



Etudes géologiques & métallogéniques dans les Baronnies (Chaînes subalpines méridionales)

Necdet Polater

► To cite this version:

Necdet Polater. Etudes géologiques & métallogéniques dans les Baronnies (Chaînes subalpines méridionales). Géologie appliquée. Université de Montpellier, 1968. Français. NNT : . tel-00811759

HAL Id: tel-00811759

<https://theses.hal.science/tel-00811759>

Submitted on 11 Apr 2013

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

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

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
FACULTÉ DES SCIENCES

TS MONBIS

1968

26 I



ETUDES
GEOLOGIQUES & METALLOGENIQUES
DANS LES BARONNIES
(Chaînes Subalpines Méridionales)

TEXTE

Thèse

*présentée à la Faculté des Sciences de Montpellier
pour obtenir le grade de Docteur d'Université
(mention Sciences Naturelles)*

par

Necdet POLATER

B.U. SCIENCES MONTPELLIER



OMPS0258685

soutenue le 10 Juin 1968 devant la commission d'examen

Jury :

Monsieur J. RÉMY, Président

Monsieur M. MATTAUER, assesseur

Monsieur P. DEMANGEON, rapporteur

Monsieur A. F. de LAPPARENT, invité

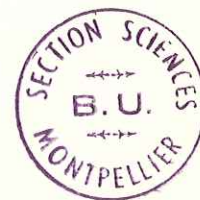
Monsieur J. GEFFROY, invité

TS MONBIS

1968

26 I

ETUDES
GEOLOGIQUES & METALLOGENIQUES
DANS LES BARONNIES
(Chaînes Subalpines Méridionales)



Thèse
présentée à la Faculté des Sciences de Montpellier
pour obtenir le grade de Docteur d'Université
(mention Sciences Naturelles)

par
Necdet POLATER

soutenue le Juin 1968 devant la commission d'examen

Jury :

Monsieur J. RÉMY, Président
Monsieur M. MATTAUER, assesseur
Monsieur P. DEMANGEON, rapporteur
Monsieur A. F. de LAPPARENT, invité
Monsieur J. GEFFROY, invité

S O M M A I R E

AVANT-PROPOS PRELIMINAIRES

PREMIERE PARTIE ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE CONDORCET

INTRODUCTION

- §-1 *Situation géographique*
- §-2 *Situation géologique*
- §-3 *Historique*

C H A P I T R E - I

STRATIGRAPHIE

- §-1 *Le Trias*
- §-2 *Le Jurassique*
- §-3 *Le Crétacé*
- §-4 *Le Tertiaire*
- §-5 *Le Quaternaire*

C H A P I T R E - II

PHASES DE PLISSEMENTS

- §-1 *Indices des phases de plissements*
- §-2 *Epoque de la montée du diapir de Condorcet*

C H A P I T R E - III

TECTONIQUE

- §-1 *Unités tectoniques*
- §-2 *Style tectonique*

DEUXIEME PARTIE
ETUDES METALLOGENIQUES

INTRODUCTION

C H A P I T R E - IV

GISEMENTS DE CONDORCET

- I - Gisement de l'Etablissement de Bains*
- §-1 Description du gisement*
- §-2 Description des minéraux*
- II - Gisement de Serre de Lot*
- §-1 Description du gisement*
- §-2 Description des minéraux*

C H A P I T R E - V

GISEMENT DE L'ARGENTIERE

- §-1 Description du gisement*
- §-2 Description des minéraux*

C H A P I T R E - VI

GISEMENT D'ORPIERRE

- §-1 Description du gisement*
- §-2 Description des minéraux*

C H A P I T R E - VII

METALLOGENESE

- §-1 Caractères généraux des gisements*
- §-2 Historique*
- §-3 Hypothèses émises*
- I - Généralités*
- II - Application des hypothèses*
- §-4 Hypothèse proposée*
- §-5 Discussion des hypothèses*

RESUME GENERAL ET CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

LISTE DES PLANCHES

AVANT-PROPOS

Je dédie ce travail en remerciement à toutes les personnes qui m'ont aidé et encouragé tout au long de mes études.

Que Monsieur A. F. de Lapparent veuille bien trouver ici l'expression de ma gratitude pour le dévouement et la mansuétude qu'il n'a cessé de me témoigner, pour le savant enseignement qu'il a bien voulu me dispenser généreusement.

A Monsieur P. Bordet pour l'aide qu'il m'a apporté dans mes analyses aux rayons X, et surtout pour le solide enseignement qu'il m'a prodigué.

A Monsieur L. Chauris qui a guidé la partie métallogénique de ce travail et pour son excellent enseignement.

A Monsieur J. Geffroy, mon ancien professeur, auquel je tiens à exprimer particulièrement ma profonde gratitude pour les conseils si précieux qu'il m'a dispensés avec grand intérêt.

A Monsieur J. Bolze qui a accepté si généreusement de m'orienter dans le dédale des problèmes métallogéniques et chez lequel j'ai trouvé un très aimable conseiller.

A Monsieur C. Montenat pour son amical conseil et pour son aide dans la détermination des Ammonites.

A Monsieur R. Mousterde qui a bien voulu déterminer les macrofossiles.

A Monsieur P. Marie qui a bien voulu également déterminer les microfossiles et a aimablement discuté avec moi de certains problèmes.

A mon camarade M. Turland auprès duquel j'ai toujours trouvé aide et compréhension généreuses ainsi que d'excellents conseils, qu'il veuille bien trouver ici, l'expression de ma très ancienne amitié.

A mon camarade P. Gillain pour ses encouragements et pour sa sincère amitié.

A toutes les familles de Condorcet et des environs qui m'ont accueilli avec sympathie lors de mes séjours.

A toute ma famille, et particulièrement à G. Renaud qui a contribué à la réalisation de ce travail, je dois toute ma gratitude.

A Messieurs les Professeurs du Jury.

Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de mes remerciements respectueux et toute ma reconnaissance pour avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

PRELIMINAIRES

Le but de ce travail est essentiellement de faire une étude géologique et métallogénique d'une région donnée. La méthode choisie est en principe de noter d'abord les grands traits géologiques et ensuite d'essayer de résoudre les problèmes métallogéniques qui y sont liés.

Le terrain principal et typique de nos recherches se trouve à Condorcet (Drôme). D'autres localités ont été choisies à l'Argentièrre (Basses-Alpes) et à Orpierre (Drôme) et, par comparaison, quelques remarques ont été faites sur Propiac (Drôme). Ces localités sont toutes situées dans les Baronnies.

Cette région ne nous était d'ailleurs pas inconnue, car, nous avons déjà pris contact avec les Baronnies, au printemps de 1964, lors d'un camp géologique à Buis-Les-Baronnies, organisé par l'Institut de Géologie A.L. - Paris, sous la direction de M. A.F. de Lapparent.

PREMIERE PARTIE

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE CONDORCET

INTRODUCTION

§ - 1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE : (Pl - I)

Le terrain étudié se situe au Sud-Est de la France, dans l'arrondissement de la Drôme, aux alentours de la commune de Condorcet, ancien village du Marquis de Caritat dont le château féodal en ruine demeure toujours sur la colline.

D'autres localités sont Teyssières au Nord, Saint-Pons au milieu, Aubres et les Pilles au Sud, toutes dépeuplées. Elles sont reliées administrativement à Nyons, chef-lieu d'arrondissement de la Drôme, capitale des Baronnie.

Une très ancienne route reliant l'Espagne et l'Italie passe dans la région, à Aubres et aux Pilles. Cette route a autant d'importance géographique qu'historique, reliant également le passé et le présent. Suivant l'époque et sa destination elle a été appelée ainsi :

*Route d'Annibal
Route des Dauphins
Route des Princes d'Orange
Route Nationale 94*

§ - 2 - SITUATION GEOLOGIQUE :

Le terrain étudié fait partie du domaine géologique de la "Fosse Vocontienne" et du domaine structural de "Chaînes Subalpines Méridionales".

L'anticlinal de Condorcet constitue l'ossature essentielle du terrain, ouvert au Sud-Est, mais limité par une terminaison périclinale au Nord. La dépression au coeur de cet anticlinal est formée, à part le Trias diapirique, par les "terres noires" du Callovo - oxfordien. Elle est entourée successivement par des crêtes calcaires du Tithonique, du Valanginien supérieur, du Barrémien et du Turonien. Ces crêtes sont séparées par des courbes monoclinales, creusées par l'érosion dans les séries marneuses. Les termes du Tertiaire transgressif, à part quelques lambeaux dispersés, affleurent juste sur la limite Sud-Ouest du terrain et forment au-delà les Plaines du Vaucluse. Enfin, les formations du Quaternaire avec les terrasses successives et les éboulis couvrent d'assez vastes surfaces.

Le terrain, dans l'ensemble de la région ayant subi des phases de plissements provençales et alpines, montre des plis et des accidents caractéristiques.

La nature lithologique et structurale du terrain définit le trait orographique d'une certaine ampleur.

§ - 3 - HISTORIQUE :

La région a été étudiée, depuis la fin du siècle dernier, par des nombreux géologues. Les travaux les plus importants, par ordre de date, sont ceux de : F. Leenhart (1883), W. Kilian (1889), E. Fallot (1895), V. Paquier (1900), C. Jacob (1907), J. Jung (1930), A.F. de Lapparent (1938), J. Goguel (1944), J. Sornay (1950), M. Moullade (1966).

Il existe également plusieurs Diplômes d'Etudes Supérieures dirigés par MM. A.F. de Lapparent et J. Flandrin.

Les études géologiques effectuées par des Sociétés de Recherches Pétrolières sont restées, pour la plupart, secrètes ou inédites. Cependant, par l'intermédiaire du B.R.G.M., nous avons pu avoir connaissance de quelques forages de la S.N.P.A.

La région a été figurée sur la carte géologique du Buis au 1/80.000°. Les interprétations ont été d'ailleurs variées sur les trois éditions successives.

CHAPITRE - I
STRATIGRAPHIE
(Pl. II, III, IV, V)

Le terrain étudié comprend, à part le Trias diapirique, les séries stratigraphiques en continuité du Jurassique supérieur à partir du Callovien, du Crétacé inférieur et une partie du Crétacé supérieur, jusqu'au Coniacien. Ensuite, les termes du Tertiaire transgressif avec une partie de l'Eocène, du Miocène et du Pliocène et enfin les formations du Quaternaire avec les terrasses successives et les éboulis.

§ - 1 - LE TRIAS :

Les termes rapportés classiquement au Trias, se présentent à Condorcet, comme à Propiac où ils ont été bien étudiés. Les affleurements sont partout en contact anormal et ils ont un aspect de mélange chaotique.

Ce mélange diapirique doit faire l'objet d'une étude lithologique plutôt que stratigraphique. Il est constitué principalement par des argiles, des gypses, des dolomies, des cargneules et des

calcaires gréseux. Ces éléments sont rarement bien isolés, ils se mélangent très souvent en donnant l'aspect bréchique et de teinte variée. Ils ont subi, d'autre part, les effets météoriques, minéralogiques et tectoniques. Ces effets se manifestent par une oxydation superficielle très étendue et par l'abondance de vénules calcitiques.

Les argiles sont rarement à l'état isolé, mais souvent mélangé. Elles sont généralement gris-verdâtre.

Les gypses à l'état pur qui sont d'ailleurs exploités, ont un aspect saccharoïde ou fibreux. En se mélangeant avec la dolomie et l'argile ils prennent l'aspect de "tuf", on les a appelés ainsi autrefois. Ils sont souvent oxydés de teinte ocre vif et couvrent de grandes surfaces.

Les dolomies sont aussi fréquentes, elles englobent parfois des vestiges calcaires.

Les masses de cargneules sont assez importantes. Remplissant les cavités, elles prennent l'aspect typiquement bréchique et bariolé. Elles contiennent beaucoup de veinules calcitiques.

Les calcaires enfin, sont souvent gréseux ou argileux et oxydés, ils deviennent parfois les grès à ciment calcaire.

Dans ce mélange, nous n'avons pas trouvé de fossiles ni de fragments de roches arrachées à un autre étage traversé au cours de la montée du diapir.

Etude microscopique :

Aucun vestige d'organisme n'a été rencontré, à part quelques Foraminifères épigénisés en marcassite. Les éléments des diverses roches sont finement cristallin, ils sont souvent ferrugineux et gréseux. D'autre part, il existe beaucoup de limonites, de calcites et rarement de quartzs bipyramidés.

Cet ensemble, malgré l'absence de faune, malgré le faciès mélangé et le contact anormal, doit être du Keuper à faciès germanique et provençal comme à Propiac où M. L. Joleaud (1920) a montré l'existence de :

<u>Lingula zenkeri</u> von Albert.	Keuper
<u>Myophoria vulgaris</u> Schlot.	Muschelkalk
<u>Hoernesia cf. socialis</u> Schlot.	Muschelkalk
<u>Coenothyris vulgaris</u> Schlot.	Muschelkalk

On peut se demander si les fragments calcaires ne seraient pas des paquets de Muschelkalk.

§ - 2 - LE JURASSIQUE :

A - LE CALLOVIEN : (Log - 7)

Le Callovien a environ 350 m d'épaisseur visible. Occupant le coeur de l'anticlinal, il est donc le plus ancien terrain en affleurement, excepté le Trias diapirique. Le Callovien, avec l'Oxfordien qui lui succède, forme les "terres noires" de la région.

a) Alternance de calcaires gréseux en plaquettes et de marnes gréso-schisteuses brunes.

n. 1 - calcaires noirs à patine rousse, très durs.

n. 2 - petits bancs calcaires gréseux, roux.

La faune est réduite à quelques fragments d'Ammonites et de Lamellibranches.

Plaque mince :

Trochammina sp.

Lagena sp.

Radiolaires

Spicules de Spongiaires

b) Alternance de schistes marneux noirs et de petits bancs calcaires bruns localement gréseux.

n. 3 - repère de débris rouges englobant des nodules calcaires.

Lavage de marnes :

Débris d'Echinodermes, de Lamellibranches de Microgastropodes et quelques Foraminifères :

Ophthalmidium gr. carinatum

Nodosaria sp.

Cristellaria biochei

Plaque mince :

Trochammina sp.

Reophax sp.

Valvulina sp.

Ophthalmidium sp.

Glomospira sp.

c) Alternance de calcaires gréseux et de marnes à passées gréseuses, gris-brun. Les niveaux marneux ne récupèrent que quelques débris d'Ammonites et de Lamellibranches.

Plaque mince :

Débris de Gastropodes et nombreux Radiolaires, Ostracodes et quelques Foraminifères :

Trochammina sp.

Valvulina sp.

Ophthalmidium sp.

Glomospira sp.

Textularia jurassica

Spirillina minima

Marsonella sp.

d) Marnes gris-brun

n. 4 - intercalation mince de bancs calcaires gréseux.

B - L'OXFORDIEN s.s. : (Log - 6)

L'Oxfordien a 250 m d'épaisseur. Il fait suite au Callovien et les "terres noires" occupent également une grande surface, mais son épaisseur est difficile à estimer, en raison des contacts anormaux fréquents.

a) Marnes gris-noir à quelques passées marno-calcaires parfois gréseuses.

n. 1 - repère de nodules marno-calcaires, noirs, compacts.

n. 2 - intercalation de petits bancs calcaires gréseux, bruns.

Macrofaunes :

Phylloceras sp.

Posidonomya sp.

Belemnites sp.

Becs de Nautilus

Lavage de marnes :

Cristellaria sp.

Plaque mince :

Globigerina suprajurassica

Cristellaria sp.

b) Marnes noires à la base, quelques niveaux de marnes finement gréseuses et vers le haut marno-calcaires.

Macrofaunes :

Phylloceras sp.

Lavage de marnes :

Textularia sp.

c) Alternance irrégulière de marnes brunes et de petits bancs calcaires, localement un peu gréseux.

n. 3 - intercalation mince de calcaires noduleux.

n. 4 - intercalation lenticulaire de petits bancs calcaires à septaria.

n. 5 - repère de nodules calcaires.

Macrofaunes :

Quelques fragments d'Ammonites.

Lavage de marnes :

Spirillina minima

Cristellaria sp.

Plaque mince :

Globigerina suprajurassica

Cristellaria sp.

C - L'ARGOVIEN : (Log - 6)

L'Argovien a 120 m d'épaisseur. Il constitue un passage progressif entre les séquences marneuses et les horizons calcaires.

a) Alternance de gros bancs marneux et marno-calcaires et de calcaires marneux légèrement gréseux, gris-brun. Vers le sommet, les marnes contiennent des rognons pyriteux.

Macrofaunes :

Taramelliceras dentostriatum

Phylloceras tortisulcatum

Phylloceras sp.

Perisphinctes sp.

Lavage de marnes :

Nodosaria sp.

Spirillina sp.

Plaque mince :

Protoglobigerina sp.

Ophthalmidium sp.

Nodosaria sp.

b) Alternance de gros bancs calcaires marneux durs et de marnes calcaréo-gréseuses, brunes à patine rougâtre.

n. 1 - vers le sommet, les bancs calcaires deviennent plus minces et plus serrés.

Macrofaunes :

Phylloceras sp.

Perisphinctes sp.

Lavage de marnes :

Spirillina sp.

Cristellaria sp.

Plaque mince :

Globigerina suprajurassica

Ophthalmidium sp.

Protoglobigerina sp.

Nodosaria sp.

Cristellaria sp.

D - LE SEQUANIEN : (Log - 6)

Le Séquanien a 40 m d'épaisseur. Il continue la progression vers les séquences plus calcaires et arrive parfois à former une véritable barre comme celle du Tithonique.

a) Alternance régulière de petits bancs calcaires marneux gris-bruns à taches rouges et de marno-calcaires débitants.

Macrofaunes :

Ataxioceras sp.

Perisphinctes sp.

Lavage de marnes :

Valvulina mauritii
Cristellaria oligostegia
Cristellaria munsteri
Cristellaria sp.
Dentalina communis
Marginulina jarvisi
Pseudoglandulina manifesta
Nodosaria sp.
Ramulina sp.
Cornuspira sp.

Plaque mince :

Globigerina suprajurassica
Ophthalmidium sp.
Protoglobigerina sp.
Nodosaria sp.
Cristellaria sp.

b) Alternance régulière de petits bancs très serrés de calcaires sublithographiques, durs, de teinte beige à taches rouges et de bancs minces de marno-calcaires.

Macrofaunes :

Perisphinctes sp.
Ataxioceras sp.

Lavage de marnes :

Cristellaria quenstedti
Cristellaria sp.

Plaque mince :

Ophthalmidium sp.
Protoglobigerina sp.

E - LE KIMMERIDGIEN : (Log - 6)

Le Kimmeridgien a 60 m d'épaisseur. Il montre à nouveau une alternance régulière de bancs calcaires et marneux, qui se termine brusquement en formant une barre massive.

a) Alternance de bancs calcaires durs, beiges, et de marno-calcaires gris-beige.

Macrofaunes :

Ataxioceras discobolum

Sowerbyceras aff. loryi

Perisphinctes sp.

b) Barre massive de calcaires sublithographiques durs, de teinte beige. Cette barre de calcaires contient des conglomérats intraformationnels de teinte rouge.

Macrofaunes :

Calpionella elliptica

Cristellaria sp.

Planularia sp.

F - LE PORTLANDIEN : (Log - 6)

Le Portlandien a 20 m d'épaisseur. Il est formé par une barre massive de calcaires sublithographiques très durs, de teinte café au lait, avec quelques niveaux à silex et conglomérats intraformationnels, et à hard-grounds.

Le Jurassique se termine par une barre blanche qui couronne tout le paysage. Cette première et plus haute crête de topographie est formée par le Portlandien. Ne portant pas de traces d'émersion dans la fosse vocontienne, le Portlandien fait partie du type pélagique : il est appelé "Tithonique".

Plaque mince : (partie inférieure)

Débris d'Echinodermes et de Gastropodes ; certains attaqués par les algues perforantes.

Calpionella alpina

Globigerina suprajurassica

Trochammina sp.

Textularia sp.

Trocholina sp.

Placopsilina sp.

Plaque mince : (partie supérieure)

Calpionella alpina

Calpionella oblonga

Protoglobigerina sp.

Epistomina sp.

§ - 3 - LE CRETACE :

A - LE BERRIASIEN : (Log - 5)

Le Berriasien a 70 m d'épaisseur. Il marque un passage progressif entre deux ères. On y remarque un recul vers les séquences marneuses. Cet étage, relativement monotone, est caractérisé par un litage plus mince et plus marneux. Les formations de pseudo-brèches et conglomérats intraformationnels, ainsi que les slumpings et les hard-grounds, sont très fréquentes.

a) Gros bancs réguliers de calcaires sublithographiques, séparés par les joints marneux. Ces bancs ont des surfaces à hard-grounds et contiennent beaucoup de conglomérats intraformationnels rouges.

Macrofaunes :

Berriasella callisto
Berriasella boissieri
Berriasella sp.

Plaque mince :

Calpionella alpina
Cornuspira cretacea
Glomospira sp.
Spicules de Spongiaires

b) Alternance de bancs réguliers de calcaires marneux, un peu gréseux, à pseudo-brèches rouges, et de marno-calcaires tendres.

Macrofaunes :

Berriasella privasensis
Berriasella sp.
Neocomites sp.

Lavage de marnes :

Cornuspira cretacea
Cristellaria nodosa
Cristellaria polygonota
Cristellaria helios
Cristellaria sp.
Frondicularia lanceola
Nodosaria sp.
Vaginulina recta

Plaque mince :

Spirillina sp.
Cristellaria sp.

c) Marnes jaune-cendré avec slumpings, rares intercalations calcaires en petits bancs.

n. 1 - horizon repère de derniers gros bancs calcaires à conglomérats intraformationnels.

Macrofaunes :

Phylloceras serum
Berriasella sp.

Lavages de marnes :

Rebphax foedissima
Pseudocyclammia
Tritaxia pyramidata
Cristellaria sp.
Spirillina sp.
Glomospira sp.

B - LE VALANGINIEN : (Log - 5)

Le Valanginien a 150 m d'épaisseur. Il évolue vers les séquences marneuses. Puis il revient à des séquences calcaires qui forment la première crête dans le Crétacé.

a) Alternance de bancs calcaires marneux feuilletés et de marno-calcaires gris à taches noirâtres. Les bancs calcaires sont minces et de plus en plus serrés vers le haut.

Macrofaunes :

Phylloceras semisulcatum
Phylloceras sp.
Lytoceras quadrisulcatum
Neocomites neocomiensis
Neolissoceras grasianum
Duvalia lata

Plaque mince :

Globigerina sp.
Spicules de Spongiaires

b) Marnes jaunâtres très oxydées à fossiles ferrugineux très abondants ainsi que des rognons pyriteux. Les intercalations de petits bancs calcaires et de niveaux détritiques roux sont fréquentes.

Macrofaunes :

Phylloceras thetis
Hoplites submartum
Hoplites roubaudianum
Hoplites sp.
Neocomites neocomiensis
Holcostephanus sp.
Saynoceras verrucosum
Duvalia emerici
Duvalia dilatata
Belemnites subsiformis
Belemnites bicanaliculatus

Lavage de marnes :

Lagena sp.
Cristellaria sp.
Spirillina minima
Pseudoglandulina sp.

c) Alternance irrégulière de bancs calcaires marneux gris-jaune et de marnes grises. Vers le haut, les bancs calcaires deviennent de plus en plus gréseux et en plaquettes.

n. 1 - repère de deux gros bancs calcaires à chailles noires, séparés par un mince lit marneux.

Ces deux gros bancs calcaires, qui forment la crête du Valanginien, sont très facilement repérables sur le terrain.

Macrofaunes :

Neolissoceras grasianum
Leopoldia leopoldi
Hoplites thurmanni
Hoplites submartum
Duvalia dilatata
Duvalia binervia
Belemnites semisulcatus

Plaque mince :

Globigerina sp.
Spicules de Spongiaires

C - L'HAUTERIVIEN : (Log - 5)

L'Hauterivien a 200 m d'épaisseur. Il est constitué par des séquences marneuses, monotones. L'alternance de bancs réguliers formant des gradins, donne un aspect particulier à la morphologie du terrain.

a) Alternance de bancs calcaires marneux et de marno-calcaires. Vers le haut, les bancs calcaires deviennent plus marneux et plus gros. Localement, quelques niveaux gréseux à chailles noires.

Macrofaunes :

Leopoldia castellanensis
Leopoldia cryptoceras
Holcostephanus cf. astierianus
Crioceras dwali

Lavage de marnes :

Belemnites sp.
Dentalina communis
Lenticulina sp.
Cristellaria sp.

Plaque mince :

Lagena sp.
Spicules de Spongiaires

b) Marnes gris-jaune à intercalations de petits bancs marno-calcaires. A la base, on observe quelques niveaux gréseux avec des chailles noires, des petits rognons et des fossiles pyriteux.

Macrofaunes :

Crioceras duwali
Crioceras binelli
Crioceras gemerici
Crioceras sp.
Neocomites sp.

Lavage de marnes :

Marsonella oxycona
Cornuspira hauteriviana
Cristellaria sp.
Cristellaria quenstedti
Spirillina sp.
Trochammina vocontiana
Belemnites sp.
Articles d'Encrines

c) Alternance de bancs calcaires marneux feuilletés et de marnes grises. Les calcaires deviennent de plus en plus épais vers le sommet.

Macrofaunes :

Phyllopachyceras gr. infundibulum
Desmoceras sp.
Crioceras duwali
Crioceras sp.

Lavage de marnes :

Lagena sp.
Nodosaria sp.
Pseudoglandulina humilis

D - LE BARREMIEN : (Log - 4)

Le Barremien a 200 m d'épaisseur. Cet étage se caractérise par des faciès assez hétérogènes, avec des bancs de calcaires durs qui forment une nouvelle crête, facilement reconnaissable.

a) Alternance de bancs calcaires marneux gris-bleuté et de marnes. Vers le haut, les bancs calcaires deviennent de plus en plus épais formant des barres massives, tandis que les lits marneux s'amincissent considérablement. A plusieurs niveaux on rencontre des silex noirs et blancs.

Macrofaunes :

Phylloceras infundibulum

Phylloceras sp.

Crioceras sp.

Desmoceras sp.

Plaque mince :

Marsonella oxycona

Globigerina sp.

Textularia sp.

b) Marnes gris-jaune avec des formations de slumping et des intercalations de petits bancs calcaires marno-gréseux ocres.

Macrofaunes :

Phylloceras sp.

Crioceras sp.

Lavage de marnes :

Cristellaria nodosa

Cristellaria subalata

Cristellaria sp.

Marsonella oxycona

Pseudoglandulina manifesta

Lenticulina sp.

Spirillina sp.

c) Alternance de gros bancs de calcaires marneux, bleutés, à silex et de marnes grises.

Macrofaunes :

Hamulina lorioli

Desmoceras tennicinctum

Desmoceras sp.

Barremites difficilis

Halcodiscus sp. aff. caillaudi

Plaque mince :

Globigerina sp.

Textularia sp.



E - L'APTIEN : (Log - 4)

L'Aptien a une épaisseur variable de 140 m en moyenne. Cet étage marque le début de l'envahissement des faciès détritiques.

L'Aptien est divisé en deux sous-étages :

L'Aptien inférieur : Bédoulien

L'Aptien supérieur : Gargasien

a) LE BEDOULIEN : Il a environ 20 m d'épaisseur se réduisant du Nord au Sud. Il est constitué par des gros bancs de calcaires marneux, légèrement détritiques, de teinte gris-clair. Ces bancs sont séparés par des lits marneux épais.

Lavage de marnes :

Trochammina sp.

Corozotalites sp.

Orbitolina sp.

Simplorbitolina manassi

Cristellaria multicella

Marginelina recta

Marsonella oxycona

Spirillina sp.

Globigerina sp.

Plaque mince :

Globigerina sp.

Dentalina sp.

Leptodermella sp.

Textularia sp.

Glomospira sp.

Spicules de Spongiaires

b) LE GARGASIEN : Il a 120 m d'épaisseur. Il est constitué par des marnes gréseuses et glauconieuses, feuilletées, de teinte gris-bleuté. A la base et au sommet on trouve des intercalations de petits bancs calcaires marno-gréseux, souvent altérés.

Macrofaunes :

Phylloceras noreli

Phylloceras sp.

Belemnites semicanaliculatus

Belemnites sp.

Plaque mince : (partie inférieure)

Bolivinoïdes cf. textularioides
Trochammina sp.
Reoplax sp.
Valvulina sp.
Glomospira sp.
Textularia sp.
Globigerina sp.
Quinqueloculina sp.
Bolivina sp.
Bulimina sp.
Spicules de Spongiaires

Lavage de marnes : (partie inférieure)

Reophax foedissima
Marsonella oxycona
Simplorbitolina manassi
Cristellaria gaultina
Globigerina infracretacea
Globigerina duboisi
Globigerinelloïdes cf. algeriana
Globigerina sp.
Textularia sp.
Orbitolina sp.
Ophtamilidae sp.
Miliolidae sp.
Dentalina sp.

Lavage de marnes : (partie moyenne)

Reophax foedissima
Marsonella oxycona
Dorothia gradata
Glomospira charoïdes
Globigerina infracretacea
Simplorbitolina manassi
Orbitolina sp.

Lavage de marnes : (partie supérieure)

Cristellaria gaultina
Globigerina infracretacea
Globigerina planispira
Glomospira cf. gordialis
Trochammina inflata
Textularia sp.

F - L'ALBIEN : (Log - 4)

L'Albien a une épaisseur variable, 70 m en moyenne. Cet étage est caractérisé par des faciès détritiques très fréquents.

a) Marnes localement gréseuses, gris-bleuté, avec des intercalations de bancs calcaires marneux ou gréseux, feuilletés. Vers le sommet, on rencontre quelques passées gréseuses.

Macrofaune :::

Phylloceras sp.

Lavage de marnes :

Foraminifères :

Globigerina infracretacea

Cornuspira cretacea

Ticinella roberti

Lagena sp.

Ostracodes :

Protocythere aptiensis inflata

Protocythere cf. aptiensis sp.

Plaque mince :

Lagena sp.

b) Marnes gréseuses indurées, limitées à la base et au sommet par des bancs grés-glaucconieux, d'épaisseur très variable.

Lavage de marnes :

Cristellaria sp.

Plaque mince :::

Nodosaria sp.

Reophax sp.

Trochammia sp.

G - LE CENOMANIEN : (Log - 3)

Le Cénomanién a 280 m d'épaisseur, en moyenne. Il comporte des faciès franchement plus gréseux et durs, surtout dans la partie moyenne et supérieure. Il constitue, avec le Turonien qui lui fait suite, la dernière crête bien marquée.

a) Marno-calcaires bleuâtre, à quelques niveaux indurés glauconieux et gréseux.

Macrofaune :

Inoceramus sp.

Lavage de marnes :

Ticinella roberti

Globigerina infracretacea

Marginalina humilis

Rosalinella apennica

Cristellaria sp.

Pyrulina sp.

Dentalina sp.

Plaque mince :

Globigerina sp.

Radioles d'Oursins

Spicules d'Éponges

b) Alternance de bancs calcaires marno-gréseux et de marno-calcaires s'épaississant vers le haut, tandis que les bancs calcaires s'amincissent. A la base on remarque quelques niveaux à silex.

Macrofaune :

Quelques Ammonites en débris

Plaque mince :

Globigerina cretacea

Lagena sp.

Nodosaria sp.

Gumbelina sp.

Leptodermella sp.

c) Alternance de bancs calcaires marno-gréseux et de marno-calcaires. Au milieu, les bancs sont plus calcaires et plus épais formant des barres massives. Vers le sommet ils sont glauconieux, avec quelques niveaux à silex.

Macrofaunes :

Schoenbachia cf. subtuberculata

Inoceramus sp.

Lavage de marnes :

Marginalina humilis
Rosalinella apennica
Rosalinella helvetica
Globigerina infracretacea
Cristellaria sp.
Pyrulina sp.

H - LE TURONIEN : (Log - 2)

Le Turonien a 300 m d'épaisseur en moyenne, se réduisant du Sud-Ouest au Nord-Est.

a) Bancs massifs de grès-calcaires glauconieux, très durs, verdâtres.

Plaque mince :

Rosalinella lapparenti
Trochammia sp.
Glomospira sp.
Textularia sp.
Nodosaria sp.
Globigerina sp.
Globorotalina sp.
Stomiosphaera sp.
Cibicides sp.

b) Gros bancs calcaires durs, séparés par des lits marno-calcaires. Vers le sommet, cette série devient un peu gréseuses et glauconieuse, avec une répartition irrégulière de silex noirs et blancs.

Macrofaune :

Inoceramus sp.

Lavage de marnes :

Rosalinella cf. turonica
Rosalinella linnei
Rosalinella apennica
Rosalinella helvetica
Textularia sp.

c) Alternance de grès calcaires glauconieux, et de marno-calcaires gréseux.

Macrofaune :

Inoceramus sp.

Plaque mince : (partie inférieure)

Rosalinella lapparenti

Textularia sp.

Marsonella sp.

Quinqueloculina sp.

Globigerina sp.

Globorotalina sp.

Spicules d'Eponges

Plaque mince : (partie moyenne)

Rosalinella lapparenti

Textularia sp.

Marsonella sp.

Quinqueloculina sp.

Globigerina sp.

Plaque mince : (partie supérieure)

Lagena sp.

Textularia sp.

Reophax sp.

Globigerina sp.

Stomiosphaera sp.

Spicules d'Eponges

I - LE CONIACIEN : (Log - 2)

Le Coniacien a 100 m d'épaisseur. Il présente des faciès très variés ; d'abord littoraux et ensuite saumâtres.

Le Coniacien est le dernier terme du Crétacé sur le terrain étudié, ainsi que dans la région.

a) Grès grossiers très glauconieux, localement argileux. Le niveau est caractérisé par des Rudistes que nous n'avons pu dégager.

Plaque mince :

Textularia sp.

Marsonella sp.

Miliolidae sp.

Débris d'Echinodermes et de Bryozoaires.

b) Sables bien calibrés, de couleur orange, mais qui deviennent d'un blanc pur après lavage. Ces sables sont d'ailleurs exploités.

c) Grès grossiers, bien stratifiés, de teinte brun-orangé. On rencontre quelques niveaux calcaréo-gréseux un peu marneux, à passées ligniteuses.

Cette série est pauvre en fossiles, avec seulement du Turritelles indégageable (faune d'Uchaux).

§ - 4 - LE TERTIAIRE :

A - LE LUTETIEN : "L'EOCENE" (Log - 1)

Le Lutetien a 75 m d'épaisseur. Il est lacustre et repose en discordance angulaire sur les séries sous-jacentes. Le Lutétien est le premier terme du Tertiaire sur le terrain étudié, il atteint juste la limite Sud-Ouest, en faisant suite aux Plaines du Vaucluse. Quelques autres petits affleurements sont dispersés et incomplets.

a) Marnes sableuses, grises, avec un gros banc calcaréo-gréseux.

Lavage de marnes :

Pas d'organismes

Plaque mince :

Ostracodes

Oogones de Chara

b) Argiles vertes à passées rosées.

Lavage de marnes :

Pas d'organismes

c) Calcaires lacustres, plus ou moins détritiques, de teinte beige. Cette série est très riche en silex blonds et noirs.

Macrofaune :

Planorbis pseudoammonius Schloth

Plaque mince :

Ostracodes

Oogones de Chara

d) Marnes verdâtres et argiles jaunes avec conglomérats à silex. Les marnes sont un peu gypseuses à la base et sableuses au sommet.

Lavage de marnes :

Ostracodes
Spercule de Gastropodes
Oogones de Chara

REMARQUES :

En ce qui concerne la série supérieure du Lutétien (d), marneuse et argilo-conglomératique : plusieurs lavages faits dans des marnes et des argiles n'ont révélé aucune faune caractéristique, tandis que les plaques minces effectuées dans des conglomérats n'ont montré que des faciès et des microorganismes du Jurassique et du Crétacé environnants.

Cependant, dans plusieurs endroits des Baronnie, notamment à Eygalayes, ces conglomérats à l'état de galets, indiquent l'Eocène supérieur par la présence de Characées, dont Gyrogona wrighti Gramb, et la mandibule de Plagiolophus minor Cuv. (C. Montenat - 1967).

B - LE BURDIGALIEN : "LE MIOCENE" (Log - 1)

Le Burdigalien a 20 m d'épaisseur. Il est littoral.

a) Molasse grossier à stratifications obliques

Macrofaunes :

Lamellibranches

Lavage de marnes :

Lamellibranches variés
Pecten
Echinodermes
Bryozoaires

Plaque mince :

Valvulina sp.
Textularia sp.
Cristellaria sp.
Globigerina sp.
Dentalina sp.
Operculina heterostegina
Elphidium sp.
Gypsina globulus
Planorbulina sp.
Tritaxilina sp.
Amphistegina sp.

b) Gros bancs irréguliers de molasse calcaire, dont la base est conglomératique.

Lavage de marnes :

Lamellibranches
Echinodermes
Bryozoaires
Pecten

C - L'HELVETIEN : "LE MIOCENE" (Log - 1)

Cet étage a également 20 m d'épaisseur et il est littoral.

a) Molasse grossière un peu glauconieuse et marneuse, localement conglomératique.

Lavage de marnes :

Lamellibranches
Bryozoaires
Echinodermes

b) Molasse sableuse, fine, légèrement glauconieuse, gris-clair.

Lavage de marnes :

Bryozoaires
Echinodermes

D - LE PLIOCENE : (Log - 1)

Le Pliocène a 15 m d'épaisseur. Il n'a pas été signalé jusqu'ici. C'est une très haute terrasse alluviale avec des éléments venant du Cénomanién et du Turonien, assez grossiers, mal calibrés et un peu consolidés.

Nous n'avons pas daté cette terrasse avec précision. Cependant sa localisation révèle quelques indices importants : elle se trouve à l'endroit où existent toutes les terrasses alluviales, dont l'épaisseur totale visible de 22 m, arrive à 300 m d'altitude. Pourtant, cette terrasse se trouve à 370 m d'altitude. Nous pensons que s'il y a une différence de 70 m dans l'espace, il y en aurait autant relativement dans le temps. Laissant les alluvions récentes et anciennes dans le Quaternaire, nous pensons que cette très haute terrasse est probablement du Pliocène. Signalons que nous avons cherché, en vain, des mammifères fossiles.

D'autre part, cette terrasse repose sur les termes du Cénomanién et du Turonien subverticaux, avec un pendage de 15° - E.

§ - 5 - LE QUATERNAIRE :

A - LES EBOULIS :

Nous avons groupé sous le même terme : les différents éboulis vifs ou stabilisés, les cônes de déjection et les brèches de pente, les produits d'altération ou les pédiments. Toutes ces formations varient en dépendance du relief et de la nature lithologique. Elles couvrent des surfaces très vastes, mais nous ne les avons prises en considération que lorsqu'elle avaient une épaisseur importante.

Il existe également beaucoup de blocs glissés et nous avons distingué quelques uns de ces blocs de très grande taille.

Enfin, citons deux coulées boueuses, l'une près de St-Pons, sur la prolongation d'une grande faille, l'autre sur le versant est de Cougoir, sur une pente assez forte où émerge une source. Ces coulées sont actuellement en mouvement avec une allure comparable à celle d'un glacier.

B - LES TERRASSES ALLUVIALES :

Il existe plusieurs terrasses d'altitude successive. L'épaisseur de ces terrasses augmente lorsqu'elles deviennent plus anciennes. Nous les avons interprétées par un schéma (Pl - V).

La très basse terrasse est constituée par les alluvions récentes, et les basses, les moyennes et les hautes terrasses comprennent les alluvions anciennes. La très haute terrasse est rapportée au Pliocène.

APPENDICE

REMARQUES SUR LES RUPTURES DE SEDIMENTATION :

Nous avons noté quelques accidents sédimentaires remarquables, déjà signalés dans la fosse vocontienne.

A - LES CONGLOMERATS INTRAFORMATIONNELS :

Il s'agit de conglomérats monogéniques et irréguliers, mal calibrés dont les galets et le ciment sont de même nature pétrographique, avec des Calpionelles à partir du Portlandien. L'origine de ces conglomérats, qui se sont déposés sans aucune émergence à une assez grande profondeur, demeure mystérieuse. On a évoqué des courants sous-marins remaniant des sédiments non compactés. (A. Lombard-1956).

Ils s'observent à trois niveaux : Kimmeridgien supérieur, Portlandien, Berrisien.

B - LES HARD-GROUNDS :

Ce sont les surfaces balayées par les courants sur le fond marin. On les trouve aux niveaux du Portlandien, du Berrisien et du Barremien, et souvent au voisinage des conglomérats intraformationnels.

C - LES SLUMPINGS :

Des contournements de couches calcaréo-marneuses encadrées par des strates régulières, s'observent parfois dans le Berri-sien supérieur, mais beaucoup plus fréquemment dans le Barrémien.

Ils sont plus ou moins contemporains de la diagénèse et formés par des coulées vaseuses.

Ces phénomènes de Slumping sont bien connus dans le Barremien des Baronnie (J. Goguel - 1944). Récemment, on y voit un effet de séismes sous-marins, d'après les exemples des "Tsunamis" du Japon (G. Lucas - 1966).

CHAPITRE - II
PHASES DE PLISSEMENTS
(Pl. II, III, V, VI, VII, VIII)

Le terrain a subi des phases de plissements successives, notamment : provençales, d'orientation E-W et alpines, d'orientation N-S. Ces phases se sont effectuées à partir du sommet du Crétacé supérieur, au cours du Tertiaire. Auparavant, pendant le Jurassique et le Crétacé il y avait une sédimentation continue dans la fosse vocontienne. Pourtant, des moments de ruptures d'équilibre enregistrent peut-être des secousses ou des mouvements d'une certaine ampleur (conglomération, slumping, arrivée soudaine de grès albien etc..).

Ces phases de plissements, concernant tout le domaine structural sur une vaste échelle, ont été décrites par plusieurs géologues. Leurs nombres, avec leurs âges précis, ainsi que leurs extension, avec leurs amplitudes relatives, restent en discussion ; c'est-à-dire, la corrélation de ces phases dans le temps et dans l'espace.

Nous résumons les phases importantes par un tableau récapitulatif et nous notons seulement les indices existants sur le terrain étudié, pour chaque phase de plissements.

TABLEAU RECAPITULATIF DES PHASES DE PLISSEMENTS

<u>Quaternaire</u>	<i>Phase alpine ultime (Post-pliocène)</i>
<u>Pliocène</u>	<i>2° Phase alpine (Post-miocène)</i>
<u>Helvétien</u>	
<u>Burdigalien</u>	<i>1° Phase alpine (Post-éocène)</i>
<u>Eocène supérieur</u>	<i>2° Phase provençale principale (Post-lutétien)</i>
<u>Lutétien</u>	<i>1° Phase provençale précoce (Anté-lutétien)</i>
<u>Coniacien</u>	
<u>Turonien</u>	
<u>Cénomannien</u>	
<u>Albien</u>	
<u>Aptien</u>)	<i>Phases embryonnaires (fin du Crétacé inf.)</i>
<u>Barremien</u>	
<u>Hauterivien</u>	
<u>Valanginien</u>	
<u>Berriasien</u>	
<u>Portlandien</u>	
<u>Kimméridgien</u>	
<u>Séquanien</u>	
<u>Argovien</u>	
<u>Oxfordien</u>	
<u>Callovien</u>	

§ - 1 - INDICES DES PHASES DE PLISSEMENTS :

A - PHASES EMBRYONNAIRES :
(vers la fin du Crétacé inférieur)

L'arrivée soudaine des faciès détritiques et hétérogènes, consécutive à la rupture d'équilibre de la sédimentation, est due, peut-être, au soulèvement du Mont-Ventoux et de la Montagne de Lure.

B - PREMIERE PHASE PROVENCALE PRECOCE :
(Anté-lutétien)

Sur le terrain, en plusieurs endroits, le Lutétien lacustre repose en discordance angulaire sur les termes du Crétacé :

Au Sud-Ouest à Pontias ; sur le Coniacien.

Au Nord-Ouest aux Pignes ; sur l'Albien et le Cénomanién.

Au milieu Est à Pierreille ; sur le Cénomanién.

Au Sud-Est à Piétavin ; sur le Cénomanién.

Au Sud-Est à Combe du Ranc ; sur le Coniacien.

C - DEUXIEME PHASE PROVENCALE PRINCIPALE :
(Post-lutétien)

La série supérieure du Lutétien, marneuse et argilo-conglomératique, est vraisemblablement de l'Eocène supérieur qui a raviné et remanié les séries inférieures, comme à Eygalayes, non loin de notre terrain. Ces formations indiquent la reprise de l'érosion, sans doute consécutive à un plissement qui correspond à la phase provençale principale.

D - PREMIERE PHASE ALPINE :
(Post-éocène)

Sur le terrain étudié, juste sur la limite Sud-Ouest, près d'Aubres, il n'existe que très peu d'affleurements du Miocène et cela ne permet pas de distinguer les deux phases alpines, responsables de tous les accidents méridionaux importants sur notre terrain.

E - DEUXIEME PHASE ALPINE :
(Post-miocène)

Parmi plusieurs accidents méridionaux, c'est surtout celui de "Saillans-Condorcet-Mérindol" qui constitue un indice important pour cette phase de plissements.

Sur notre terrain, au Nord-Est à l'unité de Tête d'Asclet et au Sud-Est à l'unité de la Blache, cet accident a favorisé plusieurs chevauchements superposés, dont les terrains glissés portaient les termes du Jurassique supérieur, du Crétacé inférieur et supérieur et de l'Eocène, mais le Miocène y est absent. Cet accident est au moins post-éocène, mais on ne peut ici rien dire de plus. Pourtant, le même accident affectant le Burdigalien du synclinal de Montaulieu et le Burdigalien et l'Helvétien de Benivay-Ollon, est par conséquent post-miocène et correspond à la deuxième phase alpine (J. Flandrin - 1966). On ne peut cependant pas exclure la possibilité que cet accident se soit produit pendant la première phase alpine post-éocène et se soit rejoué pendant la deuxième phase alpine post-miocène.

F - PHASE ALPINE ULTIME :
(Post-pliocène)

Près d'Aubres, le Pliocène est constitué par la très haute terrasse alluviale qui a un pendage de 15° - E. Constatant cette pente notable, on peut se demander s'il s'agit d'une pente de dépôt originel, au lieu d'un véritable pendage dû à une phase de tectonique récente. Précisément, on connaît au Sud-Ouest de Nyons un rejeu antérieur au Quaternaire, mais qui a redressé le Pliocène.

§ - 2 - EPOQUE DE LA MONTEE DU DIAPIR DE CONDORCET :

Le Trias diapirique affleure essentiellement par pointement, à part quelques extrusions avoisinantes le long du grand accident méridional de "Saillans-Condorcet-Mérindol", comme à Condorcet, Montaulieu et Mérindol. Cet accident très long et très profond, affecte d'ailleurs le socle, d'après les études géophysiques récentes. Il a favorisé, non seulement la montée diapirique, mais aussi les minéralisations filoniennes, comme à Condorcet et à Propiac.

Nous avons constaté que cet accident s'était produit probablement pendant la première phase alpine post-éocène et s'était rejoué pendant la deuxième phase alpine post-miocène. On peut donc conclure qu'il en est de même pour le diapirisme ainsi que pour la minéralisation filonienne qui sont étroitement liés et sont naturellement postérieurs à cet accident.

En effet, nous avons vu que sur notre terrain, au Nord-Est à Tête d'Asclet, et au Sud-Est à la Blache, deux unités tectoniques chevauchées portaient déjà les termes de l'Eocène, le long de cet accident. D'ailleurs, l'étude détaillée de cette unité tectonique de la Blache met en évidence que dans le bassin de la Combe du Ranc, l'Eocène a été surmonté par du Trias gypseux et l'Oxfordien marneux à son tour, a chevauché le tout. Ici, la montée du diapir, en majeure partie tout au moins, est donc post-éocène, correspondant à la première phase alpine. On peut se demander également si l'Oxfordien marneux n'a pas chevauché le tout pendant la phase suivante, soit post-miocène.

Mais on sait que plus au Sud, au col de Propiac, le Miocène est redressé et renversé par le Trias cargneulique ascendant. Ici, la montée du diapir est donc post-miocène, correspondant à la deuxième phase alpine. Il est, par conséquent, vraisemblable que le diapir de Condorcet a dû jouer au moins deux fois, lors des deux phases alpines principales, l'une post-éocène, l'autre post-miocène.

On pourrait se demander si le diapir est encore "vivant", en ce sens que le Trias monterait toujours et également soulèverait les formations récentes, notamment les terrasses alluviales se trouvant sur son trajet.

Pourtant, s'il existait un mouvement léger, la dissolution du gypse triasique ainsi que l'érosion de ses faciès tendres, en travaillant dans le sens opposé, pourraient annuler son propre effet de montée. D'autre part, de faibles variations auraient pu également échapper à nos observations.

On observe néanmoins que le Trias diapirique, malgré ses faciès tendres, reste en relief. En bordure du diapir, l'activité des éboulements est très intense et les terrains prennent une morphologie assez particulière, d'apparence très calme, avec de petits cirques en dépression ou des bombements doux, visibles surtout sur les photos aériennes. Ils sont dûs à la dissolution du gypse comme dans la plupart des cas. Quant à la montée continue du diapir, il n'y a certainement pas de preuves certaines.

CHAPITRE - III
TECTONIQUE
(Pl. II, III, VI, VII, VIII, IX)

Le terrain étudié fait partie du domaine structural des "Chaînes Subalpines Méridionales". Il se présente comme la partie septentrionale d'un gros anticlinal allongé du Nord au Sud, puis courbé au Sud-Est. Cet anticlinal se limite au Nord par une terminaison périclinale très resserrée et il est ouvert au Sud-Est.

Le grand accident de "Saillans-Condorcet-Mérindol" avec ses satellites, suit sensiblement l'axe de l'anticlinal, en faisant une courbe au milieu et traverse le terrain du Nord-Est au Sud-Est. Il joue le rôle de maître et les autres accidents, tels que les chevauchements, les décrochements et le diapirisme dépendent visiblement, par leur style, leur direction et leur ampleur, de ce grand accident dont nous avons déjà parlé. Les séries marneuses du Callovo-oxfordien favorisent certaines de ces déformations, tout au moins celles des chevauchements et des décrochements.

Nous étudierons brièvement ces déformations par unité tectonique.

§ - 1 - UNITES TECTONIQUES :

A - UNITE DE LA BLACHE :

Au Sud-Est du terrain, à l'Est des Pilles, il se trouve une unité tectonique formée essentiellement par plusieurs chevauchements de terrain superposés. Ces chevauchements s'effectuent en direction du Sud-Est au Nord-Ouest, le long du grand accident qui a donné d'ailleurs l'issue, postérieurement, à la montée diapirique.

Cette unité fait partie du secteur structural du synclinal de Montaulieu pour lequel, comme l'a fait remarquer J. Goguel (1946) : celui-ci "...ne peut être interprété qu'en admettant que le broyage dont il témoigne est dû à des mouvements horizontaux : l'hypothèse classique d'un simple repli par compression latérale est incapable d'en rendre compte."

Cette unité est marquée par un broyage intense donnant lieu à une collapse structure très compressée. Une faille médiane traversant du Sud au Nord divise l'unité en deux parties, progressivement décrochées.

a) Le premier chevauchement, se limitant au Nord sous les terrasses alluviales, est constitué par les séries allant de l'Oxfordien jusqu'à l'Hauterivien. Près de Blanguet, on observe une fenêtre tectonique où l'Hauterivien autochtone affleure et est percé par deux petits lambeaux d'extrusion diapirique.

b) Le deuxième chevauchement porte les termes, du Céno-manien, du Turonien et un peu du Coniacien, qui sont couverts partiellement par un synclinal très pincé et faillé de l'Eocène lacustre. Dans le bassin de la Combe du Ranc un autre petit lambeau d'extrusion diapirique surmonte l'Eocène et au même endroit l'éboulement de gros blocs est très intense.

c) Le troisième chevauchement est constitué par les séries allant du Portlandien jusqu'à l'Hauterivien. Cette partie est broyée et plissée.

d) Le quatrième chevauchement s'effectue entre le grand accident et la faille médiane. Il porte uniquement les séries de l'Oxfordien.

Compte tenu du rôle du grand accident et de la montée diapirique, ainsi que de la présence des termes de l'Eocène, ces chevauchements se sont donc produits pendant les deux phases alpines, sans distinction possible.

B - UNITE DE TETE D'ASCLET :

Au Nord-Est du terrain, au Nord de Condorcet, il existe une autre unité tectonique formée par plusieurs chevauchements de terrain superposés. Ils se retrouvent également le long du même grand accident, mais en direction du Nord-Est au Sud-Ouest, se déplaçant dans l'ensemble sur plus de 6 km, sur notre terrain. Ils entraînent partiellement les terrains sur la bordure. Le Trias diapirique affleure sur le front.

Cet unité présente un broyage très intense, comme l'a fait remarqué J. Flandrin (1966) :

"... les broyages intenses auxquels peuvent seules être attribuées les structures inextricables - ou tout au moins effroyablement complexes - des secteurs tels ceux de Montaulieu, du Nord de Condorcet, de Rochefourchat et du fossé de Bonneval-La-Beaume".

Le terrain autochtone de l'Oxfordien et localement de l'Argovien, affleure comme un couloir tectonique allongé sensiblement du Nord au Sud, entre deux grandes failles.

a) Le premier chevauchement est séparé en deux parties par le terrain autochtone et chacune se présente un peu différemment.

La partie occidentale, plus avancée, est formée par un synclinal dont les flancs sont très redressés et parfois renversés. L'ensemble est très faillé, d'une façon anarchique, un tassement postérieur en est la cause. Le cœur du synclinal est composé par les séries du Barrémien qui se poursuivent jusqu'à l'Oxfordien.

Une longue extrusion du Trias, couvrant partiellement le front du chevauchement, s'est donc produite postérieurement. Au même endroit (à côté d'une ferme) il existe un indice de pétrole situé sur une faille en relation visible avec le diapir.

La partie orientale, moins avancée, a une apparence calme. On y remarque près de Pas de l'Étroit, une résistance de masse contre la poussée des chevauchements, qui s'amortissent en provoquant un long anticlinal presque couché et très resserré. Cette partie comprend les séries à partir de l'Oxfordien jusqu'au Cénomanién.

b) Le deuxième chevauchement couvre en grande partie le premier et prend naissance en dehors du terrain. Il est formé par un gros synclinal perché, dont le coeur constitué par le Turonien, couronne Tête d'Asclet. Les séries vont jusqu'à l'Aptien. Au front du chevauchement il existe un petit synclinal du Lutétien discordant.

c) Le troisième chevauchement ne comprend qu'un gros paquet progressivement glissé, dont la racine se trouve sur le troisième chevauchement, près des Pignes.

Comme l'unité précédente, en tenant compte du rôle déterminant du grand accident ainsi que de la position du diapir et des séries de l'Eocène, nous pensons que cette unité s'est formée pendant les deux phases alpines.

C - UNITE DE MESCLAMAS ET NOIRATTE :

Cette unité se trouve au Nord-Ouest du terrain et au Nord de St-Pons. Elle est composée de trois chevauchements de terrain superposés. Il font un trajet de plus de 4 km et leurs racines se trouvent en-dehors du terrain. Ces chevauchements se produisent en suivant deux autres grandes failles, en direction du Nord au Sud et, après avoir marqué une virgation, ils continuent vers le Sud-Est. On y observe un style remarquablement souple ainsi que pour les terrains en bordure qui n'en sont pas moins affectés et qui jouent un rôle de trottoir.

En fait, les Montagne de Roubiouse et de Cougoir ont subi un écartement par la poussée et se sont repliées en genou. Plus particulièrement le groupe de la Montagne de Cougoir qui fait face directement à la poussée se dessine, à la suite du pli en genou, un large synclinal suivi immédiatement par un anticlinal couché et très resserré. C'est le flanc inverse du même anticlinal qui, se redressant verticalement, forme le sommet de Cougoir et prend progressivement sa position initiale sur la crête, avec un pendage de 50°-W.

a) Le premier chevauchement du terrain, en forme lenticulaire, affleure au Nord, aux environs de Serre Ponciau. Il réapparaît près de Col-Bessonne et forme le Mont Rider. Cet ensemble est constitué par les séries allant de l'Albien jusqu'à l'Oxfordien.

b) Le deuxième chevauchement couvre en grande partie le premier et forme sur le front, le Mont Moutas. On observe, sur la bordure occidentale, près de Cougoir, deux gros blocs arrachés et entraînés.

Ici, les séries vont du Cénomaniens jusqu'au Séquanien, une série du Lutétien lacustre se trouve en discordance.

c) Le troisième chevauchement affleure très peu sur le terrain et présente une série inverse dont le front, fortement incliné, va du Barrémien jusqu'au Valanginien.

Il ne nous est pas possible de préciser à quelle époque ces chevauchements se sont produits car il manque des éléments. Le Lutétien a pu se déposer aussi bien avant qu'après ces mouvements car il n'est pas directement affecté.

D - UNITE D'AUBRES :

Au milieu Sud et Sud-Ouest du terrain, près d'Aubres, se trouvent deux grands décrochements présentant un décalage de plus de 1 km, dont le style est très souple.

a) Le décrochement du col d'Aubres s'est produit par une faille inclinée, très longue, en direction du Nord-Est au Sud-Ouest, puis au Sud. Les deux panneaux séparés forment localement deux anticlinaux, à terminaisons périclinales très resserrées et opposées, formant un "S". Au même endroit, le long de la faille, il existe une grotte de plus de 300 m de longueur, creusée par les eaux souterraines dans les séries marneuses de l'Hauterivien et du Valanginien appartenant au panneau oriental, tandis que le calcaire dur du Portlandien, appartenant au panneau occidental, en forme le toit.

b) Le second décrochement d'Eoupe, également très souple, s'est produit par une faille relativement courte, en direction du Nord-Est au Sud-Ouest.

Cette faille disparaît sous les séries de l'Helvétien mais les séries du Burdigalien et du Lutétien sont affectées par le même décrochement. Cet accident se serait donc produit entre le Burdigalien et l'Helvétien, probablement entre les deux phases alpines. Il en serait de même pour le décrochement du col d'Aubres qui a le même style. Ceci reste une probabilité.

§ - 2 - STYLE TECTONIQUE :

On note une harmonie très constante et un style souple dans les déformations des séries dures et des séries tendres.

L'ensemble de la série sédimentaire de Condorcet se comporte comme une série de couverture dans des terrains épais à dominante marneuse, décollée sur un socle. L'apparition du Trias diapirique semble bien être une preuve manifeste du décollement.

Il faut remarquer que les nombreuses cassures qui accidentent la barre tithonique sont très limitées en étendue ; elles sont postérieures aux accidents principaux et beaucoup sont dues sans doute à des phénomènes de tassement ou de glissement sur pentes marneuses.

DEUXIEME PARTIE

ETUDES METALLOGENIQUES

INTRODUCTION (Pl. X)

Les gisements étudiés sont situés à Condorcet et Serre de Lot (Drôme), à l'Argentière (Basses-Alpes) et à Orpierre (Drôme).

Tous ces gisements sont du type filonien, situés dans de grandes failles, orientés généralement N-S. Ceux de Condorcet, de Serre de Lot et de l'Argentière sont en relations directes avec le Trias diapirique, mais à Orpierre il n'y a pas une relation visible.

Ces gisements contiennent essentiellement une minéralisation sulfurée en galène et blende dans une gangue carbonatée, en particulier calcitique, à Condorcet il y a en plus de la célestine et de la barytine associées.

Ces gisements ont été autrefois exploités d'une façon très irrégulière et souvent peu rentable pour des raisons diverses. Les exploitations ont souvent changé de propriétaire, elles ont également subi les conséquences des deux guerres. Actuellement, les galeries ou les entrées de mines sont éboulées ou fermées par un mur. D'après les experts de mines, une remontée du cours des métaux pourrait permettre la reprise de l'exploitation qui serait certainement plus rentable avec les moyens techniques actuels.

Nous allons d'abord décrire les gisements et ensuite les minéraux récoltés sur place ou plus souvent dans les haldes.

Les minéraux ont été examinés avec les moyens suivants : analyse micro-chimique et rayons X, étude au microscope métallographique des sections polies et des plaques minces au microscope polarisant. Mais nous n'avons pu faire, étant donnée nos possibilités assez limitées, d'analyses chimiques. Pourtant, seules des analyses systématiques pourraient permettre d'arriver à des résultats solides.

CHAPITRE - IV
GISEMENTS DE CONDORCET
(Pl. II, XI, XII)

Aux environs de Condorcet, nous étudierons deux gisements peu distants l'un de l'autre, mais en réalité très différents.

I
GISEMENT DE L'ETABLISSEMENT DE BAINS

Le Gisement se situe à 1,5 km à l'Ouest de Condorcet. Il a été exploité en plusieurs endroits à la fois. Les travaux miniers ont commencé en 1883, quelques années après la découverte. On note qu'en 1934, une tornade a provoqué une inondation qui détruisit toutes les installations. Depuis 1949, toute activité a cessé.

§ - 1 - DESCRIPTION DU GISEMENT :

Le gisement est situé dans un champ de failles de direction NNW - SSE ; il est constitué par un remplissage de filons lenticulaires, alignés mais discontinus.

Le filon principal se trouve dans la faille profonde et il est minéralisé en célestine et barytine associées avec des traces de galène et de blende qui se présentent rarement ensemble. Les autres filons, moins importants, se trouvent dans des failles satellites jusqu'à 500 m de distance et ils sont minéralisés exclusivement en carbonates, particulièrement en calcite.

Ce filon principal a une puissance variable, avec un maximum de 7 m. Il présente un pendage subvertical vers l'Ouest. Les contacts sont marqués par un miroir de faille très net et souvent bréchifié. Les parois sont couvertes par de la calcite mamelonnée, teintée d'oxyde de fer, mais le long du filon les parois sont localement couvertes de calamine en gros cristaux blancs translucides.

Le mur du filon est constitué par des marnes schisteuses noires du Callovien ; aux abords de la faille, les plissements sont très fréquents. Au toit, se trouve le Trias diapirique avec son aspect chaotique de gypse, dolomie, cargneules ferrugineuses. Mais près du contact, le Trias est particulièrement bréchique, contenant des fragments anguleux de célestine et de barytine ayant jusqu'à 30 cm de diamètre. En s'éloignant du filon, le Trias, après un passage plus cargneulique, reprend son aspect typique et plus loin, il est en contact anormal avec les marnes noires de l'Oxfordien.

La deuxième édition de la carte géologique du Buis au 80 000 ° avait supprimé la figuration du Trias de la première édition, et représentait en bleu un filon unique de célestine. On voit sur notre carte que les choses se présentent tout autrement.

A l'endroit dit "Ancien Etablissement de Bains", il existe une source minérale chargée de Mg, Cl et S. qui émerge sur la prolongation du filon, là où un éboulement très actif masque les contacts. Cette source a un débit faible ; elle est à la température ambiante.

Près de là, un peu à l'Est, il y avait également une autre source thermominérale, sulfurée. Cette source avait un débit assez fort jusqu'à une récente époque ; elle est actuellement sèche et l'installation des bains chauds est en ruine.

§ - 2 - DESCRIPTION DES MINERAUX :

Le filon principal est entièrement constitué, dans les affleurements, par une association de célestine et de barytine formant un agrégat de cristaux lamellaires, sensiblement orientés dans le plan du filon (Ech. C-11 et C-12). La galène et la blende miéleuse en forme de mouche se présentent rarement et elles ne sont presque jamais ensemble ; mais au même endroit il existe souvent une zone d'altération, rarement de la calcite et exceptionnellement de la pyrite. (Ech. et Sec. P. C-6 et C-7).

Les échantillons récoltés dans des haldes donnent une idée générale de la formation du filon dans les zones profondes.

Echantillons et Sections polies C-1, C-2, C-3 : Agrégat de cristaux lamellaires de célestine et barytine, associés avec de la blende noire (marmatite). Localement apparaît, avec leurs faces des cristaux vaguement rubannés et paraissant s'être développés à partir de l'éponte en cristallisations arborescentes. La blende ne montre pas de réflexion interne. La galène se présente très exceptionnellement disséminée dans la blende.

Echantillons et Sections polies C-4 et C-5 : Dans une association de célestine et de barytine habituelle il existe en plus des carbonates en quelques points. Les cristaux de galène dont les pourtours montrent fréquemment une zone d'altération, présentent des courbures. Les cristaux automorphes sont moulés par la galène, qui est donc postérieure à la cristallisation de la célestine et de la barytine associées.

Echantillon et Section polie C-8 : Ensemble bréchique, où l'association de célestine et de barytine constitue le ciment et de la calcite avec les lamelles de macle, parallèles. La blende est cataclasée et miéleuse ; elle montre la réflexion interne. D'autres éléments sont des calcaires gréseux noirs.

Les analyses aux rayons X révèlent, en outre, la présence de kaolin et de quartz.

II GISEMENT DE SERRE DE LOT

Le gisement se trouve au lieu dit Serre de Lot, sur la commune des Pilles, à 1,5 km à l'Est de ce village.

Il faisait partie de la même concession que celui de Condorcet; les exploitations ont commencé un peu plus tard et ont cessé assez tôt.

§ - 1 - DESCRIPTION DU GISEMENT :

Le gisement de Serre de Lot s'est formé également dans un champ de failles d'orientation variable : sensiblement N - S dans la partie Est et NW - SE dans la partie Ouest. Ces failles ne semblent pas d'ailleurs en liaison directe avec les grandes fractures du secteur. Les filons lenticulaires et discontinus se situent dans une partie de ces failles, souvent recoupées et décrochées par des failles stériles. La minéralisation consiste généralement en carbonates, en particulier calcite, avec des mouchetures de blende et rarement de galène.

Les filons ont un pendage variable, souvent subvertical vers l'Est. La puissance varie d'un filon à un autre de quelques centimètres, à quelques mètres. Les contacts sont marqués par un miroir de faille couvert par une pellicule de calcite blanche rayée tout du long.

Les couches encaissantes sont les schistes en plaquettes du Callovien inférieur.

Le gisement de Serre de Lot montre en deux endroits une minéralisation particulière.

La prolongation des deux filons parallèles, tout à fait au Sud, près du sentier, met en évidence une zone d'oxydation avec des minéraux complexes de cuivre et de fer en particulier, dans une brèche de schiste très noire et très dure (Ech. S-3). Ce filon présentait dans la profondeur une minéralisation très riche en blende, jusqu'à 15 cm de puissance. Nous en trouvons d'ailleurs des restes dans les déblais devant l'entrée de la galerie (Ech. S-2).

L'autre endroit intéressant est au sommet de Serre de Lot, à l'intérieur du puits d'exploitation du Sud. A l'intérieur du puits on voit apparaître le Trias diapirique, qui n'avait jamais été signalé en cet endroit. Les contacts sont très nets avec un miroir de faille couvert par une pellicule mince de calcite. Le pendage est subvertical vers l'Est. La puissance est de l'ordre de 3 m et l'on distingue trois zones de même épaisseur.

Zone a) La partie supérieure est formée entièrement de grès à ciment ferrugineux (Ech. S-4). On note également des Foraminifères indéterminables (Plaque mince-22).

Zone b) La partie moyenne est en cargneule très bréchique avec des éléments anguleux de schistes noirs et de calcite.

Zone c) La partie inférieure est de calcite bréchique à éléments de schiste gréseux avec de nombreuses veines de calcite et de blende dispersées (Ech. S-1).

§ - 2 - DESCRIPTION DES MINERAUX :

La minéralisation des les affleurements du filon est principalement de calcite teintée d'oxyde de fer et avec localement de la blende noire ou miéleuse déssiminée (Ech. et Sect.P. S-1).

La partie d'oxydation du filon comprend une brèche à ciment carbonaté et accessoirement de célestine et de barytine. Les gros éléments sont des schistes, assez anguleux. Les cavités sont remplies par la pyrite maclée, la chalcoppyrite, l'azurite, la malachite, la bornite et des agrégats de calcite maclée.

Il n'y a ni galène, ni blende dans cette zone d'affleurement (Ech. et Sec.P. S-3).

D'après les échantillons récoltés dans des haldes du même filon, on voit dans un ciment de schiste silicifié très noir et dur, des cristaux de blende miéleuse qui se dispose vaguement et irrégulièrement en bandes. Cette blende montre la réflexion interne. Il existe également des carbonates, en particulier de la calcite maclée dans les fissures et de la célestine, de la barytine tout à fait indépendantes. Dans le ciment, on trouve plusieurs petits points ronds de marcassite et on pense que ce sont les Foraminifères épigénisés (Ech. et Sec.P. S-2).

Les échantillons récoltés dans le Trias à l'intérieur du puits, montrent :

Zone a) Un grès à ciment ferrigineux avec des veines de calcite (Ech. et Sec. P. S-4).

Zone b) Une cargneule bréchique à éléments de schiste silicifié anguleux, de calcite et de célestine et hercynite (Ech. et Sec. P. S-11 et S-12).

Zone c) Une calcite bréchique à blende dispersée dans les fissures où l'oxydation est intense.

D'après les analyses aux rayons X, on trouve du kaolin et du quartz dans ces échantillons.

CHAPITRE - V
GISEMENT DE L'ARGENTIERE
(Pl. XIII, XIV)

Le gisement se situe à 2 km environ au NW de Lazer, au lieu dit l'Argentière.

Nous n'avons pu trouver d'archives concernant ce gisement, mais les renseignements oraux font état d'une brève exploitation avant la première guerre. Cette exploitation avait plutôt pour but une reconnaissance de la minéralisation en profondeur.

§ - 1 - DESCRIPTION DU GISEMENT :

Le gisement est constitué par un champ de filons lenticulaires qui se relaient de façon discontinue et assez confuse sur 800 m.

Ces filons sont formés par des faisceaux de veines de calcite souvent teintée d'oxyde de fer par endroit, avec des mouchetures de galène et de blende dans les fissures. La morphologie du filon est très irrégulière et se modifie fréquemment, avec de nombreuses sinuosités dans tous les plans. La direction générale reste NW - SE, comme les failles principales de ce secteur. Les pendages sont très variables, souvent subverticaux vers l'Est. La puissance du filon est aussi très variable, de quelques centimètres à quelques mètres. Parfois, la zone minéralisée est formée par un groupe de veines très rapprochées.

Les couches encaissantes sont des marnes du Bathonien et plus au Nord, des marno-calcaires parfois schisteux du Callovien. Elles aussi sont ondulées, tordues et cassées avec de nombreuses petites failles. Dans les zones filoniennes, les couches encaissantes ayant subi des modifications, sont rendues plus résistantes et elles restent en relief aux affleurements.

§ - 2 - DESCRIPTION DES MINERAUX :

A l'Argentière, nous n'avons que des échantillons récoltés dans des affleurements. Ils caractérisent assez bien l'ensemble de la minéralisation du gisement.

Les filons marquent très souvent une minéralisation progressive très caractéristique près des épontes. Les carbonates, jaune sale, constituent une couche mince qui contient parfois des inclusions de roches encaissantes. Puis la calcite maclée rose ou blanche, plus ou moins épaisse, remplissant le coeur. Juste au milieu, les cristaux de galène sont souvent très développés et jalonnent une ligne. Cette ligne est d'ailleurs marquée par une fissure, remplie par l'oxyde de fer. On peut se demander si ce n'était pas la place ancienne de la blende, qui aurait complètement disparue au contact de l'atmosphère. L'ordre de paragenèse est très évident à partir des épontes : d'abord les carbonates, puis la calcite et en dernier la galène, peut-être avec le blende.

L'ensemble du filon est souvent tordu ou cassé, mais la galène suit le mouvement avec souplesse (Ech. et Sec.P. A-1).

Cette minéralisation zonée du filon montre en certains endroits une structure assez anarchique. La calcite devient, près des épontes, plus ou moins ferrugineuse et contient beaucoup d'impuretés des roches encaissantes ; elle suit tout de même des bandes parfois croisées. Les cristaux de galène se présentent seuls au milieu de ces bandes. On trouve rarement de la pyrite dispersée. (Ech. et Sec.P. A-2)

Dans certaines parties du filon, la minéralisation prend une structure bréchique. La calcite contient des éléments anguleux des roches encaissantes, souvent avec une auréole. Dans ces éléments et rarement dans la calcite, on trouve la blende miéleuse (Ech. et Sec.P. A-3). L'analyse aux rayons X montre la présence de kaolin, de quartz et de barytine.

CHAPITRE - VI
GISEMENT D'ORPIERRE
(Pl. XV, XVI)

Le gisement fait partie de la concession de Suillet, dont il constitue le quartier Bellericq, à 500 m au Nord d'Orpierre.

Les exploitations ont débuté en 1877, mais elles n'ont pas continué de façon régulière à cause de nombreuses péripéties, d'ailleurs très compliquées. La concession, depuis 1903 a perdu peu à peu son activité et est actuellement abandonnée. Les entrées de mines sont murées.

§ - 1 - DESCRIPTION DU GISEMENT :

Le secteur constitue un champ de fractures opposées très intéressant. Les failles profondes, avec un grand rejet, sont d'orientation sensiblement NNE - SSW. Elles sont recoupées par des failles moins importantes de direction généralement NNW - SSE et parfois E - W.

Le gisement étudié est situé dans une grande faille d'orientation NNE - SSW, mais devenant localement N - S. Cette faille est en outre cassée et décalée, inversement par une autre faille oblique vers l'Est.

*Le gisement est constitué par un filon de calcite à trois zones de minéralisation différentes de même épaisseur environ :
(du mur au toit)*

Zone a) Calcite à blende dominante en bandes parallèles.

Zone b) Calcite à blende et à galène en mouchetures irrégulières.

Zone c) Calcite, rarement blende et galène en mouchetures irrégulières, mais avec les impuretés des épontes.

D'après M. E. Ragot (1949), ce type de zonation sans passage est dû à l'ouverture progressive de la caisse filonienne par accrétion.

La puissance du filon est variable, en moyenne de 5 à 10 m. Le pendage est vertical, parfois subvertical vers l'Est. Les épontes sont très nettes, marquées par un miroir de faille couvert d'une mince pellicule rayée ou mamelonnée de calcite.

Les roches encaissantes elles aussi sont recristallisées en calcite près des contacts. Elles sont en calcaires et marno-calcaires du Jurassique supérieur. La zone près de la faille oblique est broyée, mylonitisée.

§ - 2 - DESCRIPTION DES MINÉRAUX :

Le filon du quartier Bellericq comprend une minéralisation formée essentiellement de carbonates qui servent de gangue aux sulfures. Dans l'ensemble, la minéralisation est simple, mais la structure présente un aspect très important.

La gangue carbonatée est de calcite, se montrant en macle parallèle dans des sections polies. Auprès du mur, elle contient beaucoup d'impuretés et quelques agrégats de galène et de blende noire ou miéleuse. (Ech. et Sec.P. O-1).

Dans la zone médiane du filon, les bandes parallèles contiennent une minéralisation de galène et de blende noire et schälenblende avec de rares inclusions de pyrite et de marcassite (Ech. et Sec.P. O-2 et O-3). L'analyse structurale met en évidence l'inversion de l'ordre paragénique par la présence de la schälenblende qui moule la galène. La minéralisation, dans cette gangue calcitique, a été donc d'abord de la galène et ensuite de la blende.

Au toit, les bandes sont plus riches en blende qu'en galène et les épontes sont couvertes par les calcites mamelonnées. Les échantillons récoltés dans les haldes montrent également des aspects structuraux très intéressants (Ech. et Sec.P. O-3).

Tout l'ensemble présente une structure arborescente. Dans une gangue de calcite avec les impuretés marneuses et les inclusions de la pyrite, la schalenblende concentrique, qui contient également de la galène subordonnée, a ainsi remplacé la galène. Ici, l'inversion de l'ordre paragénique est très évidente.

L'analyse aux rayons X ne présente pas une particularité importante.

APPENDICE
(Pl. X)

QUELQUES REMARQUES SUR LES GISEMENTS DE PROPIAC

Propiac est une commune du Buis Les Baronnie, dans le département de la Drôme. Cette petite localité est située à environ 7 km à l'Ouest du Buis Les Baronnie et à 15 km au Sud de Condorcet.

Le secteur figure sur la carte géologique du Buis au 80 000°, comme la région de Condorcet. Il a été étudié plus particulièrement par H. Termier et J. L. Joleaud et MM. A. F. de Lapparent et J. Goguel, à cause de son originalité concernant le Trias diapirique et les terrains transgressifs du Tertiaire, très largement affleurés.

Ce secteur est constitué par un anticlinal très accidenté dont le coeur est formé par les terres noires du Callovo-oxfordien, les séries vont jusqu'au Crétacé supérieur. Cet anticlinal est ouvert et il est atteint à l'Ouest par les assises du Miocène. Au même endroit le Trias diapirique affleure très largement, et à son tour, couvre partiellement les termes du Miocène. D'autres nombreux affleurements du diapir sont dispersés à l'Est, dans le Callovien.

Dans le secteur de Propiac, il existe quelques gisements qui ont d'ailleurs été exploités autrefois, mais actuellement les galeries sont éboulées et inaccessibles.

Ces gisements sont du type filonien lenticulaire et discontinu, souvent tordu et sinué. Leur direction et pendage sont, en apparence, anarchiques et leur épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres.

Les filons sont situés dans un champ de fractures affectées par des grandes failles parallèles qui dépendent directement du grand accident méridional de "Saillans-Condorcet-Mérindol", dont nous avons déjà parlé dans la partie géologique. (Citons que Mérindol et Propiac sont distants de 2 km et font partie du même secteur).

Rappelons également que, à part quelques extrusions dispersées, ce grand accident a favorisé la montée diapirique par pointement, à Condorcet à Montaulieu et à Mérindol (Propiac).

Les gisements de Propiac se trouvent précisément aux alentours et près du diapir ou de ses lambeaux dispersés. Ils sont donc en relation visible avec le diapir et ainsi qu'avec le grand accident méridional ; donc, le contrôle structural est incontestable, autant pour la minéralisation que pour le diapirisme.

La minéralisation est constituée principalement par les sulfures de Pb-Zn ; galène et blende, parfois par les sulfates de Sr ; célestine. La gangue est essentiellement carbonatée ; calcite et quelquefois smithsonite. On y remarque aussi un chapeau d'oxydation se manifestant par les minerais complexes du Fe et du Cu ; pyrite, chalcoppyrite, azurite, malachite et par des gangues calcitiques limonitisées.

Nous signalons l'existence d'une source minérale riche en Cl, à la température ambiante et à débit moyen et régulier. Cette source se trouve sur la R.D. 147, près des Oliviers.

Nous conclurons que les gisements de Propiac dans leur ensemble, avec leurs caractères principaux, tels ceux du contrôle structural, de la relation visible avec le diapirisme et de la minéralisation essentiellement sulfurée dans une gangue carbonatée, peuvent être associés à ceux de Condorcet tant par leur mode de gisement que pour leur genèse métallogénique.

Pour terminer, nous citerons brièvement la localisation des gisements se trouvant dans le secteur de Propiac : (Nomination établie d'après la localité la plus proche)

Gisement de Benivay : (à 2 km au NW de Propiac et 1,2 km à l'E du diapir). Il se trouve sur une faille de direction du SW-NE, qui retourne au N.

Gisement d'Auzière : (à 2 km au NW de Propiac et à 0,3 km à l'E du diapir). Il est situé sur la même faille que le gisement précédent.

Gisement de St Marc : (à 0,5 km au SW de Propiac et à 0,2 km au S du diapir). Il est localisé sur l'une des deux grandes failles qui contourne le côté occidental du diapir, et se prolonge en direction E-W. Cet endroit est très tectonisé.

Gisement de Pré Chauvin : (à 2 km à l'E de Propiac et à proximité d'une petite extrusion diapirique isolée, sur le R.D. 147). C'est un indice de minéralisation sulfurée de Pb-Zn; galène, blende et sulfate de Sr ; célestine. La gangue est calcitique et limonitisée, ou avec de la smithsonite à fort pourcentage.

Les filons se trouvent dans un champ de fractures, sur la prolongation E-W de la seconde grande faille bordant la partie orientale du diapir de Propiac.

Gisement de Serre des Gipières : (à 2,5 km à l'E de Propiac et à la proximité de plusieurs lambeaux d'extrusion diapirique). Il est situé différemment des précédents, dans une faille de direction N-S qui rejoint plus haut le grand accident. Dans ce gisement, la galène présente une grande importance (Ech. et Sec. P. 11).

On y trouve, en plus, du kaolin, d'après les analyses aux rayons X.

CHAPITRE - VII
METALLOGENESE
(Pl. XVII, XVIII, XIX, XX)

§ - 1 - CARACTERES GENERAUX DES GISEMENTS :

A - LOCALISATION :

Les gisements étudiés se trouvent sur de grandes fractures de direction alpine ou dans ses failles satellites, mais jamais très loin, et non sur celles de direction provençale.

Les études géophysiques, en particulier l'aéromagnétisme et la gravimétrie mettent en évidence que le grand accident méridional N-S de "Saillans-Condorcet.-Mérindol" affecte le socle. Le long de cet accident, non seulement les gisements de Condorcet, Serre de Lot, ainsi que ceux de Propiac sont localisés, mais l'ascension diapirique de terrains triasiques coïncide aussi par pointement. Il existe la même liaison étroite pour le gisement de l'Argentièrre ainsi que pour ceux de Clavellas au Nord et de Saint Geniez de Dromont au Sud, tous sont situés sur un grand accident méridional NW - SE qui coïncide également, aux mêmes endroits, avec la montée diapirique. Dans ce secteur, les études géophysiques n'ont pas été effectuées. Dans le secteur d'Orpierre les études géophysiques révèlent seulement la présence d'une discontinuité séparant une zone lourde (+) d'une zone légère (-). Cependant, le secteur ayant été affecté par plusieurs failles importantes de directions méridionales NE - SW et NW - SE, nous nous réservons la possibilité de liaison avec le socle, liaison par des fractures profondes qui aurait échappée aux méthodes géophysiques.

B - COMPOSITION MINÉRALOGIQUE :

La minéralisation est essentiellement de carbonates (calcite), de sulfates (célestine et barytine) et sulfures peu abondants (galène, blende, un peu de chalcopryrite et pyrite etc...).

On remarque parfois l'ordre de cristallisation inverse : galène, blende, célestine, barytine, calcite (Ech. et Sec.P. C-4, C-5, O-2, O-3).

C - TEMPERATURE DE FORMATION :

Le type de minéralisation fait penser à des formation de basse température avec la présence de galène et de blende presque exclusive parmi les sulfures et avec la fréquence des blendes fibreuses (Schalenblendes).

On note aussi la présence de cadmium et des teneurs élevées en germanium dans les blendes de Condorcet jusqu'à 160 ppm, confirmant l'attribution à un type de gîte de basse température.

Goldchmidt estimait que des teneurs comprises entre 50 et 3000 ppm indiquaient des gîtes hydrothermaux de basse température. Plus récemment dans une publication de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., les auteurs se montrent moins catégoriques et citent des exceptions. (K.A. Vlasov, 1966).

Cette hypothèse est appuyée par les travaux de M.G. Deicha sur les gisements de la même région, pour lesquels il conclut à une température de formation $\pm 100^{\circ}$ C. (H. Rouvier 1962).

Ce sont donc des formations où les eaux vadoses ont pu jouer un rôle dans la formation des gisements tels que nous les observons.

§ - 2 - HISTORIQUE :

Le gisement de Condorcet, à cause de son originalité minéralogique, a été étudié autrefois par plusieurs auteurs ; certains ont vu également celui d'Orpierre. Par contre, le gisement de l'Argentière n'avait jamais été étudié, il figurait toutefois sur la carte géologique du Buis au 1/80 000°.

L. Lachat (1881), a pour la première fois identifié la célestine à Condorcet, qui était prise jusqu'à là pour de la calcite. Il fit l'étude du filon et de sa minéralisation et conclut à une origine hydrothermale.

A. Michel-Levy (1892), donne une description minéralogique du gisement de Condorcet.

A. Lacroix (1913), étudie le gisement de façon plus détaillée en faisant la description des minéraux et des filons, qui étaient pour lui hydrothermaux.

L. de Launay (1913), décrit à son tour le gisement mais de façon plus complète et il émet des hypothèses au sujet de la formation de certains minéraux. Il note son allure nettement filonienne de roche fissurée au milieu de poudres peu perméables et signale la présence de source chlorurée qui dissout sur son passage un peu de sulfate de strontiane. Il note aussi que le filon est séparé des marnes oxfordiennes par un "amas de gypse" d'environ 50 m, mais il l'attribue au résultat de l'action des eaux sulfureuses ayant déposé la strontiane sur les calcaires encaissants et non pas au Trias. Au contact du filon, le gypse est transformé en "tuf" empâtant de gros fragments anguleux de célestine inaltérée, constitue pour lui, une sorte de passage entre le gypse et la célestine. Il signale que la célestine forme de nombreuses veinules avec calcite cristallisée et blende, jusqu'à 200 et 300 m du filon principal.

P. Termier et L. Joleaud (1921), en étudiant le Trias et ses incidences sur la tectonique de cette région, conclurent d'abord à l'existence d'une "nappe de Suzette" à semelle de Trias qui aurait recouvert une grande partie du Diois. Ils pensaient que tous les gîtes du

secteur étaient liés à cette nappe et formée "per descensum" à partir du Trias extravasé qui aurait servi de véhicule au minerai. Plus tard, P. Termier, renonça à cette interprétation tectonique, mais persista à considérer le Trias comme le véhicule du minerai.

H. Rowier (1960 et 1962), étudie les gisements du Diois et des Baronnies et à cette occasion il examine celui d'Orpierre et revoit rapidement ceux de Condorcet et de Propiac. Il propose l'hypothèse de la sécrétion latérale, prise dans une très large acception, qui n'exclue pas la possibilité de migrations ascendantes.

Selon lui les phénomènes se décomposeraient en trois phases :

Première phase : Au Jurassique supérieur, pendant la sédimentation, les ions métalliques en solution dans l'eau de mer auraient été précipités sous formes de sulfures, ou absorbés par les minéraux argileux ou les matières organiques.

Deuxième phase : A l'Eocène supérieur ou plus tard encore, des mouvements tectoniques auraient créé ou fait rejouer des failles, le long desquelles seraient apparues des fractures d'extension. Les concentrations se seraient opérées dans les pièges, par les eaux souterraines ayant lessivé le plomb et le zinc dispersés dans les sédiments.

Troisième phase : De la fin du Miocène à nos jours, s'effectue une altération superficielle par une oxydation plus ou moins intense due à différents facteurs comme climat et réactivité de la gangue.

Selon lui, le contrôle stratigraphique n'a pu intervenir que pour déterminer des concentrations syngénétiques très étendues, mais beaucoup plus faibles dans certaines couches sédimentaires. Il en conclut que seul un contrôle structural peut rendre compte de la répartition des gisements du Diois et des Baronnies. Très haut dans la série sédimentaire recouvrant le socle, seuls des phénomènes tectoniques comme fractures, plis, diapirs, pourraient permettre des remises en mouvement des dispersions syngénétiques et provoquer ainsi des concentrations épigénétiques.

Selon la classification de P. Routhier (1958), ces gisements auraient leur place dans le type "à filons dominants dans une couverture sédimentaire puissante, plissée et fracturée, sans relation visible avec des plutons".

§ - 3 - HYPOTHESES EMISES :

Nous allons exposer brièvement les différentes hypothèses dans leur grande ligne et ensuite leur application pour les gisements étudiés.

I GENERALITES

A - ORIGINE DE LA MINERALISATION :

La métallogénèse n'est qu'un cas particulier du comportement des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. A partir d'une composition globale considérée comme constante, des processus très variés vont conditionner leurs migrations, leurs dispersions, ou au contraire, leurs concentrations pouvant dans quelques cas, aboutir à des gisements exploitables.

Il convient de distinguer des processus exogènes se déroulant à la surface de l'écorce, accessibles en principe à l'observation directe et à la reproduction expérimentale, et des processus endogènes se produisant à l'intérieur de l'écorce dans des conditions de température et de pression difficiles à imaginer et à reproduire, mais qu'on peut déduire d'observations indirectes comme l'étude pétrographique des roches d'origine profonde et les phénomènes volcaniques et hydrothermaux.

On définit ainsi un cycle exogène et un cycle endogène des éléments chimiques :

Le cycle exogène, très complexe est lié à des facteurs très variés comme altération des roches et leur transport, action des eaux superficielles et vadoses etc.. et aussi de la biologie, surtout en milieu marin.

Le cycle endogène, beaucoup plus étalé dans le temps sera lié à la tectonique souple ou cassante, aux processus de subsidence avec métamorphisme régional résultant de l'enfoncement des sédiments, aux phénomènes magmatiques divers, comme le volcanisme et les granitisations. Nous y rattacherons les phénomènes diapiriques qu'il s'agisse de batholites granitiques ou de diapirs de terrains salifères.

On devra envisager les cycles exogène et endogène de chaque élément, qui existent simultanément et peuvent concourir à la formation de gîtes. Au cycle exogène correspondent les hypothèses "syngénétistes" et au cycle endogène les hypothèses "épigénétistes". On ne peut donc pas catégoriquement rejeter les unes et accepter les autres.

B - TRANSPORT DE LA MINERALISATION :

Il nécessite sa mise en solution : le rôle essentiel de l'eau dans la formation des gîtes n'est contesté par personne. Comme pour les éléments métalliques, nous pouvons concevoir un cycle exogène et un cycle endogène de l'eau.

Le cycle exogène, est suffisamment connu, c'est celui qu'on nomme plus simplement "cycle de l'eau".

Le cycle endogène, concerne l'eau libre à l'état liquide ou de vapeur et l'eau combinée, liée plus ou moins solidement à la constitution des minéraux. Les sédiments qui s'enfoncent dans l'écorce sont gorgés d'eau, une grande partie sera expulsée par la pression des terrains sus-jacents, puis par l'action de la température. Il restera alors la part qui est solidement liée à la constitution des minéraux. Cette part n'échappera pourtant pas totalement au circuit, elle sera remise en mouvement par les phénomènes de métamorphisme (ectinites et migmatites) et les granitisations avec leur cortège de phénomènes pneumatolytiques et hydrothermaux. On pense actuellement que la partie inférieure de la croûte sialique est ainsi déshydratée.

C - CIRCULATIONS :

Il est évident que toutes les fractures de l'écorce terrestre seront des voies privilégiées pour la circulation des eaux dans l'écorce, qu'il s'agisse de la pénétration en profondeur des eaux du cycle exogène ou de la remontée de celles du cycle endogène.

Les plus actives dans le transport des minéralisations sont certainement les secondes, qualifiées souvent de "juvéniles" à cause de leur température et des éléments qu'elles entraînent. Parmi les éléments entraînés figurent d'abord les métaux remis en mouvement en même temps que l'eau par les phénomènes de métamorphisme et de granitisation. Elles pourront entraîner aussi les éléments de minerais précédemment déposés dans le même système de fractures si celui-ci consiste en un rejeu de fractures plus anciennes, ce qui se produit fréquemment.

Ces mêmes fractures permettront la circulation d'eaux superficielles, susceptibles elles aussi d'avoir un rôle dans le transport de la minéralisation, surtout si elles se sont réchauffées et chargées en éléments solubles, en particulier les chlorures.

C'est la conjonction de ces phénomènes qui nous paraît expliquer les sources thermo-minérales et la formation des gîtes hydrothermaux. Au sujet des sources thermo-minérales, certains auteurs pensent que l'infiltration lente dans le sous-sol avec réchauffement par le degré géothermique et ensuite sa remontée rapide par une faille, peuvent suffire à expliquer les sources chaudes. (G. Castany, 1962). Cela paraît possible en effet, mais il n'en reste pas moins que ces mêmes fractures, si elles sont très profondes, constituent des voies privilégiées pour la montée des vapeurs issues du cycle endogène. Dans la pratique cette seconde origine doit intervenir pour partie dans beaucoup de sources thermoninérales. Il y a donc apport de vapeur d'eau supercritique ou tout au moins de chaleur qui constitue l'anomalie géothermique provenant des couches profondes de l'écorce par le canal des fractures importantes.

II

APPLICATION DES HYPOTHESES AUX GISEMENTS ETUDIES :

A - ORIGINES DES MINERALISATIONS :

a) Origine syngénétique : Les éléments de la minéralisation proviennent de l'eau de mer à la suite du lessivage de socles continentaux voisins. Ceci entraîne par conséquent la présence de ces éléments en traces dans les sédiments. Enfin, les minéralisations se seraient mises en place par sécrétion latérale à partir des traces de métaux de ces sédiments.

La concentration en métaux déterminés dans les sédiments par les processus syngénétiques reste faible. Bien que, dans la région, la présence en traces notables de Pb et Zn, dans certains niveaux du Jurassique supérieur, soit signalée par M. H. Rouvier (1962), par contre, dans une conférence récente, M. le Professeur Krauskopf qui résume le point de vue de la majorité des auteurs américains, rejette absolument toute possibilité de dépôt sédimentaire syngénétique exploitable, pour le plomb et zinc en particulier. Il estime, qu'en général, les processus d'altération superficielle et de sédimentation n'aboutissent pas à des concentrations métallifères supérieures à 2 ou 3 fois le clark ou 10 fois au plus dans le cas particulier des schistes argileux riches en matières organiques.

Le problème de la concentration en gîtes exploitables reste donc entier. Il impose l'existence de phénomènes très actifs susceptibles de remettre en mouvement et de concentrer dans de grandes proportions les éléments métalliques.

b) Origine épigénétique hydrothermale : celle-ci est directement liée à l'orogénèse alpine. Venue de la minéralisation "per ascensum", soit directement par des fractures à partir d'un hypothétique pluton, soit indirectement par enrichissement de certains niveaux sédimentaires lors des rejeux de "failles vivantes" bordant des hauts fonds pendant la sédimentation. C'est la théorie "paléinsulaire" de Pélissonnier.

c) Origine secondaire hydrothermale ou téléthermale : c'est la remobilisation de PbS, ZnS, BaSO₄ etc.. à partir de filons métallifères d'un socle ancien dont les minéralisations sont liées à l'orogénèse hercynienne par exemple. Le phénomène se produirait à la faveur des fractures du socle, au cours de mouvements postérieurs comme les orogénèses provençales et alpines. C'est la théorie des "gîtes régénérés" de H. Schneiderhoehn.

A ce sujet, il faut signaler le cas des environs de Marvejols en Lozère. On y voit des gîtes de galène, blende et barytine en filons dans les terrains cristallins qui passent en continuité à des formations en filons ou en amas dans la couverture mésozoïque. Ce phénomène a été décrit par M. J. Geffroy (1951), qui conclut ainsi son étude :

"A chaque cycle orogénique, et en l'occurrence au cycle hercynien, correspond un cycle métallogénique qui met en place un stock de minerais et de gangues. Mais ceux-ci ne restent pas toujours aux lieux de leurs premiers dépôts. Les vieux socles subissent jusque dans leurs couvertures sédimentaires le contre-coup des orogénèses postérieures. Les fractures, ces "failles vivantes", jouent de nouveau. Les minéralisations anciennes, dissoutes, sont transportées dans les séries de couverture. Les eaux juvéniles, les eaux

vadoses, peuvent intervenir dans ce transport. Mais les nouveaux dépôts ainsi formés n'en sont pas moins des gîtes per "ascensum".

Des exemples plus caractéristiques encore de passage de gîtes filoniens du socle dans la série de couverture liasique sont décrits par M. P. Routhier (1963). A propos des gîtes de Villemagne (Gard) et de Nozières (Lozère), il s'exprime en ces termes :

"Si nous pensons devoir écarter la régénération des gîtes pour les dépôts stratiformes, elle ne nous paraît pas devoir être exclue en ce qui concerne les filons affectant à la fois le socle et la couverture".

B - TRANSPORT DE LA MINERALISATION :

On sait que le strontium, dans les terrains cristallins, se trouve surtout dans les feldspaths. Au cours d'un cycle sédimentaire, il tend à se concentrer dans les milieux sursalés, il se rencontre surtout dans les formations de marnes et évaporites.

Les eaux circulant dans de tels terrains sont donc généralement chargées en sels, particulièrement des chlorures et des sulfates. Cela reste vrai à l'époque actuelle où l'on rencontre des sources thermales chlorurées dans la région en plusieurs endroits, comme à Propiac et à Condorcet, notamment Source de la galerie de Condorcet à NaCl et MgCl₂ et Source de l'Ancien Etablissement de Bains de Condorcet maintenant tarie. D'autre part, l'étude chlorométrique des forages faits par la S.N.P.A. nous a permis de mettre en évidence la répartition croissante de chlorure en profondeur et aussi vers l'approximité de formations salifères diapiriques.

C'est à cette étroite liaison avec les dépôts salifères qu'est certainement due l'abondance de la célestine, minéral d'ailleurs exceptionnel dans les filons métallifères.

Trois des gisements étudiés, Condorcet, Serre de Lot et l'Argentière, ainsi d'ailleurs que Propiac, Clavellas et Saint Geniez de Dr. omont sont en rapports directs et visibles avec des terrains salifères du diapir triasique.

On doit noter que dans la région, la célestine avec calcite, gypse, dolomite, quartz bipyramidé etc... existe aussi fréquemment dans les septarias. Ce fait est déjà signalé par L. de Launay (1913) et repris récemment par MM. C. Montenat et J. Patillet (1968).

Les septarias se trouvent dans les marnes de l'Oxfordien supérieur. Ils sont en forme d'ellipsoïde aplati et leur taille atteint quelques décimètres. On pense que leur gènèse est due à la précipitation de calcaire par l'intervention de matières organiques. Ils contiennent en effet, des débris d'organismes qui auront d'ailleurs évolués en donnant naissance aux hydrocarbures, s'ils sont restés parfaitement étanches, comme ceux de la région d'Orpierre. Ces septarias ne contiennent aucune minéralisation sauf quelques petits cristaux de calcite. Par contre, s'ils sont fissurés, les hydrocarbures migrent en premier et ensuite les minéraux déjà cités tapissent les géodes et remplissent les fissures. (Echantillons divers).

Il y a donc probablement apport de Sr^{++} et de SO_4^{--} provenant des terrains salifères. Cet apport doit-être au moins postérieur à l'Oxfordien supérieur.

C - CIRCULATIONS :

Les eaux circulant au voisinage du Trias salifère vont se charger en chlorure. Les eaux chlorurées possèdent des propriétés particulières. Elles auront une action physique sur les argiles en les floculant dans certaines limites de concentration. On sait que certains terrains imperméables aux eaux douces deviennent perméables aux eaux salées.

Les eaux chlorurées vont jouer également le rôle de minéralisateur dans la dissolution, le transport et le nouveau dépôt des éléments métalliques (Pb et Zn). On sait, en particulier, que le transport de ces éléments par des eaux chlorurées aboutit à des dépôts présentant l'inversion de l'ordre normal de cristallisation blende-galène. C'est la galène qui cristallise d'abord et non la blende.

L'Américain, M. R. M. Garrels, auteur de recherches à ce sujet a mis en évidence cette règle pour la première fois. (J. Bolze, 1954)

§ - 4 - HYPOTHESE PROPOSEE :

Aidés de quelques indices, nous allons tenter de reconstituer l'histoire de ces gisements par comparaison avec les régions avoisnantes.

1°) A une époque que nous pouvons situer vers la fin de l'orogénèse hercynienne, on pourrait imaginer la montée de granites post-tectoniques et en liaison avec eux, la formation de gîtes filoniens à galène, blende, barytine etc... dans le socle. Nous trouvons en abondance ce type de formations dans le socle des Cévennes, lié surtout au batholite du Mont Lozère. Mais nous en retrouverons aussi, en moindre abondance il est vrai, dans les massifs cristallins plus voisins du Pelvoux, du Mercantour, des Maures. Nous pouvons donc raisonnablement penser que tout cet ensemble pourrait constituer une "province métallogénique" unique et que des gîtes semblables à ceux de ces massifs cristallins existeraient dans le socle sous la région qui nous intéresse.

2°) A cette orogénèse hercynienne succède une période de calme tectonique relatif, pendant laquelle vont se déposer des sédiments du Trias avec Keuper Salifère, du Jurassique avec Lias hypothétique et du Crétacé.

Les premiers mouvements importants connus se situent pendant l'Aptien, suivant la ligne Ventoux-Lure. Mais à cette époque, la fosse vocontienne était déjà constituée. Il y avait donc une subsidence importante dans cette région depuis longtemps, avec une zone de flexure aux limites de la région subsidente et des zones stables ou ascendantes.

Ces mouvements ont certainement intéressé le socle et certains ont dû se faire suivant d'anciennes fractures du socle qui constituaient des zones faibles. Si ces fractures sont minéralisées, la minéralisation pourra être remise en mouvement par des circulations d'eaux, précisément, eaux juvéniles, eau de mer, eaux de surface en cas d'émersion. La minéralisation pourra se fixer par métasomatose ou par imprégnation dans les sédiments qui sont peut-être encore frais, gorgés d'eau et non lithifiés. La minéralisation pourra aussi gagner en partie l'eau de mer, la rendant anormalement riche en Pb-Zn. Ces éléments vont se concentrer dans les sédiments voisins par des processus syngénétiques. Ainsi pourraient s'expliquer les teneurs en Zn

anormalement fortes dans certains niveaux stratigraphiques. On peut également penser que des quantités importantes de Pb-Zn ont pu être apportées par lessivage des aires continentales voisines.

3°) Mais c'est surtout au Tertiaire, avec les phases tectoniques provençales et alpines que la minéralisation a le plus de chance de migrer. Les phases de compression suivies par des phases de détente vont se succéder. Le socle, bien entendu, va en être affecté. Les accidents cassants auront tendance à se produire à l'emplacement d'anciennes cassures, surtout si les directions sont voisines. La coïncidence des directions "alpines" avec la direction "varisque" des filons hercyniens expliquerait la minéralisation des failles "alpines" alors que des failles "provençales" ne le sont pas.

La couverture répondra de façon plus souple aux efforts tectoniques, en particulier aux phases de compression. Lors des phases de détente, par contre, il pourra se produire des fractures plus ou moins ouvertes, intéressant à la fois le socle et la série sédimentaire où elles se manifesteront par des zones fissurées, situées surtout suivant l'axe des anticlinaux.

Parallèlement, la montée des diapirs sera déclenchée par la tectonique et elle se poursuivra suivant les zones faibles constituées par ces fractures. Ces diapirs eux-mêmes peuvent servir de véhicules à la minéralisation mais s'ils ont été contaminés par elle, soit au moment de la sédimentation des dépôts qui les constituent, soit ultérieurement au cours de leur ascension, au contact des solutions minéralisées.

L'existence de ces fissures permettra aussi la circulation des eaux et le remaniement de la minéralisation. Mais surtout, les eaux qui circulent dans les fractures au voisinage du diapir vont se charger en sels, surtout chlorures, sulfates, sels de Sr etc..., qui vont les rendre beaucoup plus actives dans le transport de la minéralisation. Cela se fera de plusieurs façons, soit directement par leur pouvoir de dissolution, soit indirectement par leur aptitude à faire flocculer les argiles, ce qui doit grandement faciliter les circulations dans les zones faillées affectant les séries marneuses.

Des phénomènes semblables peuvent se produire encore de nos jours près de la surface et on connaît plusieurs minéralisations déposées par les eaux minérales.

L'Age des minéralisations : Nous avons admis l'existence possible de minéralisations d'âge hercynien, susceptibles d'être régénérées lors de l'orogénèse alpine. On connaît de telles minéralisations d'âge hercynien dans les Maures, elles y sont oxydées dans des éléments du conglomérat de base du Trias.

Mais les venues responsables de la formation des gîtes de notre secteur peuvent toutes aussi bien être post-hercyniennes, liées à l'orogénèse alpine par exemple.

Toutefois, nous pouvons essayer de dater les minéralisations, par rapport à l'ascension du Trias. A Condorcet, près du mur du filon, le Trias comporte des éléments anguleux de barytine et surtout de célestine. Ceci conduisait à considérer que la minéralisation est antérieure à l'ascension du diapir. Mais on trouve des traces de minéralisation à l'intérieur de ce Trias. La minéralisation serait donc postérieure à sa mise en place. Cette impossibilité à se prononcer plaide en faveur de l'étendue des phénomènes dans le temps.

Conclusion : La formation des gisements serait donc due à des phénomènes complexes, pouvant s'étendre dans le temps et sur des périodes considérables. La minéralisation, à l'occasion des nombreux mouvements tectoniques et grâce aux circulations d'eau de toutes origines dans les fractures d'extension pourrait ainsi migrer progressivement de proche en proche, à travers la série sédimentaire. Si chaque phénomène pris séparément conduit à des hypothèses discutables, la connexion et la comparaison des phénomènes, leur histoire qui paraît commune et leur superposition topographique ne peuvent pas être fortuites.

Nous avons déjà évoqué l'existence possible d'une province métallogénique s'étendant des Cévennes aux Alpes. En effet, la carte métallogénique fait apparaître certains traits généraux intéressants.

Les gisements de Pb-Zn des chaînes subalpines se situent tous au Nord de la ligne structurale Ventoux-Lure. Les filons sont souvent orientés N-S et tous les gisements de Pb -Zn de la région paraissent en liaison spatiale avec des fractures et le plus souvent de direction alpine. La minéralisation de la partie est du Massif Central, des chaînes subalpines et dans une certaine mesure celle des massifs cristallins externes des Alpes, Pelvoux et Mercantour proches, et même des Maures, présentent un caractère commun, c'est la prédominance des gîtes de Pb-Zn. Ce type de minéralisation s'oppose à ceux que l'on rencontre dans les zones plus internes des Alpes, à pyrite et minerais de cuivre prédominants avec très accessoirement de l'uranium. Il n'a rien de commun non plus avec le secteur à minéralisations arsenicales des Alpes-Maritimes (réalgar de Duranus, orpiment de Lucéram).

Bien sûr, les gîtes des chaînes subalpines ne présentent pas la même diversité de paragénèses que ceux des massifs cristallins précités. On peut penser que l'importance de la couverture sédimentaire dans notre région n'a pas permis la migration jusqu'à la surface de tous les éléments, mais seulement des plus mobiles comme plomb, zinc, baryum, ceci expliquerait les paragénèses particulièrement simples de nos gisements qui sont constitués essentiellement par blende, galène souvent barytine et un peu de chalcoppyrite et de pyrite, avec d'autres minéraux que l'on peut attribuer à des processus de sécrétion latérale comme la célestine pour le Trias et les carbonates.

La relation avec les minéralisations des massifs cristallins externes des Alpes révèle un autre trait intéressant. Si nous nous éloignons d'Orpierre vers l'Est, c'est-à-dire si nous nous rapprochons de l'axe de la chaîne, nous retrouvons des gîtes à paragénèse plus variée, en particulier quand l'Infralias affleure. Dans le gîte plombo-zincifère de Bréziers, à environ 50 km à l'Est d'Orpierre, A. Lacroix signale de la smaltine, ce qui prolonge vers le Sud la "montée" dans la couverture du cobalt et du nickel, connue sur les bordures de Belledonne et du Taillefer (gîtes d'Argentière, Remoud, La Chevrette, Les Chalanches, Sappey, Petitchat, La Motte, Chazelet, Vallonnais).

Il semble bien exister une zonalité dans la répartition des paragenèses en fonction de l'éloignement de l'axe des Alpes et de l'importance de la couverture. Nos gisements paraissent bien s'intégrer logiquement dans le contexte.

La relation avec les minéralisations du Massif Central est aussi intéressante. Cependant, le Massif Central est bien plus éloigné que le cristallin des Alpes et dans l'intervalle qui nous en sépare, le socle doit être profondément ennoyé sous les sédiments du couloir rhodanien. Cet intervalle est d'ailleurs dépourvu de gîtes. Dans ces conditions, les liaisons avec le Massif Central paraissent difficiles à établir. Pourtant, un examen d'ensemble des cartes métallogéniques du Massif Central et des Alpes, permet de constater des coïncidences troublantes.

Dans le Massif Central, il met en évidence un alignement très important de gîtes, continu sur 150 km environ, de la Limagne au Rhône. Il comprend, en autres, les filons à pechblende et à galène de St Priest la Prugne et le district à galène de St Martin la Sauveté. Recouvert par les sédiments tertiaires du Bassin de Montbrison, il se manifeste à nouveau au Sud-Ouest de Lyon, dans les districts à galène de St Julien Molin Molette, de Midon et de Balais. La direction de cet accident prolongée dans les Alpes, coïncide avec le district minéralisé qui nous intéresse, en particulier avec Orpierre. Cette grande direction tectonique appartient à l'ensemble des "fractures rhégmatiques" de Jung-Brousse. Un autre de ces accidents parallèle au précédent, traverse tout le socle du Massif Central. Il est perturbé au voisinage du Sillon Houiller, on le retrouve un peu plus au Nord-Ouest et il se poursuit à travers le Massif Armoricaïn. Ce second accident, moins nettement minéralisé que le premier, coïnciderait, prolongé dans les Alpes, avec le district d'Orpierre.

Devant ces coïncidences on ne peut s'empêcher de penser à une liaison des minéralisations en Pb-Zn avec ces grandes fractures du socle et on peut concevoir une province métallogénique s'étendant de l'Est du Massif Central aux massifs cristallins externes des Alpes. On peut donc imaginer l'existence de gîtes du type "Cévennes" dans le socle situé au-dessous de la région qui nous intéresse. Ces gîtes étaient susceptibles d'être régénérés à la suite de mouvements tectoniques plus récents.

Hypothèses Rouvier : Examinons maintenant les hypothèses de M. H. Rouvier et leur application aux trois gisements étudiés par nous.

Selon lui, l'hypothèse téléthermale ne paraît pas devoir être retenue :

Il insiste tout d'abord sur l'épaisseur de la série sédimentaire qui, selon lui, serait de l'ordre de 6000 m et il s'étonne que sur ce trajet important, les minéralisations n'aient pas rencontré d'horizon favorable, en particulier dans le Lias calcaire. Ces indications sont tirées de sondages exécutés pour la recherche pétrolière.

Or, les géologues pétroliers conçoivent un schéma différent. (M. Orgeval et M. Zimmermann, 1957). Ils évaluent de leur côté, l'épaisseur du Dogger et des terres noires, à environ 1700-2000 m dans le secteur de Laragne. Cette épaisseur de 6000 m nous paraît donc très forte. Quant au Lias, cela pose un problème. L'existence d'un Lias calcaire et même d'un Lias tout court est tout à fait hypothétique, il est jusqu'à présent inconnu en profondeur, sous la région qui nous intéresse. S'il existe un Lias, il se peut qu'il soit néritique et réduit, c'est ce que pensent les deux auteurs précités après avoir étudié le Lias néritique de Dôme de la Mure. Nous pensons que même si ce Lias calcaire existait il ne piègerait pas forcément toute la minéralisation non plus. D'autre part, une partie de celle-ci aurait certainement contaminée le Trias au passage et elle pourrait monter avec lui le long des diapirs.

M. H. Rowier évoque également l'existence de dysharmonies très importantes entre les couches superficielles et profondes de la couverture. Ces indications aussi sont tirées de sondages effectués pour la recherche du pétrole.

Citons quelques passages de ce que pensent les géologues pétroliers après avoir étudié l'anticlinorium de Laragne, en ce qui concerne les dysharmonies et la continuité des failles dans la couverture sédimentaire.

"Une dysharmonie entre les marnes et la carapace calcaire n'existe que très localement et à petite échelle. Les grandes lignes tectoniques constatées dans l'anticlinorium correspondent parfaitement avec les lignes directrices du pourtour. Nous n'avons jamais pu constater une dérive de la carapace calcaire par rapport aux axes que nous avons trouvés dans les terres noires et dans le Bajocien".

Nous pensons que, de toute façon, la présence des dysharmonies n'excluerait pas forcément la possibilité d'une migration "per ascensum" de la minéralisation telle que nous l'imaginons.

M. H. Rowier objecte la présence de minéralisation dans des zones affectées de "cassures pelliculaires", n'intéressant que la partie superficielle des sédiments.

Pour notre part, nous n'avons jamais observé ce phénomène. Les petites cassures minéralisées que nous connaissons, semblent constituées par des fractures satellites de la grande faille où se situe le filon. Ces cassures ne vont jamais très loin et doivent communiquer plus ou moins avec la grande faille, latéralement ou en profondeur. Il se peut que dans certains gîtes de la région il existe des "cassures pelliculaires" minéralisées. Elles peuvent avoir été alimentées par un gisement voisin. En tout cas, ce fait n'implique pas forcément une origine syngénétique de la minéralisation, surtout s'il existe d'autres gîtes liés à des fractures profondes à une distance raisonnable. L'existence de fractures profondes ne peut être mise en doute. La géophysique et la présence de diapirs en témoignent. Or, nous avons vu la liaison fréquente des diapirs et des minéralisations.

L'existence de dislocations du socle en continuité n'est pas du tout invraisemblable. Des accidents du socle existent dans la région, la carte géophysique les indique. La minéralisation peut probablement migrer de proche en proche à l'occasion des mouvements tectoniques successifs et de l'ascension des diapirs, sans nécessiter forcément l'existence à un moment donné d'une cassure continue depuis le socle jusqu'à la surface. Toutefois, même les séries marneuses, les grandes fractures se suivent souvent très bien en direction. En effet, à travers les terres noires un accident paraît se disperser parce qu'il se fractionne en plusieurs petites failles dont la somme reste toujours la même et il se retrouve sous sa forme simple dans les niveaux sous-jacents plus durs.

L'hypothèse de la sécrétion latérale, telle que M. H. Rouvier la définit, paraît devoir être appliquée en ce qui concerne la célestine et aussi la calcite, qui existent en proportion notable dans les sédiments encaissants. Pour la blende, la galène et aussi la barytine c'est beaucoup moins vraisemblable. M. H. Rouvier a fort bien posé le problème, mais il n'a pas eu la possibilité d'exécuter le grand nombre d'analyses qui aurait été nécessaire pour appuyer l'hypothèse de la sécrétion latérale, en démontrant l'appauvrissement en Pb-Zn par lessivage des niveaux à minéralisation syngénétique au voisinage des gisements.

RESUME GENERAL ET CONCLUSION

Le sujet que nous avons abordé dans les Baronniees comporte deux parties distinctes, mais qui se rattachent étroitement l'une à l'autre.

Etant d'abord géologue, nous devions faire une étude stratigraphique, cartographique et tectonique d'une région précise. C'est ainsi que la première partie présente et explique une carte détaillée au 25 000°, aussi soignée que possible, de la région de Condorcet (Drôme).

Les terrains qui affleurent vont du Callovien au Pliocène et au Quaternaire ; mais le Trias est monté diapiriquement au coeur des structures. Des faunes et plus encore des microfaunes étayent les étages distingués. Une planche de coupes en série manifeste, mieux que de longues descriptions, la structure de la région. Une tectonique souple affecte une série de couverture à dominante marneuse. De nombreuses failles cassent et décrochent les bancs calcaires. Les ruptures de sédimentation telles que les conglomérats monogéniques intraformationnels, les hard-grounds, les slumpings, sont assez fréquentes dans les ensembles jurassiques et crétacés et ils ont retenu notre attention.

Mais par notre formation antérieure (Ecole de Prospecteur du C.E.A., stage au B.R.G.M.) et notre orientation d'avenir (engagement au M.T.A. de Turquie) et aussi notre goût personnel, nous nous intéressons à la Métallogénie.

Nous avons donc étudié trois gisements particuliers dans les Baronniees, pour faire des comparaisons entre eux et aussi avec celui de Propiac.

A Condorcet, gîte exceptionnel de célestine, la minéralisation est manifestement liée à de grandes failles profondes et au Trias diapirique, chose qui avait été niée sur la deuxième édition de la feuille du Buis au 80 000°. A l'Argentière, faible minéralisation non loin du Trias également. A Orpierre, par contre, minéralisation de galène et de blende dans des fractures des calcaires du Jurassique supérieur, sans liaison apparente avec le Trias, invisible dans ce secteur.

Pour terminer, nous avons rédigé un chapitre assez substantiel sur la Métallologénèse de ces gisements. Nous y envisageons et discutons diverses hypothèses, dont aucune d'ailleurs ne semble pleinement satisfaisante. Nous avons voulu replacer notre région dans le cadre des provinces métallogéniques (Massif Central, Alpes, Maures) qui l'entourent et tirer de cette situation quelque éclairage sur l'origine des singulières minéralisations des Baronnies.

Ce chapitre de Métallologénèse, d'abord discuté avec M. L. Chauris, a été soumis d'une part à M. J. Geffroy, minéralogiste du C.E.A. dont l'expérience en matières de gîtes et de minéralisation les plus diverses nous a été très précieuse, et d'autre part à M. J. Bolze pour des comparaisons avec des gîtes de Tunisie, assez semblables à ceux des Baronnies. Nous avons, en conséquence, remanié partiellement notre texte originel pour y incorporer leurs remarques et suggestions. Finalement, notre essai apparaîtra modeste, il apporte pourtant, nous l'espérons, une description géologique très précise de la région de Condorcet et une discussion sérieuse des curieuses minéralisations des Baronnies.

BIBLIOGRAPHIE

- AVIAS J. *Sur la généralité des phénomènes de corrosion et concrétionnement polarisés des formations calcaires à structure discontinue et sur leur applications.*
C.R.S.G.F. f3 1962
- BERNARD A. et FOGLIERINI F. *Aperçu sur le Trias métallifère en France.*
Mem. B.R.G.M. f15 1961
- BLANC J.J. *Faciès de l'Aptien et de l'Albien dans les Baronnies.*
B.S.G.F. (7) t. I 1959
- BOLZE J. *Diapirs triasiques et phases orogéniques dans les monts de Teboursouk.*
C.R.A.S. t.231 1950
- BOLZE J. et SCHNEIDERHOEHN H. *Métallogénie hydrothermale dans les monts de Teboursouk.*
B.S.G.F. (6) t.I 1951
- BOLZE J. *Ascension et percée des diapirs au Crétacé moyen dans les monts de Teboursouk (Tunisie Septentrionale).*
C.R.S.G.F. f.7 1954
- BOLZE J. *Diapirisme et métallogénie en Tunisie.*
Congrès Géologique international d'Alger.
C.R. 19° Sess. f.12 1954

- BONTE A. *Sur la g n se des quartz bipyramidés.*
C.R.S.G.F. n  13 1953
- BOURCART J. et RICOUR J. *Une hypothèse sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères du Trias.*
C.R.S.G.F. n  3 1952
- BRASSEUR R. *Etude géologique du massif de Suzette (Vaucluse)*
Thèse, Lyon 1959
- BREISTROFFER M. *Sur le Cénomanien inférieur de la fosse vocon-
tienne (Hautes-Alpes et Drôme).*
C.R.A.S. t. 208 1939
- CAILLAUX A. *Tableau général et description des mines m -
talliques et des combustibles minéraux de la
France,*
Paris, 1875
- CASTANY G. *Traité pratique des eaux souterraines.*
Paris, 1962
- FALLOT J.E. *Etude géologique sur les étages moyens et su-
p rieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de
la France.*
Thèse, Paris, 1895
- FLANDRIN J. *Sur l'âge des principaux traits structuraux du
Diois et des Baronnies.*
B.S.G.F. (7) t. VIII 1966
- FLANDRIN J. et WEBER C. *Données géophysiques sur la structure
profonde du Diois et des Baronnies,*
B.S.G.F. (7) t. VIII 1966
- FOURMARIER P. *Principes de géologie.*
Paris, 1950
- GAY M. et RECY J.C. *Direction de quelques structures de glisse-
ments sous-marins dans le Crétacé inférieur
des Baronnies.*
C.R.A.S. t. 260 1965

- GEFFROY J. *Métallologie hydrothermale et remaniements ascendants dans la Lozère. Extension possible du processus.*
B.S.G.F. (6) t.I 1951
- GEFFROY J. *Essai de classifications paragenétiques des gîtes minéraux français.*
Séance Géol. Min. B.R.G.M. 1962
- GIGNOUX M. *Au sujet de la tectonique de la "formation de Suzette".*
B.S.G.F. (4) t. XXIII 1923
- GIGNOUX M. *Tectonique des terrains salifères.*
Liv. Jub. t. II 1930
- GIGNOUX M. et AVNIMELECH M. *Génèse des roches sédimentaires bréchoïdes par intrusion et éclatement.*
B.S.G.F. (5) t. VII 1937
- GIGNOUX M. *Méditation sur la tectonique d'écoulement par gravité.*
Trav. Lab. Géol. Grenoble t. XXVII 1948
- GIGNOUX M. *Géologie stratigraphique*
Paris, 1950
- GOGUEL J. *Remarques sur la tectonique du massif de Suzette et des régions voisines.*
B.S.G.F. (5) t. VIII 1938
- GOGUEL J. *Glissements sous-marins dans le Crétacé inférieur.*
B.S.G.F. (5) t. VIII 1938
- GOGUEL J. *Tectonique de fonds dans les zones externes des Alpes.*
B.S.G.F. (5) t. XIV 1944
- GOGUEL J. *Le rôle des décrochements dans la tectonique du Diois.*
C.R.A.S. t. 218 1944

- GOGUEL J. *Contribution à l'étude paléogéographique du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France.*
B.S.C.G.F. t.XLIV n°215 1944
- GOGUEL J. *Sur quelques accidents de la feuille de Die.*
B.S.C.G.F. t.XLV n°216 1944
- GOGUEL J. *Sur les accidents tectoniques de la bordure occidentale du Diois.*
B.S.C.G.F. t.XLVI n°221 1946
- GOGUEL J. *Traité de tectonique.*
Paris, 1954
- GOGUEL J. *Les problèmes des Chaînes Subalpines.*
Liv. à la mémoire du Prof. P. Fallot 1963
- HAUG E. *Les chaînes subalpines entre Gap et Digne.*
B.S.C.G.F. n° 21 1891
- HAUG E. et DEPERET C. *Trias de Propiac.*
C.R.S.G.F. n° 12 1921
- HAUG E. *Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales.*
B.S.G.F. (4) t.XXV 1925
- HAUG E. *Traité de géologie.*
Paris, 1927
- JACOB C. *Sur la position tectonique et sur l'origine des lambeaux visités de la formation de Suzette.*
B.S.G.F. (4) t. XXIII 1923
- JACOB C. *Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés.*
Thèse, Grenoble, 1907
- JUNG J. et ERHARD H. *Structure géologique des Baronnie au Nord du Mont Ventoux.*
Ann. Univ. Grenoble t.VIII n° 1 1933
- KILIAN W. *Note sur les couches de passage du Tithonique au Berriasien.*
B.S.G.F. (3) t.XVIII 1888

- KILIAN W. *Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contribution à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France.* B.S.G.F. (3) t.XXIII 1895
- LACHAT L. *Sur le filon de célestine de Nyons (Drôme).* Ann. Min. (6) t.XX 1881
- LACROIX A. *Minéralogie de la France et de ses colonies.* Paris, 1913
- LAPPARENT de A.F. *Traité de Géologie.* Paris, 1906
- LAPPARENT de A.F. *Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance.* Thèse, Paris, 1938
- LAPPARENT de A.F. *Précisions nouvelles au sujet des diapirs de Suzette (Vaucluse) et de Propiac (Drôme).* B.S.G.F. (5) t.X 1940
- LAUNAY de L. *Traité des gîtes minéraux et métallifères.* Paris, 1913
- LEENHART F. *Etude géologique de la région de Mont Ventoux.* Thèse, Montpellier, 1883
- LOMBARD A. *Géologie sédimentaire.* Liège, 1956
- LUCAS G. *Séismes sous-marins.* C.R.A.S. t. 260 1966
- MICHEL-LEVY A. *Sur quelques minéraux de Condorcet (Drôme).* B.S. Min. n. 15 1892
- MICHEL-LEVY A. *Etudes et notes de géologie appliquée.* Paris, 1922
- MONTENAT C. *Précision sur l'âge des formations tertiaires continentales des Baronnies.* C.R.A.S. t.264 1967
- MONTENAT C. et PATILLET J. *Septarias à hydrocarbures dans les "terres noires" d'Orpierre (Hautes-Alpes).* C.R.A.S. t.266 1968

- MORET L. *Précis de géologie.*
Paris, 1962
- MOULLADE M. *Contribution à l'étude géologique et micropaléontologique des Baronnies (Drôme).*
Thèse, Paris, 1966
- MOULLADE M. *Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la fosse vocontienne.*
Doc. Lab. Géol. Lyon, n° 15 1966
- ORGEVAL M. et ZIMMERMANN M. *Possibilités pétrolières de la zone subalpine ; Bassin méridional.*
Rev. I.F.P. V.XII n°15 1957
- PAQUIER V. *Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales.*
Thèse, Paris, 1900
- RAGUIN E. *Métallogénie hydrothermale et failles vivantes.*
B.S.G.F. (5) t. XIX 1940
- RAGUIN E. *Géologie des gîtes minéraux.*
Paris, 1949
- RECY J.C. *Les glissements sous-marins synsédimentaires dans les sédiments secondaires de la fosse vocontienne.*
Thèse, Lyon, 1965
- RICOUR J. *Contribution à une révision du Trias français.*
Thèse, Paris, 1962
- ROMAN F. *Les ammonites jurassiques et crétacées.*
Paris, 1938
- ROUTHIER P. *Sur la notion de types de gisements métallifères.*
B.S.G.F. (6) t. VIII 1958
- ROUTHIER P. *Les gisements métallifères.*
Paris, 1963
- ROUVIER H. *Contribution à l'étude géologique et métallogénique des minéralisations plumbo-zincifères du Diois et des Baronnies.*
Thèse, Paris, 1960

- ROUVIER H. *Exemple de gisements plombo-zincifères épigénétiques dans des niveaux calcaires de sillon subsidant : les minéralisations du Diois et des Baronnies.*
B.S.G.F. (7) t.IV 1962
- SORNAY J. *Le Crétacé supérieur dans l'Ouest du département de la Drôme et dans les régions voisines.*
Trav. Lab. Géol. Grenoble, 1946
- TERMIER P. et JOLEAUD L. *Le lambeau de recouvrement de Propiac (Drôme), témoin d'une vaste nappe d'origine alpine, poussée avant le Miocène sur la vallée du Rhône.*
C.R.A.S. t.172 1921
- TERMIER P. et JOLEAUD L. *Nouvelles observations sur la "nappe de Suzette", nappe de recouvrement formée de terrains triasiques, issue des Alpes, ayant couvert à l'époque aquitanienne une partie de la région du Rhône.*
C.R.A.S. t.173 1921
- TERMIER P. *Le Trias de Mérindol et de Propiac.*
B.S.G.F. (4) t.XXIII 1923
- TERMIER P. *La nappe de Suzette.*
B.S.G.F. (4) t.XXIII 1923
- TERMIER P. *Nouvelle contribution à l'étude du problème de Suzette.*
B.S.G.F. (4) t.XXVII 1927
- VLASOV K.A. *Geochemistry and mineralogy of rare elements. "édité en U.R.S.S. et traduit en anglais par Israël program for Scientific translations".*
Jérusalem, 1966

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	3
AVANT-PROPOS	5
PRELIMINAIRES	7
 ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE CONDORCET	
INTRODUCTION	9
<i>Situation géographique</i>	9
<i>Situation géologique</i>	10
<i>Historique</i>	11
STRATIGRAPHIE	12
<i>Le Trias</i>	12
<i>Le Jurassique</i>	14
<i>Le Crétacé</i>	20
<i>Le Tertiaire</i>	33
<i>Le Quaternaire</i>	37
APPENDICE	38
<i>Remarques sur les ruptures de sédimentation</i>	38
PHASES DE PLISSEMENTS	40
<i>Indices des phases de plissements</i>	42
<i>Epoque de la montée du diapir de Condorcet</i>	44
TECTONIQUE	46
<i>Unités tectoniques</i>	47
<i>Style tectonique</i>	51

ETUDES METALLOGENIQUES

INTRODUCTION	53
GISEMENTS DE CONDORCET	54
- Gisement de l'Etablissement de Bains	54
Description du gisement	54
Description des minéraux	55
- Gisement de Serre de Lot	57
Description du gisement	57
Description des minéraux	58
GISEMENT DE L'ARGENTIERE	60
Description du gisement	60
Description des minéraux	61
GISEMENT D'ORPIERRE	62
Description du gisement	62
Description des minéraux	63
APPENDICE	65
Quelques remarques sur les gisements de Propiac ...	65
METALLOGENESE	68
Caractères généraux des gisements	68
Historique	70
Hypothèses émises	72
Généralités	72
Application des hypothèses aux gisements étudiés	74
Hypothèse proposée	78
Discussion des hypothèses	81
RESUME GENERAL ET CONCLUSION	85
BIBLIOGRAPHIE	87



PLANCHES

PREMIERE PARTIE :

- I - Carte de la situation géographique
- II - Carte géologique de Condorcet
- III - Carte géologique de la Blache
- IV - Logs stratigraphiques
 - 1 - Pliocène, Miocène, Eocène
 - 2 - Crétacé supérieur
 - 3 - Crétacé supérieur (suite)
 - 4 - Crétacé inférieur
 - 5 - Crétacé inférieur (suite)
 - 6 - Jurassique supérieur
 - 7 - Jurassique supérieur (suite)
- V - Schéma des terrasses alluviales
- VI - Carte tectonique régionale
- VII - Carte gravimétrique et interprétative
- VIII - Carte tectonique de Condorcet
- IX - Coupes en série de Condorcet

DEUXIEME PARTIE :

- X - Carte métallogénique régionale
- XI - Croquis du filon de Condorcet
- XII - Croquis du filon de Serre de Lot
- XIII - Carte géologique de l'Argentièrre
- XIV - Croquis des filons de l'Argentièrre
- XV - Carte géologique d'Orpierre
- XVI - Croquis du filon d'Orpierre
- XVII - Tableau métallogénique d'ensemble
- XVIII - Photos des sections polies
- XIX - Photos des sections polies
- XX - Photos des sections polies

ANNEXE :

- Légende des cartes géologiques



DEUXIEME THESE

QUELQUES PROBLEMES GEOLOGIQUES DES GRANDS BARRAGES

Vu et permis d'imprimer
Montpellier, le

Le Recteur de l'Académie
de MONTPELLIER,

Vu et approuvé
MONTPELLIER, le

Le Doyen de la Faculté
des Sciences,

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DES SCIENCES

<i>Doyen</i>	<i>A. CASADEVALL</i>
<i>Délégué au Conseil de l'Université</i> <i>Premier Assesseur</i>	<i>Ch. SAUVAGE</i>
<i>Délégué au Conseil de l'Université</i> <i>Deuxième Assesseur</i>	<i>P. DUMONTET</i>
<i>Directeur du Collège Scientifique</i> <i>Universitaire de PERPIGNAN</i>	<i>J. RABINOVITCH</i>
<i>Directeur de l'I. P. E. S.</i>	<i>M. MAURIN</i>
<i>Chef des Services Administratifs</i>	<i>E. SLAU</i>

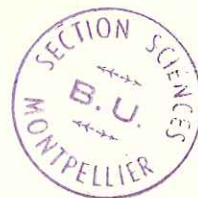
Doyen honoraire :

P. MATHIAS

Professeurs honoraires :

R. JACQUES
M. CASTERAS
E. CARRIERE
E. TURRIERE

J. SOULA
G. DENISOT
J. GRANIER
Ch. BOUHET



Professeurs titulaires :

M.	M.	MOUSSERON	Chimie Organique
M.	L.	EMBERGER	Botanique
M.	J. P.	ROIG	Physique
M.	P.	CHATELAIN	Minéralogie & Cristallographie
M ^{le}	O.	TUZET	Zoologie
M ^{le}	G.	CAUQUIL	Chimie Organique
M.	G.	COUCHET	Mécanique Supérieure
M.	J.	SALVINIEN	Chimie - Physique
M ^{le}	A.M.	VERGNOUX	Physique
M.	J.	AVIAS	Géologie
M.	P.	VIELES	Chimie
M.	J.	RABINOVITCH	Physique (C.S. U. P.)
M.	E.	KAHANE	Chimie Biologique
M.	J.J.	MOREAU	Mécanique Rationnelle
M.	B.	CHARLES	Mathématique Pures
M.	J.	MOTTE	Biologie Végétale
M.	R.	JOUTY	Physique
M.	P.	DUMONTET	Physique
M.	R.	LEGENDRE	Zoologie
M.	I.	ASSENMACHER	Physiologie Animale
M.	A.	CASADEVALL	Chimie Organique
M.	B.	PISTOULET	Physique
M.	Ch.	ROUMIEU	Analyse Supérieure
M.	J.	ROBIN	Physique
M.	A.	POTIER	Laboratoire des Acides Minéraux
M.	R.	LAFONT	Physique
M.	R.	JACQUIER	Chimie
M.	J.	FALGUEIRETTES	Minéralogie
M.	J.	REGNIER	Chimie
M ^{me}	J.	CHARLES	Mathématiques
M.	P.	CAILLON	Physique
M.	J.	ROUZAUD	Chimie
M.	Ch.	SAUVAGE	Botanique
M.	H.	CHRISTOL	Chimie (E.N.S.I.)
M ^{me}	G.	VERNET	Biologie Animale
M.	L.	CECCHI	Physique
M.	H.	ANDRILLAT	Astronomie
M.	M.	SAVELLI	Physique
M.	M.	MATTAUER	Géologie
M.	L.	EUZET	Zoologie (C.S. U. P.)
M.	C.	DELOUPY	Physique
M.	L.	GRAMBAST	Botanique

Professeurs sans chaire :

Mme M.L.	de	POUCQUES	Botanique (C.S.U.P.)
M.	P.	MURAOUR	Géophysique Appliquée
M.	G.	TOURNE	Chimie
M.	J.	REMY	Géologie
M.	P.	DEMANGEON	Géologie
M.	A.	BONNET	Botanique
Mme S.		ROBIN	Physique
M.	J.P.	LAFON	Mathématiques
Mme Ch.		DUBOUL-RAZAVET	Géologie (C.S.U.P.)
M.	E.	GROUBERT	Physique
Mme H.		GUASTALLA	Biologie Physico-Chimique
M.	G.	LAMATY	Chimie
M.	F.	PROUST	Géologie
Mle A.		BAILLETTE	Mathématiques (C.S.U.P.)

Professeurs Associés :

M.	E.	AKUTOWICZ	Mathématiques
M.	A.	MICALI	Mathématiques
M.	C.	VAGO	Biologie Animale
M.	K.	KOHLER	Biochimie

Maîtres de Conférences :

M.	R.	GAUFRES	Chimie
M.	A.	BASSOMPIERRE	Physique
M.	R.	MARTY	Psycho-Physiologie
M.	M.	MAURIN	Chimie
M.	J.J.	SOULIER	Chimie (C.S.U.P.)
M.	J.	PARIS	Zoologie
M.	P.	MOLINO	Mathématiques
M.	N.	ROBY	Mathématiques
Mme N.		PARIS-PIREYRE	Physiologie Végétale
M.	G.	BOUGNOT	Physique
M.	Y.	GUITTON	Physiologie Végétale (C.S.U.P.)
M.	F.	BOMBRE	Physique (C.S.U.P.)
M.	C.	PUISSEGUR	Biologie Animale (C.S.U.P.)
M.	P.	VIALLET	Chimie (C.S.U.P.)
M.	L.	THALER	Géologie
M.	J.	LEGRAND	Physiologie Animale
M.	M.	ROUZEYRE	Physique
M.	P.	SABATIER	Mathématiques
M.	M.	LEFRANC	Mathématiques
M.	A.	STURER	Mathématiques
M.	Ch.	CASTAING	Mathématiques (C.S.U.P.)
M.	C.	BENZAKEN	Mathématiques
Mle Ch.		BARBANCE	Mathématiques

CARTE DE LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

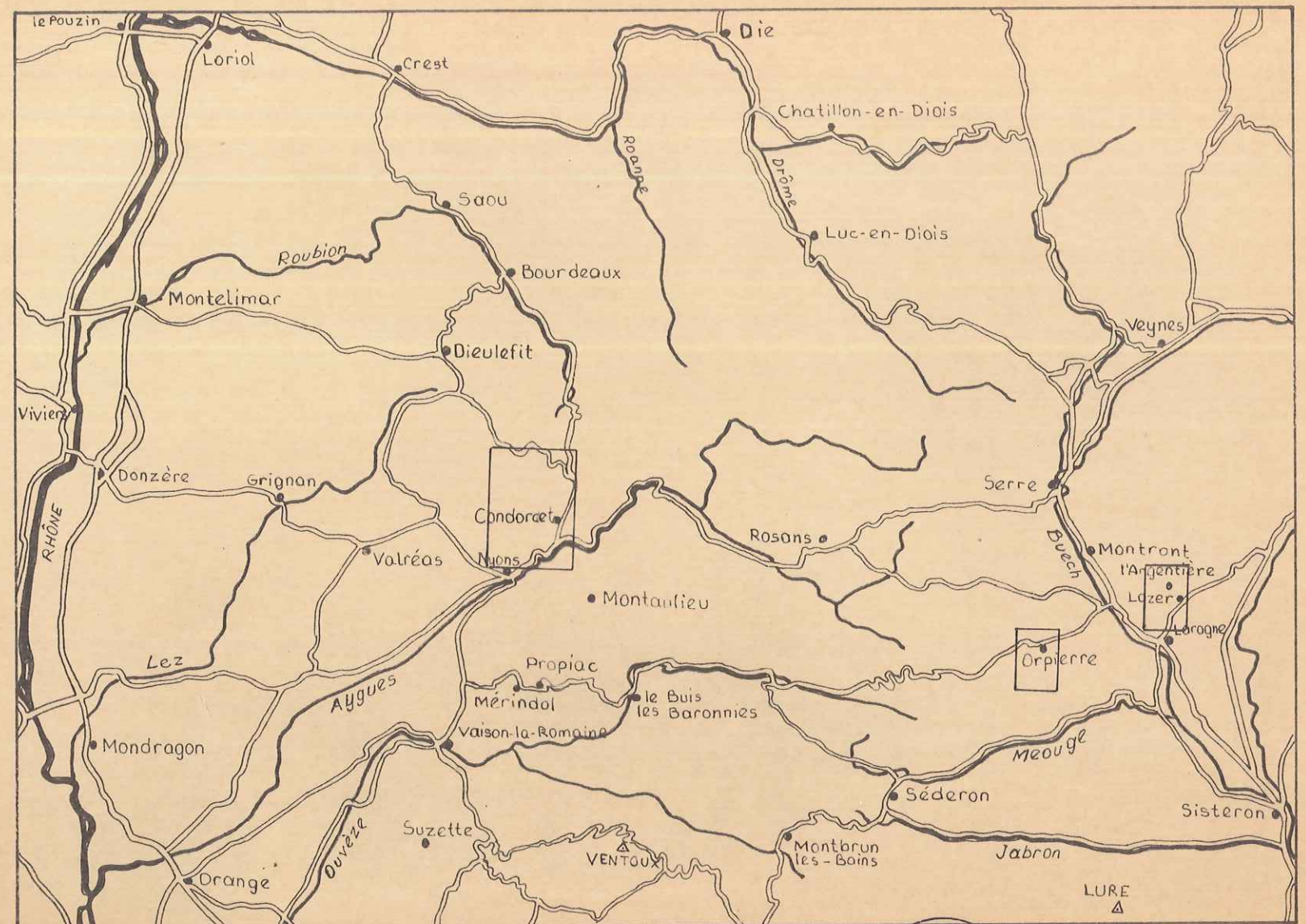
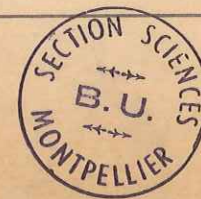


Planche n°: I

Echelle : 1 / 500 000



Necdet Poloter

CARTE GEOLOGIQUE DE CONDORCET

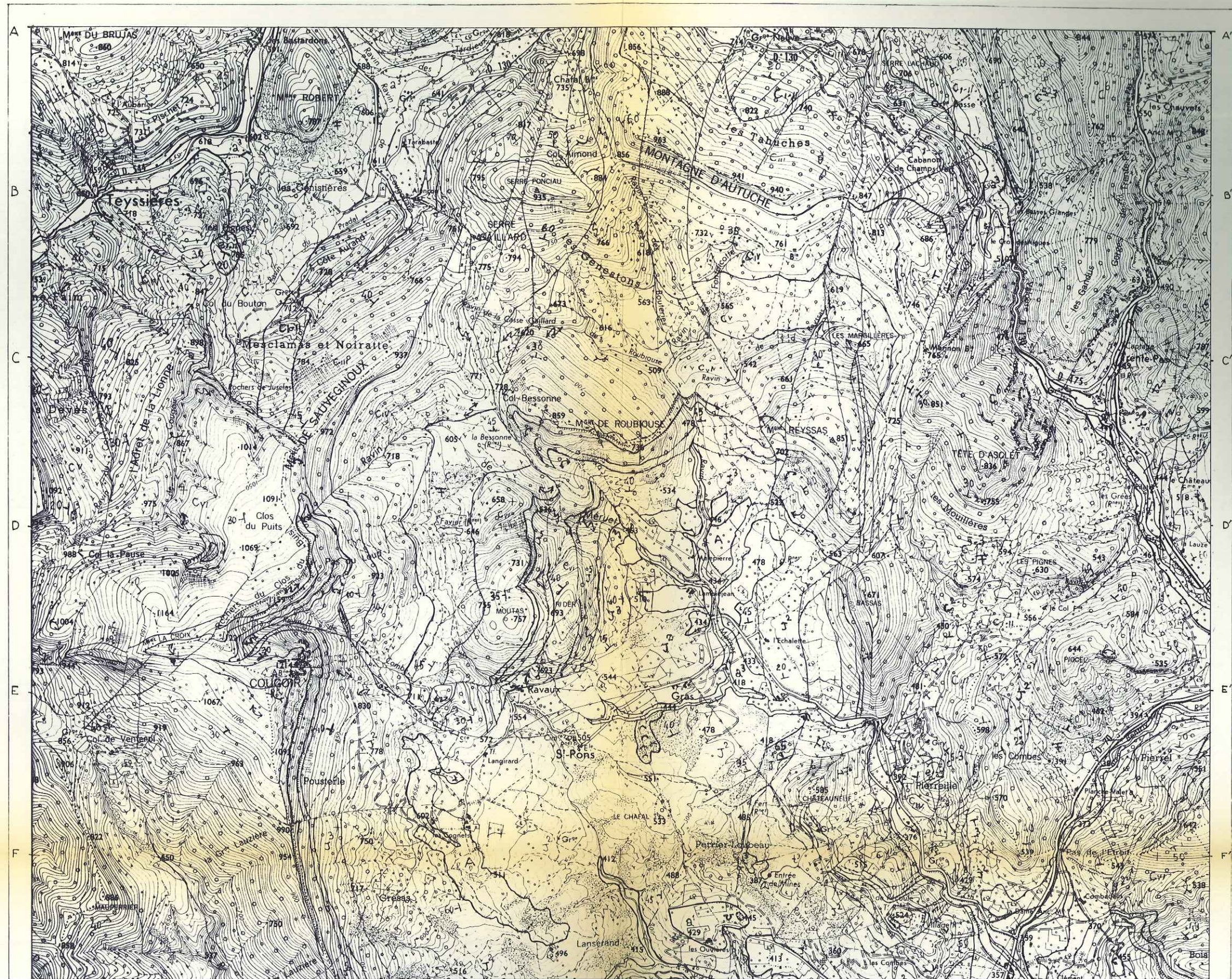




Planche n° : II

Echelle : 1/25000

Nœudet Polater



CARTE GEOLOGIQUE DE LA BLACHE

Agrandie d'après la Carte Géologique de Condorcet 25000

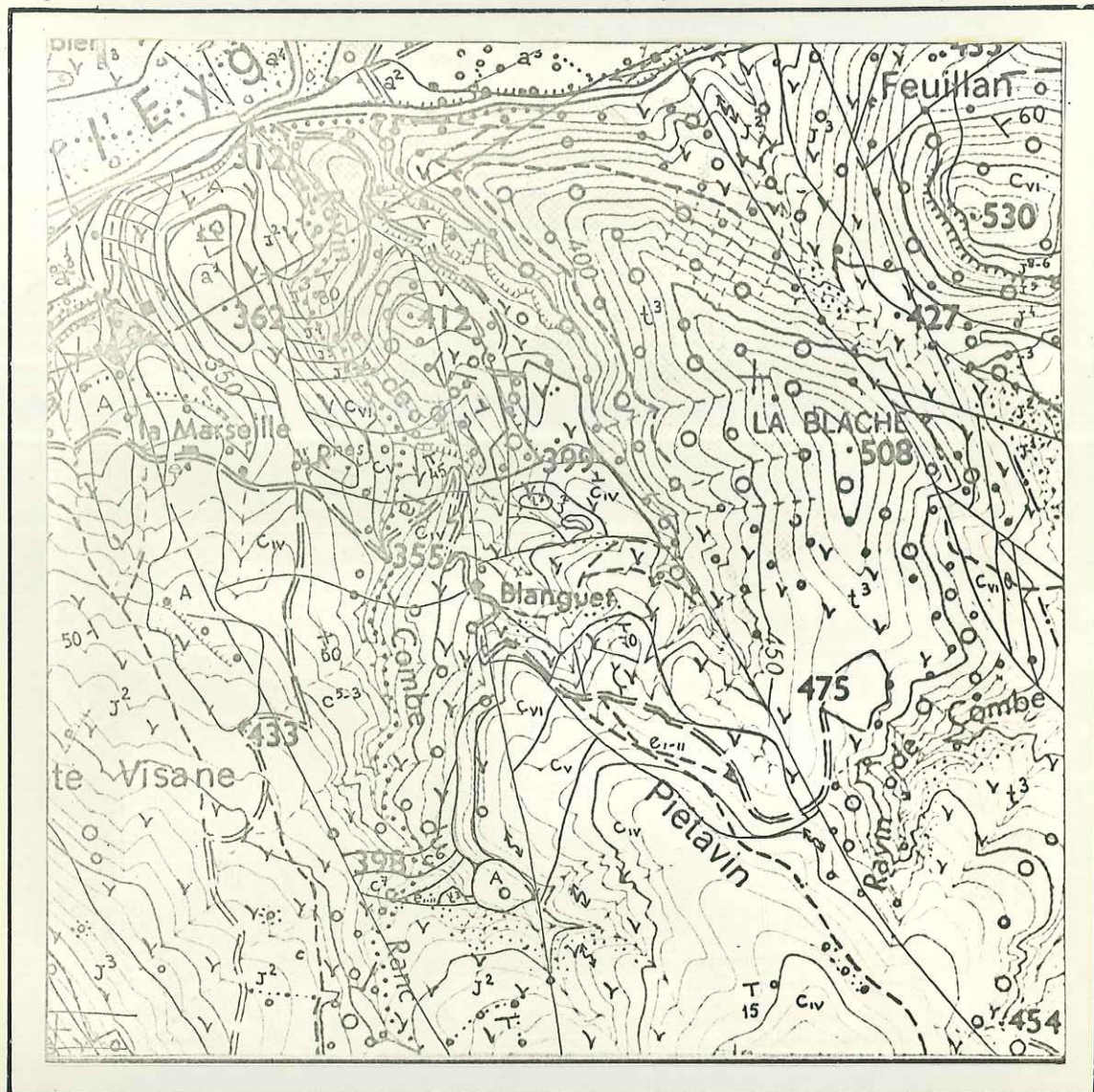
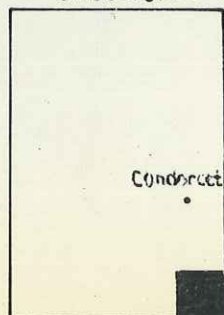


Planche n° III

Echelle: 1/10 000

Neddet Polater

Situation



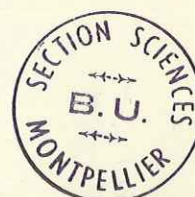
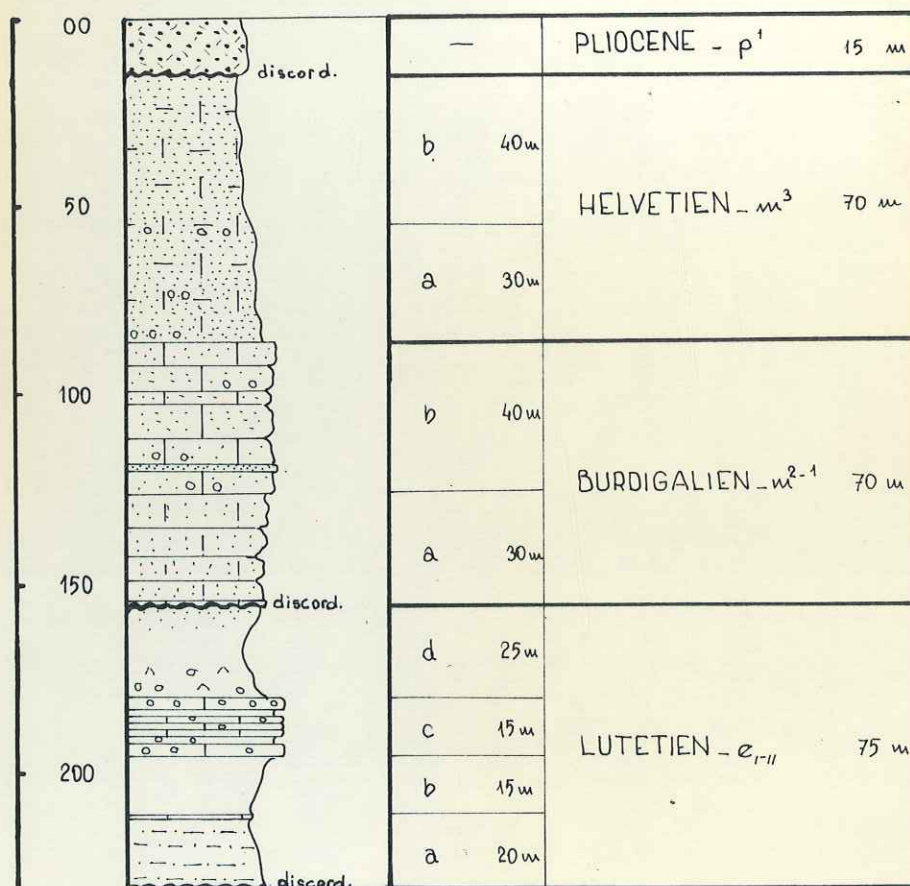
LOGS STRATIGRAPHIQUES

Planche no: **IV**

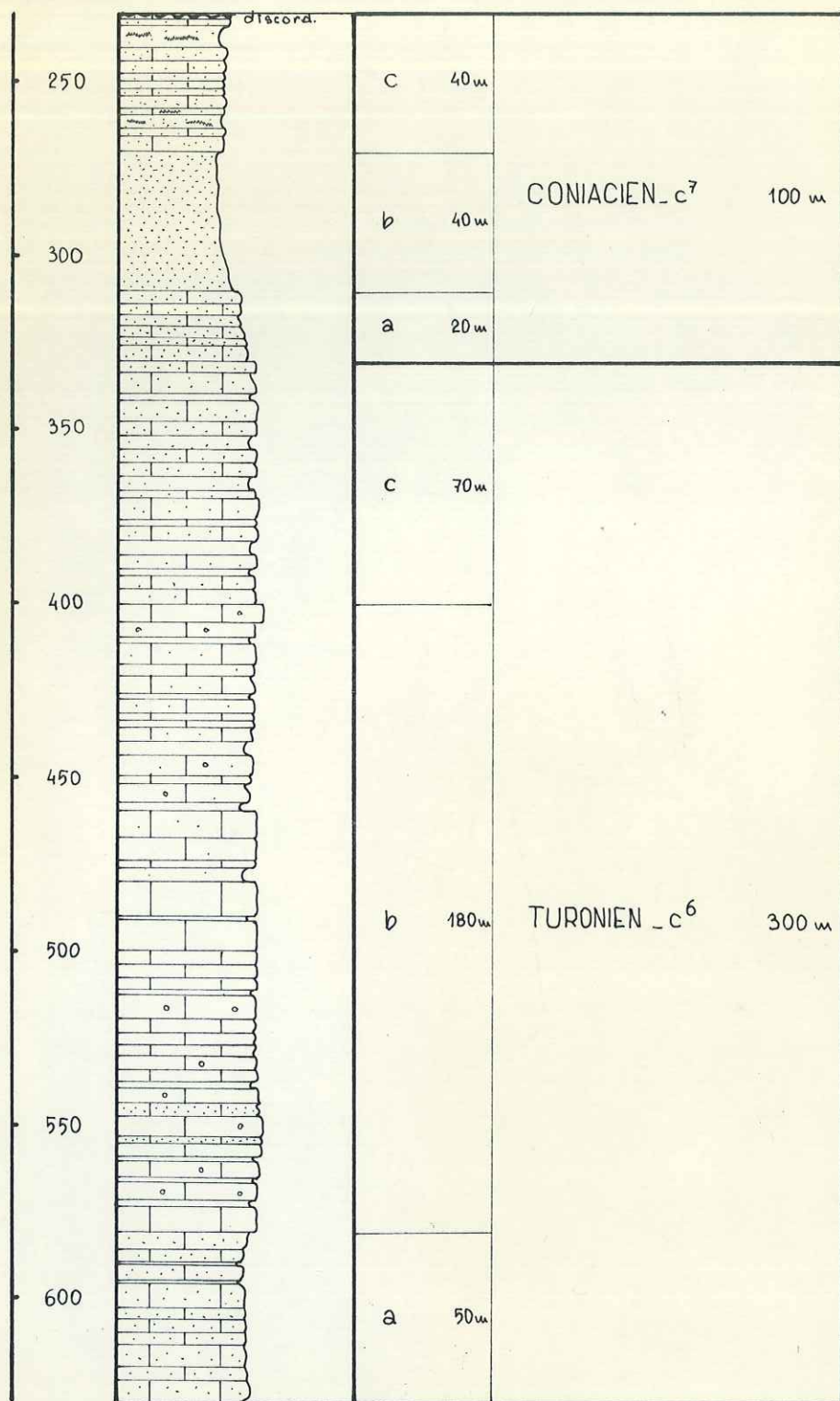
Echelle: 1/2000

Necdet Polater

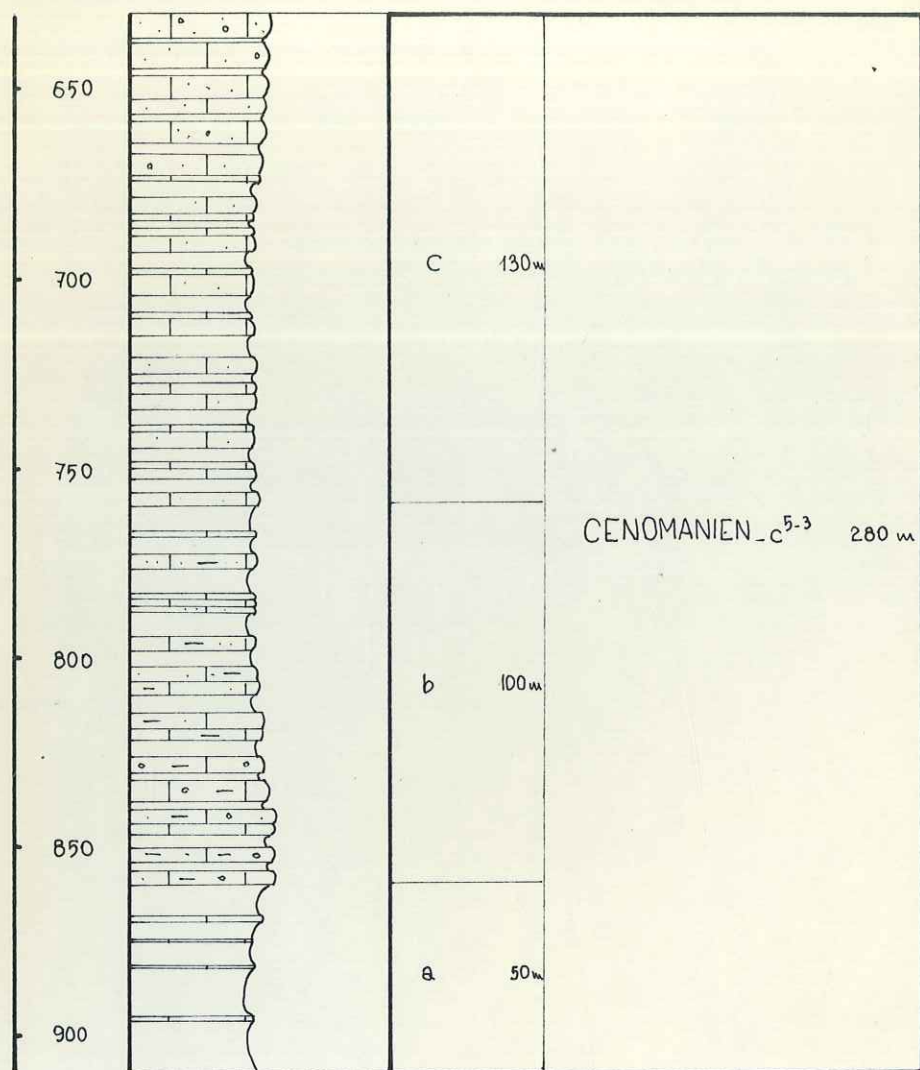
Log - 1 Pliocène, Miocène, Eocène



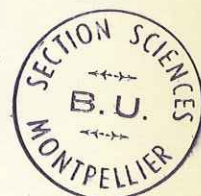
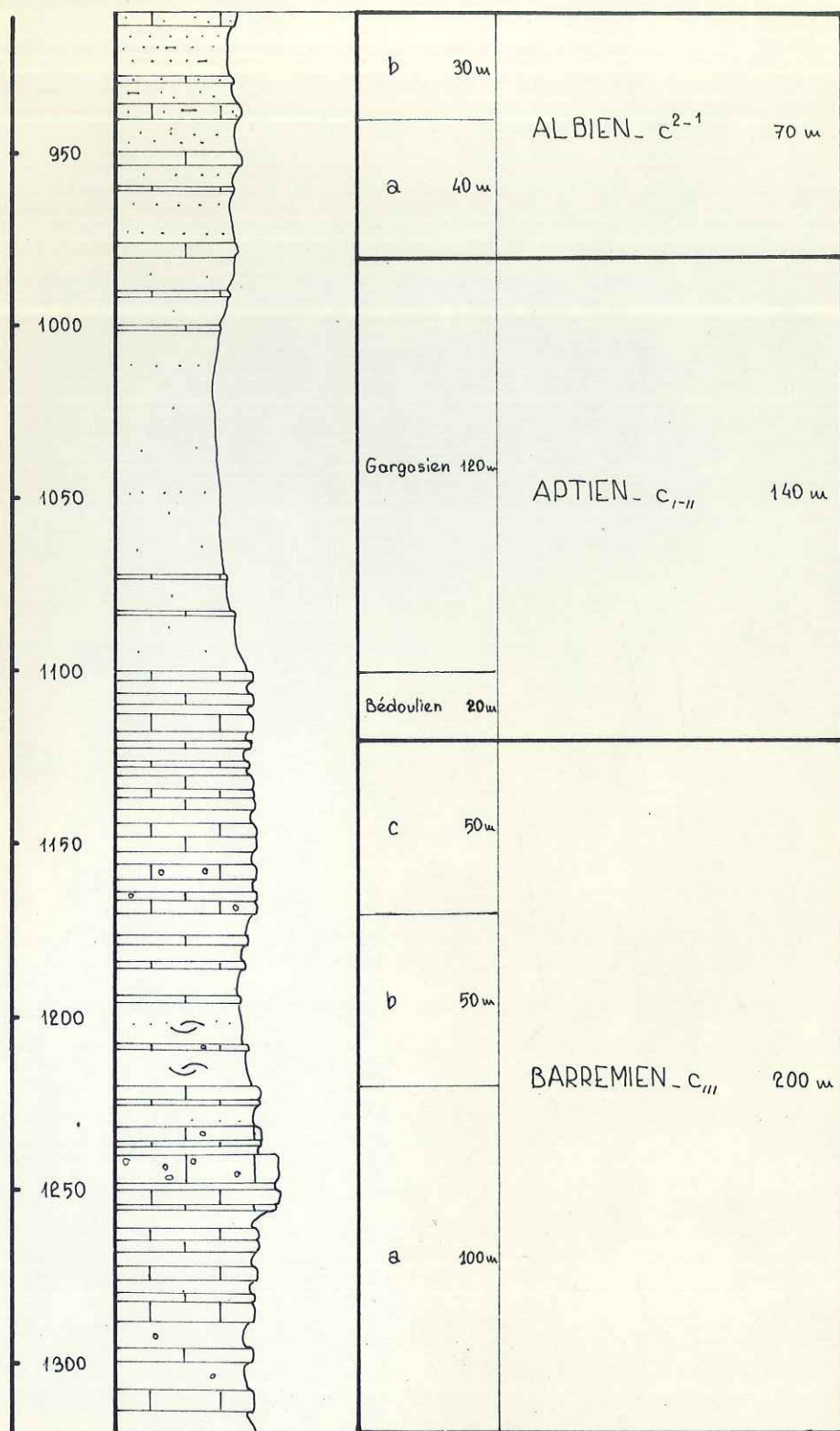
Log - 2 Crétacé supérieur ...



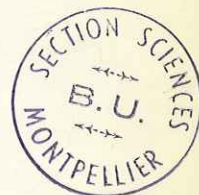
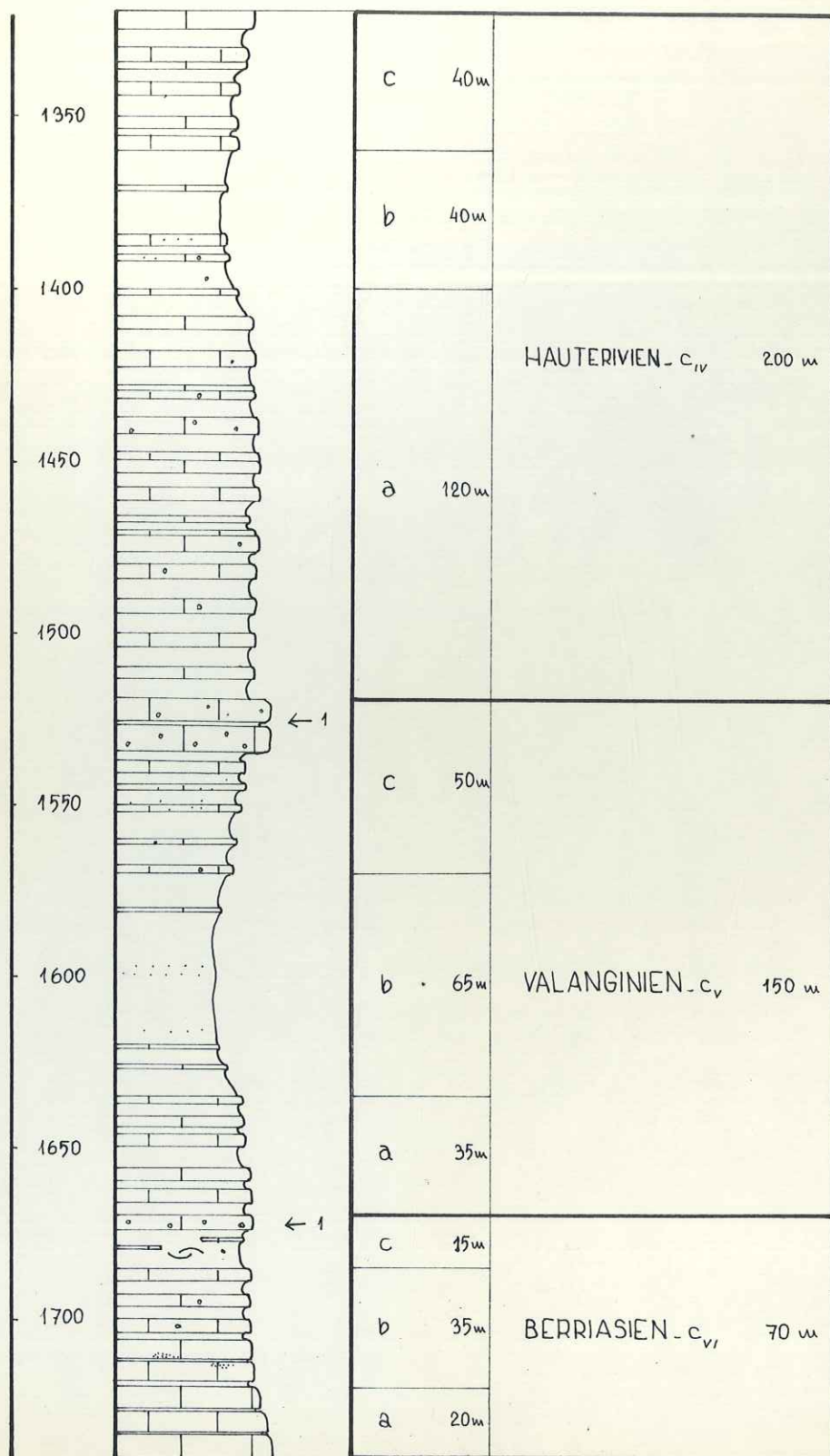
Log - 3 Crétacé supérieur (suite)



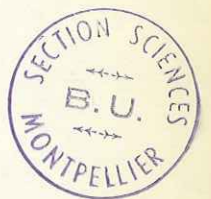
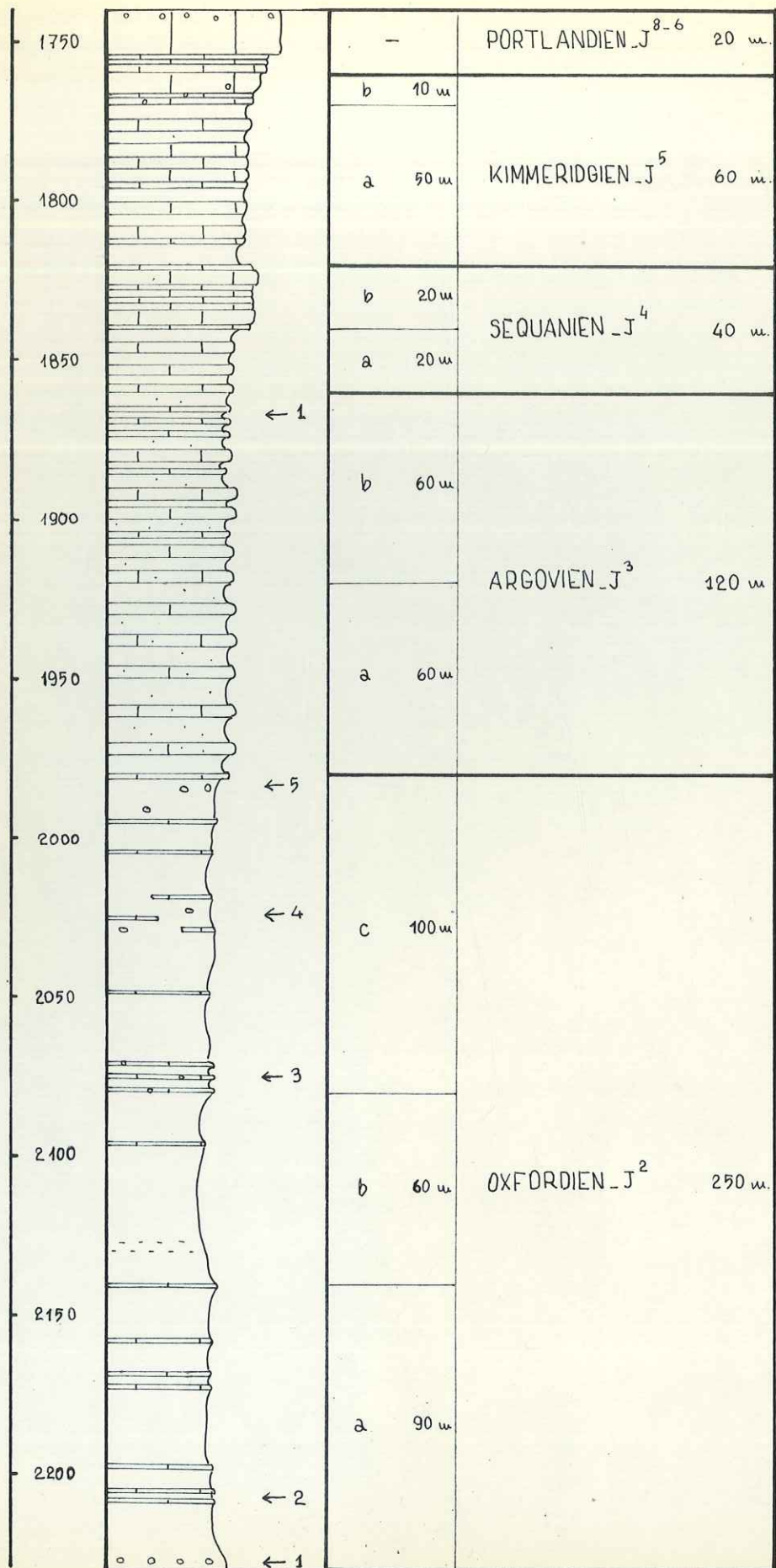
Log - 4 Crétacé inférieur/..



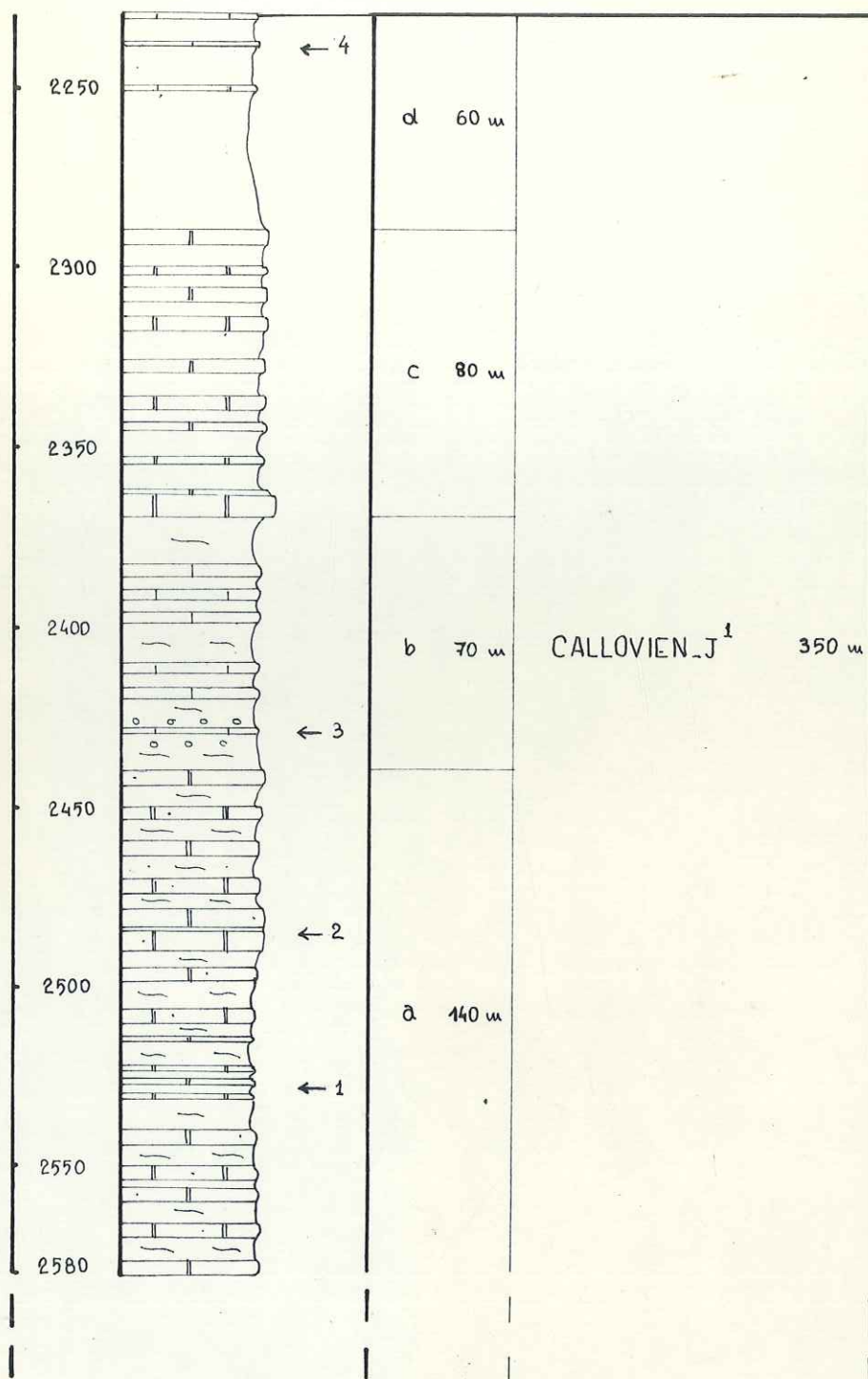
Log - 5 Crétacé inférieur (suite)



Log - 6 Jurassique supérieur .../...



Log - 7 Jurassique supérieur (suite)



SCHEMA

DES

TERRASSES

ALLUVIALES

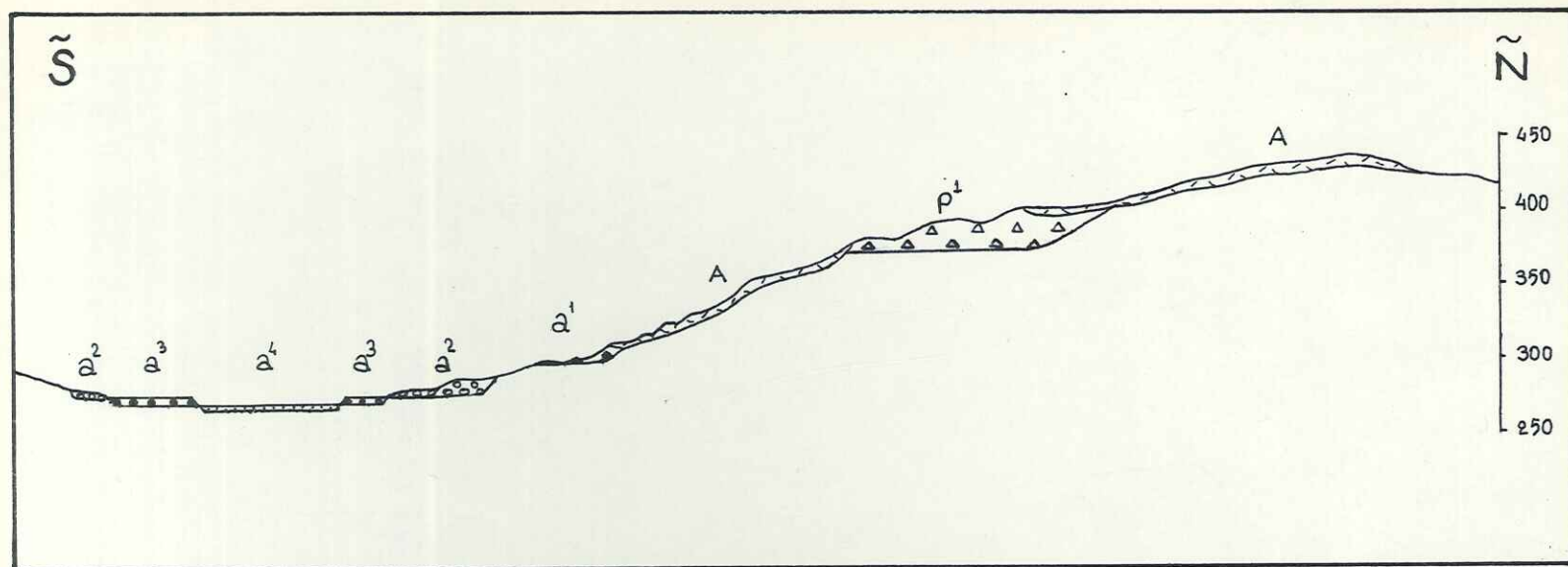


Planche n°: V

Echelles: $\ell = h = 1/5000$

Necdet Polater

Eboulis



A

Très basse t.



a⁴

Basse t.



a³

Moyenne t.



a²

Haute t.



a¹

Très haute t.

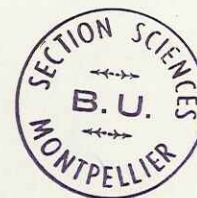
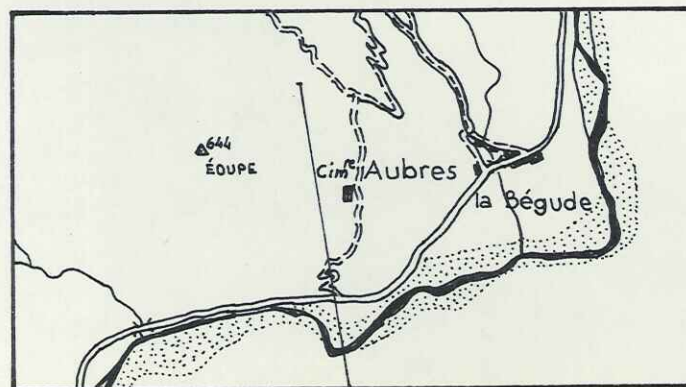


p¹

bed-rock



Situation



d'après B.S.G.F. (7), VIII-1966. Complétée

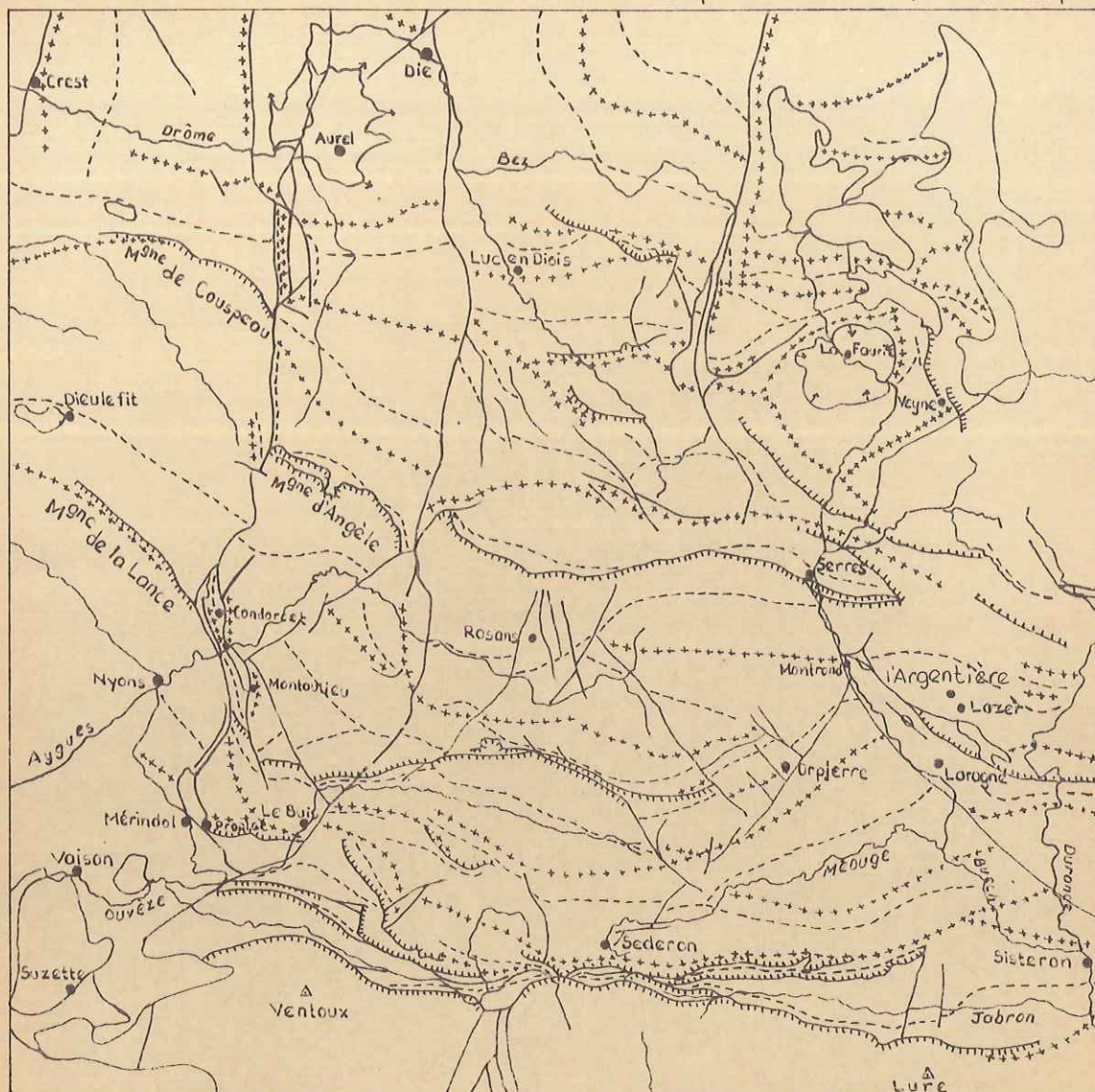


Planche n°: VI

Echelle: 1/500000

Neddet Polater

LEGENDE

—— Faïlle

//// Chevauchement

+++ Axe anticlinal

--- Axe synclinal

 Bryachyanticlinal

 Bryachysynclinal

 Terrain transgressif

 Trias diapir


CARTE GRAVIMETRIQUE^(*) ET INTERPRETATIVE^(xx)

Complétée. D'après les documents de B.R.G.G.M.-S.N.P.L.M.^(*) et B.S.G.F. (7), VIII-1966 ^(xx)

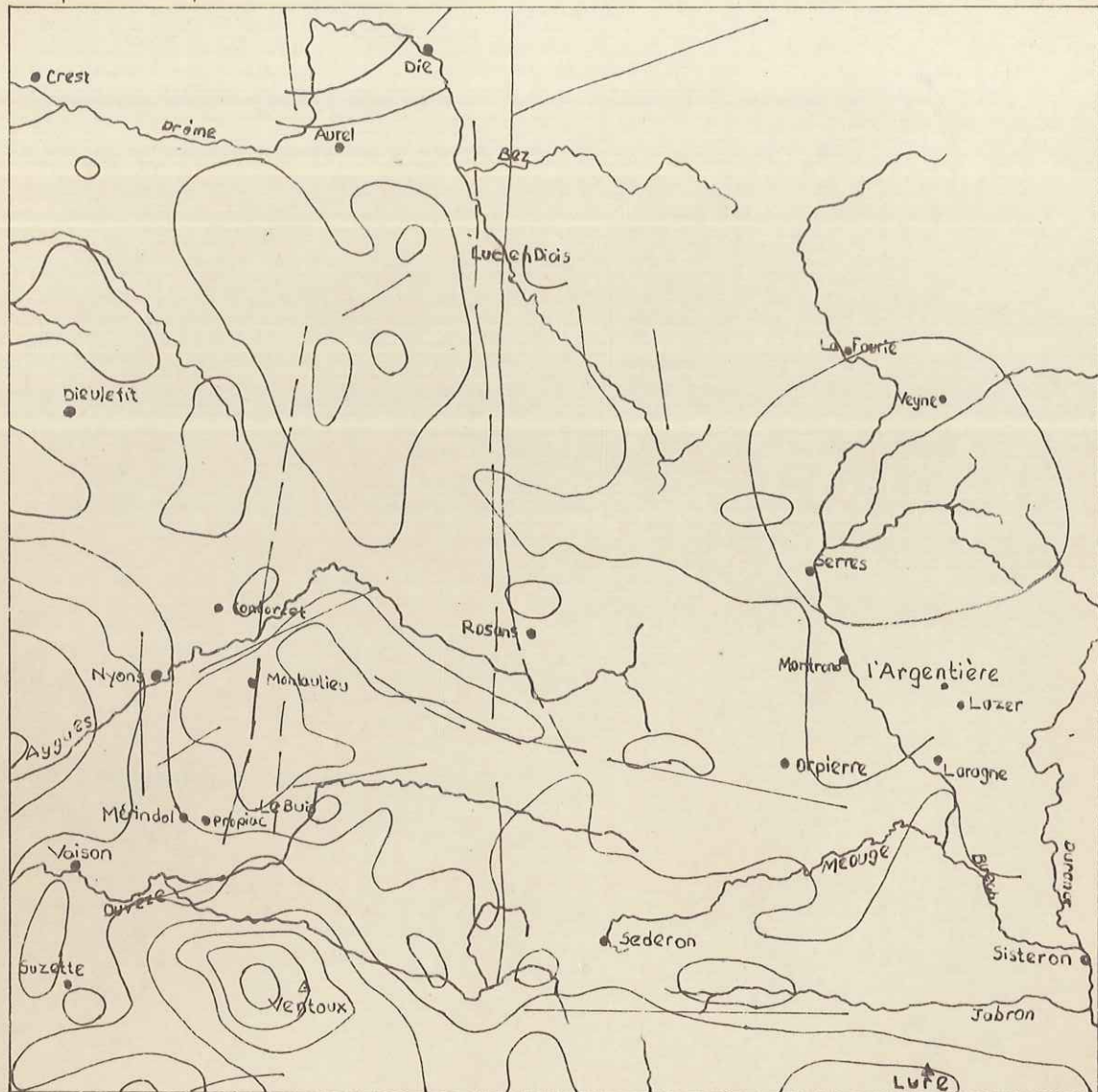


Planche no: VII

Echelle: 1/500000

Neddet Poloter

LEGENDE

[]	Au dessus de +20
[]	+15 à +20
[]	+10 à +15
[]	+5 à +10
[]	0 à +5
[]	0 à -5
[]	-5 à -10
[]	-10 à -15
[]	Au dessous de -15

miligals

Interpretation des anomalies résiduelles
du champ magnétique et gravimétrique

- Aéromagnétisme:
- [] Socle pétrographiquement différencié
 - Accident du socle
- Gravimétrie: (anomalie résiduelle $D=2,3$)
- Discontinuité séparant une zone lourde (+) d'une zone légère (-)



This is a detailed topographic map of a region in France, likely in the Massif Central. The map features a grid system with letters (A, B, C, D, E, F) along the top and bottom edges, and numbers (1, 2, 3, 4, 5, 6) along the left and right edges. The map shows a complex terrain with numerous hills, valleys, and ridges. Key geographical features include the Massif du Brujas in the northwest, the Montagne d'Autuche in the center, and the Massif de Roubious in the southeast. The map is densely populated with place names, including Teysnières, Masclamas et Noiratte, Cougoir, Pouslerie, and many others. Elevation contours are shown as lines with numerical values, indicating the height of the terrain. The map also includes a network of roads and railways, as well as various symbols for buildings, forests, and other landmarks. The overall appearance is that of a historical or military map, given the detailed contouring and the use of a grid system.

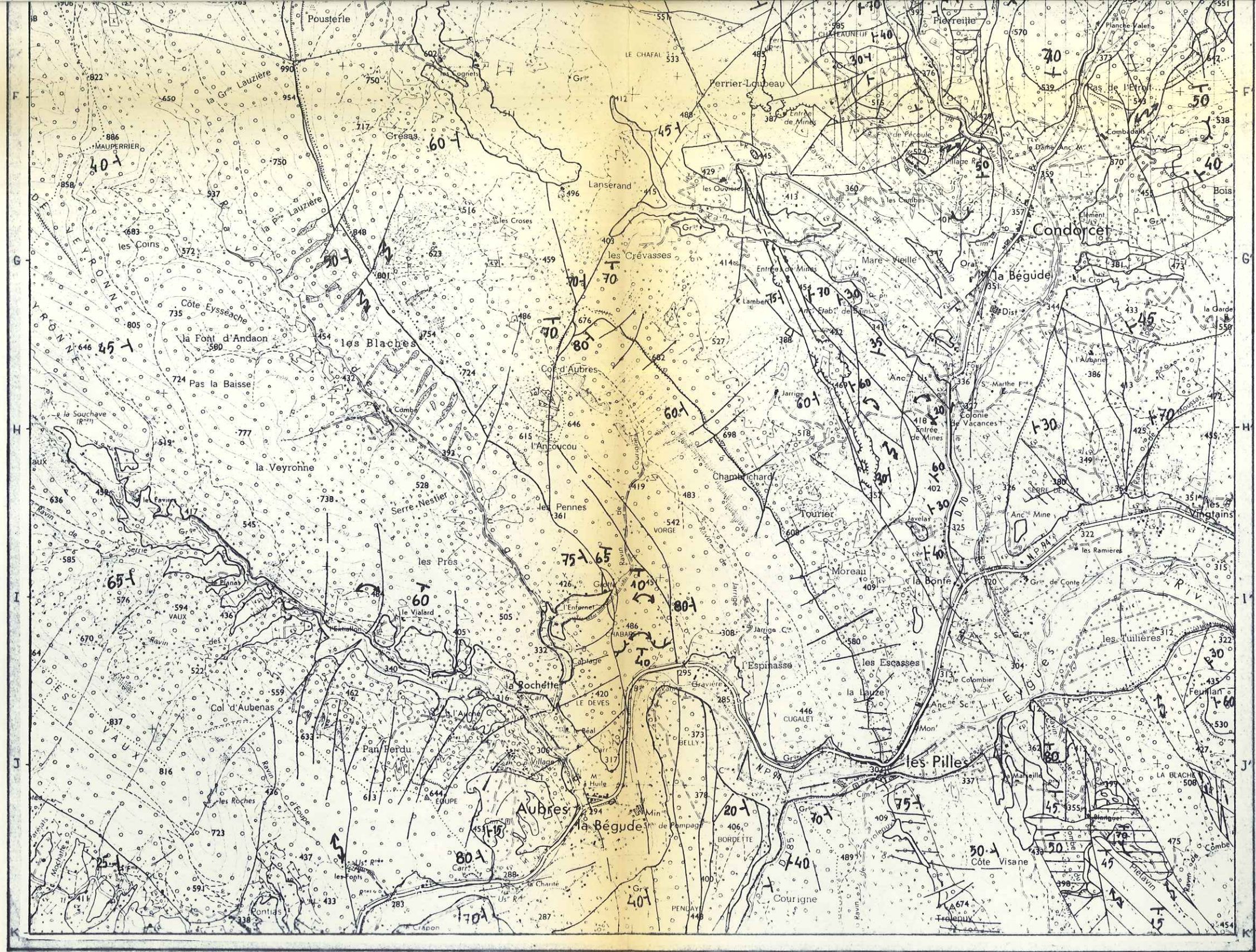


Planche n° VIII

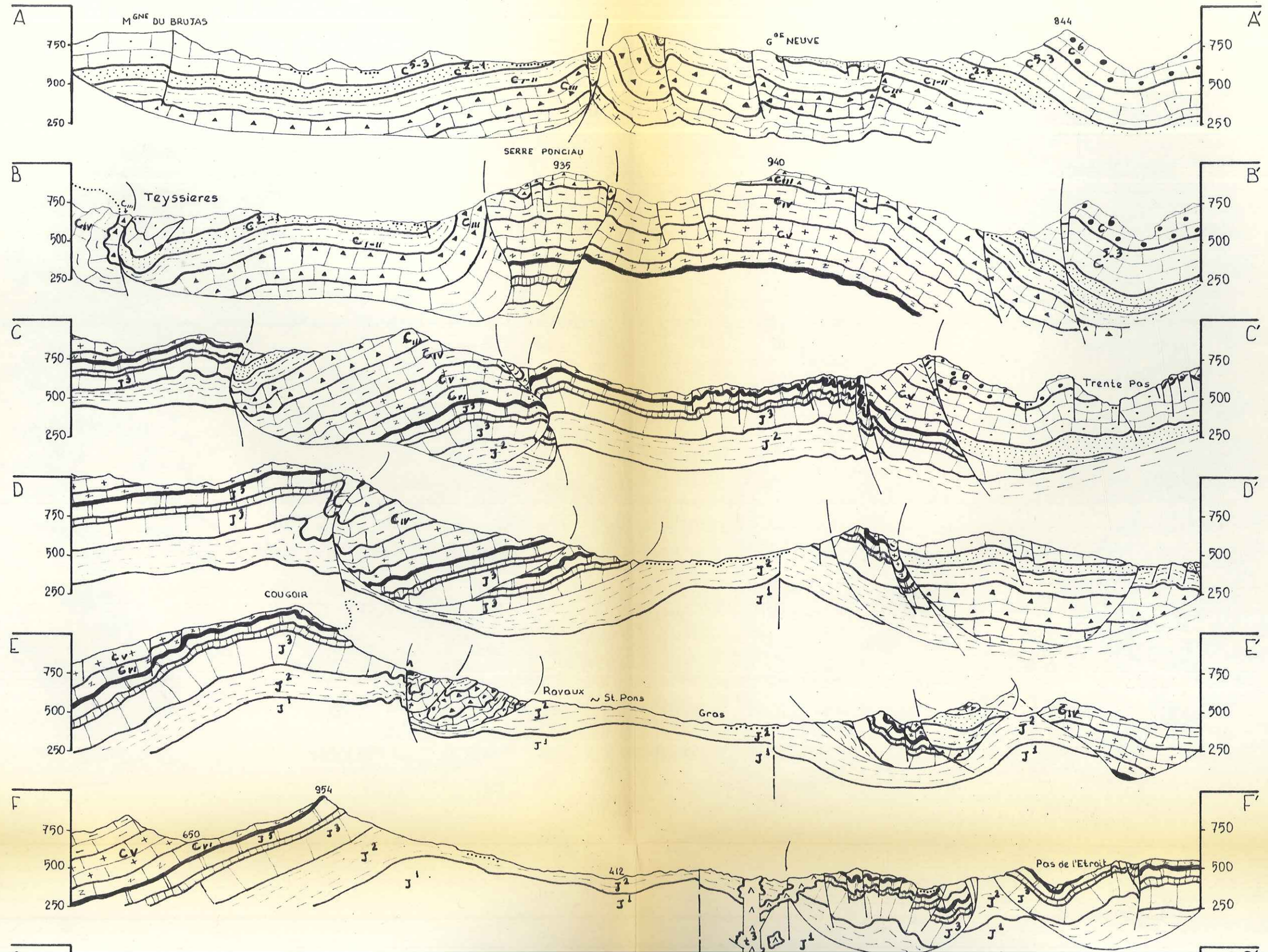
Echelle: 1/25000

Neddet Polater

0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 2250 2500 m.

	Quaternaire		Contact normal		Pendage		Terrains autochtones
	Tertiaire transgressif		Contact du diapir		Horizontalité verticalité		L'ordre successif des terrains chevauchés
	Crétacé		Failles du socle		Charnière antiforme		Chevauchés
	Jurassique		Failles principales		Charnière synclinale		par unité tectonique
	Trias diopirique		Failles satellites		Plissement		

COUPES EN SERIE DE CONDORCET



CARTE METALLOGENIQUE REGIONALE

Simplifiée d'après les Cartes Géologique et des Gîtes Minéraux de la France. (Feuilles d'Avignon au 1/320.000)

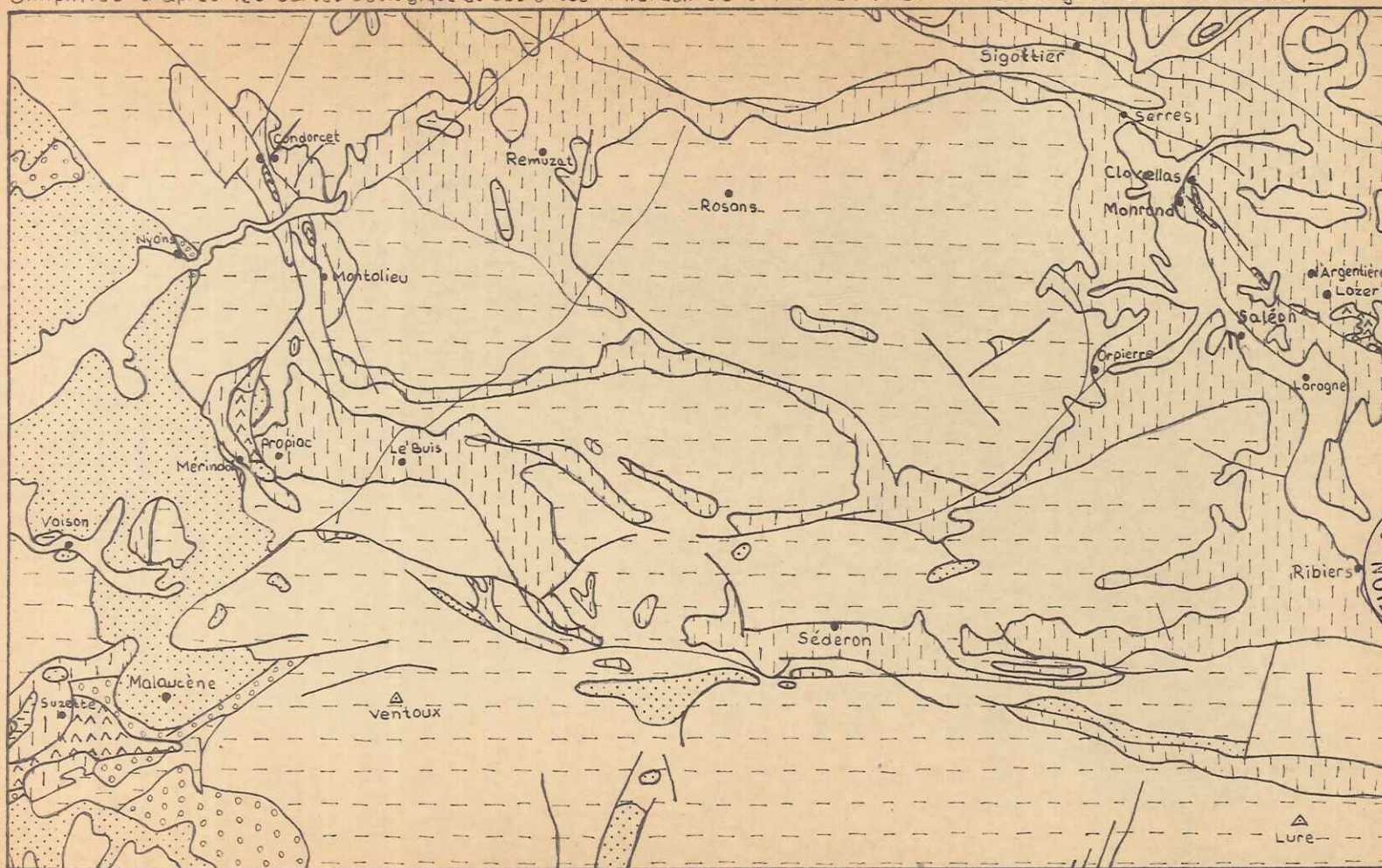


Planche n° X

Echelle: 1/320000

Necdet Polaten

Légende

	Quaternaire		Crétacé
	Néogène		Jurassique
	Paléogène		Trias diapir

Morphologie des gîtes:

Filon

Amas stratiforme



Minéralisations:

Pb Cu Sr

Zn Fe Ba

CROQUIS DU FILON DE CONDORCET

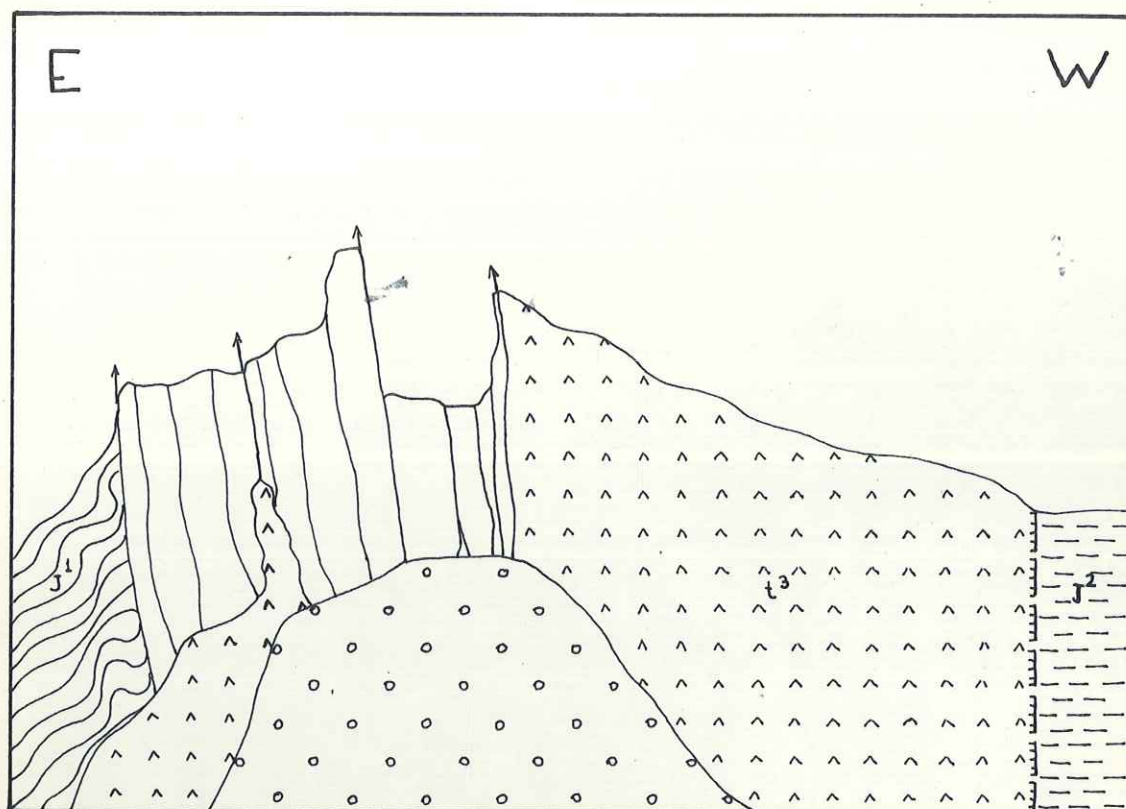
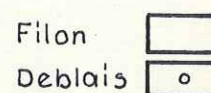
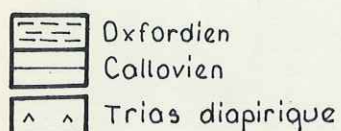


Planche n°: VII

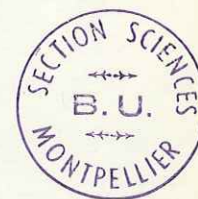
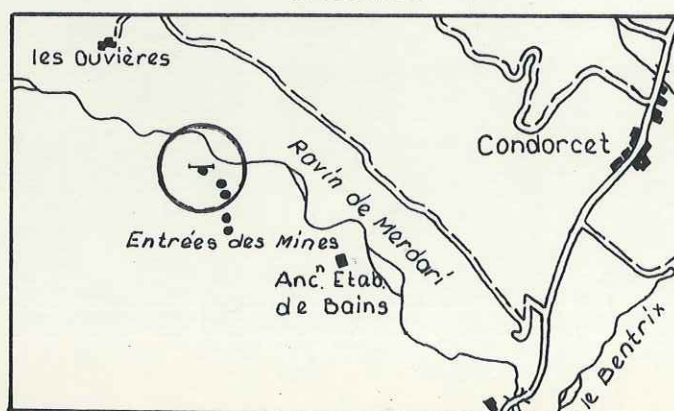
Echelle : 1 / 500

Necdet Polater

5 m.



Situation



CROQUIS DU FILON DE SERRE DE LOT

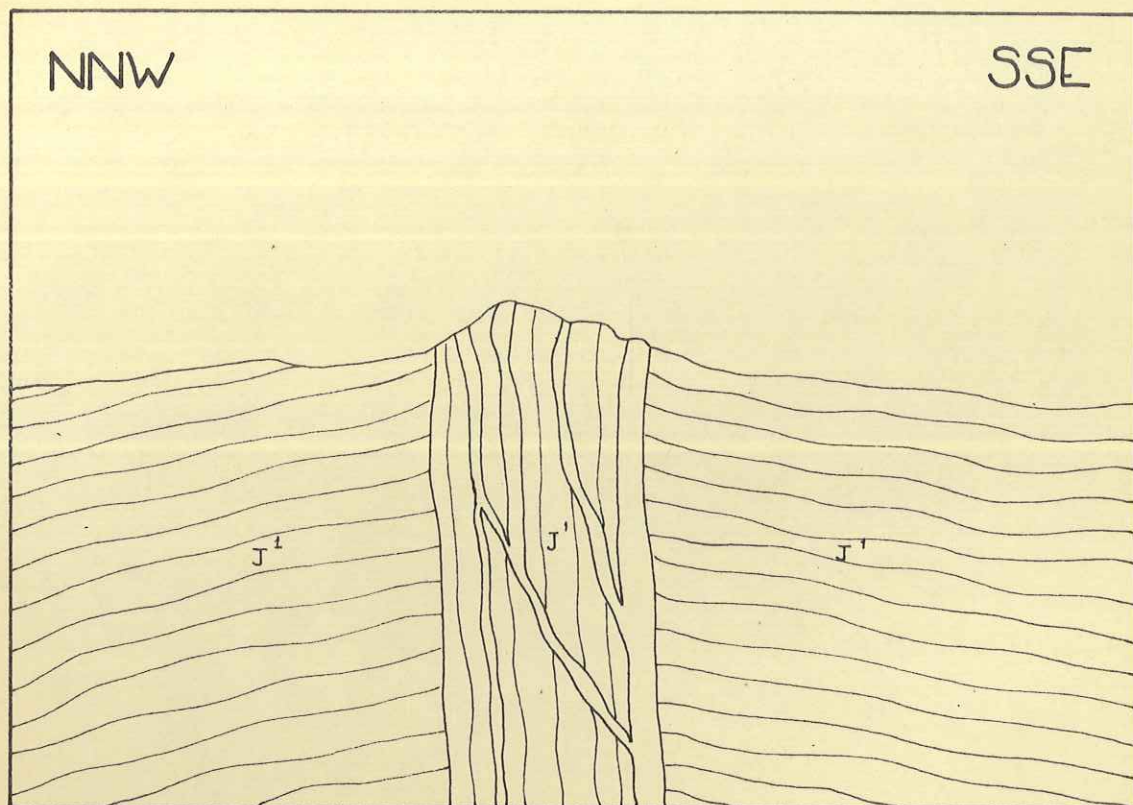


Planche n°: VII

Echelle : 1/50

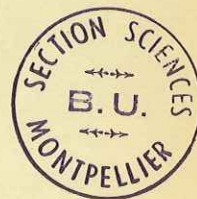
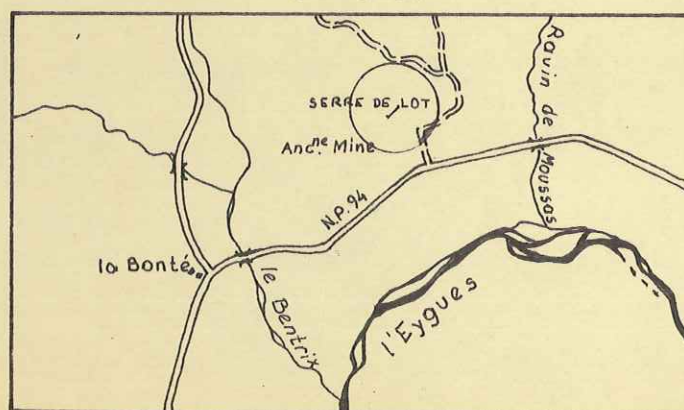
Necdet Polater

0,5m.

 Callovien

Filon - 

Situation



CARTE GEOLOGIQUE DE L'ARGENTIERE

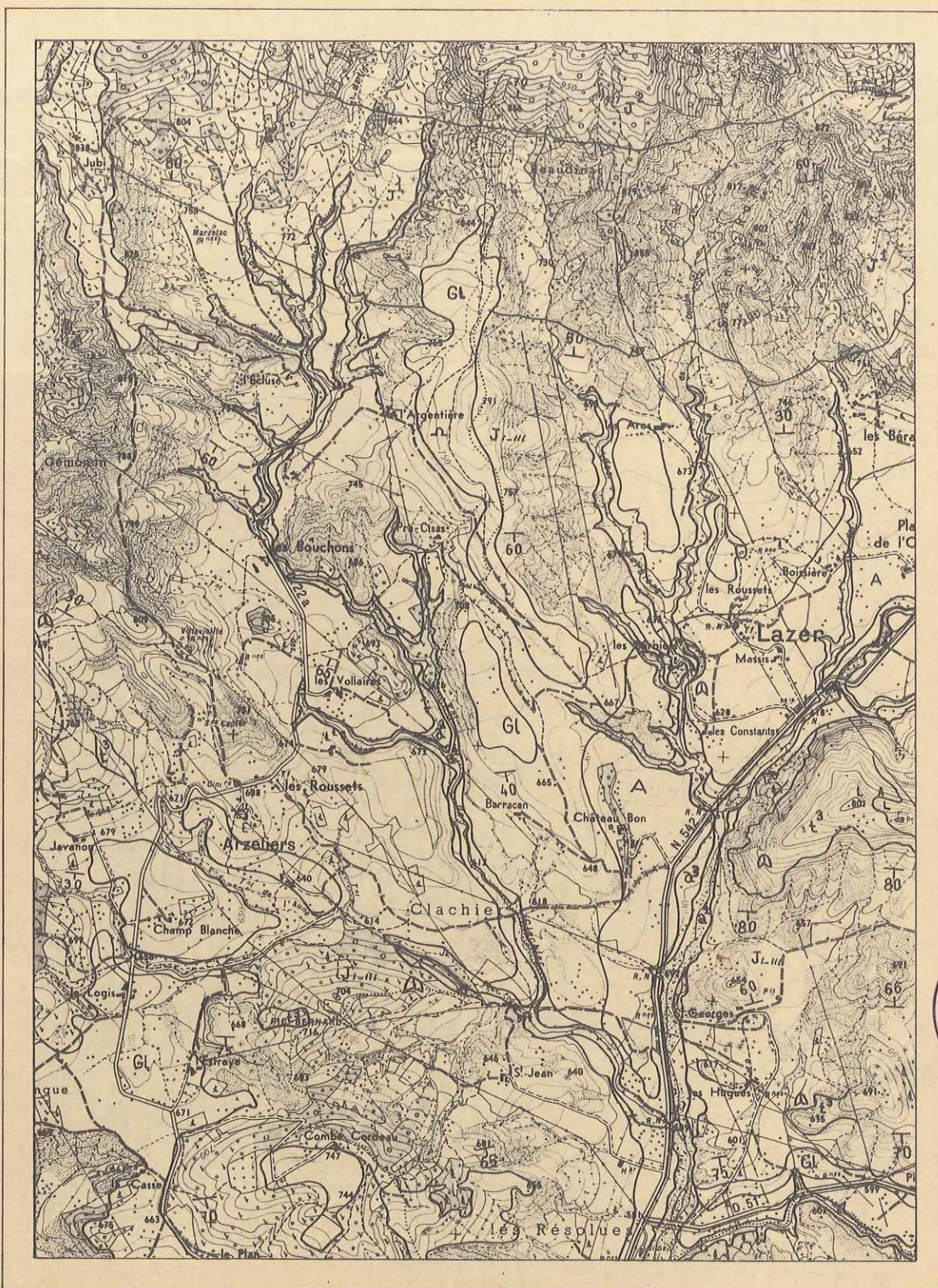
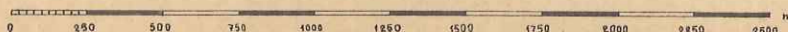


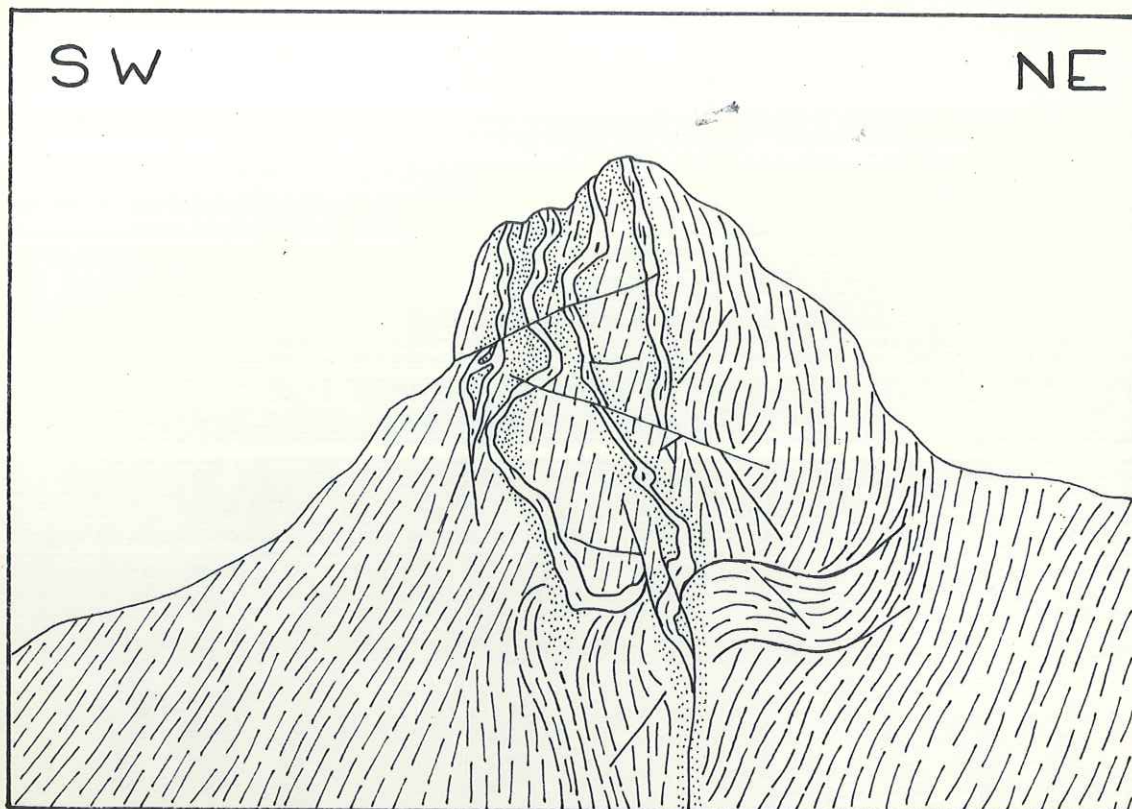
Planche n°: XIII

Echelle : 1/25000

Nœddel Polater



CROQUIS DES FILONS DE L'ARGENTIERE



Planch n°: XIV

Echelle : 1/50
0.5 m.

Nécdet Polater

 Marnes noires
 Calcaires marneux rouges } Bathonien

Filon {
  Calcite
 Gölène, blénde

Situation

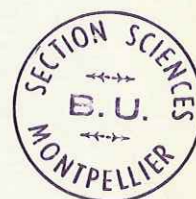
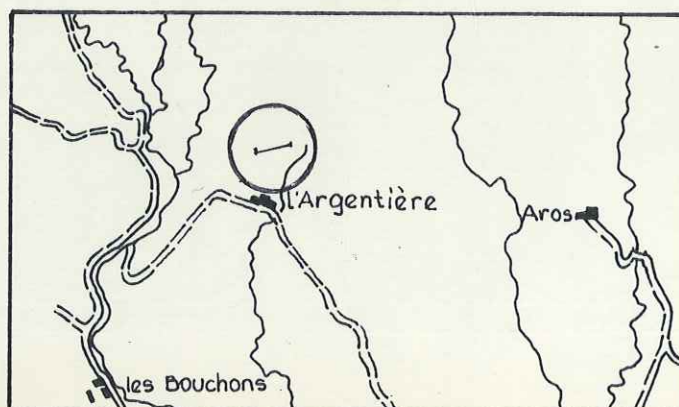
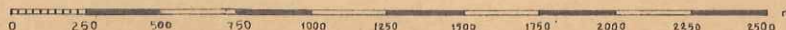




Planche n°: XV

Echelle: 1/25000

Necdet Polater



CROQUIS DU FILON D'ORPIERRE

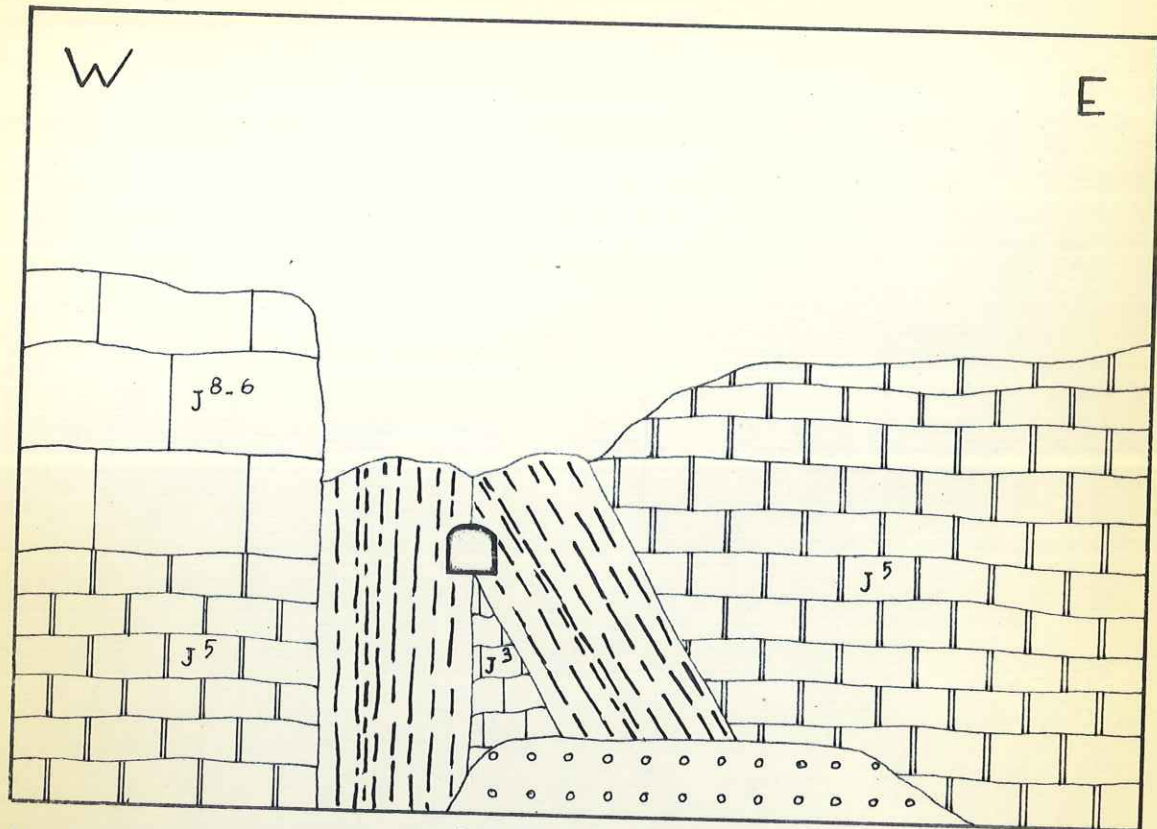
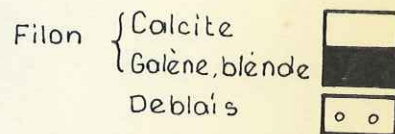
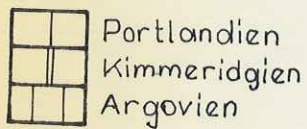


Planche n°: XVI

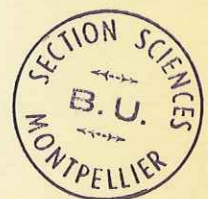
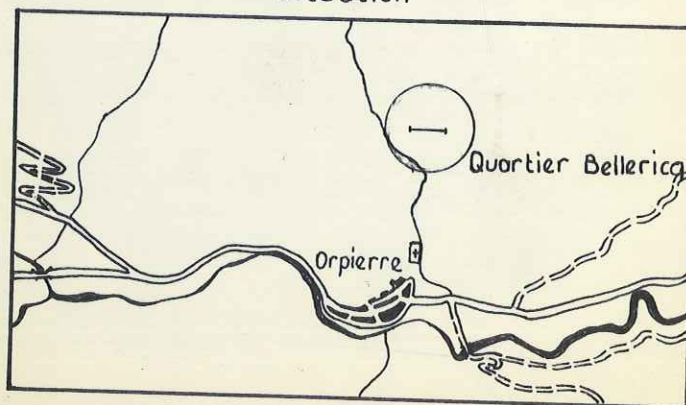
Echelle : 1/500

Necdet Polater

5 m.



Situation



TABLEAU

METALLOGENIQUE

D'ENSEMBLE

LES GISEMENTS	RELATION VISIBLE AVEC LE TRIAS DIAPIR	LES MINERALISATIONS				
		PbS	ZnS	BaSO ₄	SrSO ₄	CaCO ₃
Etablissement de Bains "Condorcet"	+	++	++	++++	++++	+
Serre de Lot "Condorcet"	+	++	+++	+	+	++++
L'Argentière	+	+++	++	+	+	++++
Orpierre		++++	++++			++++
Propiac	+	+++	++	+	+	+++
Clovellos	+	++	++	+	++	++

Planche n°: XVII

Necdet Polater

Remarques : Le signe (+) indique l'importance relative des minéraux principaux.



LEGENDE DES CARTES GEOLOGIQUES

	Blocs glissés		Contact normal
	Coulées boueuses		Contact du diapir
A 	Eboulis		Faïlle
a ⁴ 	Très basse terrasse	} All. rec.	
a ³ 	Basse terrasse		
a ² 	Moyenne terrasse		
a ¹ 	Haute terrasse		
p ¹ 	Très haute terrasse	} Pliocène	† Pendage
Gl 	Moraines du glacier	+	Horizontalité
m ³ 	Helvétien	---	Verticalité
m ^{2.1} 	Burdigalien		
e ₁₋₁₁ 	Lutétien		
c ⁷ 	Coniacien		Plissotement
c ⁶ 	Turonien		
c ^{5.3} 	Cénomannien		Charnière anticlinale
c ^{2.1} 	Albien		
c ₁₋₁₁ 	Aptien		Charnière synclinale
c ₁₁₁ 	Barrémien		
c ₁₁₁ 	Hauterivien		
c _v 	Valanginien		
c _{v1} 	Berriasien		
j ^{8.6} 	Portlandien "Tithonique"		
j ⁵ 	Kimméridgien		
j ⁴ 	Séquanien	T	Gisement de fossile
j ³ 	Argovien		
j ² 	Oxfordien		Filon
j ¹ 	Callovien		
j ₁₋₁₁₁ 	Bathonien	Ω	Carrière souterraine
t ³ 	Keuper "diapir"	A	Carrière du gypse

Planche annexe

Necdet Polater

