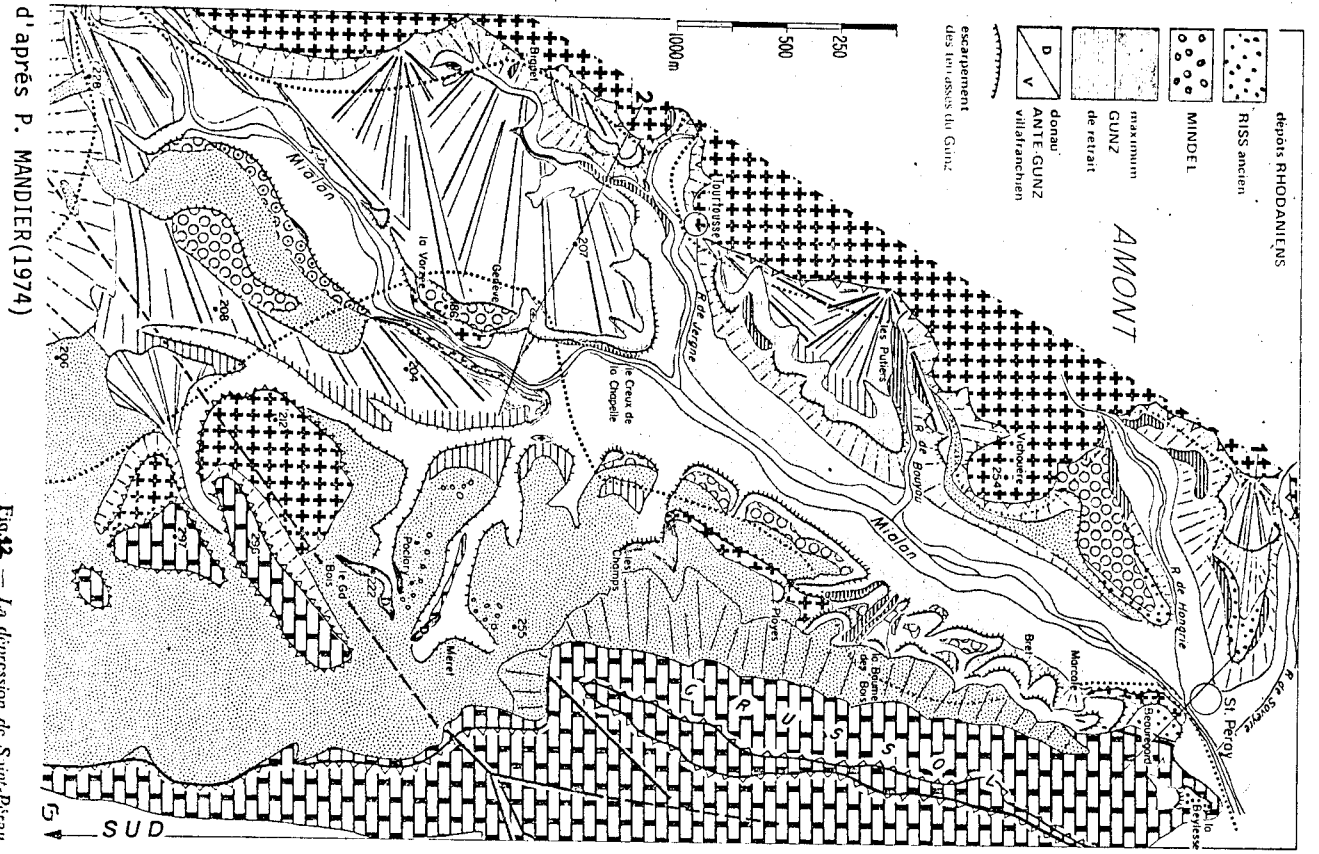
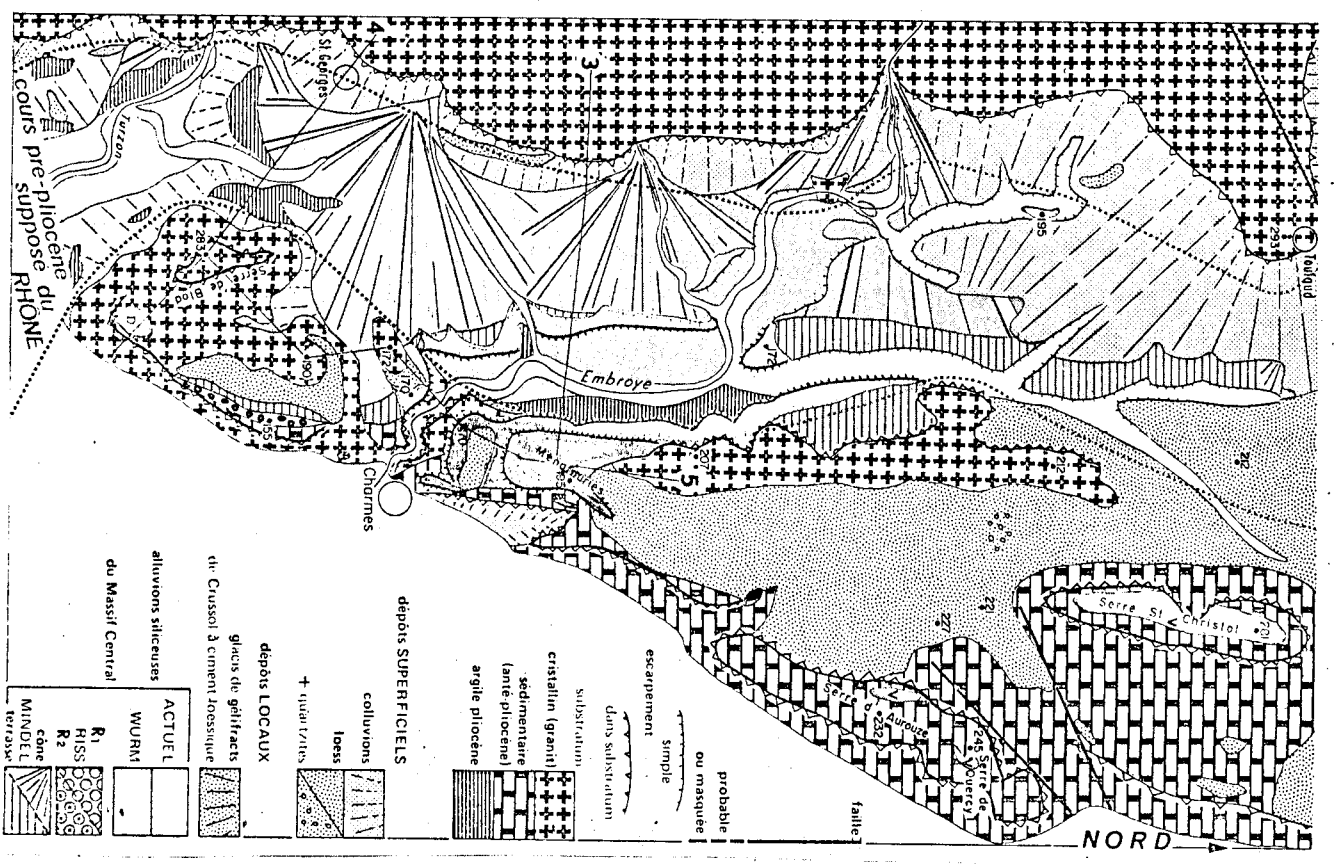


Fig. 12 — La dépression de Saint-Pierre



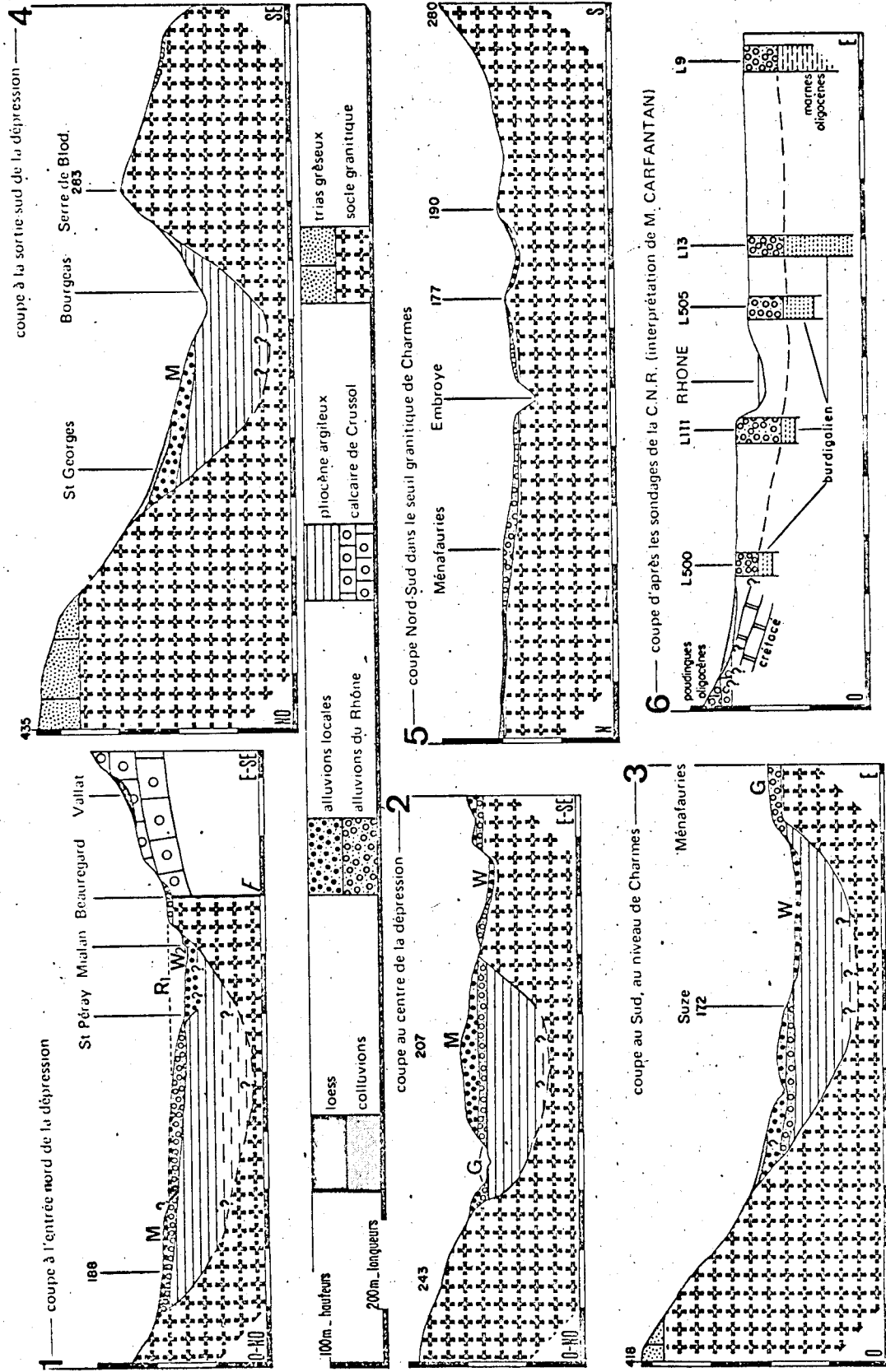


Fig 43 — Coupes

d'après P. MANDIER (1974)

- au Sud-Est de Saint-Georges-les-Bains (rives gauche et droite du Turzon).

II.1.2. Le tracé du réseau prépliocène du Rhône

Au niveau des affleurements de Pliocène on peut constater que :

- les argiles sont toujours en contre bas d'un versant cristallin ;
- le tracé en plan de l'extension de ces argiles et de leur contact avec le socle cristallin est sinueux ;
- les argiles sont toujours ravinées soit par les alluvions rhodaniennes, soit par les alluvions locales.

Ces caractères permettent de penser que les affleurements de Pliocène jalonnent le tracé d'un Rhône pré-pliocène qui a le calibre et la morphologie habituels des secteurs épigéniques du Rhône comme par exemple Vienne-Saint-Vallier ou Andance-Tournon. Le cours présente un certain nombre de méandres :

- Saint-Péray-Vichouère ;
- Tourtousse-La Vorzée ;
- au Sud de Touloud ;
- Saint-Georges-les-Bains.

Si dans ce secteur le Rhône s'est encaissé dans le cristallin il existe une différence avec les autres secteurs épigéniques : la rive gauche n'est pas constituée uniquement par du cristallin, mais par un flot de couverture sédimentaire secondaire représenté par Crussol.

II.2. Le cours du Rhône plio-villafranchien

Un seul affleurement de galets roulés, celui du Serre de Saint-Christol à 200m d'altitude ne permet que d'affirmer le passage d'un Rhône ancien et très élevé. Ce niveau serait à mettre en relation avec celui de Chambaran qui atteint 350m au-dessus de Tournon. Les alluvions du hameau de Quercy (245m) et d'Aurouze (232m) seraient aussi plio-villafranchiennes.

II.3. Le Rhône au Quaternaire ancien

Au Nord de la ferme de Grand'Bois et au Sud de celle de Méret, il existe un niveau de poudingues surmonté de sables fluviatiles à éléments calcaires anguleux (cryoclastiques) venant de Crussol. Ce niveau, à 220m d'altitude, représenterait un témoin d'un passage du Rhône à une période froide qui pourrait être le Donau.

Les quartzites dans les glaciaires de gélifraction reposant sur le Günz, à plus de 200m d'altitude, à l'Est de Marcole et les alluvions du Serre de Blod (220-230m) sont à associer à ce niveau.

II.4. Le Rhône au Günz

Ce sont les alluvions de cette période qui sont les mieux représentées. Elles devaient constituer une nappe unique et épaisse qui a été ensuite érodée. Les alluvions sont polygéniques, à galets bien roulés, hétérométriques (4 à 30cm) et matrice sableuse pouvant emballer des blocs de granite de plus d'1 mètre de diamètre.

Les épaisseurs de cailloutis actuellement visibles sont de 45m à l'Est de la ferme de Marcale (niveau à 195-150m), 35m à mi-chemin entre la ferme des Ployes et celle de la Beaume-des-Bois (niveau à 195-160m), 30-35m aux Ménefauries (niveau à 195-160-165m).

La nappe montre en fait plusieurs sous-niveaux qu'il ne faut pas, d'après P. Mandier (1974) interpréter comme de nouvelles terrasses mais comme des replats plus ou moins marqués et continus : Putiers (180m), les Champs à St Darcet (165-170m), vallée de l'Embroye (165-170m).

L'évolution de la région pendant la période du Günz peut être résumée en quatre épisodes :

1 - alluvionnement très important de 30 à 45m d'épaisseur avec édification d'un niveau d'accumulation à faible pente dans la dépression de Toulaud qui n'était occupée que jusqu'à Charmes. Dans le paysage, ce niveau correspond à la surface plane, subhorizontale de Charmes. Morphologiquement, ce niveau semble se raccorder à la terrasse d'Etoile qui culmine à + 100m. Cette terrasse domine celle de La Léore (plateau de Lautagne à Valence) et de Fouillouse (au Nord de St Marcel), attribuées au Mindel. (La terrasse de la Fouillouse domine à son tour celle de Marquet du Rissancien) ;

2 - creusement d'un niveau de retrait provoqué par le seuil rocheux de Charmes puis abandon du bras occidental ;

3 - altération de la nappe de cailloutis (paléosol de plusieurs mètres d'épaisseur) et ravinement par les rivières locales ;

4 - nouvelle période froide avec accumulation d'alluvions siliceuses à l'Ouest (provenance du socle) et calcaires à l'Est (provenance de Crussol) ravinant le paléosol et donnant des cônes.

II.5. Après le Günz

Le Rhône ayant quitté définitivement la dépression de Toulaud, trois cours d'eau s'y établissent. Du Nord au Sud nous avons :

- Le Mialan qui draine la partie nord, entre Saint-Péray et Toulaud ;
- l'Embroye dans la partie centrale ;
- Le Turzon à l'extrémité sud.

Ils vont être, avec leurs affluents, la source d'alluvionnements locaux de nature siliceuse ou calcaire au cours du Mindel du Riss, du Würm et de l'actuel (cônes de déjections, terrasses).

Des formations superficielles vont venir compliquer l'agencement déjà complexe des différents dépôts. Ils sont représentés par des colluvions (arènes granitiques) et du loess surtout développés entre Charmes et Soyons.

IV. METALLOGENIE ET EAUX MINERALES

La métallogénie et les eaux minérales ont eu une telle importance en Ardèche à la fin du siècle dernier qu'il est difficile de ne pas en parler ici, même si dans le secteur visité, l'exploitation minière et des eaux minérales a été peu développée.

A - METALLOGENIE

I - GENERALITES

Les principaux métaux qui ont été exploités en Ardèche (le plus souvent sous forme de sulfures) sont le plomb (galène), le zinc (sphalérite), l'argent (associé à la galène et à la sphalérite), l'antimoine et le fer (pyrite ou hydroxydes).

Plomb, zinc et argent sont encore partiellement exploités à Largentière alors que toutes les autres mines sont fermées depuis l'avant-guerre de 1914-18.

Les minerais sont rencontrés dans deux grands types de gîtes :

- gîtes filoniens tardi-hercyniens ou alpins dans le socle ;
- gîtes stratiformes dans les sédiments de la couverture post-hercynienne.

I.1. Les gîtes filoniens

Les filons qui contiennent des minéralisations en Pb, Zn et Sb sont d'âge tardi-hercynien et alpin. J. Bouladen (1977) en distingue trois types principaux :

- les filons à sidérite, les plus anciens ;
- les filons à barytine, les plus nombreux ;
- les filons à fluorite.

La plupart des minéralisations filoniennes à gangue de sidérite sont liées aux phases de détente tardihercynienne tandis que les filons à barytine et fluorite sont à mettre en relation avec l'activité épirogénique du Lias inférieur, prolongée localement jusqu'au Jurassique supérieur. Plus localement, certaines minéralisations sont à mettre en relation avec l'intrusion de massifs granitiques.

I.1.1. Minéralisation en Pb-Zn.

De type "épithermal", elles ont constitué les principaux gisements suivants :

- Saint-Barthélemy-le-Plain : 2000 t métal sous forme de tout venant à 7 % de $Zn + Pb$, 2 kg d'argent à la tonne de zinc, 350gr à la tonne de Pb. Veines irrégulières ou lentilles. Gangue : quartz + barytine + carbonates. Fractures NW-SE dans granite.

- Flaviac (Chaliac) - Saint-Cierge-la-Serre : A Flaviac, 35000t métal sous forme d'un minerai à 15 % de Zn et 4,5 % de Pb, 250g d'argent à la tonne de Pb. A Saint Cierge, 6000t métal avec Zn dominant. La minéralisation est dans des filons EW. On y trouve aussi de la pyrite. Gangue de quartz et barytine, à la périphérie et dans granite.

- Villefort - Chassezac : 10000t métal avec autant de Pb que de Zn, 1 à 4 Kg d'argent à la tonne de plomb. En bordure sud du massif granitique de la Borne, selon des fractures EW. Gangue de quartz, barytine, carbonates.

I.1.2. Minéralisation en Sb

Une série de petits gisements ont été exploités pour l'antimoine au S et au SE du Mont Lozère. Il s'agit principalement de filons lenticulaires. La minéralisation appartient au même cycle métallogénique que la plombo-zincifère dont elle achève l'évolution. L'ensemble de ces minéralisations est "épithermal".

En Ardèche, un seul gisement a été exploité. Il s'agit de Malbosc. La stibine est argenteuse et elle est accompagnée de pyrite et mispickel. La gangue est à quartz et barytine.

D'autres points ont fait l'objet de travaux de recherche : Brahic, St Julien-en-St Alban, etc.

I.2. Les gîtes stratiformes

Ce sont les plus importants du point de vue économique. Ils forment, selon A. Bernard (1958) "la province métallifère sous-cévenole". En Ardèche, les niveaux minéralisés appartiennent au Trias et au Dogger.

I.2.1. Minéralisations en Pb-Zn

Les plus importantes se trouvent à Largentière. Elles se présentent comme une imprégnation diffuse de galène et accessoirement de blende dans les arkoses à ciment siliceux de la formation détritique de base du Trias. Les imprégnations sulfurées constituent des plages aplaties dans le plan de stratification et sont réparties dans quatre horizons lithostratigraphiques. Des failles tertiaires ont entraîné une remobilisation du minerai sur 10 à 20m. La paragenèse est la suivante : galène, blende, pyrite, freibergite, chalcoppyrite, bournonite, jamesonite, fluorine. L'ensemble du gisement représente 300.000 t de métal avec Pb dominant (Zn/Pb = 0,180) et argent abondant.

I.2.2. Minéralisation en Sb

Parmi les indices métallifères et les gisements de la bordure sédimentaire du SE et de l'Est du Massif central, l'important indice de stibine de Charmes-sur-Rhône représente la seule concentration à antimoine dominant connue dans la série sédimentaire mésozoïque de la région. Il l'a toutefois pas fait l'objet d'une exploitation.

I.2.3. Minéralisations en Fe

I.2.3.1. Pyrite de Soyons. A la base des Trias supérieur, localement carbonaté, nous trouvons une couche argilo-pyriteuse qui serait d'après J. Bouladon (1977) un "équivalent sulfuré de la sédimentation sulfatée du Salifère supérieur". Dans le grès qui surmonte cette couche, des imprégnations en pyrite, blende, galène et fluorine ont été reconnues. 200.000t de pyrite marchande ont été extraites du site.

1.2.3.2. Minerais de fer

La bordure sédimentaire ardéchoise du Massif Central offre, dans le Trias et le Jurassique, divers gisements de minerai de fer. Parmi les plus importants nous avons d'Est en Ouest : La Voulte (Dogger), Flaviac (Dogger), Privas (Lias-Dogger), Ailhon (Trias), Merzelet (Trias), Les Avelas (Dogger) et Montgras (Trias).

II MINERALISATIONS ENTRE St GEORGES-LES-BAINS ET SAINT PERAY.

La région visitée par le stage n'est pas très riche en minéralisations. On rencontre quand même quelques filons dans le socle et deux importants gîtes sédimentaires : Charmes et Soyons.

II.1. Les filons

Ils sont localisés dans le granite du Massif de Tournon-Saint Cierge. Ils sont essentiellement occupés par de la barytine. C'est le cas des filons de Saint-Georges-les-Bains et de la carrière des Châtaigners.

II.2. Les gîtes sédimentaires

II.2.1. Barytine et goethite. Ces minéraux se rencontrent en divers points dans le Trias (carrière du Serre de Planèze par exemple).

II.2.2. Pyrite. C'est le gîte de Soyons qui présente le plus d'intérêt. Il est établi dans les grès plus ou moins carbonatés du Trias. Ce gisement est déjà bien connu en 1774 puisqu'un dénommé Dupont écrit au Consul pour lui signaler l'existence "à quelques pas du grand chemin allant à Tournon" d'une mine "de couperose probablement abondante et de bonne qualité".

En 1821, Agricole Format demande la concession d'une mine de "pyrites martiales" sans l'obtenir.

En 1834 une demande pour minerai de fer est déposée par Ardailhon, député de la Loire et maître de forges à St Chamond. Après 6 ans d'instruction durant lesquels diverses oppositions se manifestent, la concession est accordée le 9 janvier 1840 (concession de Soyons) mais les problèmes ne cessent pas pour autant. En effet, Madame Veuve Pellaprat dont le mari était considéré comme inventeur, réclame la concession et en mai 1844, le tribunal de St Etienne oblige Ardailhon à rendre les mines à la famille Pellaprat.

En 1842 nouvelle demande en concession pour minerai de fer est déposée pour un secteur contigu (concession de "Routes et Sonat"). Elle ne sera jamais accordée malgré une nouvelle demande en 1863. Parallèlement, la demande de concession pour pyrite faite en 1851 par Joseph et Bernard Magnan, industriel à Marseille, est accordée le 28 avril 1855 (Concession de Charmes et Soyons).

Donc, à partir de 1855, deux concessions existent à Soyons. Elles connaîtront des fortunes diverses comme d'ailleurs les fonderies créées en 1844 par Mallet et Cie et rachetées en 1853 par Granger-Veyron.

La concession de Charmes et Soyons exploitée par diverses sociétés dont la Société Pechiney existait toujours en 1922. A cette époque, une timide tentative de reprise par la Société des Mines et Produits Chimiques de Paris n'a pas de suite.

La concession de Soyons ne donne pratiquement jamais lieu à une intense exploitation. Elle existait toujours en 1927.

L'actuelle mine de Soyons correspond aux travaux effectués dans la concession de Charmes et Soyons. Quatre galeries ont été creusées. Du Nord au Sud nous avons La Maladière, du Cros du Merlan, des Vieilles, Galeries nouvelles.

II.2.2. Stibine (fig. 14.15)

L'indice d'antimoine de Charmes se situe au Quartier des Côtes Malets, sur le côté Est de la route. Les données historiques concernant ce site sont mal connues. Il semble avoir été découvert entre 1875 et 1880. Les travaux sur le site consistent en grattages et en un puits vertical de 11m avec deux galeries horizontales. La stibine en veines ou radiée est accompagnée de barytine à cristallisation "en cercueil". Elle est souvent altérée, en Valentinite. Elle imprègne de la dolomie finement gréseuse du Trias, qui repose en discordance sur le granite porphyroïde.

Pour J.C. Samama (1970), l'indice de stibine se situe dans la formation argilo-carbonatée métallifère du Trias ; son site apparaissant "comme un haut-fond vivant au sein de la bordure pseudo-marine d'un bassin évaporitique".

B - LES EAUX MINÉRALES

I GENERALITES

Le département de l'Ardèche est riche en sources minérales. Par le passé, près de 250 sources dont 150 pour la seule région de Vals-les-Bains, ont bénéficié d'autorisation d'exploitation. En 1976, le nombre des sources minérales s'élevait à 71 dont 47 pour Vals.

I.1. Nature et origine des eaux

I.1.1. - Nature des eaux. Les eaux de la région de Vals-les-Bains sont bicarbonatées sodiques ou mixtes (Ca, K), plus ou moins ferrugineuses et riches en CO₂. Ce type est classique dans les régions à volcanisme récent. Les sources périphériques de Tournon, Celles-les-Bains et St-Georges-les-Bains actuellement abandonnées sont calcomagnésiennes, tandis que l'eau de St Melany, sulfurée sodique et calcique est unique en son genre pour l'Ardèche.

I.1.2. Origine des eaux. Les eaux minérales de l'Ardèche sont à composantes exogène et endogène.

La composante exogène se déduit de la température qui est voisine de la température moyenne du lieu de leur point d'émergence, 10 à 14° environ. Des exceptions se rencontrent toutefois comme à Neyrac où l'on a 23,5° pour la source des Bains, à Celles-les-Bains (25°) et à St-Laurent-les-Bains (50°). La composante exogène se déduit aussi de leur minéralisation qui est directement liée à la nature des terrains encaissants: les eaux issues des granites sont plus calciques et moins potassiques que les eaux issues des schistes.

La composante endogène est constituée par le gaz carbonique libre et les bicarbonates dissous. La minéralisation est élevée : 7,28 gr/l de bicarbonate de sodium pour la source Madelaine à Vals. Cela se traduit par une faible résistivité (600 à 200 ohm. cm).

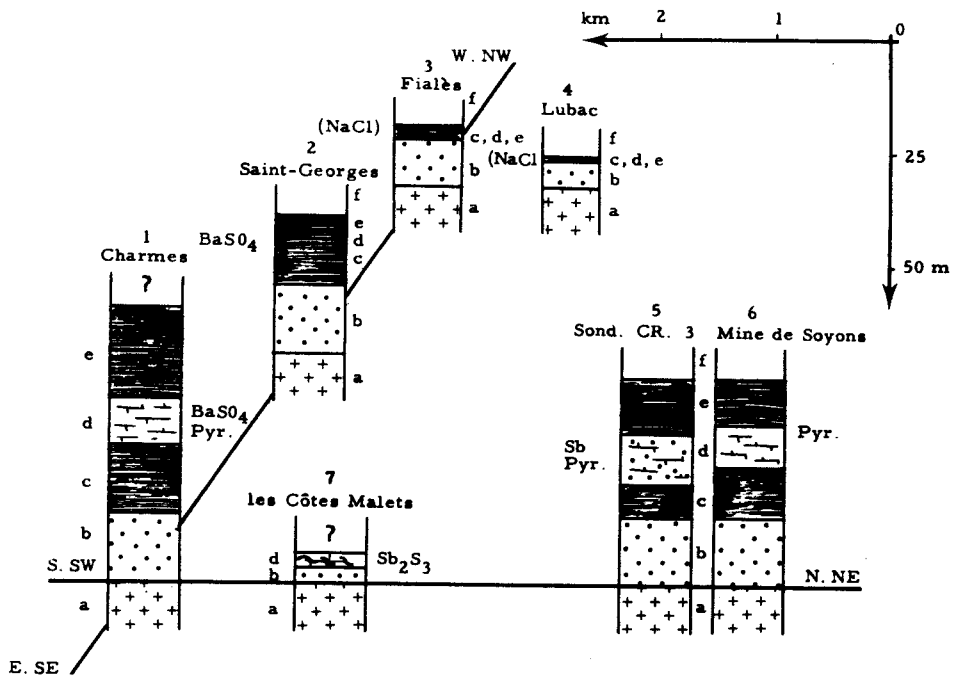


FIG. 14— Coupes lithostratigraphiques de la région de Charmes.

a. Socle hercynien, b. Formation détritique de base, c. Formation argilo-carbonatée, terme argileux inférieur, d. Formation argilo-carbonatée, terme dolomitique médian, e. Formation argilo-carbonatée, terme argileux supérieur, f. Formation bariolée supérieure.

Les différentes coupes sont replacées suivant les deux profils (S.SW-N.NE et E.SE-W.NW) dans leur position réelle. Les minéraux ou traces métallifères dominants sont indiqués pour la formation argilo-carbonatée seulement; (NaCl) signale les précipitations temporaires de halite (moulanges d'empreintes de cristaux).

CONCENTRATION D'ANTIMOINE EN MILIEU LAGUNAIRE

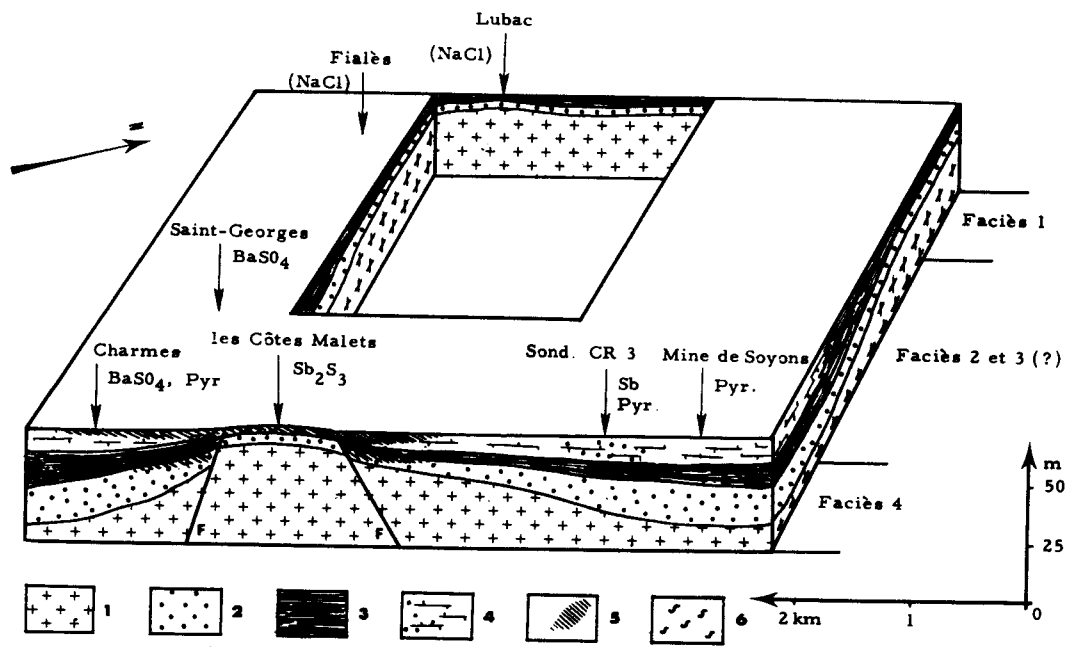


FIG. 15— Bloc-diagramme de la répartition des faciès et des puissances du Trias dans la région de Charmes.

1. Socle hercynien, 2. Formation détritique de base, 3. Formation argilo-carbonatée, terme argileux inférieur, 4. Formation argilo-carbonatée, terme dolomitique, 5. Faciès silicifié, 6. Faciès bréchifié.

I.2. Facteurs géologiques de l'Hydrothermalisme

La répartition géographique des sources est étroitement liée à la fracturation des terrains cristallins et métamorphiques et au volcanisme récent.

I.2.1. Les facteurs structuraux. Plusieurs directions structurales interviennent :

- les directions ENE qui représentent d'anciennes zones mylonitiques, cicatrices profondes du Massif Central. Elles servent de drain et facilitent la percolation des eaux météoriques. Ces directions structurales sont jalonnées de filons de quartz ancien ;

- la fracturation NNE d'âge tertiaire ;
- la fracturation NW, conjuguée de la précédente avec rejeu récent.

Destombes (1957) considère les filons de quartz comme de vieux chenaux hydrothermaux décalés par des réseaux récents. Ils sont recoupés par la fracturation NW plus récente qui apporte les fluides. La localisation d'une source peut donc être caractérisée par la rencontre d'une faille NW et d'une ancienne

I.2.2. Relations avec le volcanisme. Les activités volcaniques quaternaires continuent à se manifester par des venues d'eaux minérales et des exhalaisons gazeuses (Neyrac). Les sources semblent s'échelonner suivant l'alignement NW des cratères. Elles sont donc bien liées aux directions volcaniques récentes.

I.2.3. Circulations des eaux. Il semble possible de matérialiser les circulations des eaux de la façon suivante : après la percolation des eaux le long des bandes de mylonites jalonnées de filons de quartz, un mélange, en profondeur, se produit entre les eaux et les zones d'influence des foyers magmatiques. Les eaux se minéralisent et se chargent en gaz carbonique d'origine endogène.

I.3. Exploitation des eaux

Le thermalisme était déjà pratiqué à St Laurent-les-Bains et à Neyrac à l'époque romaine. De nos jours, on compte trois établissements thermaux : St Laurent-les-Bains, Vals-les-Bains (centre diabétologique) et Neyrac-les-Bains (centre dermatologique).

La plupart des eaux exploitées proviennent de forages à faible profondeur (moins de 15 m le plus souvent). Les débits sont fréquemment compris entre 1 et 10 l/mn. Il existe quelques sources à débit très supérieur, notamment à Saint-Laurent-les-Bains (66 et 88 l/mn) et à Neyrac-les-Bains (80 et 120 l/mn).

II LES EAUX MINÉRALES DE SAINT-GEORGES-LES-BAINS

II.1. Situation géologique

Les sources d'eau minérale de Saint-Georges sont situées à quelques mètres au dessus du lit de Turzon qui coule à cet endroit dans le granite porphyroïde de Tournon-Saint-Cierge. Les eaux sourdent d'un ensemble de fractures en relation avec une faille NE-SW.

II.2. Caractéristiques de la source

Le débit de la source serait de 1 l/s et sa température peu variable, de 23° à 25°. Il s'agit donc d'eaux tièdes. Sur le plan chimique, il s'agit d'eaux bicarbonatées calciques montrant quelques traces d'arsenic. Un dépôt ferrugineux apparaît au griffon. La teneur en gaz est très faible.

II.3. Exploitation

Les eaux de de Saint-Georges étaient réputées pour soigner les affections cutanées et les anémies.

Ces eaux étaient bien connues au 18e siècle et peut être déjà au XVIème. Le "complexe thermal" fonctionnait en 1888, à l'époque pendant laquelle A. Mazon visitait les lieux. Avec l'établissement thermal, il y avait une piscine et deux hôtels. Un troisième (l'actuel établissement appartenant à l'armée du Salut) était en voie d'achèvement.

Les hôtels et la piscine sont encore en état.

CONCLUSION

L'histoire géologique de la façade rhodanienne de l'Ardèche, entre Saint-Georges-les-Bains et Saint-Peray débute il y a, environ, 600 millions d'années. Un premier ensemble de dépôts sédimentaires accompagné de laves va subir des déformations et des transformations complexes aboutissant, au début du Carbonifère, à la naissance de la chaîne hercynienne. Cette chaîne va être vigoureusement érodée jusque dans ses parties profondes qui sont constituées par les roches métamorphiques que nous voyons aujourd'hui.

La surface pénéplanée de la chaîne est recouverte, à partir du Trias, d'une couverture sédimentaire dont l'histoire, complexe aussi, est continuellement influencée par la présence du socle proche et par d'incessants mouvements tectoniques.

A la fin du Miocène, les premières lignes de la morphologie actuelle se dessine avec l'installation du Rhône primitif dans la vallée de Toulaud. La mer pliocène envahit cette dépression et remonte jusqu'à Lyon (ria pliocène). Elle laisse quelques témoins de son passage (argiles bleues).

Après son départ, l'évolution de la région est entièrement continentale, liée à la présence du Rhône qui ne quittera la dépression que "récemment" (au Günz).

L'étude de la façade rhodanienne de l'Ardèche entre Saint-Georges et St Peray démontre, encore une fois, les grandes richesses géologiques dont est constitué le département, justifiant amplement tout l'intérêt que lui portent les géologues.

EXCURSIONS
=====

PREMIERE JOURNEE

=====

A/ THEME

La série métamorphique du Vivarais oriental: les synformes de Bruzac et d'Alboussière.

B/ ITINERAIRE

Soyons - Toulaud - Boffres - Alboussière - Saint Sylvestre - Saint-Péray - Soyons.

C/ EXCURSION

Arrêt 1: A Toulaud, prendre la D. 279 en direction de Vernoux.

Arrêt au carrefour de la D.279 et de la D.479.

Sur la D.279, un peu avant le carrefour: faciès quartzo-leptynitiques du flanc oriental de la synforme de Bruzac dans lesquels on observe un filon de quartz blanc laiteux métrique, parallèle à la schistosité. Failles de faible rejet décaillant le filon. Schistosité orientée NS à 40° de pendage ouest.

Sur la D.479, au col des Ayes: contact par faille entre le granite porphyroïde de Tournon - Saint-Gierge et la série métamorphique Zone de broyage où se mêlent faciès granitiques et roches métamorphiques. Panorama sur la vallée de l'Embroye avec du granite à débit en boule.

Arrêt 2: Continuer la D.279 jusqu'au carrefour de Bernard. En bordure droite de la route, micaschiste graphiteux à andalousite et andalousitite avec intercalations de quartzites blancs rosés et de leptynites blanches en dalles. Présence très nette de grenats millimétriques et de microplis post-schisteux à schistosité de fracture.

Arrêt 3: Carrière à droite avant le carrefour de Rome. Formation qui constitue le coeur de la synforme de Bruzac: chloritoschistes satinés à baguettes de biotites et ocelles d'albite. Niveaux plus quartzeux ou leptynitiques à albite parfois abondante. Une faille passe au milieu de la carrière. Sur le bord ouest, très joli faciès à biotite et présence de kinks centimétriques.

Arrêt 4: Carrière de Baruel, à 1km de l'arrêt 3, à droite de la route. Filons de quartz dans les schistes permettant d'établir la chronologie d'un ensemble de failles.

Arrêt 5: Ferme de Poyas. Micascistes et gneiss fins à biotite et muscovite constituant le flanc occidental de la synforme de Bruzac. Déformations postschisteuses très nettes: kinks orthogonaux. Après cet arrêt, la route va abandonner la série métamorphique pour entrer dans une bande de granite porphyroïde. Le contact se fait par faille et se voit très bien dans la morphologie.

Arrêt 6: A Imbert, prendre à droite une petite route qui rejoint la D. 14. Au col situé sous le Serre des Fourches l'arrêt permet d'observer le granite porphyroïde de Tournon-Saint Cierge. Granite en boules montrant

l'orientation des gros cristaux de feldspath potassique, des filonnets quartzo-feldspathiques, des enclaves sombres ou de roches métamorphiques. Dans le paysage, débit en boule des granites et morphologie de faille vers l'Est.

Arrêt 7: Virage avant le carrefour de Buisson. Gneiss plagioclasiques qui appartiennent au coeur de la synforme d'Alboussière qui semblent perturbés ici par la présence du granite proche.

Arrêt 8: Au carrefour avec la D.14, prendre la petite route qui rejoint la D.219. Prendre en direction d'Alboussière. Dans Alboussière, prendre en direction de Plats toujours la D.219. Depuis Alboussière nous traversons tout le flanc occidental de la synforme d'Alboussière sans arrêt car les conditions d'affleurement sont très mauvaises. A Garnier l'arrêt nous permet de voir un faciès de diorite inclus sous forme de petits massifs dans le granite porphyroïde de Tournon. Après Garnier, à la ferme de Rocoule, la diorite altérée, apparaît en boules.

Arrêt 9: Sur la D.219, au carrefour de La Blachette, carrière à gauche de la route. Affleurement de gneiss à biotite et sillimanite, avec feldspath potassique. Les gneiss sont bien réglés.

Arrêt 10: Carrefour du chemin qui mène à Caucade. Sur le sentier, nous pouvons recueillir des échantillons d'amphibolites qui proviennent d'un affleurement proche. L'altération des roches ne nous permet pas de les observer en place. Très belle roche sombre à schistosité marquée.

Arrêt 11: Pont sur le Duzon, en dessous de Saint Sylvestre. En rive gauche du Duzon, affleurement de gneiss à biotite, sillimanite et cordiérite, avec feldspath potassique et filons-couches granitiques.

On a une alternance de gneiss à biotite sombres et de filons de granite clair aplitique à pegmatitique. En ce point, la cordiérite n'est pas visible à l'oeil nu. Les filons sont rarement continus. Ils présentent des terminaisons en biseaux.

Au carrefour de Saint Sylvestre, nous avons le contact entre le granite porphyroïde et la série métamorphique. De nombreux septas de gneiss s'observent dans le granite qui présente un faciès porphyroïde plus ou moins marqué. Contrairement au contact vu le matin, ici nous avons une véritable intrusion.

DEUXIEME JOURNEE

=====

A/ THEME

La couverture sédimentaire du massif de Crussol: Trias, Lias, Dogger et Malm jusqu'au Kimméridgien supérieur.

B/ ITINERAIRE

Soyons - Relais de Crussol - Le Rioulet - Les Enfers - Montagne de Crussol (carrières Mallet).

C/ EXCURSION

Arrêt 1: Relais de Crussol. Panorama sur la série sédimentaire depuis le Trias jusqu'au Jurassique supérieur. On voit, notamment, le Trias horizontal recouvert par une mince couche de Lias grésocarbonaté surmonté par la série marneuse. Vers le Nord, le Jurassique supérieur de la Montagne de Crussol forme un relief ruiniforme caractéristique avec les falaises de l'Oxfordien terminal et du Kimméridgien supérieur.

Arrêt 2: Après le Relais de Crussol, en descendant la R.N. 86, prendre le premier chemin à droite. Celui-ci conduit vers le ravin du Rioulet ou Rioulet. A la fin de la plaine le premier affleurement visible au-dessus des alluvions du Rhône appartient au Trias. Grès plus ou moins carbonatés avec, dans des vacuoles, des cristaux de fluorite. En remontant le chemin les termes du Trias médian carbonaté apparaissent: argilites noires avec plaquettes de dolomie gréseuse en fins lits centimétriques. Présence de pseudomorphoses de cristaux de sel gemme. Après une faille normale qui fait remonter les argilites, nous rencontrons les séquences diffuses du terme argilo-grésocarbonaté du sommet du Trias. On remarque les niveaux irréguliers de dolomie ainsi que des brèches intraformationnelles dans les mêmes roches.

Après un retour au premier affleurement, prendre un sentier à gauche qui serpente sur la colline. Il va nous conduire au-dessus du point d'observation précédent. Très belles failles entre le Trias et le Jurassique. La faille principale constitue un élément important dans la structure du massif de Crussol (faille NS).

En continuant le sentier nous arrivons sur la croupe marneuse qui domine, à l'Est, le Rioulet. Nous observerons, dans le lit même du Rioulet, la couche ocreuse qui correspond à la base de la série marneuse (Bathonien moyen) ainsi que les calcaires à Cancellophycus qui sont assez spectaculaires.

Arrêt 3: A pied, nous montons sur la croupe marneuse pour atteindre le versant est de la butte où le Lias affleure le long d'une falaise. Nous pouvons faire une petite coupe. Au dessus du Trias gréseux et dolomitique nous avons le Lias tel qu'il est présenté figure 9, coupe G. A noter les ovoïdes de l'Aalénien et les chailles des calcaires à Cancellophycus du Bathonien. L'ensemble des formations ne dépasse pas 2m en épaisseur.

Nous continuons l'étude de la série dans le Grand Ravin où nous rencontrons successivement: les alternances marnes-calcaires finement gréseux

Nous continuerons l'étude de la série dans le Grand Ravin où nous rencontrons successivement: les alternances marnes - calcaires finement gréseux du Bathonien supérieur, les marnes du Callovien et de l'Oxfordien inférieur. Le retour aux véhicules s'effectue par le Riolet.

Arrêt 4: Reprendre les véhicules. En direction du Nord par la R.N. 86 jusqu'à Guilherand. Avant l'entrée dans le village, prendre à gauche la petite route en direction de Méret. L'arrêt se situe au col entre les Enfers et Méret. Prendre le sentier qui permet d'accéder à la montagne de Crussol.

A mi-pente, la première carrière est creusée dans les calcaires de l'Oxfordien terminal (Rauracien). Les calcaires sont blancs et livrent quelques moules d'ammonites. Les derniers bancs qui couronnent l'escarpement appartiennent au Kimméridgien inférieur.

Arrêt 5: Poursuivre le sentier en direction des carrières de Crussol. La première carrière rencontrée se trouve dans les alternances calcaires - marnes grumeleuses du Kimméridgien inférieur. Nombreuses ammonites. Les carrières supérieures montrent, à la base, les alternances calcaires - marnes grumeleuses du Kimméridgien inférieur puis les calcaires à grumeaux noirs et verdâtres de la partie supérieure du Kimméridgien inférieur. Des phénomènes de glissements synsédimentaires affectent la partie supérieure de ces calcaires (angle SE de la carrière). Le sommet des carrières est formé par les calcaires de type "Païolive" en gros bancs. Ils donnent naissance à une falaise au-dessus du versant est de la Montagne de Crussol. L'excursion se termine par un panorama sur la vallée du Rhône et la dépression de Toulaud, introduction à la troisième journée.

TROISIEME JOURNEE

=====

A/ THEME

La couverture sédimentaire du massif de Charmes-Soyons et l'évolution géomorphologique de la vallée morte de Toulaud.

B/ ITINERAIRE

Soyons - Charmes - Saint Marcel - Charmes - Les Ménafauries - Saint Christol - Le Grand Bois - Méret - Les Champs - Saint Péray Soyons.

C/ EXCURSION

Arrêt 1: A la sortie de Soyons, en direction du Sud, prendre à droite l'ancien chemin de Charmes. Arrêt à la carrière pour voir le calcaire crétacé.

Arrêt 2: Reprendre la R.N. 86 en direction de Charmes. A Montplaisir, tourner à droite sur Clairfond. Une visite de l'ancienne carrière s'impose: très belles calcarénites et cristallisations de calcite. Des failles affectent les strates subhorizontales. Du loess recouvre l'ensemble.

Arrêt 3: Avant de rejoindre Charmes, à la Côte Rouille: épais conglomérat de l'Oligocène en passées irrégulières. Les galets peuvent atteindre 50 cm de diamètre.

Arrêt 4: Reprendre la R.N. 86 en direction du Sud. Au quartier des Châtaigniers, prendre à droite en direction de Saint-Georges-les-Bains. A Chapotier, tourner à droite et prendre la route qui monte le long du Serre de Blod. A mi-pente, grand affleurement d'argiles bleues du Pliocène. Ce sont des dépôts marins qui occupaient l'ancien couloir creusé par la mer miocène. Nous sommes là à la sortie du défilé creusé dans les granites du socle du Massif Central.

Arrêt 5: Au carrefour avec la D.232, prendre à gauche en direction de Saint-Georges-les-Bains, tourner ensuite vers Pierre-Malle. Nous sommes sur des arènes granitiques qui recouvrent partiellement les cônes de déjections locaux. Au carrefour de Pierre-Malle, panorama vers le serre de Saint Christol (Villafranchien) et la terrasse des Ménafauries (Günz).

Arrêt 6: De Pierre-Malle, prendre en direction de l'Embroye. A 500m de l'arrêt 5, près de la ferme de Suze, contact entre le cône de déjections du Fez (Mindel) et la terrasse du Günz. Le cône est constitué de dépôts hétérométriques noyés dans une matrice sablo-graveleuse rubéfiée, accompagnés de limons rubéfiés. Le matériel est entièrement siliceux: granite, quartz, micaschistes.

Arrêt 7: Après Suze, traverser l'Embroye et rejoindre la D.379. Tourner à droite en direction de Charmes. A 1,5km du carrefour, affleurement important d'une terrasse du Günz: galets de nature diverse dont les quartzites alpins prouvant l'origine rhodanienne du dépôt. Présence de

blocs de granite métriques. Vers Charmes, on voit cette terrasse s'appuyer sur le granite porphyroïde de Tournon qui est très altéré.

Arrêt 8: A l'entrée de Charmes, tourner à gauche vers Les Ménafauries puis, à droite, vers Les Côtes Malets. 200m après le carrefour de la ferme du Planas, affleurement de loess en partie décalcifié (lehm) du Riss-Würm indifférencié.

Arrêt 9: Continuer le route en direction de Soyons. Au carrefour de Jaulan, prendre la route qui, au Nord, escalade le serre de Saint-Christol. Au sommet du Serre, au niveau du réservoir d'eau potable, panorama vers Toulaud. Alluvions villafranchiennes partiellement colmatées par le calcaire d'un niveau de loess en grande partie érodé. Cette terrasse correspond à un plus haut niveau. Les quartzites alpins présents démontrent l'origine rhodanienne de la terrasse.

Arrêt 10: Redescendre au Nord le serre et poursuivre vers le Nord en direction de Méret. Avant le château, prendre à gauche vers le Grand-Bois. A gauche, nous avons des vestiges alluviaux d'une très haute terrasse (Donau). Un peu plus loin et avant le Grand-Bois, dépôt de loess durci du Mindel. Il se présente en bancs décimétriques dans lesquels a été creusé une cave.

Arrêt 11: En se dirigeant vers Guilhaerand, arrêt effectué lors de la deuxième journée, avant les Enfers. En bordure de la route, loess à gélifracsts. Nombreux éclats anguleux de calcaires locaux de petite taille et cailloux éclatés par le gel.

Arrêt 12: Revenir sur ses pas. Avant Méret, descendre à droite en direction de la D.279. Un peu avant le carrefour avec la D.279, alluvions du Riss à caractère local recouvertes par du loess.

Fin de l'excursion et synthèse de l'évolution géomorphologique de la vallée morte de Toulaud.