Étude géologique du flanc Nord-Ouest de l'anticlinal de Volx

Philippe Dufaure

▶ **To cite this version:**

Philippe Dufaure. Étude géologique du flanc Nord-Ouest de l'anticlinal de Volx. Stratigraphie. 1949. dumas-00989676

HAL Id: dumas-00989676

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00989676

Submitted on 12 May 2014

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.

FACULTE DES SCIENCES DE GRENOBLE.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Etude géologique du flanc Nord-Ouest de l'anticlinal de V O L X.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Mémoire

présenté à la

Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble

pour l'obtention du

Diplôme d'Etudes Supérieures (Sciences géologiques)

par

Philippe DUFAURE

Licencié ès-sciences.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Biabaux ..... La nuit tombe sur ces paysages âpres et beaux de la Haute-Provence. Un à un, hirsutes, déchirés, les équipiers rejoignent la petite pièce, mal éclairée par une lampe à carbure et encombrée de " caillasses ". C'est une joyeuse tablée qui va s'animer dans des discussions se prolongeant parfois jusqu'à deux heures du matin ... (" Debyser, sa venue était redoutée ") : le dynamisme, la simplicité et la bonne humeur de Madame Gubler ont fait école

Rappeler ces souvenirs ne procède pas du souci de " faire de la poésie ", mais de la joie que j'ai à les revivre, dans cette ambiance à la fois rude et joyeuse qu'avait su créer une poignée de garçons.

Que Madame Gubler, Messieurs Schneegans et Schoeller, trouvent ici toute ma reconnaissance. Dans le cadre de la Faculté, puis de l'E.N.S.P. tous nous ont fait prendre un contact direct avec la complexité des phénomènes naturels. Le peu de géologie que j'ai appris - une géologie vivante et joyeuse - c'est à eux que je le dois.

Aux ingénieurs des Mines de Villemus, Biabaux et Manosque qui nous ont si aimablement donné accès à leurs travers-bancs et donné connaissance de leurs documents, je veux exprimer, ici, toute notre gratitude.

T A B L E des M A T I E R E S.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

I - Exposé des conditions de travail.

II - Etude géographique et morphologique.

III - Bibliographie.

IV - Introduction.

V - Stratigraphie.

- caractéristiques des séries sur le terrain.
- étude minéralogique et micropaléontologique des calcaires oligocènes
- définition du milieu de sédimentation.

VI - Etude de l'ensemble calcaire de Vachères - calcairesen plaquettes supérieurs.

VII - Tectonique.

VIII - Les faisceaux de lignite : localisation et corrélation.

IX - Le problème du soufre.

X - Les bitumes : les problèmes de leur origine et de leur histoire.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

EXPOSE DES CONDITIONS DE TRAVAIL

Nous exposerons d'abord dans quelles conditions et dans quel esprit de travail, les élèves de l'Option Sédimentation de l'Institut du Pétrole ont étudié l'anticlinal de Volx.

Après un rapide contact bibliographique à Rueil des travaux géologiques sur la région, centré autour de l'ouvrage de Messieurs Gignoux et Moret, nous nous sommes installés à la mine de Biabaux. Pendant plusieurs jours, afin de nous familiariser avec les faciès et acquérir une vue d'ensemble de l'anticlinal - vue schematique, certes, mais combien utile - nous avons reconnu de grands itineraires donnant de bonnes coupes : notamment ceux de Dauphin à Volx par la cluse du Largue et de Dauphin à Manosque par le col de la Mort d'Imbert. Ce travail allait être en effet un travail d'équipe, qui, à partir des problèmes qui se poseraient sur chacun de nos secteurs réduits, se proposait de dégager des conclusions générales sur les conditions de sédimentation de la région.

La présence de nombreuses mines : Villemus, Biabaux, Bois d'Asson, Manosque nous offrait, en outre, l'énorme avantage d'ajouter à nos observations de surface, celles faites dans les différents travérs-bancs. L'extrapolation des coupes levées sur le terrain, le raccord des différentes formations pourraient ainsi être précisés, mais - et Madame Gubler était catégorique - les levers de surface devaient précéder nos descentes dans les mines. Les levés terminés, Madame Gubler confia à chacun d'entre nous l'étude détaillée d'une formation. Cette étude portait sur les meilleures coupes reconnues dans les secteurs respectifs, avec un échantillonnage systématique des différents faciès. Ainsi pourrions-nous déborder de notre petit secteur et acquérir des vues sur la paléogéogra

.../...

phie de la " fosse " de Biabaux.

L'étude de la série calcaire de Vachères - calcaire en plaquettes supérieures nous revint. Nous y établimes huit coupes : (voir croquis)

A - coupe au SE. de Villemus

B - coupe des Granges :(planche IV)

C - coupe du Signal de St Martin (" V)

D - coupe de la colline de Biabaux (à l'aide du TB Ste Jeanne et de documents)(" VI)

E - coupe du ruisseau de l'Ocelet(" VII)

F - coupe du ravin à l'E. de la mine du Bois d'Asson. (" VIII)

G - coupe du ravin de la Tuilerie (" X)

H - coupe du travers-banc de la mine de Manosque (" IX)

Sur notre secteur, nous ajoutâmes l'étude du calcaire de Reillane et des calcaires en plaquettes moyens.+ Notre travail, réalisé au laboratoire de Géologie de l'I.F.P., fait appel aux techniques classiques d'étude de sediments:

- plaques minces - lavages
- montages de minéraux lourds
- granulometrie - morphoscopie
- calcimetrie

Nous regrettons de ne pouvoir, faute de temps, les appuyer par des techniques physico-chimiques : détermination de la teneur en matière organique, du pouvoir réducteur - mesures systématiques de porosité et perméabilité - analyse élémentaire des bitumes. Ce sont elles seules, qui, avec l'aide de la bactériologie pourront permettre d'élucider parallèlement l'évolution de la matière organique et l'origine des " bitumes " de Manosque.

+ la définition de ces termes sera précisée.

ETUDE GEOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE.

Le secteur étudié se trouve inclus dans les cartes d'E.M. au 1/20.000 : Reillane 4- XXXII-42, Manosque 1 XXXIII-43. Il est limité à l'E. par le ravin de l'Ocelet, au S. par la route de Passaire à Pélissier jusqu'à hauteur de la cote 445,9, le sentier allant de Passaire à la Cabane par la Gipière, le ravin de Pière Grosse, la ligne de hauteurs définie par les cotes 712,5 - 690,3 - 618,4 - 524,7. La démarcation se poursuivait au N. par le ravin du Moulin, puis le ruisseau de la Bonde et le cours du Largue jusqu'au confluent de l'Ocelet.

Il correspond dans l'ensemble à une région de collines arides, aux pentes raides, relayée au N. du Largue par un bassin cultivé aux lignes molles, dominé par des buttes. Le contraste qui oppose ces deux paysages géographiques est total. On le découvre avec netteté du haut de Bellevue. Les collines stériles et désertes correspondent aux calcaires en plaquettes, tandis que les dépressions marno-sableuses concentrent l'activité humaine : villages et cultures se groupent sur la mollasse miocène et les marnes de Viens, les fermes isolées s'installent dans les combes locales irrégulièrement développées dans la zone rocailleuse (ex : Passaire).

La morphologie souligne parfaitement l'opposition des faciès lithologiques :

corniche calcaire burdigalienne

depression correspondant aux marnes de Viens

murs ou corniches puissantes formés par le calcaire de Vachères

croupes abruptes, entaillées de nombreux ravins correspondant " aux calcaires en plaquettes."

.../....

(Les combes locales correspondent aux niveaux marno-gréseux)

- topographie de " bad-lands " de la zone marno-gypseuse, caractérisée par : actions de ruissellement intenses, gradient élevé de nombreux ravins, coulées de marnes.

Si la bassin de Forcalquier est sillonné de routes dont le tracé n'a pas posé de problèmes, il en va tout autrement pour la zone des collines au S. du Largue. La seule trouée naturelle qui donne accès vers le S. est formée par la cluse du Piférat, conduisant de la gare de Lincel aux Plaines. Les communications dans le sens E-W sont beaucoup plus faciles, à la faveur de combes longitudinales (ex : route du flanc S. de la colline d'Ubage) et de nombreuses dépressions.

Réseau hydrographique :

Un coup d'oeil jeté sur la carte topographique nous montre que la ligne de partage des eaux est constituée par la ligne de faîte déjà mentionnée. Vers le N., de nombreuses vallées sèches s'estompent avant d'atteindre le Largue. Vers le S., au contraire, de nombreux ruisseaux, à régime torrentiel, convergent vers les dépression longitudinales. Des sources, à faible débit, parfois riches en SH^2, maintiennent en été un maigre filet d'eau. Les tufs prennent localement une grande extension (ex : S. du Pré Gavoi) témoignant ainsi d'une activité assez récente de sources puissantes.

La seule rivière importante est le Largue qui s'encadre dans un grand bassin d'alimentation, bien fourni en sources à débit important et regulier. Il forme de nombreux méandres au sein d'un lit majeur bien individualisé à l'E. de la gare de Lincel et à l'E. de la mine de Biabaux.

.../....

.../....

Nous avons caractérisé deux types de vallées :

- les vallées larges, à fond plat, à gradient faible (ex : Largue ruisseau de l'Ocelet).
- les vallées affluentes, encaissées, formant un V aigu, à pente très forte.

Dans le premier cas, à une période de remblaiement de la plaine alluviale parait succéder une nouvelle ère de creusement ; les meandres semblent s'enfoncer, le " bed-rock " affleure dans le lit. Le premier cas indique un régime torrentuaire, en liaison avec la jeunesse de l'érosion. Nous citerons encore l'existence d'une terrasse sur les rives du Piférat, à l'O. de Peyroué.

Pour préciser le mécanisme des cycles d'érosion que nous sous-entendons, l'étude devrait être étendue à l'ensemble du réseau hydrographique.

Habitat - migration des populations :

L'exploitation des petites fermes du secteur des collines s'est révélée rapidement " antiéconomique " en raison d'une alimentation en eau potable nulle ou insuffisante, d'une immigration souvent impossible, de l'exiguité des rares champs, de l'éloignement et la difficulté des voies de communication.

L'abandon généralisé des villages groupés sur la falaise burdigalienne tient encore au fait que chaque famille ne possédait qu'un ou deux champs dont la production ne peut suffire aujourd'hui à équilibrer les besoins! Par contre, la prospérité des fermes de moyenne et grande étendue, isolées au milieu de leurs champs, mais exploitées avec l'aide des machines agricoles et facilement accessibles, répond aux lois de l'économie moderne ex : Font- Palisse, le Pigeonnier (commune de Villemus).

.../....

L I S T E B I B L I O G R A P H I Q U E.

1 - GIGNOUX et MORET : " Structure de l'anticlinal de Volx et des bassins oligocènes de Manosque-Forcalquier ".

Annales du laboratoire de Géologie de Grenoble - 1930.

2 - J. GOGUEL : " Description géologique du Luberon ".

Bulletin Service carte geologique de France, tome XXXVI - 1932.

3 - COMBALUZIER : " Le Miocène de la Basse Provence".

Bulletin carte géologique de France, n° 182 - 1932

4 - J.P. DESTOMBES : " Etude géologique de la région de Biabaux à St Michel

Rapport BRGG, 10 juillet 1947.

- " Structure du flanc Nord du Luberon au Sud de Forcalquier".

Extrait des comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 225, p.195-197 - 21 juillet 1947.

5 - MURRAY-STUART : " The geology of oil, shale and coal ".

Mining Publications LTD 1926.

6 - SCHNEEGANS et ESTIVAL : " Sur les gisements de soufre natif du bassin oligocène du midi de la France ".

Rapport présenté au Congrès des Mines, de la métallurgie et de la géologie appliquée,1935.

7 - SCHNEEGANS : " Le problème de la réduction des sulfates par les bactéries en présence d'hydrocarbures ou de matières charbonneuses et l'origine des dépôts de soufre de la France méridionale".

Même publication.

8 - Van LECKWIJCK et MARCAIS : " Sur la géologie et les gisements de lignite de la plaine de Guncif-Maroc oriental."

Même publication.

.../...

L I S T E B I B L I O G R A P H I Q U E (suite).

9 - P. PRUVOST : " Un bassin houiller paralique, d'âge cénomanien, les lignites de Pont St Esprit ".

Bulletin S.G.F., 1942 , p.165.

10 - ZOBELL : " Role of bacteria in the formation and transformation of petroleum hydrocarbons". Sciences - 12 oct.1945

" Bacterial release of oil from oil-bearing minerals ".

World-oil - 25 aout 1947.

I N T R O D U C T I O N.

Les travaux des auteurs déjà cités ont jeté les bases solides de la stratigraphie et de la tectonique.

A la suite de l'étude de Messieurs GIGNOUX et MORET, la stratigraphie des séries oligocènes s'établit ainsi :

oligocène supérieur	(calcaire de Reillane (marnes de Viens
oligocène moyen	(calcaire de Vachères (complexe des schistes bitumineux (marnes et grès du Bois d'Asson
oligocène inférieur	(calcaires en plaquettes supérieurs (marnes de la mort d'Imbert (calcaires en plaquettes inférieurs

Analysant le milieu de sédimentation, les auteurs en ont dégagé le caractère lagunaire et lacustre.

La tectonique de mon secteur a été reconnue dans son ensemble comme une tectonique régulière. Le seul accident signalé par Messieurs GIGNOUX et MORET est la grande faille de la colline de Biabaux et Monsieur GOGUEL, qui souligne la tranquillité de la structure, indique une torsion des bancs dans la région des Granges. Par contre, une étude récente de Monsieur DESTOMBES conclut à un style tectonique compliqué avec flexures et nombreuses failles longitudinales et tranverses.

La corrélation des faisceaux de lignites exploités dans la région et la localisation des couches à soufre de la mine de Biabaux nous étaient fournis par les travaux respectifs de Messieurs GIGNOUX MORET et DESTOMBES.

.../....

.../....

A la suite de nos travaux de terrain, appuyés par une étude de laboratoire, nous avons dégagé la stratigraphie suivante : de haut en bas : (voir planche I)

	(calcaire de Reillane	
Aquitanien	(marnes de Viens	
	(calcaire de Vachères	
	(calcaires en plaquettes supérieurs	CP3
	(marnes et grès du Bois d'Asson	
	(calcaires en plaquettes moyens	CP2
Oligocène inf. et moyen	(complexe des marnes à gypse de la mort d'Imbert	
	(encadrant les calcaires en plaquettes intermédiaires	(CP i)
	(calcaires en plaquettes inférieurs	CP 1

Cette nomenclature et cette imprécision dans l'âge exact des formations répondent aux caractères généraux de la sédimentation dans le bassin de Manosque. La sédimentation se caractérise, en effet par une succession de cycles dont la belle régularité est souvent détruite par l'intervention des changements de faciès latéraux. (pl. II) Ces cycles qui s'ouvrent par une sédimentation détritique d'apports terrigènes (marnes et grès) se ferment par une longue période de sédimentation du type chimique en milieu très calme (calcaires en plaquettes) . Ils se succèdent ainsi tout au long de l'Oligocène de bas en haut :

(1° niveau)
- marnes sableuses de la mort d'Imbert ——→ CP intermédiaires

(2 ème niveau)
- marnes rouges et grès sableux ——→ CP 2
- marnes et sables de Passaire ——→ CP 2
- marnes et grès du Bois d'Asson ——→ CP 3, calcaire Vachères
- marnes et grès de Viens ——→ calcaire Reillane

.../....

.../....

Les appellations de " calcaires en plaquettes inférieurs et supérieurs " établies par Messieurs GIGNOUX et MORET laissaient pressentir l'existence de ces cycles. Le terme de CP3 a été créé pour souligner la périodicité dans le dépôt de ces calcaires en plaquettes. L'examen sur le terrain, appuyé par l'étude minéralogique en plaques minces établit leur analogie avec les CP2, CP 1, CP 1. Mais ces cycles peuvent se compliquer par suite des changements latéraux de faciès, au point de cesser d'être repérables. Le déplacement dans l'espace des zones de lithogénèse a une valeur de loi dans ces séries oligocènes (voir planche).

Ainsi de l'E. à l'O. :

les sables et marnes de Passaire passent aux CP2

les marnes et grès du Bois d'Asson passent aux CP2

les CP3 passent aux grès du ravin de Pière Grosse(fausse série du Bois d'Asson).

C'est ce mécanisme des passages de faciès qui nous a fait réunir sous la même accolade : oligocène inférieur et moyen, toutes les formations des CP1 et CP3 et CP2. Tout essai de coupure me parait illusoire Le passage latéral de ces formations à l'Oligocène de la région d'Apt où existent des fossiles caractéristiques avait permis de les synchroniser grossièrement. Mais cette correspondance ne tient pas compte des changements de faciès :

- les grès du ravin de Pière Grosse, considérés comme la prolongation des grès du Bois d'Asson sont en réalité l'équivalent des CP3.
- les calcaires en plaquettes du ravin du Piférat ne correspondent pas aux CP2 du ravin de l'Agasson, mais relaient la série du Bois d'Asson (voir planche II).

.../....

.../....

Comment rapporter à des étages définis le complexe des séries CP2 - CP3 qui s'enchevêtrent dans la région de Saint Martin-Passaire? Seules peuvent être datées les séries continues, bien définies ou encadrées par des niveaux repères :

- calcaire de Reillane - marnes de Viens
- calcaire de Vachères
- complexe des marnes de la Mort d'Imbert (2 niveaux de marnes rouges)
- CP1

La succession des influences laguno-lacustres et lacustres au cours de la sédimentation a été étayée et précisée. Nous avons distingué, en conclusion des études de laboratoire :

- un épisode lagunaire correspondant au dépôt des marnes de la Mort d'Imbert
- une influence saumâtre à la base des CP2
- l'individualisation du caractère lacustre dans les sables et marnes de Passaire et le sommet des CP2
- une influence saumâtre lointaine dans la série du Bois d'Asson,
- le développement exclusif du paysage lacustre franc des CP3 au calcaire de Reillane inclus.

Le milieu parait être généralement réducteur : (le seul milieu oxydant correspond au dépôt des marnes sableuses rouges).

Les mesures de calcimétrie ont encore indiqué, que même dans les phases d'apports terrigènes importants, la sédimentation de type chimique jouait encore un rôle prédominant.

Le style tectonique nous apparait caractérisé par sa simplicité et son originalité. Il est simple, parce qu'exempt de tout accident cassant, s'il est tenu compte des disparitions stratigraphiques et

../...

.../....

des passages de faciès. Il est original par suite des complications locales introduites par le foisonnement du gypse :
(faillettes, d'étirement - cryptodiapirisme) et encore le glissement des panneaux de calcaire au niveau des marnes sous-jacentes.
La structure générale apparait comme une structure coffrée. Un essai de corrélation à grande échelle des faisceaux de lignite exclut tout parallélisme rigoureux entre ceux des mines du Bois d'Asson et de Manosque. (hypertrophie du faisceau du " Toit " dans le TB de Manosque)et montre l'équivalent des couches de la mine de Villemus, dans le TB de Manosque. En ce qui concerne les manifestations solfifères, j'ai mis en évidence l'existence d'une zone continue caractérisée par les phenomènes de réduction du gypse et les preuves d'une ancienne circulation d'huile (planche II). Il a été ainsi précisé :

- la localisation des couches à soufre de la mine de Biabaux (voir planche VI).
- la délimitation de la zone définie
- le mécanisme (?) de l'évolution simultanée du gypse vers H^2S et le soufre et de la matière organique vers le bitume, sous l'action d'une flore bactérienne en cours d'étude.

Les bitumes n'ont pas été étudiés sous l'angle physico-chimique, le problème de leur origine reste entier : la localisation des différents indices actifs et fossiles a fait l'objet d'un essai de relation (voir planche XXXI)

L'importante question des bitumes déborde, d'ailleurs, le cadre de notre travail et sera reprise dans une étude d'ensemble.

STRATIGRAPHIE.

Notre zone de lever correspond au flanc N.W. de l'anticlinal de Volx. Le coeur crétacé de l'anticlinal bien visible dans la cluse du Largue, qui forme le rocher de Volx et les affleurements au SW de Bellevue n'apparait plus au S. de notre secteur. L'axe de la structure grossièrement dirigé E-NE,W-SW, s'ennoie vers l'O. : on voit les niveaux repères des marnes sableuses rouges de la Mort d'Imbert se fermer dans notre secteur, dans la région de la Gipière. La fermeture du périclinal se réalise dans les calcaires en plaquettes moyens+ à l'E. de laCabane. Sur la plus grande partie de notre secteur, ce sont les séries oligocènes qui affleurent, recouvertes en discordance par le Miocène transgressif. Nous n'aurons, donc, à considérer que deux groupes :

1°) l'Oligocène représenté par de puissantes séries laguno-lacustres et lacustres d'une épaisseur approximative de 1.500 m. (voir coupe générale) pl I

2°) le Miocène marin représenté par une série de mollasses avec de rares calcaires organogènes qui forme au N. la cuvette de Forcalquier (épaisseur du Burdigalien : 50-60 mètres).

Les formations oligocènes :

Nous avons précisé dans l'introduction l'absence de repères paléontologiques, et, laissé entrevoir la rareté des repères lithologiques continus. Les seuls horizons continus et faciles à caractériser sont constitués par les niveaux de marnes rouges et les calcaires de Vachères.

+ - ils correspondent aux calcaires en plaquettes supérieurs de MM. GIGNOUX et MORET.

.../....

.../....

Complexe des marnes à gypse de la Mort d'Imbert :

Nous le définirons au toit et au mur par les deux niveaux de marnes sableuses rouges et bleutées facilement repérables par les plaques rouges de FeO entrainées le long des pentes par les eaux de ruissellement (une observation trop rapide leur attribuerait souvent plusieurs mètres de puissance, alors qu'elles affleurent en bancs de l'ordre de 20 à 50 cm.). Nous donnerons, ici, une coupe incomplète du complexe, relevée à 600 m. au SW de Passaire, au N. du sentier :

- marnes à grandes plaques de gypse saccharoïde ..... 8 m.
- marnes gris-bleu 0,20
- marnes sableuses rouges 0,50
- sables gris 1,10
- marnes rouges 0,20
- sables gris 0,80
- marnes gris-bleu 0,70
- grès 0,60
- calcaire marneux à gypse saccharoïde 2,75
- calcaires en plaquettes, feuilletés 9,50
- calcaire en gros bancs, à silex noirs 0,70

alternance de calcaires en plaquettes et de marnes à gypse ?
deuxième niveau de marnes rouges.
calcaires en plaquettes inférieurs.

Cette série se distingue très bien dans le paysage et correspond à une dépression visible de la Mort d'Imbert aux Patatonis, avec fréquemment une topographie de " bad-lands " (marnes à gypse au SW des Patatonis). Le niveau inférieur de marnes rouges n'affleure que sur quelques mètres carrés près de Belair. Le niveau supérieur, bien suivi en position de fermeture du S. de Passaire au flanc E. de la petite colline à l'E. de la Gipière, apparait encore en liaison avec le diapirisme des marnes à gypse sous-jacentes dans le ravin de la Gipière et au S. de la côte 630,5.

.../....

.../....

~~630,5~~. Dans toute cette région troublée par la tendance à l'extrusion des marnes à gypse, les pendages relevés varient rapidement et traduisent des frâsonnements localisés.

Calcaires en plaquettes moyens : CP 2

Ils constituent l'ensemble le plus puissant et le mieux défini de la série Ils se rattachent à 5 structures typiques :

1°) des calcaires en plaquettes proprement dits, en bancs de 3 à 10 cm. à pâte fine, d'aspect très homogène, se débitant suivant des surfaces remarquablement planes. Les diaclases de calcite, les géodes de bitume et les accidents siliceux sont exceptionnels.

2°) des calcaires feuilletés et papyracés qui s'individualisent au sein des premiers avec les mêmes caractéristiques à l'affleurement, mais non dans la mine.

3°) des calcaires " bitumineux " en bancs de 10 à 20 cm., bien différenciés par des imprégnations brunes, régulières grossièrement parallèles au plan de stratification et séparées par des intervalles inégaux.

4°) des calcaires en gros bancs de 0,50 m, à cassure gris noir, se débitant en fragments parallélépipédiques, contenant parfois des géodes avec calcite et bitume oxydé.

5°) des calcaires en plaquettes " gondolés " d'aspect vacuolaire dû à la dissolution du gypse.

Nous avons fixé la base des CP 2 au niveau supérieur des marnes rouges et le sommet aux premiers développements de grès ou de marnes indiquant la série du " Bois d'Asson " en des lieux où aucune confusion ne pouvait être faite (ex. coupe de l'Ocelet) Nous donnerons la coupe relevée du ravin de Marcaud au S. de Passaire (voir coupe P)

.../..

.../....

- complexe de calcaires en plaquettes, calcaires feuilletés avec de rares passées marneuses ..... 90 m
- alternance de calcaires en plaquettes et de calcaires en gros bancs ..... 15 "
  de 0,50 à 0,80 se débitant en parallélépipèdes
- calcaires en plaquettes et finement feuilletés ..... 31 "
- calcaires en gros bancs, noirs, encadrant un épisode ..... 57 "
  de calcaires en plaquettes (une passée ligniteuse)
- dominance des calcaires en plaquettes localement cargneulisés 50 "
  sur les calcaires noirs.
- alternance de marnes sableuses grises à nodules ferrugineux 30 "
  de grès calcaire roux et de calcaires en plaquettes gréseux.
- alternance de calcaires en plaquettes et feuilletés ..... 35 "
- marnes sableuses et grises et calcaires gréseux ..... 46 "
- " cargneules ", brèches et marnes à gypse ..... 15 "
- calcaires gris noir en gros bancs ..... 23 "
- avec deux niveaux à lignite
- calcaires en plaquettes avec " cargneulisation " ..... 10 "
- calcaires en plaquettes " cargneulisés " avec marnes à gypse ..... 49 "
- " cargneules " se développant en bancs puissants ..... 19 "

470 m

Cette série se caractérise nettement par l'encadrement d'une formation marno-sableuse entre :

au toit : une zone de calcaires noirs, en gros bancs et de calcaires en plaquettes

au mur : une zone différenciée par l'aspect "cargneulisé" des calcaires et la présence des marnes à gypse.

Dans la topographie, la série marno-sableuse correspond à la petite dépression sur laquelle s'est installée la ferme de Passaire. L'eau potable lui est fournie par une source s'alimentant dans ces niveaux alors que les eaux d'irrigation chargées de SH^2 lui parviennent des ravins du Pré Gavoi. Les calcaires donnent des crêtes rocailleuses et arides, désertées par la population et semées de ruines.

La distinction des CP 2 et des " marnes et grès du Bois d'Asson" n'est pas malheureusement toujours aussi tranchée que dans le ruisseau

.../....

.../....

de l'Ocelet. Les variations latérales de faciès semblent être la règle dans toutes ces séries oligocènes: il nous a donc fallu suivre les bancs en direction, de façon continue, à travers les taillis. Un premier repère du toit nous était fourni dans l'Ocelet par deux niveaux de silex gris , lenticulaires, se relayant régulièrement dans des calcaires en gros bancs qui encadraient deux niveaux ligniteux. En le suivant vers l'O., nous le voyons disparaitre après 800 m. et les bancs repères faisaient place à des calcaires en plaquettes. Un deuxième exemple incontestable de la variation de faciès s'illustre par le passage des " sables et marnes de Passaire " aux calcaires. Ceux-ci, intercalés sur 35 m dans la coupe que nous donnons ci-dessus, prennent brusquement de l'extension et,à 300 m. vers le SW, il ne reste plus que 10 à 15 m. de marnes et sables qui disparaissent à l'O. dans un faciès généralisé de calcaires en plaquettes.

La série du CP 2 se suit sans grande difficulté du ruisseau de l'Ocelet au ravin de Marcaud. Déjà dans ce ravin, où l'observation est gênée par les éboulis des grès et la végétation, on remarque que de nombreux bancs calcaires s'intercalant entre les niveaux de grès " du Bois d'Asson ":une zone de transition s'individualise. En suivant le niveau de grès en place le plus inférieur de cette série - niveau qui apparait à 200 m. au S. du chemin de St Martin à Dauphin - nous descendons vers le SW à hauteur du signal de St Martin. La direction tourne alors brusquement et file vers le S., puis,de nouveau, tourne à angle droit et vient passer au niveau de la Source sulfureuse de St Martin. A partir de ce même banc de grès, du même point de départ, qu'observons nous en descendant vers la dépression du Pré Gavoi : une alternance de calcaires en plaquettes typiques, de calcaires cargneulisés, de marnes

.../...

.../....

à gypse, puis le calcaire noir à gros bancs.

Remontons, ensuite, la route de Lincel à St Martin, à partir du lacet de la route. Nous observons à la suite de Messieurs GIGNOUX et MORET :

-1°) Grès jaunes.

-2°) Calcaires en plaquettes avec niveaux cargneulisés, intercalations de marnes à gypse, couches de lignite, soufre.

-3°) Marnes, calcaires en plaquettes et quelques bancs de grès formant la dépression au S. de la Source.

-4°) Calcaires en gros bancs, noirs du Pré Juré.

La formation 4 se rattache, sans aucun doute, aux CP 2. Les causes suivantes nous obligent à rattacher la formation 3, partie au sommet des CP 2, partie à la base des " marnes et grès du Bois d'Asson ":

- le dernier banc de grès, suivi en direction, nous a conduit à la source sulfureuse.
- les calcaires en plaquettes du sommet des CP 2 s'enrichissent en marnes à gypse et passent, sans limite tranchée, à la "série du Bois d'Asson" au SW de Marcaud (la coupe du TB Arestein de la mine de Biabaux nous a révélé le faciès de marnes gypseuses de cette série).

La formation 2 correspond à une variation latérale de faciès du " Bois d'Asson " que nous avons amené, bien repéré par les bancs de grès imprégnés. Nous tenterons de prouver que la série 1 correspond aux grès intercalés dans les CP 3.

Les formations 4,3,2, se suivent de nouveau très bien et amorcent la fermeture du périclinal. Le niveau 3 de marnes et de grès se raccorde par la région de la Cabane, à celui qui a été amené du S. par notre camarade. On a ainsi l'image de la base de la série du " Bois d'Asson "

.../....

.../....

Les calcaires en plaquettes de la série 2 apparaissent encore dans le ravin du Piférat avec un enrichissement souligné de la teneur calcaire Mais - et ceci témoignera de leur relation avec la série du " Bois d' Asson ", on distingue dans le cours du ravin grossièrement parallèle à la direction des couches :

- plusieurs niveaux ligniteux.
- des calcaires imprégnés avec du bitume liquide
- des sources d'eaux chargées de H^2S (notamment à hauteur du coude de la route 513,3).

Frappant un de ces calcaires asphaltiques, nous avons découvert à l'intérieur d'une géode, du soufre pulvérulent et de fines paillettes de gypse. La trilogie soufre-gypse-hydrocarbure n'était plus pour nous une association livresque.

Retenons le fait que la "série du Bois d'Asson " passe latéralement aux calcaires considérés et nommés comme " calcaires en plaquettes supérieurs " par tous les auteurs de travaux sur la région. Notons encore que les sources sulfureuses du Pré Gavoi, de St Martin et du Piférat, les indices de soufre du Piférat, se rattachent à la"série du Bois d'Asson " et à son équivalent: voir pl II .

Flore et faune :

C'est un caractère commun à tous ces calcaires que leur pauvreté en fossiles : absence totale d'Helix, Limnée ou Planorbe. Par contre, dans le ravin du Piférat, à hauteur du pont à l'O. de 591,0 se trouve une dalle littéralement bourrée de Potamides. Un peu plus bas dans la série, nous avons découvert un gisement à plantes : calcaire pétri ~~de~~ de belles feuilles de Laurier. Nous localiserons encore un riche gisement à poissons bien conservés, au mur immédiat des sables de Passaire,

.../...

.../....

dans un calcaire finement feuilleté, diaclasé, qui passe à un calcaire " cargneulisé ". Il se situe à 100 m. au SW de la ferme, à l'angle du chemin qui conduit à Patatonis.

Marnes et grès du " Bois d'Asson ".

Individualisée par Messieurs GIGNOUX et MORET, cette série se définit par son alternance de grès grossiers (en bancs de 30 à 60 cm) de véritables microconglomérats à galets de quartz de 7 à 8 mm de diamètre, et de marnes. Elle correspond à une topographie chaotique avec de nombreux éboulements de grès (voir zone au S. de Marcaud) et des bancs dérangés. De nombreuses sources à débit très faible, nul en été, s'y alimentent. Mais ici encore, cet ensemble est susceptible de variations de puissance et de faciès, au point de n'être plus repérable

1°) Leur maximum de développement se situe sur la route de Volx où on voit les grès monter à l'assaut de la colline, en bancs " ressortant comme des murs " (GIGNOUX) La structure des grès devient de plus en plus grossière vers le NE. Puis ils disparaissent rapidement pour passer aux conglomérats qui ravinent l'Urgonien. Le passage :
calcaires en plaquettes moyens (CP 2) - grès - grès de plus en plus grossiers - conglomérats : n'y a t-il pas là une belle illustration de ces schémas paléogéographiques que Monsieur Schneegans évoquait si souvent dans ses cours. Leur puissance totale : 200 m à l'Ocelet, passe à 300 m. d'après la coupe de la mine de Biabaux. (Cette puissance a été reconnue à l'E. du ravin des Charbonniers).

2°) L'élément calcaire peut y prendre une grande extension, comme dans la coupe de l'Ocelet, où, sur 200 m. de puissance, la moitié correspond

.../....

.../....

à des calcaires feuilletés typiques et la calcimétrie indique que les grès eux-mêmes sont essentiellement des calcaires gréseux.

3°) Les calcaires en plaquettes et les marnes à gypse se développent brusquement au détriment des grès et réciproquement. Nous rappellerons ici la coupe relevée en descendant du chemin St Martin-Dauphin vers le Pré Gavoi :

- grès roux et calcaires en plaquettes sableux avec niveau de grès imprégné 11
- calcaires en plaquettes - calcaire sableux 8
- calcaires en plaquettes avec marnes à petites gypses 2,10
- calcaires en plaquettes à niveaux " cargneulisés "
- grès jaunes
- calcaires en plaquettes " cargneulisés " avec marnes à gypse.

Cette coupe, relevée avec continuité, qui montre la prédominance écrasante des faciès calcaréo-marneux est à rapprocher de la coupe de la colline de Biabaux. Les travers bancs d'Arestein et de Biabaux nous donnent la succession suivante : voir coupe de la mine (coupe XXXI

-faisceau solfifère
-calcaires à gypse
-zone à lignite
-zone des indices liquides
-ensemble non caractérisé avec poudingues
-calcaires marneux, schistes charbonneux
-alternance de calcaires rouges et marnes gypseuses
-avec deux couches à nodules de soufre
-marnes avec rares intercalations de calcaires bitumineux
- zone de marnes brouillées
-calcaire bitumineux et charbonneux
(3 couches à lignite gras - eau sulfureuse)
-marnes argileuses feuilletées
-calcaires feuilletés - calcaires durs - calcaires schisteux
(3 couches à lignite).

L'absence des grès amenait Monsieur GIGNOUX à conclure à une grande faille oblique. Nous signalerons d'abord que les pendages mentionnés dans la coupe du TB Arestein sont réguliers et concordants sur une distance de 280 m. à partir de la terminaison du TB (la concordance se poursuivant avec ceux du TB de Biabaux : voir coupe de la mine), sans

.../...

.../....

ajouter les 50 m. de calcaires marneux à gypse du TB de Biabaux, ceci correspond à une puissance de 240 m. La faille qui passerait par la zone brouillée éliminerait d'autre part les 200 à 250 m de la série marno-gréseuse à lignites. La puissance de la série du Bois d'Asson serait alors de 500 à 550 mètres. Qu'observons-nous à l'affleurement dans cette zone (voir carte avec relevé du TB)? Alors que les grès sont développés en bancs puissants sur 150 m, à une distance de 300 m. à l'E. du ravin des Charbonniers, on les voit se réduire à 40-50 m, à 100 m. à l'E. avec de nombreuses intercalations de niveaux de calcaires en plaquettes, puis à une vingtaine de mètres dans le ravin lui-même. Nous ne pensons pas qu'ils soient cachés par l'éboulis. Le fait que le TB ne mentionne pas leur présence nous autorise donc à conclure à une faille, mais une faille d'importance réduite. Le fait essentiel reste pour nous une nouvelle manifestation du passage grès-marnes (pl II)

La série du " Bois d'Asson " se suit ensuite grâce à ces fils conducteurs que sont les niveaux de grès isolés : elle encadre la ferme de Marcaud pour venir se raccorder aux calcaires en plaquettes de Castelas. De l'O. à l'E., la série s'appauvrit en éléments gréseux et s'enrichit en marnes gypseuses et en calcaires, d'une manière générale.

Faune : Aucun fossile n'y a été découvert.

Calcaires en plaquettes supérieurs. CP 3

CP 3 Sous cette appellation, nous avons groupé les schistes bitumineux et les calcschistes supérieurs de Monsieur GIGNOUX. La limite supérieure, formée par le calcaire de Vachères, est nette, la limite inférieure a été placée arbitrairement aux premiers niveaux de grès

.../....

.../....

reconnus dans la série du " Bois d'Asson ". C'est la structure de ces formations et le souci de les distinguer de " Vachères " d'une part, des marnes et grès du " Bois d'Asson " d'autre part, qui nous ont guidé dans ce choix. Rien ne les différendie, en effet, à l'oeil nu ou à la loupe, des CP 2, si ce n'est la teinte bleutée des " schistes bitumineux " de la cluse de Largue.

Vachères. Il est caractérisé, dans la topographie, par son allure de murs verticaux (les Granges) ou de corniches (Villemus) C'est un calcaire en gros bancs, à pâte fine, vacuolaire, à Planorbes et à Limnées avec de nombreuses géodes de bitume et de fréquents accidents siliceux, alternant avec un calcaire se débitant en éclats, déchiquetés, gris blanc, bourré des mêmes organismes. Les intercalations marneuses sont rares.

L'étude détaillée de ces deux séries sera faite ultérieurement. Nous donnerons, cependant, la coupe du Signal de St Martin (figure V) (faite du N. des Coupiers au S. du chemin de St Martin-Dauphin).

calcaire de Vachères typique	80 m.
interruption de la coupe ; bancs annonçant le faciès de Vachères et calcaires en plaquettes	?
calcaires en plaquettes, à niveaux d'imprégnation soulignés et calcaire gris clair, blanc, à taches de FeO, vacuolaire épisode gréseux de 1 m. en deux bancs calcaire feuilleté	35
niveau gréseux	1
calcaire marron, à pâte fine, vacuolaire	25
calcaires en plaquettes, feuilletés avec niveau à gypse	45
alternance de calcaires en plaquettes, calcaire feuilleté marnes gris-noir, calcaire blanc azoique	33
calcaire bitumineux compact, gris-noir, en gros bancs	7

.../...

.../....

alternance de calcaires en plaquettes, calcaire feuilleté (
calcaire " cargneulisé ", gondolé, à gypse (4 niveaux))
2 niveaux à silex noirs (28
calcaire à belles géodes de calcite jaune et blanche)
plus bitume (
grès du Bois d'Asson)

Les niveaux de grès ferrugineux, grossiers, accusent le même phénomène de torsion que les grès du " Bois d'Asson ", même direction vers le S., même rebroussement violent immédiatement au N. de Castelas. Notons qu'au Signal de St Martin, ces grès augmentent de puissance et le nombre de niveaux passe à 4. A 200 m. au SE du village, des marnes sableuses grises commencent à s'intercaler. En suivant toujours les couches en direction, on arrive aux grès jaunes signalés par Monsieur GIGNOUX (série 1 de la coupe de la route de Lincel à St Martin - voir page : 18) Ces grès, encore isolés dans les CP 3, se developpent au SW des Granges, en bancs puissants. Après la traversée du ruisseau du Piférat, la réduction de l'élément calcaire est presque totale : sur une distance de 1 km., par une transition graduelle, la partie supérieure des CP 3 est passéé à un ensemble de grès et marnes qui ne correspondent donc pas à la série du " Bois d'Asson " au sens original de l'expression.

Marnes de Viens : Elles sont bien représentées sur le flanc S. de l'anticlinal dans la carrière de Manosque, au toit d'un calcaire à Limnées et à Planorbes, par des marnes grises et vertes avec 4 couches de lignite. Sur notre secteur, elles se traduisent par des calcaires marneux blancs, des marnes et des grès. Les faciès rouges n'apparaissent qu'au SW de Villemus. Généralement masquées par les éboulis du calcaire de Vachères, les glissements des séries calcaires supérieurs, réduites

.../...

.../....

pour des causes tectoniques, les affleurements sont localisés et restreints (ex. S. de la ferme Le Saye - col de Peyroué - amont du ravin des Plaines). Leur direction est,néammoins,bien jalonnée de Le Saye au S. de Villemus. Elles correspondent à la première zone importante des cultures et à une ligne de sources à fort débit (ex. La Colle). Nous n'y avons trouvé aucun fossile.

Calcaire de Reillane. Il forme ces gros bancs de calcaire gris blanc qui pourraient rappeler le calcaire de Vachères. Il s'en différencie toutefois par :

l'abondance réduite des Planorbes et Limnées.
une texture graveleuse, rarement grumeleuse
l'absence de geodes de bitume.

Nous l'avons ainsi caractérisé faiblement discordant sous le conglomérat à galets verts le long de la route de Lincel à St Martin, sur une puissance de 25 mètres. Il forme la petite falaise qui domine le Largue, à 800 m. à l'O. de Biabaux, puis on le retrouve à 800 m. de-là vers le SW où il donne une corniche abrupte surplombant le Largue qui l'a entaillé. Plongeant vers le SW, il disparait sur le Burdigalien inf au NW de Dumaine. C'est alors la mollasse qui constitue le mur qui domine le Largue au N. de Pré de l'Isole.
Il ne réapparaitra qu'au S. de Villemus, sous un faciès différent, traduit par l'abondance des silex rognonneux.

La série miocène:Burdigalien :

Débutant par un conglomérat repère de silex noirs, à patine verte (glauconieuse), il est en gros constitué :

1°) de marnes sableuses jaunes ou bleues avec des intercalations de

../...

.../....

grès sableux à Pecten (grue) scabriusculus.

2°) de grès calcaires très durs, compacts et de calcaire organogène blanc bleuté.

~~(d'un conglomerat de base.)~~ Nous avons fait correspondre la série 1 et 2 au Burdigalien inférieur et supérieur.

Nous donnons la coupe relevée à Dumaine :

Burdigalien supérieur	grès calcaire compact	7,50
	grès avec intercalation de marnes sableuses	9
	grès calcaire rognonneux	1
	calcaire organogène diaclasé	6,40
	marnes	0,10
	calcaire organogène	1,50
	marnes en plaquettes	0,25
	calcaire organogène	0,80
Burdig. inférieur	grès à Pecten	5
	marnes sableuses	5
	grès diaclasé	1
	marnes sableuses, jaunes, avec poupées calcaire	3,30
	grès glauconieux	0,50
	grès fin, en miches	0,80
	marnes sableuses jaunes	6,50
	grès à Pecten	0,80
	marnes sableuses jaunes et gris bleu	7
→	conglomerat de base	
		55,75

Le Burdigalien supérieur forme la patite corniche qui domine le Largue. D'une manière générale, il correspond à la dernière ligne de collines qui enveloppent l'anticlinal de Volx. Le Burdigalien inférieur donne un relief aux lignes molles. C'est le fief des sources, des cultures où se concentre la vie.

ETUDE MINERALOGIQUE ET MICROPALEONTOLOGIQUE DES CALCAIRES OLIGOCENES. ‡

CP 2 -

Accuser le caractère saumâtre de ces calcaires en plaquettes moyens (caractère reconnu par le développement du gypse, la présence de Potamides), y découvrir des organismes marins, prêtant à moins d'ambiguité que les Potamides, tel a été le but d'une étude qui a porté sur 60 plaques minces. Les échantillons avaient été prélevés dans la grande coupe de Passaire (voir carte) et le ravin de la Thomassine.

Pétrographie :

D'une manière générale, ces calcaires sont très finement ou non détritiques. Leur texture répond à trois types principaux, classés par ordre de fréquence :

- type microgrenu, homogène, où les éléments de quartz clastiques sont flottés (dimension moyenne : 0 mm,04 - dimensions limites : 0 mm,015 - 0 mm,11).
- type grumeleux : avec tous les passages au type floconneux, très souvent des plages microgrenues s'individualisent.
- type graveleux : un ciment de calcite grenue, se développant en plages élevées, englobe de très nombreuses gravelles et d'abondants grains de quartz, anguleux ou subarrondés. Il y a une relation entre la dimension des gravelles et celle des quartz (d : 0mm,025 à 0mm,22). Ce type nous conduit au type détritique franc, plutot exceptionnel dans la série Dans ce cas, les quartz témoignent d'actions de corrosion et d'altération très nettes : la calcite du ciment les pénètre sous forme de rentrants et épouse des contours dentelés. Parallèlement, les quartz de

‡ - les photos de plaques minces correspondant à des textures types sont présentées sur les planches: XI à XVII

.../...

.../...

néogénèse : quartzine, se développent. De nombreuses paillettes de muscovite, de rares feldspaths altérés : orthose et oligoclase s'ajoutent aux quartz. L'absence de quartz enrichis secondairement et recristallisé nous éloigne de toute influence éolienne qui aurait pu être envisagée sur les bords d'une lagune.

Le développement de gypse et d'anhydrite correspond aux observations faites sur le terrain. Il s'agit de minéraux d'épigénie du calcaire, laissant en leur centre des témoins de calcaire. L'anhydrite a été assez fréquemment observée, en grandes plages irrégulières, parfois en voie de silicification. Le gypse est moins abondant, mais de nombreux vides semblent correspondre à sa dissolution.

- En relation avec les calcaires détritiques apparait la glauconie, en grains arrondis, rarement anguleux, sans marque d'altération ferrugineuse. Quelles est l'origine de cette glauconie? Aucun critère de forme ou de couleur ne la différencie de la glauconie de néogénèse. Seuls :

- l'absence de formes décrites par L. CAYEU.
- l'absence de remplissage des organismes.
- son rapport avec l'abondance des apports détritiques.
- la dimension de ses grains voisine de celle des quartz.
- sa rareté relative (7 à 8 grains au maximum dans une plaque mince)

témoignent en faveur de la glauconie remaniée. Sa source pourrait se trouver dans les sables du Cénomanien mis à contribution pendant l'érosion de la paléochaine de Volx.

- D'une manière générale, la pyrite est très rare et la limonite limite sa présence aux calcaires gréseux et aux marnes sableuses de Passaire.

Micropaléontologie :

Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

1°) absence de Planorbes et Limnées et de débris de tests de Gastropodes

2°) découverte dans la zone supérieure d'embryons de Gastropodes, ≠

.../....

.../....

à test très mince, dans la zone moyenne de petits Gastropodes indéterminés emplis de bitume.

3°) fréquence de niveaux riches en Characées, représentées essentiellement par des tiges à tubes corticants bien conservés. Leur développement maxima se place au toit des sables et " marnes de Passaire ". Elles sont en liaison avec la texture grumeleuse.

4°) développement des Ostracodes-indéterminables-tout au long de la série.

5°) découverte d'un Foraminifère du genre Bigenirina dans un calcaire détritique, d'un débris d'Orbitoline coexistant avec un Ostracode.

6°) découverte de très nombreux spicules d'éponges que Monsieur DEFLANDRE a caractérisé comme des éponges marines., à la base des CP 2. Ces spicules sont sphériques avec un nombre de rayons variant entre 8 et 9 D'autres sections rectangulaires montrent la trace du canal axial. La structure a été effacée par leur recristallisation en calcite : la silice organique libérée s'est transformée en silice minérale pour épigéniser des Ostracodes visibles dans la même plaque.

Le Foraminifère isolé présente peu de valeur, bien qu'il n'apparaisse pas roulé. Par contre, la présence d'éponges marines, le développement réduit des Chara, l'abondance du gypse, témoignent d'influences lagunaires dans la partie inférieure des CP 2. Le faciès lacustre d'eau douce s'individualise ensuite rapidement.

CP 3 :

Leur texture se différencie de celle des CP 2 par la predominance des types grumeleux, et floconneux finement détritiques (dimension du quartz de 0mm,02 à 0mm,05). Le calcaire de Vachères s'individualise par l'exclu-

.../....

.../....

sivité du type grumeleux avec un développement continu des Chara à différents stades de recristallisation (voir croquis), des Planorbes,Limnées et des Ostracodes avec de belles sections recristallisées et de nombreux débris de valves. Les CP 3 répondent plus frequemment aux textures floconneuses et microgrenues ainsi qu'en temoigne une comparaison d'échantillons venant de la cluse du Largue et du Signal de St Martin. De grandes plages de calcite grenue se développent dans une structure rubannée, soulignée par un alignement grossier de débris d'Ostracodes et d'Algues filamenteuses et de fines bandes de bitume. La pyrite, rare sur le flanc N. de l'anticlinal, est très abondante dans les CP 3 de la mine de Gaude, en liaison avec des trainées charbonneuses (signalons déjà le développement régulier des couches de lignite dans cette série).

Les microorganismes, moins abondants que dans le calcaire de Vachères, ont un développement vertical beaucoup plus irrégulier : Chara et Ostracodes n'apparaissent plus en liaison et les Chara notamment diminuent de frequence. Nous nous étendrons sur la description de deux calcaires à concrétions provenant, l'un de la Mine de Manosque, l'autre du Signal de St Martin.

Calcaire à concrétions : (voir ~~dessin ci-joint~~ pl XV).

Dans un fond grumeleux à Ostracodes et Characées apparaissent de nombreuses concrétions. Leur forme est variable :

- sphérique ou ovoïde avec une structure oolithique typique : couches corticales concentriques et stries radiales.
- structure résultant d'un concrétionnement simultané autour de deux nuclei assez frequente

a - forme concrétionnée typique résultant d'un développement autour de

.../...

.../....

n nucléi (n variant de 4 à 15).

- forme avec une extension latérale considérable, sans rapport visible avec le nucléi, cette extension prenant un développement considérable à aspect de loges de Nodosaria.

- forme fusiforme à structure concentrique, sans nucléi apparent.

Les nucléi, bien visibles en général, sont constitués par des tiges de Chara, rarement bien représentées avec tous leurs tubes corticants. Dans la forme a, les nucléi sont représentés par la coexistance de deux Chara, a avec ou sans leurs tubes corticants et de nombreux tubes isolés, ainsi que de graines. Bien que certaines rares concrétions montrent des terminaisons brusques avec interruption des raies concentriques, nous ne pensons pas à un remaniement. Il s'agirait d'un phénomène régulier, réalisé en place dans les eaux agitées du lac, au voisinage de sources.

Nous avons retrouvé plusieurs concrétions sphériques, à structure concentrique et radiée, formée autour de tiges de Chara dans la coupe du Signal de St Martin et donnant le phénomène de la Croix Noire. Elles présentent les caractères de l'aragonite pisolithique.

Conclusion :

Ces deux formations, que nous ne séparerons pas, marquent la fin des dernières influences saumâtres correspondant aux dépots de marnes à gypse du " Bois d'Asson " et caractérisent une sédimentation lacustre d'eau douce, accusée par la présence de concrétions analogues à celles qui se forment, de nos jours, dans les lacs américains.

Calcaire de Reillane :

Il répond assez bien au type de calcaire conglomeré intraformationnel défini par L. CAYEU.

Dans un fond de calcaire grumeleux, très finement détritique ou non

.../....

.../....

coexistent des gravelles à contours flous en voie de différenciation et des microgalets arrondis, a pâte fine. Les limites de ces derniers sont franches, soulignees d'un mince liseré de calcite de recristallisation ou d'un liseré noir. De couleur différente des vrais gravelles, ils montrent une tendance à la structure vaguement concentrique avec des teintes plus pâles au centre. De grandes plages anguleuses de calcite secondaire à grande maille, se développent irrégulièrement avec des ramifications dans tous les sens.

Le gypse et la pyrite sont absents, les grains de limonite fréquents en liaison avec les plages propres de calcite. Nous avons retrouvé quelques grains de glauconie dans une plaque mince : parallèlement, le fond s'est enrichi en quartz clastiques de toute taille (d : 0mm,02 - 0mm2) Son origine détritique est certaine.

Les Chara ralentissent leur développement : (nous ne les avons retrouvées qu'à la base).L'abondance des Ostracodes, des fragments de tests et des sections de Planorbes et d'embryons de Gastéropodes témoignent de la persistance du paysage lacustre, sans aucune trace d'influence lagunaire. Dans le fond du lac, succédant aux apports détritiques représentés par les " marnes de Viens ", les boues calcaires très fines se déposent de nouveau à travers des eaux peu profondes.

Dans la reconstitution des paysages oligocènes, nous distinguons les stades suivants :

1°) une lagune avec phénomènes d'évaporation intense correspondant au dépot des marnes à gypse et des marnes rouges de la Mort d'Imbert

2°) une influence saumâtre certaine dans la base des CP 2

3°) un lac d'eau douce correspondant au dépot des sables et marnes de

.../...

.../....

Passaire et aux CP 2 supérieurs.

4°) un lac d'eau douce avec influence saumâtre lointaine correspondant aux marnes à gypse du " Bois d'Asson " et à la base des CP 3.

5°) un lac d'eau douce à caractère franc correspondant à tous les dépôts postérieurs.

ETUDE DU CALCAIRE ORGANOGENE BURDIGALIEN +

Nous l'avons particulièrement etudié en plaques minces.
Un ciment de calcite grenue, propre, se développant parfois en plages clivées, y englobe de gros éléments détritiques dispersés et de nombreux organismes. Les apports détritiques sont constitués par :
des quartz assez mal calibrés (d : 0mm,1 - 0mm,8)
des feldspaths altérés : orthose - microcline en grands éléments
(absence de plagioclases calciques)
des galets de silex

Parallèlement à la corrosion des quartz et la dégradation chimique de l'orthose, se différencient de grandes géodes de calcédonite trouant les Bryozaires et les Algues. Ces phénomènes de silicification secondaire sont caractéristiques de ce niveau. Notre camarade, J. TERRADOT, qui étudie en détail le Burdigalien les a retrouvés dans les calcaires de Lincel, Biabaux, St Maime. La glauconie, presque toujours altérée en limonite, épigénise les loges des Bryozaires et souligne le réseau des plaques d'Echinodermes. La microflore et la microfaune groupent :
- de grandes Lithothamniées
- des Bryozaires qui forment le fond de la roche
- des plaques et radioles d'oursins
- de nombreux petits Foraminifères se rattachant aux familles suivantes : Lagenidae (Lagena - Dentalina - Nodosaria) Nonnionidae - Miliolidae - Rotalidae - Globigerinidae - Nummulitidae (Assiline)

L'étude en plaque mince nous permet tout au plus de caractériser les familles, par le mode d'enroulement, l'agencement des loges, la forme du proloculum. Une étude détaillée de cette microfaune, après lavage des

+ planche XVI

.../...

.../....

marnes sous-jacentes, est en cours.

De tous les essais de calcimétrie, la teneur en CO3Ca de ce calcaire s'est révélée supérieure à celle de tous les calcaires oligocènes.

LES CORTEGES DE MINERAUX LOURDS DE L'OLIGOCENE MOYEN, SUPERIEUR ET DU BURDIGALIEN.

Notre étude a porté sur les sables de Passaire, les grès du " Bois d'Asson ", les grès intercalés dans les CP 3 et la mollasse burdigalienne. Ces " grès " étant, la plupart du temps, des calcaires gréseux, las séparations ont été faites après décalcification à chaud. Le rapport quantitatif des minéraux en présence a été fait selon la méthode d'Edelmann : comptage de 150 minéraux et calcul du % des espèces. Les micas et chlorites n'ont pas été comptés, mais seulement signalés, en raison de leur facilité de clivage.

Présentation des résultats ;

Afin de rendre plus visibles les comparaisons, nous avons groupé les minéraux en :

- 1°) minéraux de métamorphisme (en bleu)
- 2°) " de roches plutoniques normales (en vert)
- 3°) " de granulites et pegmatites (en rose)
- 4°) " accessoires banaux (en orangé)

Des rectangles de 2 mm de largeur et dont la longueur est de 1 mm par 1% représentent la fréquence des minéraux, toujours à la même place sur le graphique.

Résultats : (voir planches XIX à XXIV)

Un résultat suggestif souligne la différence du matériel mis à contribution par les torrents descendants dans le lac oligocène et la mer miocène.

Le cortège de l'oligocène groupe, en effet : (pl XIX)

- le disthène - la staurotide - le grenat - la glaucophane
- la tourmaline (avec des tourmalines bleues) et les minéraux accessoires sans grande signification : zircon, rutile, anatase. .../...

.../....

Le cortège miocène s'en différencie : (pl XIX)

- par la présence d'amphiboles : trémolite - hornblende
- par la présence d'épidotes avec toute la gamme : zoïsite-clinozoïsite-épidote.
- par la présence de pyroxènes : augite.
- par l'absence d'andicolite
- par l'altération ferrugineuse des cassures du disthène

Aucune forme ou inclusion particulière ne s'ajoute à ces minéraux.

Essai de distinction dans la série oligocène (flanc N.) ;

Les sables de Passaire (pl XX) se différencient des grès du " Bois d'Asson " par l'absence de disthène, mais surtout la présence de glaucophane, minéral que nous ne retrouverons que dans le Burdigalien. Notre camarade GARREAU qui a fait une étude poussée des minéraux lourds des marnes de Viens, ne l'a pas retrouvé vers le NE. Ce fait pourrait être en rapport avec les stades préliminaires du plissement alpin et la remontée d'une érosion attaquant un materiel légèrement différent. Aucune corrélation latérale quantitative ne peut être dégagée à l'intérieur des CP 3 : tantôt, le zircon, tantôt, le grenat et la staurotide dominent (voir figures XXI), en relation certaine avec la granulométrie.

Variations locales du cortège miocène :

Il présente dans l'ensemble une constance verticale remarquable, mais, des variations laterales sensibles. Ainsi : plusieurs montages faits dans la mollasse de Villemus correspondent au même graphique qu'une trentaine de montages du Burdigalien de Volx.

- : dominance nette des épidotes sur le grenat

(voir figures XXII)

.../....

.../....

Par contre, le Burdigalien de Biabaux, de Lincel et de Dumaine est nettement marqué par une réduction massive des épidotes, l'abondance relative des staurotide et zircon, la dominance des grenats.
(voir figures XXIV).

Degré d'usure :

Généralement, les mineraux lourds de l'Oligocène moyen et du Burdigalien se présentent sous des formes cristallines et anguleuses. Dans l'Oligocène moyen où certains de ces minéraux sont de grande taille, ce fait témoigne de leur origine dans une arène et d'un transport réduit. Leur origine, à partir de grès remaniés est peu probable : il en va tout autrement pour les minéraux lourds de "Viens", fréquemment arrondis.

Cette étude incomplète et insuffisante ne prendrait de signification que dans l'étude généralisée des deux flancs de l'anticlinal. Il resterait, alors, à étendre systématiquement l'étude vers l'E. et le SE. On disposerait, alors, d'autant de relais qui nous orienteraient vers l'origine du matériel : Maures, Estérel ou Alpes pendant l'Oligocène, Alpes au Miocène.

IDEE SUR LE MODE DE TRANSPORT DONNEE PAR LA GRANULOMETRIE ET LA MORPHOSCOPIE.

Granulométrie :

Elle nous indique un très mauvais classement des grès oligocènes de la serie du " Bois d'Asson ", avec plusieurs maxima, dans une gamme où toutes les tailles sont représentées.
~~(voir courbes~~).

La granulométrie d'un rare sable grossier du Burdigalien fournit un exemple de sable encore assez mal classé (~~voir courbe~~). Ceci n'a,

.../...

.../....

d'ailleurs, rien d'étonnant : un sable de plage se caractérisant par l'alternance de couches bien et mal classées. Dans l'ensemble, les " mollasses " correspondent à des sables très fins.

Morphoscopie :

Cette méthode ne prend toute sa valeur qu'en rapport avec la granulométrie : les caractères définis par A. CAILLEUX s'appliquent, avant tout à des grains assez gros, doués d'une forte énergie cinétique. Le caractère NON-LUISE est exclusivement développé dans les séries o ligocènes moyen. Les quartz gardent leur caractère gris terne, en rapport avec celui de l'arène d'origine. Le caractère EMOUSSE-LUISANT ne commence à avoir de valeur que dans les sables plus grossiers du Burdigalien :

exemples montrant l'individualisation du caractère E-L. avec la granulométrie

-1° - sable fin	tamis 120 (série Tyler)	EL	= 1 à 2%
		NU	= 98% à éclat limpide
	tamis 180	NU	=100% - - -
-2° - sable grossier	tamis 65	EL	= 28%
		NU	= 72%
	tamis 120	NU	=100% à éclat limpide
	tamis 180	NU	=100%

Le faciès marin s'individualise du faciès lacustre:

- par le caractère brillant et limpide des quartz.
- par la présence de rares émoussés-luisants.

IDEE DONNEE PAR LA CALCIMETRIE SUR LES CONDITIONS DE DEPOT.

Les résultats nous indiquent :

1°) l'importance de la sédimentation calcaire dans les " grès " du " Bois d'Asson " et la mollasse burdigalienne.

.../...

.../.....

2°) le calcaire de Vachères ne correspond pas à une teneur plus élevée en CO^3Ca que de nombreux gros bancs intercalés dans la série des CP 2 ou CP 3. (les teneurs s'échelonnent entre 85 et 90%).

3°) c'est le calcaire organogène burdigalien qui réalise la plus forte teneur en CO^3 Ca (94-95%).

.../....

ETUDE DES ACCIDENTS SILICEUX.

Dans les séries oligocènes :

Peu fréquents dans la série des CP 2 (voir coupe des CP 2) , exceptionnels dans les CP 3, ils ne se développent massivement qu'au toit du calcaire de Vachères, des Granges à Villemus. L'étude pétrographique fait préciser leur caractère de chailles :

1°) certains sont presque complètement silicifiés, avec une épigénie qui a respecté la texture initiale du calcaire en voie de consolidation : les géodes de quartz fibreux ont respecté la forme des anciennes plages de calcite grenue. Les témoins calcaires sont localisés au centre des géodes.

2°) la plupart sont, en effet, des calcaires avec de très nombreux foyers de silicification à développements irréguliers : tous les Ostracodes, les sections de Planorbes sont épigénisés.

3°) les phénomènes locaux de silicification sont très fréquents dans les calcaires.

Dans les séries miocènes :

" Silex " noirs du conglomérat de base :

Certains ont une structure litée. D'autres sont parfois perforés dans toute leur masse par de nombreux trous, de sections bien sphériques emplis de calcaire pur avec de nombreux spicules. Il pourrait s'agir de spongiaires du Crétacé supérieur ?

D'une manière generale, en dehors des accidents locaux déjà signalés où la source de la silice est évidente, le développement des silex est sans rapport avec les quartz corrodés ou altérés et les microorganismes siliceux. L'absence de Diatomées nous ferait penser à une origine mi-

.../...

.../....

nérale de la silice : celle-ci, faiblement soluble dans l'eau, aurait été précipitée sur le fond du lac sous l'influence de la matière organique.

La silice de néoformation est généralement représentée

- dans l'Oligocène : par de la quartzine
- dans le Miocène : par la calcédonite

L'opale globulaire n'a été retrouvée que dans un échantillon du calcaire de Vachères. Les accidents siliceux sont contemporains de la fin de la consolidation du sédiment : le rubannement conservé de la matière organique, le respect de la texture par l'épigénie en témoignent

ETUDE DE L'ENSEMBLE CALCAIRE DE VACHERES -CP 3 DANS LE CADRE DU"LAC DE MANOSQUE."

Avant d'aborder l'ensemble, nous déterminerons rapidement les caractères généraux des calcaires de Vachères et CP 3.

Calcaire de Vachères :

Variation de puissance :

Absent ou peu développé (peut-être un calcaire gris blanc, gréseux à niveaux de silex marron, peut-il lui être rapporté) au N. de la Mine du "Bois d'Asson ", le calcaire de Vachères se développe vers l'O. : 120 m. à l'Ocelet - 200 m. à Biabaux - 220 m. à St Martin pour se réduire sensiblement au SW de Villemus : en même temps que sa puissance est limitée à 105 m., les grès se développent.(Voir coupes pl IV V VII VIII ~~A, B, D, E, F~~) Sur le flanc S., sa puissance évaluée dans les coupes du ravin de la Tuilerie et du TB de la mine de Gaude paraît-être de 150 m. (pl. X, IX.) L'intercalation d'une zone marneuse de 60 m de puissance aux Granges (pl IV) entre deux puissants niveaux de calcaire en gros bancs, riches en Limnées et Planorbes, se retrouve dans le ravin de l'Ocelet (pl VII). Sur le flanc S de l'anticlinal, cette distinction cesse d'être nette : des bancs de calcaire compact, à faciès typique, alternent régulièrement avec des marnes et des calcaires marneux.

Accidents siliceux :

D'une manière générale, exceptionnels dans les CP 3, ils se développent dans " Vachères " Leur extension est de plus en plus marquée vers l'O: rares dans le ravin de l'Ocelet, fréquents dans la coupe des Granges, ils abondent au SE de Villemus, où chaque banc enrenferme 1 à 2 niveaux.

.../....

;;;;;/...

CP 3

Atteignant 260 m. dans la cluse du Largue, leur épaisseur semble se maintenir jusqu'à St Martin : ≈25 m. à l'Ocelet, une puissance de 200 à 240 m. à Biabaux - 220 m. à St Martin .

Nous avons déjà indiqué que à l'E. du village, ils passaient progressivement aux grès du ravin de Pière Grosse. Représentés par des calc-shistes bitumineux avec niveaux à gypse à leur partie supérieure dans la cluse du Largue, ils gardent leur aspect de calcaire en plaquettes et feuilletés dans le ruisseau de l'Ocelet. Nous avons découvert leur aspect cargneulisé à la partie supérieure au bord N. du chemin de St Martin à Dauphin, faciès qui dorrespond sur le terrain à la zone de passage CP 3 " Bois d'Asson " (le gypse a même été retrouvé 100 mètres plus haut dans la série) Ainsi la position des niveaux à gypse est bien définie au toit des premiers bancs de grès, datés, sans contestation possible, de la série du " Bois d'Asson ". Qu'indique la coupe du TB de Biabaux ? : Les calcaires gris à gypse ont été trouvés entre 50 et 90 m. du toit des grès asphaltiques et calcaires asphaltiques. La présence d'indices liquides a, d'autre part, été reconnue en abondance dans les calcaires cargneulisés, signalés plus haut au bord N. de la route de St Martin à Dauphin, à 200 m. à l'O. de Marcaud. La similitude avec la coupe de la mine est totale.

Localisation du soufre :

Il ressort de l'analyse précédente que le premier faisceau solfifère de Biabaux est en rapport avec le sommet des CP 3, puisqu'il correspond aux calcaires à gypse. Il y a là une zone de transition des CP3 à la série du " Bois d'Asson ". Par contre, les deux couches rencontrees par le TB Arestein sont encadrées dans les marnes à gypse du " Bois d'Asson."

...../....

.../....

Localisation des lignites dans l'ensemble :

Mine de Villemus :

Les lignites, exploités, pendant la guerre, dans la mine de Villemus, sont intercalés dans le calcaire typique de Vachères, à environ 35 à 40 mètres du sommet. Ces lignites sont retrouvés aux Granges (voir coupe A) dans une position correspondante, avec au mur de certaines couches de très nombreux Planorbes conservés (comme dans la mine). Au même niveau, la coupe du TB de Biabaux indique des calcaires charbonneux que nous avons retrouvés dans le ravin de l'Ocelet, avec de fines couches de lignite (voir coupe VII).

Aucun faisceau de lignite n'existe à l'affleurement dans les CP 3.

Mine de Gaude : pl. IX

Les niveaux ligniteux se multiplient tout au long de la série Vachères - CP 3. En omettant les marnes charbonneuses, nous en avons compté 23, dont 7 sont des couches exploitables. Nous les avons retrouvés, encadrés par les mêmes séries, dans le ravin de la Tuilerie. Mais, la discontinuité des affleurements empêche toute corrélation.

T E C T O N I Q U E

Dans ces séries souples de calcaires en plaquettes, la structure tectonique est essentiellement calme et régulière. Les levers sur le terrain, complétés par la reconnaissance de tous les travers-bancs accessibles de la mine n'ont individualisé aucun accident de grande envergure. Dans le cadre de cette régularité - sur laquelle nous insistons - nous retiendrons 4 faits de détail :

I° - le rebroussement vers le Nord du Miocène, continu du ravin de l'Ocelet au col de Peyroné, et l'individualisation d'un genou peu développé - la structure se régularisant parfaitement vers Villemus.

2° - les anomalies introduites par le gonflement des marnes à gypse - quelle que soit la série stratigraphique à laquelle elles se rattachent -

- faillettes d'étirement -
- plis en côte de melon de Mr. GIGNOUX,"crypto-diapirs" aigus, "dômes diapirs".-

3° - les failles longitudinales de tassement qui affectent le Miocène -

4° - les glissements post-tectoniques fréquents dans les séries calcaires au niveau des intercalations marneuses.

L'axe de l'anticlinal oligocène, dirigé NE-SW, prend une direction E. NE, W.SW au Sud de notre secteur, en même temps qu'il s'ennoie rapidement. Le périclinal se ferme dans les calcaires en plaquettes équivalents à la "série du Bois d'Asson". Seuls, les

...../

grès équivalents aux CP3, le calcaire de Vachères et les marnes de Viens se poursuivent vers le SW. Le calcaire de Vachères forme la deuxième enveloppe topographique (la Ière étant constituée par la ligne de collines bundigaliennes) du Luberon oriental. La direction de ces séries ne correspond pas à celle de l'axe de la structure anticlinale : elle est franchement S-SW, avant de s'orienter vers l'Ouest. Cette divergence nous paraît individualiser la puissante "fosse" sédimentaire de Biabaux-Manosque. Cette fosse devait s'encadrer dans lapaléochaîne crétacée. N'est-ce pas un de ces haut-fonds, réplique du piton urgonien de Volx qui assurait le coffrage de la "fosse" à l'Ouest ? N'est-ce pas ce môle enterré qui a constitué une partie du cadre dans lequel se sont plissées les séries meubles de l'Oligocène et a, ainsi, imposé la structure reconnue? Un forage placé entre les bassins de Manosque et Montfuron devrait rencontrer le "socle" crétacé à faible profondeur.

Ayant suivi les couches en direction, nous avons rejeté l'hypothèse d'accidents transversaux; et conclu à des disparitions stratigraphiques et des passages de faciès :

- disparition progressive des sables et marnes de Passaire dans un faciès généralisé de calcaires en plaquettes -
- passage de la série du Bois d'Asson aux calcaires en plaquettes de Castelas et du Piférat -
- passage graduel des CP3 aux grès du ravin de Pière Grosse.

Nous avons déjà indiqué avec quelle netteté on peut voir apparaître, intercalés dans les CP3, des niveaux de grès grossiers et surtout des marnes sableuses grises (ce sont ces marnes sableuses qui correspondent à la petite dépression de St-Martnn)

...../

Ce développement est continu et progressif. Il y a dans l'ensemble un beau passage de la sédimentation chimique (calcaires purs, riches en matière organique) à la sédimentation détritique (grès grossiers) avec une zone de transition de marnes sableuses bien à sa place dans un schéma paléogéographique. Si ces grès appartenaient à la série du "Bois d'Asson", les couches de lignite devraient être nombreuses : or, nous n'avons retrouvé qu'un seul niveau visible dans le ravin de Piférat, et une galerie de recherche.

Le 2ème passage de faciès, assez brusque dans la zone du ravin des Charbonniers, devient graduel vers l'Ouest. (voir pages 21 et 22). Les calcaires en plaquettes et les calcaires marneux à gypse relaient les bancs de grès. D'est en ouest, c'est ici la sédimentation chimique qui s'affirme aux dépens de la sédimentation détritique. Les lignites de la "série du Bois d'Asson" n'ont pas disparu : de nombreuses couches sont visibles dans le ruisseau qui descend du Pré Juré et dans le cours du Piférat. Leur présence, en liaison avec les calcaires asphaltiques et les nombreux indices de réduction du gypse (sources sulfureuses-soufre) appuie l'hypothèse du passage latéral. Le parallélisme avec la coupe du TB d'Aurstein est quasi total. Mais ce parallélisme indique que nous ne retenons pas l'existence de la grande faille oblique de la colline de Biabaux. Nous avons déjà indiqué (voir page 21) que la concordance des pendages des 2 TB de Biabaux et d'Anstein, le développement des calcaires et marnes aux dépens des grès

...../

(correspondant aux observations de surface) nous empêchaient de conclure à une faille importante. Il y a, pourtant, un accident, puisque la coupe de la mine mentionne à 110 m de l'entrée Sud du TB d'Austein une zone brouillée et que les quelques 20 m. de grès reconnus en surface au contact du CP 2 n'ont pas été retrouvés par le TB. Nous rattachons cet accident local à une faillette d'étirement, causée par le foisonnement des "marnes argileuses" à gypse. Le même phénomène se retrouvera à l'affleurement dans le ravin de Manaud, où les bancs de grès isolés apparaissent dérangés, avec de forts pendages, sans directions aberrantes, toutefois.- Il est vraisemblable que quelques couches de lignite aient été également laminées. La coupe du TB en signale cependant 9 niveaux, principalement groupés à l'entrée et à la fin du TB.

Nous avons signalé (voir page 17 et 24) le phénomène de torsion des bancs, bien visible :

- dans le calcaire de Vachères entre les Coupiers et les Granges-
- dans les CP3 et la "série du Bois d'Asson" au N.E de Castelas.

Cette torsion n'est suivie d'aucune discontinuité des bancs.

Le calcaire de Vachères, bien repéré à 200 m. au Sud de la côte 520,8 se suit très bien jusqu'aux Granges, bordant au Sud la route les Coupiers-St-Martin. Les bancs de calcaire qui traversent le ravin broussailleux de Peyroué témoignent de ce raccordement. Si nous tenons compte de l'existence du lambeau glissé de "Vachères" au nord de la même route et de l'inversion des pendages des Loupiers à La Rousselle, puis de la Rousselle aux Granges, aucune solution de continuité ne se manifeste.

...../

La base des CP3 et la "série du Bois d'Asson" accusent encore mieux ce double caractère de torsion et de continuité : à 200 m. au N-NE du Signal de St-Martin rebroussement de la direction des couches vers le Sud puis à hauteur de Castelas, nouveau rebroussement vers l'Ouest avec la même inversion des pendages. (voir carte géologique).

L'INDIVIDUALISATION du "GENOU" BURDIGALIEN .-

Toutes les coupes déjà publiées de notre secteur montrent le Miocène marin transgressif sur l'Oligocène, formant une cuvette à fond plat, faiblement relevée sur ses bords, avec un pendage de l'ordre de 30°. Or, c'est un caractère général que le pendage Sud de la corniche burdigalienne, du ravin de l'Ocelet à la route Lincel-les-Plaines (voir carte géologique - coupés I, 2, 3, 5). planches XXV-XXVI
Ce pendage : 30 à 45° comme valeur moyenne se rapproche parfois de la verticale (ex: 85° N; au Sud de l'Ubage). Mais, il correspond localement à un véritable renversement (ex: I5° S. pour les bancs à conglomérats verts à l'est du ravin de Peyroné). A l'échelle régionale, ce fait n'apporte aucune modification dans l'allure de la cuvette de Forcalquin. Le genou, très net, est en effet peu développé, et ce n'est plus qu'un "embryon de genou" qui est visible sur la route de Lincel à St-Martin. En descendant le col du Peyroué, on voit les couches pentées au Sud passer à la verticale, plonger Nord, puis passer à l'horizontale (voir coupes 6 et 7) pl XXVI - XXVII
sur une verticale d'une vingtaine de mètres. La coupe du Miocène transgressif faiblement relevé s'individualise ici pour devenir classique vers Villennes (voir coupes 8 et 9): le pli s'adoucit pl XXVIII - XXIX

...../

le genou disparaît. Sur notre secteur, apparaît donc un petit synclinal miocène couché qui raccorde les deux corniches du Burdigalien supérieur :

- celle qui domine la Largue, subhorizontale -
- celle qui forme une bande continue du Sud de l'Ubage au Nord des Granges, avec un pendage Sud très marqué.

Ce genou, ce rebroussement affectaient-ils parallèlement les formations oligocènes : marnes de Viens - calcaire de Vachères? Au Nord de la Saye, ces deux séries, à l'image du Burdigalien plongent Sud. C'est encore un fait continu que la verticalite des assises du calcaire de Vachères (Ocelet-les Granges) et le pendage Sud (les Coupiers - Sud de Biabaux). L'hypothèse du fauchage des couches ne peut correspondre au renversement général et régulier de la Molasse. L'étude des TB et du puits de la mine nous fait conclure à un pli s'ouvrant en éventail - éventail peu développé - au niveau des marnes à gypse (voir grande coupe de la colline de Biabaux pl XXXI)

RECONSTITUTION DE L'COUVERTURE DU PLI : voir pl. XXXI

TB de BIABAUX : les pendages se relèvent lentement à partir de l'horizontale, puis plus rapidement jusqu'à une zone brouillée : 0-25° de l'entrée à 180 m., 25° à 50° de 150 à 303 m. - dans une zone qui correspond aux Molasses et à la partie supérieure des marnes de Viens.

Au-delà de cette zone située à 303 m de l'entrée, les couches sont brusquement relevées à 70° N., inclinaison qui croît

...../

insensiblement pour atteindre 80° à l'extrémité du TB.

TB Ste-JEANNE : Jusqu'au niveau du puits, le pendage Sud augmente de façon continue : 30° S. à l'entrée 70° S. Après l'orifice du puits, les couches sont grossièrement verticales, avec dominance de l'inclinaison vers le Nord. Le raccordement des couches reconnues dans les 2 TB n'est pas une vue de l'esprit. A mesure que l'on descend dans le puits, on voit le pendage 70° S passer à la verticale, puis prendre la valeur 80° N, valeur qui est celle du TB de Biabaux. Aucune manifestation d'accident n'est visible dans le puits. Nous pensons que l'axe de la zone de serrage à la base, d'ouverture au sommet correspond au "faisceau solfifère" de Biabaux (S_I - S_7). Dans cette zone de calcaires marneux et de marnes à gypse, c'est encore au faciès gypseux que doivent être rapportés des étirements et des frictions de couches, celles-ci s'étant déplacées et ayant joué les unes par rapport aux autres. Le faisceau de soufre des anciens n'a pas été retrouvé dans le TB Ste-Jeanne. Ce fait nous a paru relever de la dégradation d'un gisement par les eaux météoriques (voir page 65) L'argument tectonique qui pourrait appuyer une disparition totale du Soufre résiderait dans ce foisonnement du gypse et les laminages des couches qui en résultent. (laminages localisés) (voir coupe 3 pl XXVI)

Reste à découvrir l'origine de la zone brouillée, au niveau des marnes de Viens. La coupe 2 pl XXV traduit l'hypothèse d'une faille inverse. Ne faut-il pas y voir plutôt un étirement local, une "faille" au sens minier du mot, due à une coulée de marnes dans des séries plus calcaires ? Ce phénomène existe, en effet,

...../

dans la grande galerie de la mine de Villennes : les marnes intercalées dans le calcaire de Vachères ont gonflé, foisonné et glissé sur les gros bancs calcaires, laminant la couche de lignite exploitée. Il y a bien une zone perturbée avec éboulements, venues d'eau, laminage sur quelques mètres des lignites; mais ce n'est qu'à l'échelle des couches de lignite que l'on peut parler d'une "grande faille".

A l'ouest des Granges, le genou burdigalien et l'ouverture en éventail du pli au niveau des marnes à gypse ont cessé d'exister, avec la disparition des niveaux gypseux (voir pl XXVI coupe 6). (Le calcaire de Vachères qui est seul développé aux Granges ne contient pas de niveaux gypseux, ainsi que les grès de Pière Grosse. Par contre, les calcaires en plaquettes de Castelas et du Piférat en renferment abondamment : c'est bien dans cette zone que se localisent les foisonnements, serrage et le déploiement des couches). Vers Villemus, le pli s'accuse de moins en moins (voir coupes 8 et 9). C'est à la faveur du plongement N. faible et d'un dôme anticlinal que l'on peut voir pour la première fois, à l'affleurement, au sud de Villemus, à une position correspondant à sa place stratigraphique le calcaire de Reillane. Après Mr. GOGUEL, nous avons observé un petit anticlinal secondaire, d'axe E.W., s'ennoyant rapidement vers l'Ouest. Il se traduit dans la topographie par une dépression correspondant aux marnes de Viens, enveloppée d'une ligne de hauteurs burdigaliennes. Le mamelon qui couronne la dépression est en calcaire de Reillane, caractérisé ici par l'abondance de nombreux silex rognonneux noirs et sa texture graveleuse.

...../

ANOMALIES DUES AU "CRYPTODIAPIRISME"

des MARNES à GYPSE

La tendance à l'extrusion des marnes à gypse de la Mort d'Imbert est facilement mise en évidence par la remontée du niveau repère des marnes rouges. En position de fermeture normale sur le flanc de la colline à l'est de la Gipière, les marnes rouges apparaissent à une altitude supérieure au coeur d'un petit anticlinal dans les calcaires en plaquettes, dans le ravin de la Gipière. Cet anticlinal naît au S.E. de la ferme sous la forme d'un dôme aplati (coupe annexe pl XXX a), se développe vers le N.W. flanqué à l'est d'un petit synclinal de direction SE-NW (coupe b), puis ces deux plis s'effacent vers le N.E. Cette extrusion se traduit par une structure anticlinale normale, avec des pendages peu élevés 30-40°). Par contre, la présence de marnes rouges au Sud de la côte 630,5 est en liaision avec un cryptodiapir aigu, indiquant un véritable grêlage (coupe c). De part et d'autre de l'affleurement, les pendages traduisent un anticlinal aigu et rebroussé.

C'est encore à l'influence d'un "dôme-diapir" que nous rattacherons la structure des formations du Pré Gavoi et la ferme du SAS.- Les calcaires "cargneulisés", gondolés, relevés à la verticale, du ravin des Clapiers, correspondent au flanc d'un "cryptodiapir" aigu qui prolongerait vers l'Est celui qui apparaît au Sud de 630,5. On retrouve des affleurements épisodiques de marnes rouges (?) au coeur d'une ride anticlinale au N. de Patatonis. Les marnes à gypse ont remonté violemment assez près de la surface, tandis que plus au Nord, le foisonnement a été régulier et

...../

correspond dans le substratum à un étalement (identique à la coupe a): un véritable dôme subhorizontal s'est ainsi formé ! Les pendages aberrants sur 50 m. le long du Pré Gavoi (voir carte géologique) correspondent à une faille d'étirement au contact du dôme.

FAILLES POST-MIOCENES .- Sur notre secteur, deux failles de tassement affectent les séries burdigaliennes.

FAILLE du LARGNE .- Elle est très nette dans la topographie et son tracé peut être carté des hauteurs situées au Nord de la mine; on voit les reliefs mous de la Mollasse venir à la hauteur de la corniche du Burdigalien supérieur. Elle naît à 100m. au sud de la source 402,2 et se dirige vers l'E-NE.

FAILLE du PRE de l'ISCLE .- Elle s'individualise à 100 m. au N.W. de Dumaine, et se suit en direction E.W. parallèlement au cours du Largne puis de la Bonde. Le calcaire de Reillane, développé au sud de la gare de Lincel s'ennoie rapidement vers l'Ouest, et c'est la Molasse du Burdigalien inférieur qui surplombe le Largne au Nord du Pré de l'Iscle.

Ces failles longitudinales témoignent de phénomène de tassements post-miocènes sur les marges Nord de la cuvette de Forcalquier.

Sud

...../

GLISSEMENTS POST-TECTONIQUES

CALCAIRES de VACHERES :

Les décollements de masses puissantes au niveau des marnes intercalées sont fréquents dans ces séries. Ces glissements mettent en jeu deux facteurs : la gravité et la pente. Les masses coulées peuvent être considérables : un calcul schématique basé sur les données fournies par le glissement de Villemus (voir carte géologique) :

surface occupée par le glissement : 0 Km2 2055
épaisseur moyenne de la zone glissée ..... : 20 m.
densité du calcaire ..... : 2,9

nous indique un poids voisin de I2 millions de tonnes !

La pente de la surface de glissement qui est ici un peu plus faible que le pendage, a une valeur de l'ordre de 30° - valeur suffisante pour "appeler" ces énormes lambeaux. Les marnes de Viens constituent d'ailleurs un lubrifiant convenable et la remontée du relief avec l'apparition de la corniche burdigalienne, un ralentisseur sérieux qui n'a jamais été ébranlé .

La petite butte 62I,4 à l'est de Villemus illustre bien ce phénomène (voir coupes du glissement de Villemus pl XXIX). La masse glissée avec une brèche d'écrasement à la base (bien visible au Sud de l'Infirmerie) se relève au contact du Burdigalien supérieur. Du village de Villemus, la butte paraît correspondre à une cuvette perchée très atténuée; ces puissantes masses de calcaire sont moins disloquées que nous ne l'aurions pensé : le caractère de coulée est ici très beau. Un second glissement qui se rattache au premier

...../

correspond à la butte 595,7. Le caractère de souplesse y est un peu plus atténué (voir coupes b pl XXIX du glissement). La niche de ces glissements, bien visible dans la topographie, correspond au col de la route Villennes-Les Plaines. L'ouverture Nord de l'arrachement est indiquée par la direction E-W que prennent les couches. La difficulté d'observation ne nous a pas permis de préciser la limite Sud.

Une autre masse glissée de calcaire de Vachères, aved un aspect plus chaotique, couvre une superficie de I Ha, 5 au S-SW des Coupiers. La preuve de ce glissement est constituée par la position d'un affleurement de quelques m2 de marnes de Viens, à 200 m. des Coupiers au bord du chemin (voir carte géologique) et celle du conglomérat de base Burdigalien et de témoins de marnes de Viens situés à des distances comprises entre 300 et 350 m. de St-Martin.

C P 3 .-

Ces glissements affectent également les CP3.- Le plus typique est représenté par la coulée à l'ouest de Marcaud, coulée qui s'est accompagnée d'un changement de direction des couches dans le sens de la coulée, au niveau de la niche d'arrachement.

Le phénomène gagne en netteté lorsqu'on l'observe des hauteurs au Nord de Larghe.

Nous pourrions multiplier les exemples de glissements réduits. C'est sur un lambeau glissé qu'est installée la ferme de Marcaud.

LOCALISATION ET CORRELATION DES LIGNITES EXPLOITES

Toute tentative de corrélation doit replacer les faisceaux lignitеux dans le cadre d'ensembles lithologiques bien définis. La présence de lignite est un caractère général à toutes les formations oligocènes de Manosque : CP 1 , CP 2 , série du " Bois d'Asson ", calcaire de Vachères, " marnes de Viens ". Dans les CP 1 , CP 2, ce sont des niveaux isolés, séparés par des intervalles de 100 à 200 m. Les véritables faisceaux exploitables sont répartis dans

le calcaire de Vachères - CP3 (Villemus, Mine de Manosque)

la série " marnes et grès du Bois d'Asson " (mine du Bois d'Asson et de Manosque).

Mine du Bois d'Asson :

Nous renvoyons au travail de Messieurs GIGNOUX et MORET. Trois faisceaux ont été reconnus au cours de l'exploitation :

- le faisceau du Toit plus les couches 13, 14, 15.
- le faisceau du Queyrou.
- le faisceau du Collet Rouge.

Le premier, encadré par des calcshistes, des marnes et de rares grès, correspond à notre zone de passage entre les CP 3 et la série du Bois d'Asson . Les deux autres sont dans la série du " Bois d'Asson ". Ces trois faisceaux, indistincts vers l'O., se retrouvent [illegible] dans le ravin de l'Ocelet. Le TB Arestein en signale 9 niveaux et les couches sont encore visibles dans le ravin de Piférat, intercalées dans lescalcaires en plaquettes. Ils forment, donc, une zone grossièrement continue, correspondant bien aux directions des couches, marquée par une réduction sensible des niveaux exploitables.

.../....

.../....

Mine de Villemus :

Leur position et leur continuité ont été précisées. Ils donnent un lignite maigre de bonne qualité, ne donnant que 15% de cendre. L'arrêt de l'exploitation ouverte pendant la guerre est dû à l'épaisseur insuffisante des couches.

Mine de Gaude :

Les lignites gras, correspondant aux faisceaux du Collet Rouge et du Queyrou, se rattachent à une série marno-gréseuse rapportée à celle du " Bois d'Asson ", jusqu'ici. Quant au faisceau du Toit, il ne comporte pas moins de 23 niveaux se succédant sur un relevé de coupe de 230 m. dans l'ensemble " Vachères " CP 3, caractérisé au mur par des marnes et des calcaires compacts, puis des calcaires de Vachères typiques alternant avec des marnes, et, au toit par les marnes de Viens. Le parallélisme du faisceau exploité avec celui " du Toit " est donc loin d'être rigoureux : ici, plus aucune attache avec le faciès marno-gréseux, mais une liaison aux CP 3 et au calcaire de Vachères. Rien ne lui correspond dans la mine du " Bois d'Asson ". Par contre, le faisceau de Villemus trouve son équivalent dans les niveaux de Om,25 à Om,45 situés à 80 m. du toit de la couche 19.

Nous conclurons donc :

1°) que les lignites exploités à Manosque sont d'âge plus récent que ceux de " Bois d'Asson " (faisceau du Toit).

2°) que les lignites de Villemus ont leur parallèle non exploité dans la mine de Manosque.

.../....

.../....

Caractères généraux des lignites :

1°) ils sont grossièrement continus sur plusieurs dizaines de kms.

2°) les faisceaux du "Collet Rouge ", du Queyrou et les niveaux non exploités de la mine de Gaude sont encadrés dans des grès et des marnes avec un grand développement des grès.

- le faisceau du Toit se rattache à une sédimentation marno-calcaire avec de rares grès fins.

- les faisceaux de Villemus et de Gaude se rattachent à des calcaires marneux et des calcaires.

3°) ces lignites ont des limites franches et brutales. Le passage de l'éponte au charbon se fait sans transition de sol, de végétation et de tourbe.

4°) ils sont riches en soufre (nous avons observé la néogénèse de petites aiguilles de gypse groupées enrosette au milieu d'une pellicule de soufre pulvérulent dans la mine de Gaude).

Origine de ces lignites :

Deux théories peuvent en rendre compte :

- à partir de matériaux cellulosiques accumulés sur place dans la " lagune " de Manosque, selon le mécanisme exposé par Monsieur PRUVOST à propos des lignites cénomaniens de Pont St Esprit.

- à partir de débris végétaux, charriés par les torrents et les rivières dans le lac, apports ayant leur source dans la végétation luxuriante qui se développait à des distances assez réduites.

— Les caractères généraux 1 et 3 sont incompatibles avec la première hypothèse. La fosse de Manosque n'est pas un " bassin paralique de subsidence ": les influences franchement saumâtres, individualisées par une microfaune non ambigue, n'existent pas. C'est avant tout un lac. Les cycles

.../....

.../....

de Monsieur PRUVOST ne s'y retrouvent pas.

Quel serait le mécanisme de leur formation ? Pourrait-on rattacher leurs caractères (gras ou maigre) aux conditions de sédimentation ?

Aux époques où le niveau de base s'abaissait fortement, le régime des apports d'eau douce était torrentuel. Des troncs d'arbres, des débris végétaux grossiers, branches, etc... étaient alors entrainés par un courant rapide sur le fond du lac où ils s'accumulaient en couches grossièrement continues. Le niveau de base se relevant lentement, les rivières tranquilles succédaient aux torrents et elles ne transportaient plus que de fins débris végétaux : feuilles, microfragments de matériel cellulosique, algues. Le vent pouvait ajouter son action par le transport des grains de pollen, de feuilles : c'est, alors, une véritable alluvion très fine de matériel cellulosique qui tombait lentement sur le fond. Dans le premier cas, le rouissage des fibres s'opérait sur place dans le fond du lac, dans le deuxième cas, c'est un matériel déjà beaucoup plus purifié qui allait évoluer. La fermentation bactérienne correspondant au premier cas était beaucoup plus complexe et il est normal de penser que la composition chimique de ces lignites sera différente de celle du deuxième cas

Le régime torrentuel du premier cas se rattache à une sédimentation détritique : grès grossiers, marnes, calcaire gréseux. Le régime de rivière ayant atteint la phase de sénilité se traduit par la prédominance de la sédimentation chimique : précipitation du calcaire (les actions de transport se limitant aux phyllites et aux microquartz clastiques) Le régime des rivières et l'âge de l'érosion pourraient expliquer les qualités des différents lignites.

Le rapport que nous avions signalé : grès grossier, microconglomérats, marnes ⟷ lignite gras

.../....

.../....

calcaires à grain fin, calcaire marneux ⟷ lignite maigre s'intègrerait-il dans un tel schéma ?

LE PROBLEME DU SOUFRE

Age des niveaux solfifères :

Monsieur SCHNEEGANS, à la suite de ses découvertes du moulin de Paraire, dans la région d'Apt, rattachait le soufre aux calcaires en plaquettes supérieurs (ils correspondent aux CP 2) Dans son rapport sur la mine de Biabaux, Monsieur DESTOMBES l'incorpore aux " grès et marnes de Bois d'Asson ". Il note également sa présence dans les "CP 2" à St Martin. Examinons la position des indices de réduction du gypse :

- des indices de soufre amorphe ont été retrouvés sur la route de Volx au sommet des " marnes et grès du Bois d'Asson ".
- le faisceau solfifère de Biabaux se trouve dans la zone de passage (série du " Bois d'Asson CP 3) et deux niveaux isolés s'intercalent au milieu de la première série. voir pl. VI - XXXI
- les sources des ravins de Jas, chargées de SH^2, se prolongent par celles de St Martin les Eaux et du ravin du Piférat (avec indices de soufre, dans ce cas). Elles sont localisées dans le faciès de calcaires en plaquettes auquel passe la " série du Bois d'Asson - voir page 18-19).

La continuité des niveaux de réduction du gypse se suit très bien, à la condition de considérer des ensembles, (pl II) les phénomènes de réduction pouvant être maxima à des niveaux variables (ex : les 2 zones de la mine de Biabaux). Le point de vue des deux auteurs se concilie naturellement. Rattaché à Biabaux à la série " du Bois d'Asson ","le faisceau "

.../....

.../....

se rattache vers l'O. aux calcaires en plaquettes (les calcaires en plaquettes supérieurs de Monsieur SCHNEEGANS) auxquels passe la première série.

Origine du soufre :

Incontestable est l'origine sédimentaire du soufre par réduction du gypse contenu dans les séries calcaréo-marneuses. Mais si le gypse est représenté en de fréquents niveaux de la série oligocène inférieur oligocène moyen, les manifestations de réduction sont limitées à la zone déjà étudiée. Les actions de réduction semblent circonscrites dans des zones riches en indices liquides : ex. bitume mou dans une grande diaclase avec calcite secondaire dans le ravin à l'E. de la mine du " Bois d'Asson ", bitume fluide suintant dans la mine de Biabaux, grès imprégnés du ravin de Marcaud, indices signalés au bord de la route St Martin-Dauphin, calcaires asphaltiques du Pré Juré, grès imprégnés des Plaines. Cette zone déborde,de peu,la série du " Bois d'Asson " vers les CP 3, à l'E. de Biabaux, vers les " CP 2 " à l'O.

Deux hypothèses sont à considérer :

1°) la réduction a été réalisée par les hydrocarbures selon les lois classiques de la chimie minérale.

2°) la formation du soufre et des hydrocarbures s'est réalisée parallèlement à partir du gypse et de la matière organique, en présence de bactéries anaérobies, réductrices des sulfates.

La première hyp othèse parait difficile à accepter. En effet, la réduction du gypse au laboratoire nécessite une température de t° = 700° Rien n'est venu confirmer le point de vue des chimistes de l'Université de Cincinnati en 1935 qui estimaient une t° minima de 100° suffisante, en présence d'hydrocarbures. Une fois encore, la source de chaleur ne saurait être

.../....

.../....

trouvée dans l'appel au degré géothermique ou l'influence des plissements

Sans faire intervenir des conditions de milieu exceptionnelles, l'étude, au laboratoire, de l'action biochimique des bactéries, explique l'association du bitume liquide et du soufre.

Mécanisme de l'action bactérienne.

La présence de ces bactéries réductrices des sulfates a été reconnue par l'école de Zobell. " Des carottes calcaires, prelevées aseptiquement à la profondeur maxima de 476 m., imprégnées d'anhydrite, de soufre et de traces de matière organique contenaient des bactéries vivantes, capables de se reproduire dans le milieu ".- Des prélèvements d'eaux sulfureuses faits aseptiquement à la mine de Biabaux sont en cours d'études à l'Institut Pasteur.- Les travaux de Zobell ont montré :

1°) que ces bactéries pouvaient vivre entre des t° de 0 à 85

2°) qu'elles n'étaient pas altérées par des pressions de 10.456 kg/cm^2, ni par la concentration saline du milieu.

Leur action porte sur deux faits étroitement liés :

la réduction des sulfates en sulfures et l'oxydation de la matière organique. La réaction suivante la schematise :

$$SO^4Ca + 4\,H^2 \pm 2\,CO^2 \longrightarrow (CO^3H)^2\,Ca + 2\,H^2O + SH^2 \uparrow$$

H^2 et CO^2 proviennent du métabolisme de ces bactéries et résultent de la première oxydation de la matière organique. SH^2 peut être oxydé en soufre : $SH^2 + O \longrightarrow H^2O + S \downarrow$

Le terme général d'évolution de la réduction est SH^2 dont la libération semble se poursuivre depuis la période de sédimentation. Les couches à soufre fonctionnent comme un gazomètre qui se charge et se décharge simultanément. Le soufre interstratifié correspond à l'oxydation in situ d'un % très faible de SH^2 dégazé.+

+ Monsieur SCHNEEGANS a exposé la chaîne des réactions. qui conduisent à la formation du soufre.[7]

.../...

La plus grande partie du gaz tendant à se libérer et à s'évacuer vers la surface par les eaux. Ces eaux ont circulé en rapport avec la porosité de joints, de fissures et de diaclases du calcaire. L'influence directe de l'air ou de l'oxygène véhiculé par les eaux a alors conduit à la précipitation du soufre en grande quantité. Ainsi s'expliquent les fines lamelles de soufre interstratifiées - soufre primaire; les beaux développements de soufre dans la fissure et les joints - soufre secondaire.

Dégradation du gisement :

L'action des eaux météoriques peut conduire à des termes d'oxydation plus poussés que le soufre et à la disparition du gisement vers la surface. Le soufre est lessivé, oxydé, entraîné par les eaux sous forme de SO^2, avec localement formation d'aiguilles de gypse de néogénèse. Le cycle du gypse est fermé. Le fait que le travers-banc Ste Jeanne n'ait pas retrouvé les couches à soufre exploité dans les TB de Blebaux et le TB récent ( ) nous apparait normal. En plein domaine des eaux météoriques (le TB Ste Jeanne se trouve à des distances comprises entre 45 et 30 m. de la surface du sol à leur niveau) la disparition totale du soufre secondaire pouvait être conçue sans l'intervention de la tectonique. Certes, le soufre primaire, correspondant à des zones de perméabilité plus faible aurait pu localement être conservé. Ce soufre, en fins feuillets d'une fraction de mm n'a-t-il pas été repéré ou bien n'a-t-il pas été signalé parce que n'intéressant pas l'exploitation ? Les anciens ouvriers de la mine sont formels : " nous avons retrouvé un peu de soufre, mais très peu ". L'esprit, selon lequel était conçue la coupe du TB, ne nous permet pas de rejeter systématiquement leur témoignage.

mal dit

.../....

.../....

Production de SH^2, formation en place du soufre primaire, formation plus récente du soufre secondaire dans les joints et les fissures, lessivage du soufre secondaire, puis primaire dans la zone d'efficacité des eaux météoriques avec néoformation locale du gypse et oxydation dominante en SO^2; SO^3, telle nous apparait l'histoire du faisceau solfifère de Biabaux, liée au cycle du gypse.

Formation parallèle du bitume :

Le résultat essentiel de la réduction du gypse et de l'oxydation de la matière organique doit être la diminution du pH et, par suite, l'augmentation du pouvoir réducteur. En effet :

- les composés organiques sont oxydés en CO^2 et acides gras carboxydés
- SH^2, faiblement acide, mais soluble dans l'eau, se substitue au gypse pratiquement insoluble.

Les travaux de Zobell démontrent alors la possibilité de formation d'hydrocarbures. Des expériences répétées au laboratoire montrent que des cultures de bactéries réductrices des sulfates peuvent donner des produits paraffiniques à partir d'acides gras ou d'acides-alcools. C'est, d'autre part, un phénomène bien connu que l'action de bactéries anaérobies sur les hydrates de carbone pour donner lieu aux fermentations lactique, butyrique, propionique, acétique etc... Nous verrionsalors les différents stades :

- dépot de matière organique : protéines, lipides, hydrates de carbone (cellulose - amidon)

intervention des bactéries anaérobies
a) libération acides carboxylés.
b) formation de bitume libre.

Ces conceptions pourraient rendre compte de l'association grossière des indices liquides et des manifestations de réduction des sulfates-

.../...

.../....

association, serrée parfois de très près, comme dans ces échantillons où dans les diaclases emplies de soufre secondaire, on observe des preuves d'une ancienne circulation d'huile.

ETUDE DES CALCAIRES BITUMINEUX.

En liaison avec les couches à soufre, nous avons placé les indices liquides repérés par Messieurs GIGNOUX etMORET : leur solubilité dans le chloroforme est le meilleur critère. D'autres indices fossiles, signalés par les mêmes auteurs se trouvent ;

- dans le calcaire de Vachères où les vides correspondant aux Gastéropodes, les diaclases,sont imprégnés d'un bitume noir, très oxydé.
- dans les calcaires en gros bancs du ravin du Pré Juré.
- dans l'Urgonien de la route de Volx.

Un bitume libre a circulé en rapport avec la porosité secondaire de ces calcaires à geodes de calcite. Mais toute la série des calcaires et calcschistes de l'Oligocène est bitumineuse. Ces produits d'imprégnation insolubles dans les solvants, ne peuvent être recueillis que par distillation . Portés à une t° assez elevée, dans un tube à essai, ils dégagent des vapeurs blanches qui condensent des gouttelettes d'huile à la sortie du tube. Chauffés directement à une t° de 200°, ces calcaires en plaquettes brûlent, à l'image des pyroschistes.

Nous nous contenterons de poser deux grands problèmes :

1°) les bitumes libres doivent-ils se rattacher à la distillation naturelle des " pyroschistes " ou se relier à une évolution différente de

..../.....

.../....

la matière organique, dans des conditions de milieu différentes ?
2°) les indices fossiles du calcaire de Vachères et de l'Urgonien ont ils la même composition chimique que ceux de la série du " Bois d'Asson "

L'importance de ces problemes, capitale pour la prospection pétrolière de la région, doit être soulignée.

Les bitumes, distillat des " pyroschistes ".

La distillation de ces pyroschistes estime Monsieur LOUIS, dont l'expérience est basée sur de très nombreuses analyses chimiques d'échantillons de l'Aquitaine, la Limagne, d'Alsace, de Madagascar, exige des t° de l'ordre de 300°. Transposer ces températures dans les phénomènes naturels parait dangereux. De plus, si les indices liquides étaient des distillats de pyroschistes, ils révèleraient une teneur élevée de phénols et de bases puriques. En attendant les résultats des analyses en cours, la solution proposée par Messieurs GIGNOUX et MORET parait s'imposer : ces bitumes proviendraient d'une évolution différente de la matière organique (nous avons suggéré la relation avec les actions des bacteries réductrices des sulfates).

Déduction à tirer de l'analyse des bitumes.

Si la similitude de composition des bitumes du " Bois d'Asson " et du calcaire de Vachères était établie, la migration per-ascensum à partir de la série du " Bois d'Asson " serait démontrée.

- La correspondance chimique des indices du " Bois d'Asson " et de l'Urgonien établirait une migration latérale per-descensum à partir du même niveau : migration du bitume de la série du " Bois d'Asson " vers le contact de la paléochaîne crétacée, par l'intermédiaire des conglomérats Par contre, si ces bitumes différaient, l'imprégnation de l'Urgonien pourrait s'être faite à partir des séries jurassiques ?

..../....

.../.....

D'où deux hypothèses à considérer :

1°) formation de pétrole dans la série des pyrobitumes, au niveau de la série du " Bois d'Asson ", avec migration per-ascensum vers le calcaire de Vachères, et, avec migration latérale vers l'Urgonien.

2°) formation locale de pétrole dans la série des pyrobitumes, plus migration per-ascensum de l'Urgonien de la paléochaîne vers les séries oligocènes.

L'étude des plaques minces pouvait-elle révéler des différences dans le mode d'imprégnation des " schistes bitumineux " et des calcaires dans lesquels il y a eu circulation de bitume ?

Le bitume, rouge orangé ou noir, se différencie mal de la limonite ou des plages d'oxydes de fer et de titane, en lumière transmise. Par contre, en lumière réfléchie, sa couleur marron-chocolat, très distincte des teintes jaune-orangé ou rouge que donnent ces dernières, permet une assez bonne caractérisation. Nous pouvons préciser que les produits solides qui imprègnent les pyroschistes, ne présentent jamais en plaque mince la couleur orangé pourpre. Celle-ci n'a été reconnue que dans des calcaires visiblement imprégnés par migration secondaire, où elle coexiste d'ailleurs avec la couleur noire des plages très oxydées.

Pyrobitumes.

Nous n'avons pas cru voir de preuves de circulation dans la texture des calcaires en plaquettes. Le " bitume " se présente en rubans discontinus, allongés, vaguement parallèles au plan de stratification, bien souligné par des alignements grossiers de valves d'Ostracodes, en rapport avec des lits de couleur plus sombre, correspondant à autant de dépots

.../....

.../....

pl XVI

de matière organique. Ceci correspondrait-il à ce que nous avons voulu voir et ces alignements pourraient-ils témoigner d'une circulation en rapport avec les grandes variations de perméabilité à l'échelle microscopique ? Ces variations de perméabilité répondraient à la tendance de ces calcschistes à se débiter en très fins feuillets et l'existence de ces plans de faible cohésion ne peut s'expliquer que par un rythme régulier dans la sédimentation: dépots successifs de calcaire, puis de matière organique. Sans rejeter l'hypothèse de la circulation, l'évolution sur place de la matière organique vers ces pyrobitumes nous a paru plus vraisemblable.

Bitumes :

Les preuves de circulation sont autrement nettes dans les calcaires révelés bitumineux sur le terrain : pl. XIV

1°)les inclusions de bitume jalonnent toute la longueur d'une diaclase, se raccordant même aux diaclases qui la recoupent.

2°) l'intérieur du test des Gastropodes est imprégné : nous citerons dans le calcaire de Vachères l'imprégnation d'une Planorbe (avec d'autres preuves de migration secondaire dans la même plaque), de Limnées : le bitume apparait ici en liaison avec la cristallisation assez lâche de la calcite. Notons que dans le même milieu, la recristallisation compacte de la calcite (où les cristaux sont moulés les uns sur les autres), qui remplit les Ostracodes, correspond à une porosité nulle et n'a jamais été imprégnée.

Nous avons retrouvé du bitume sur la paroi interne d'un test de petit Gastropode recristallisé dans la partie moyenne des CP 2 (au-dessous de la zone de réduction du gypse). Dans ce cas précis, le bitume

.../...

..../....

imprégné le fond de façon homogène et la calcite du Gastropode parait postérieure à la circulation. Mais dans la même plaque, nous observons une petite plage de calcite grenue avec du bitume orangé vers le centre : celui-ci est antérieur à la recristallisation locale!

Conclusion :

Seules, des analyses chimiques comparées de bitumes et " pyrobitumes " permettant d'appuyer l'idée que leur origine est différente, des mesures de porosité et de perméabilité, qui pourraient rendre compte de la possibilité de migrations, pourront éclaircir leur génèse et leur histoire.

ATLAS DES LOGS, PHOTOS, DIAGRAMMES ET COUPES.

I - Coupe stratigraphique des séries oligocène et miocène.

II - Schéma général montrant les variations latérales de faciès dans la partie Nord du bassin de Manosque.

III - Coupe stratigraphique des CP2.

IV à X - Coupes stratigraphiques de l'ensemble calcaire de Vachères CP3

IV - coupe des Granges.
V - coupe au Nord du Signal de Saint Martin.
VI coupe du travers-banc de Biabaux.
VII - coupe du ruisseau de l'Ocelet.
VIII - coupe de la colline du Bois d'Asson.
IX - coupe du travers-banc de la mine de Gaude.
X - coupe du ravin de la Tuilerie.

XI à XVIII - Photos de plaques minces.

XIX à XXIV - Diagrammes montrant la variation des cortèges de minéraux lourds dans les différents horizons sableux.

XXIV à XXX - Coupes tectoniques.

XXXI Coupe de la colline de Biabaux. (travers-banc et puits rapportés)

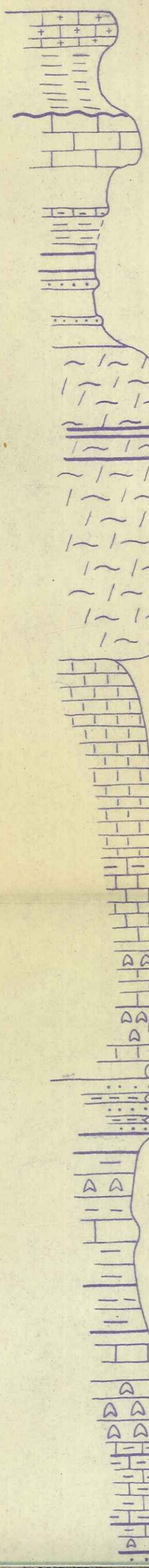
XXXII - Essai de relation entre les indices du crétacé et de l'oligocène.

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

Coupe stratigraphique

DE L'OLIGOCÈNE INFÉRIEUR AU BURDIGALIEN

ÉCHELLE 1/2500e



Limnées

Planorbes

Niveaux à plantes
"Schistes bitumineux"

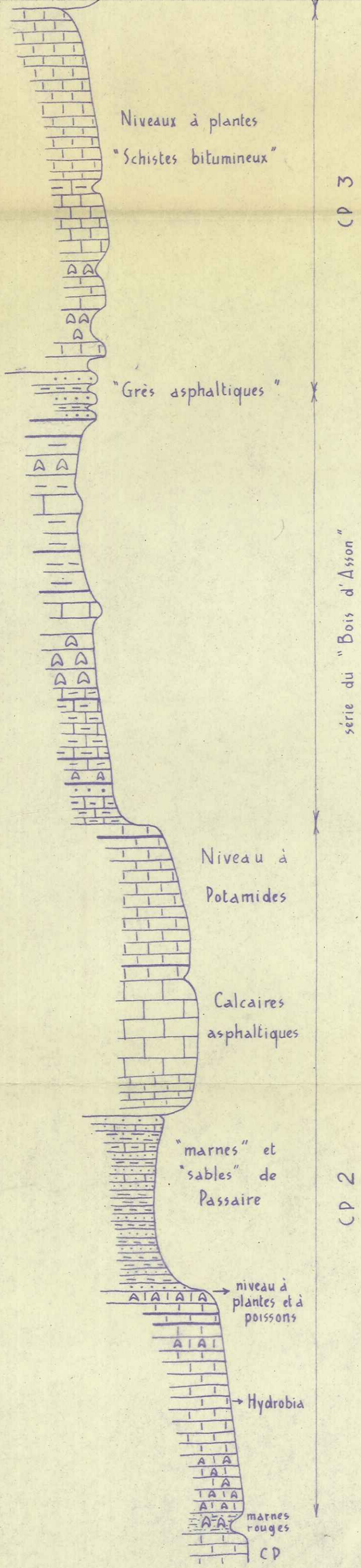
"Grès asphaltiques"

marnes de Viens-Reillane Burdigalien

calcaires de "Vachères"

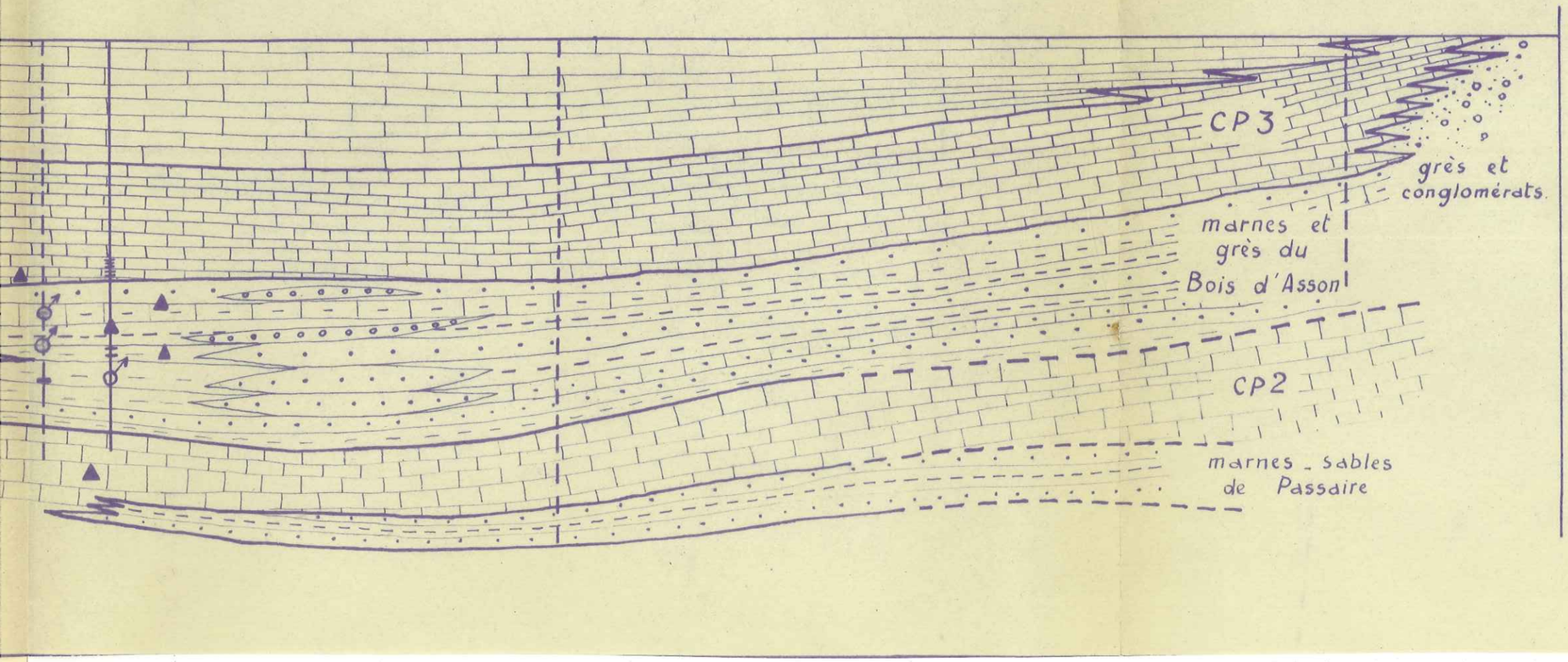
CP 3

série du "Bois d'Asson"


Niveaux à plantes
"Schistes bitumineux"
"Grès asphaltiques"
Niveau à
Potamides
Calcaires
asphaltiques
"marnes" et
"sables" de
Passaire
niveau à
plantes et à
poissons
Hydrobia
marnes
rouges
CP
CP 2
CP 3
série du "Bois d'Asson"

s comparées des
rnes et grès du

1°) les passages latéraux de faciès
2°) la continuité des niveaux de réduction du gypse.



LÉGENDE

- Calcaire de Vachères
- Calcaire en plaquettes
- Calcaire sableux
- Calcaire marneux
- Microconglomérat
- Grès
- Marnes
- Source sulfureuse
- Niveaux solfifères
- Indices de bitume
- Coupe de travers-banc
- Coupe stratigraphique de surface.

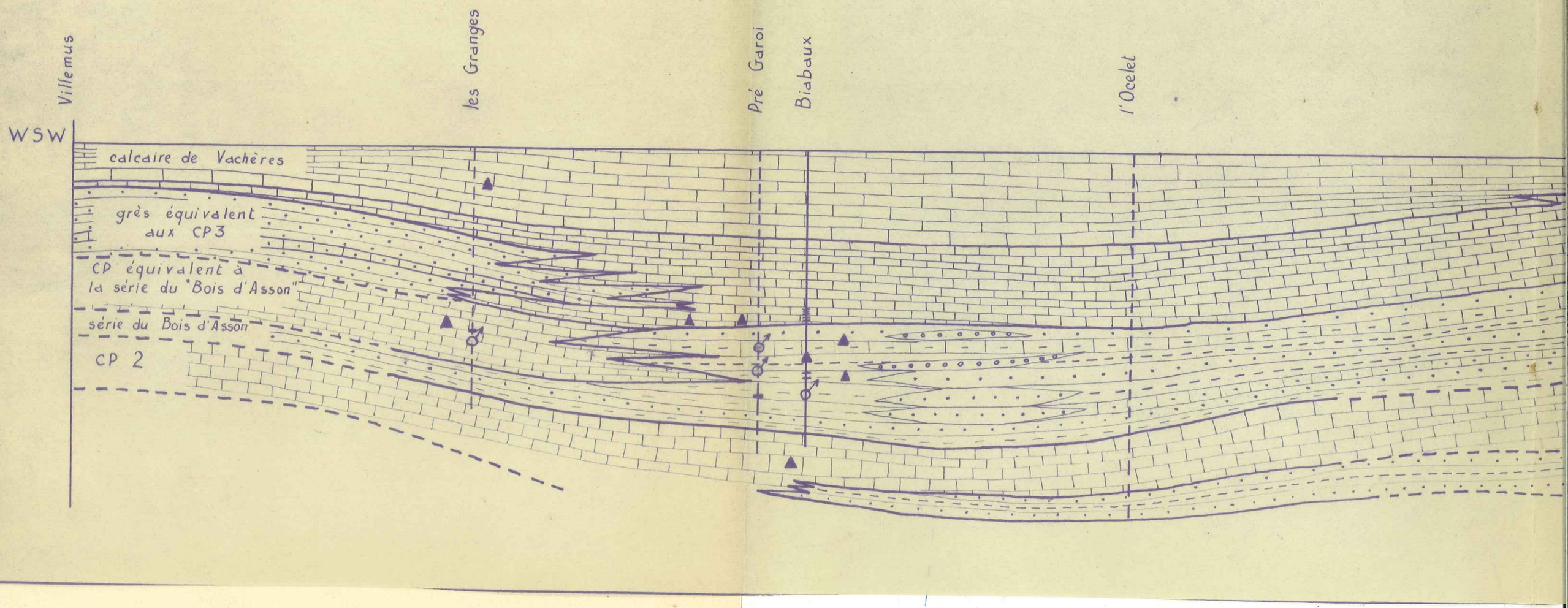
ECHELLES

Longueurs : 1/25.000e

Epaisseurs : 1/10.000e

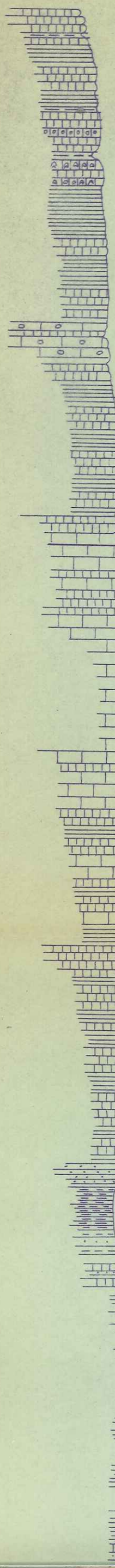
Croquis relatif aux puissances comparées des calcaires de Vachères, CP 3, marnes et grès du Bois d'Asson, CP 2, montrant

1°) les passages latéraux de faciès
2°) la continuité des niveaux de réduction du gypse.



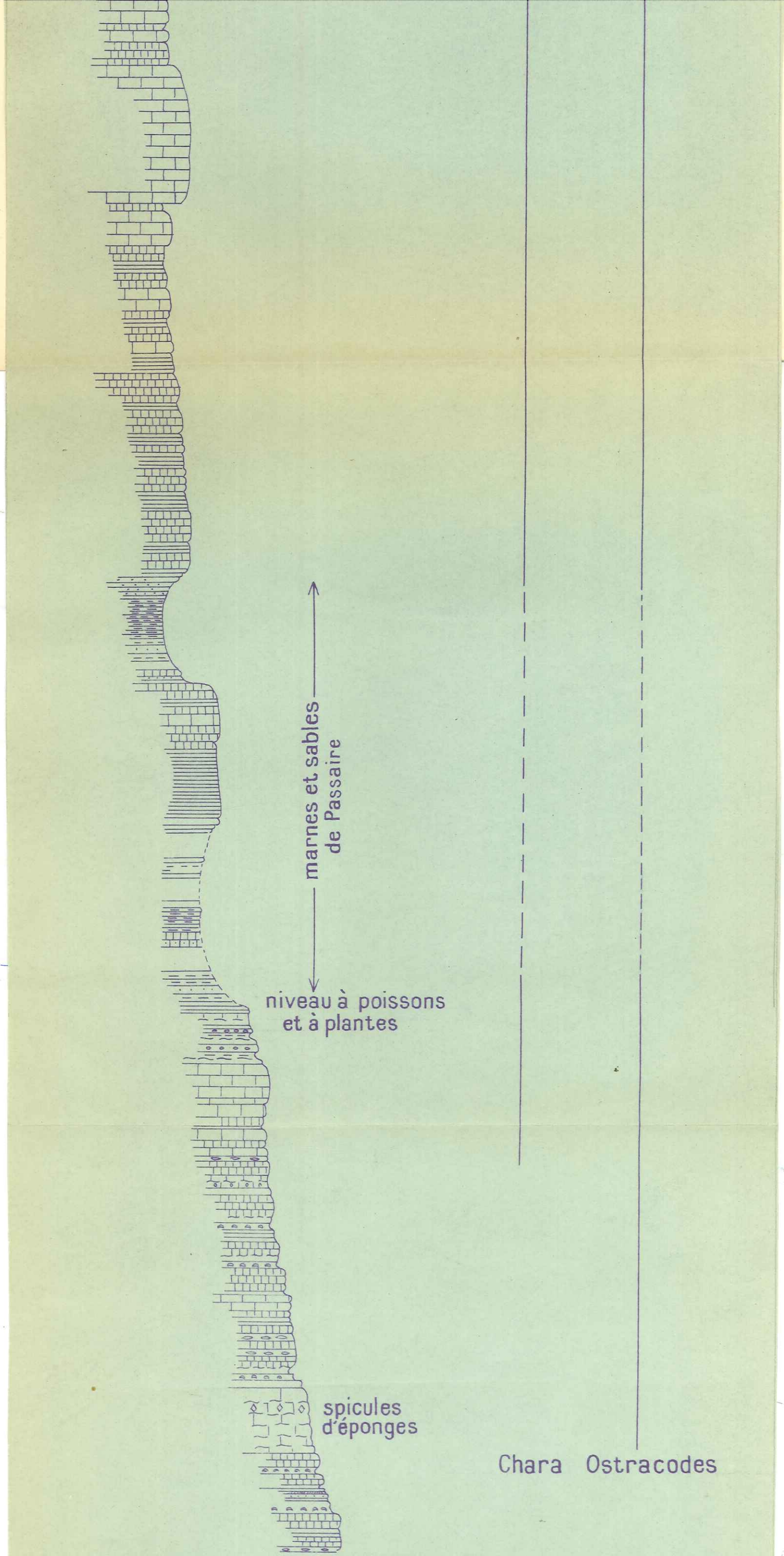
Coupe des C P 2

Echelle 1/1.000



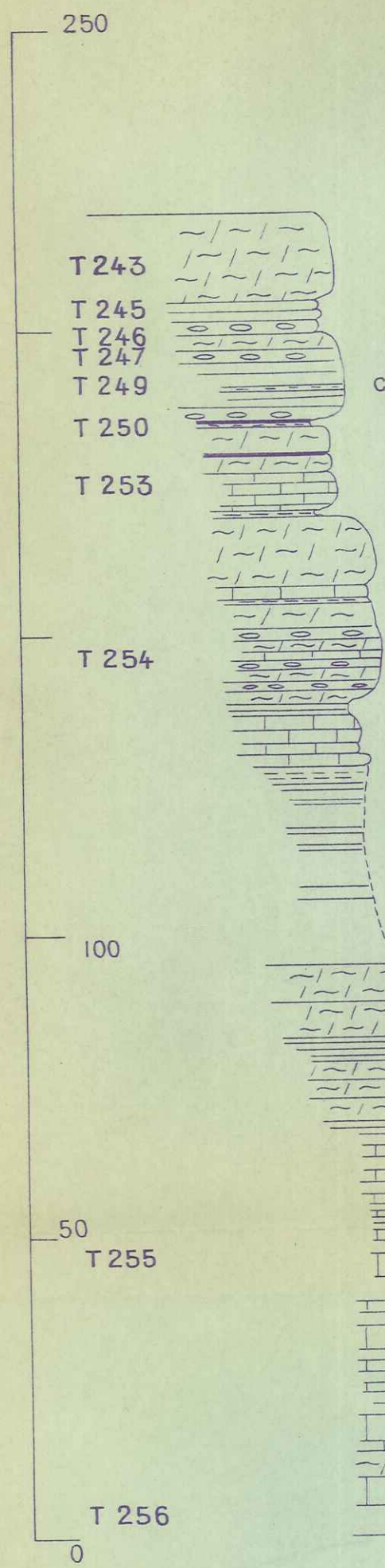
calcaire graveleux
à embryons de Castropodes

marnes et sables
de Passaire


marnes et sables
de Passaire
niveau à poissons
et à plantes
spicules
d'éponges
Chara Ostracodes

VACHÈRES Calcaire en plaquettes supr
Coupe des Granges

Echelle : 1/1.000



grumeleux
"graveleux"
grumeleux microgrenu
grumeleux
cryptocristallin
grumeleux
grumeleux

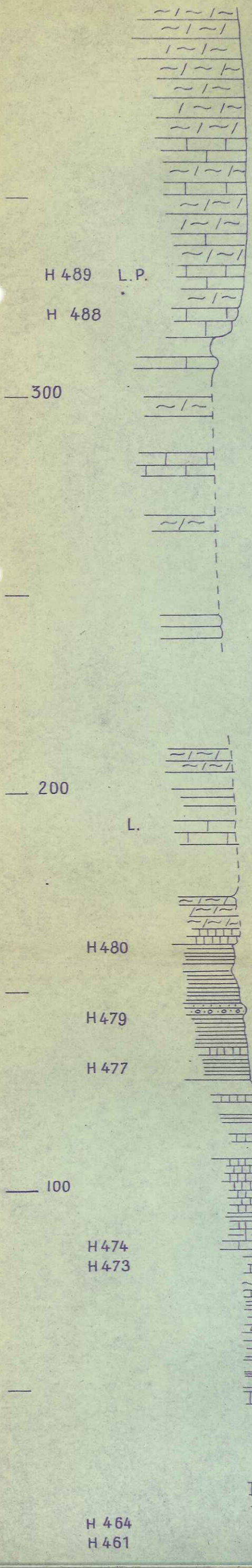
Planorbes Limnées	Ostracodes	Chara	Textures

Vachères C.P.3

Coupe du signal de St Martin

V

Echelle 1/1.000



"Vachères"

C.P.3

grumeleux

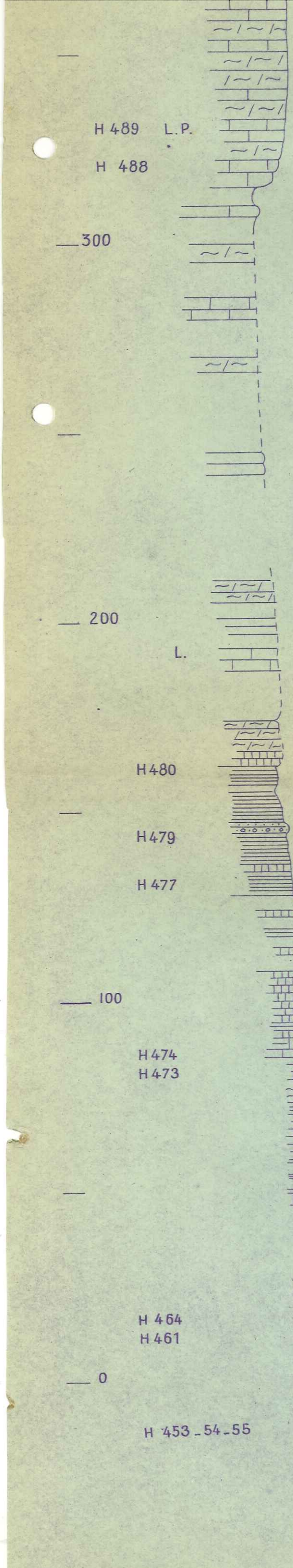
grumeleux

grumeleux

grumeleux

floconneux

microgrenu détritique



"Vachères"

grumeleux

grumeleux

grumeleux

grumeleux

grumeleux

floconneux

C.P.3

"Série de Bois d'Asson"

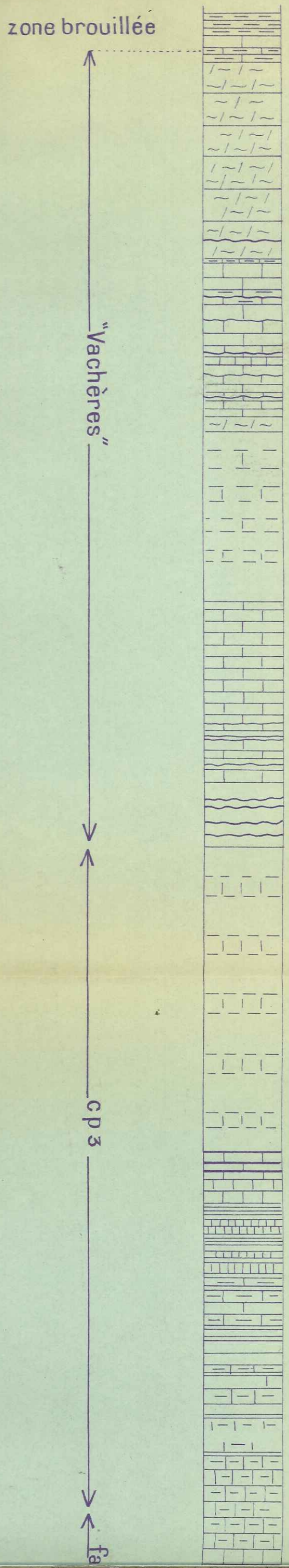
microgrenu détritique

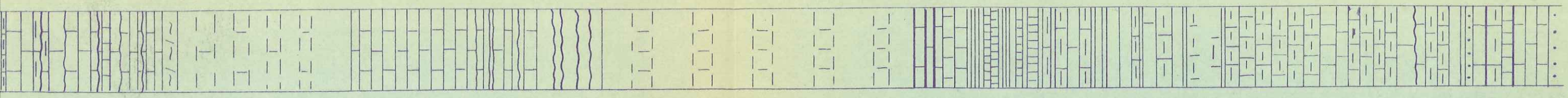
Ostracodes Chara

Texture

Coupe du travers-banc de Biabaux

(d'après le plan de la mine)
Echelle 1/1000

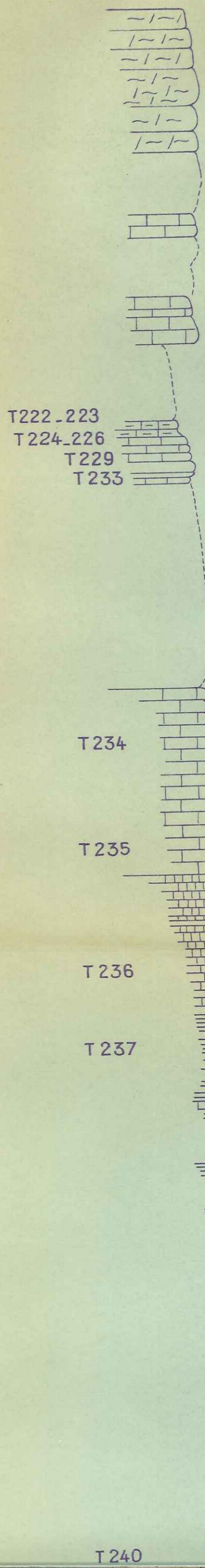




"Vachères" ——— cp 3 ——— faciès de passage ——— "série de Bois d'Asson"

VACHÈRES Calcaire en plaquette supr
Coupe de l' OCELET

Echelle: 1/1.000



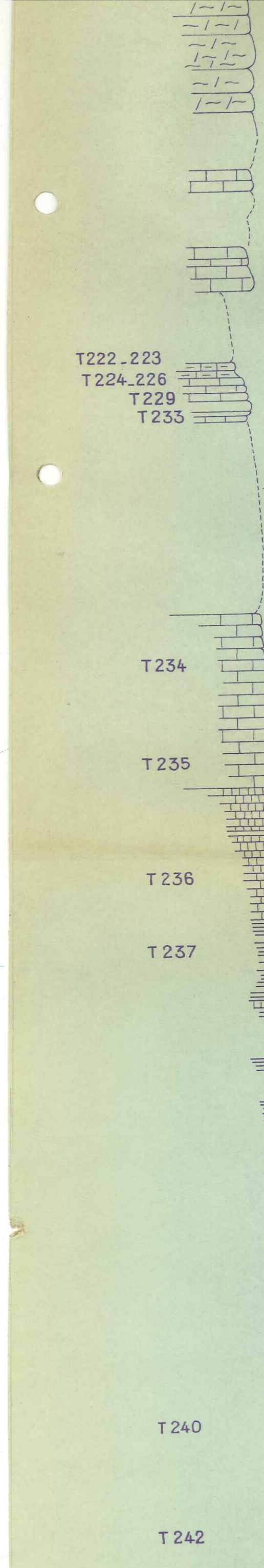
grumeleux
grenu
cryptocristallin
grumeleux

cryptocristallin

floconneux

cryptocristallin

grumeleux



T222_223
T224_226
T229
T233
T234
T235
T236
T237
T240
T242

Ostracodes

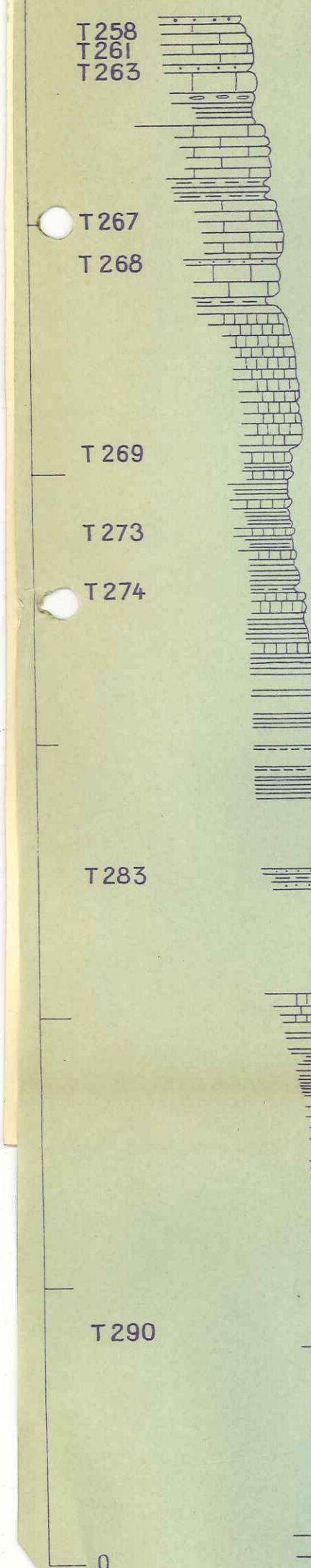
grumeleux
grenu
cryptocristallin
grumeleux
cryptocristallin
floconneux
cryptocristallin
grumeleux
"grumeleux recristallisé"

Planorbes Limnées | Ostracode | Chara

Calcaires en plaquettes supr

Coupe de la mine du "Bois d'Asson"

Echelle : 1/1.000



300

T 258
T 261
T 263

T 267

T 268

grès glauconieux

T 269

T 273

niveaux à plantes

T 274

sable argileux ferrugineux

niveaux à plantes

soufre
soufre

T 283

calcaire gréseux

"schistes" bleus
bitumeux

soufre

T 290

joints de calcite
développés

0

floconneux
grumeleux
cryptocristallin

granuleux

microgrenu

cryptocristallin

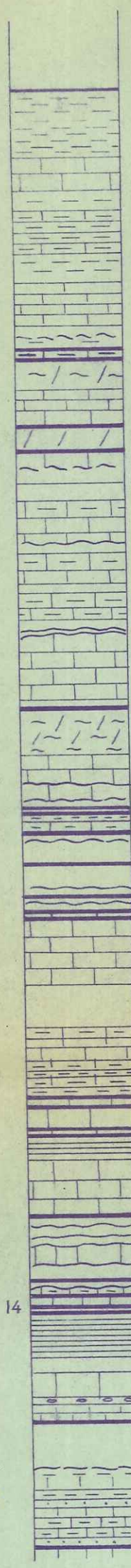
saccharoïde

Néant

Limnées	Chara	Texture
Planorbes	Ostracodes	

VACHÈRES C.P.3
Mine de GAUDE

Echelle : 1/1.000



Y289 — calcaire à Planorbes petits forann. remaniés (?)

Y288

Y286

Y284

Y277

"couche à feu"
"19"

Y270

14 — "16" "14" "15"

Y264

Y252 — calcaire gréseux, grossier

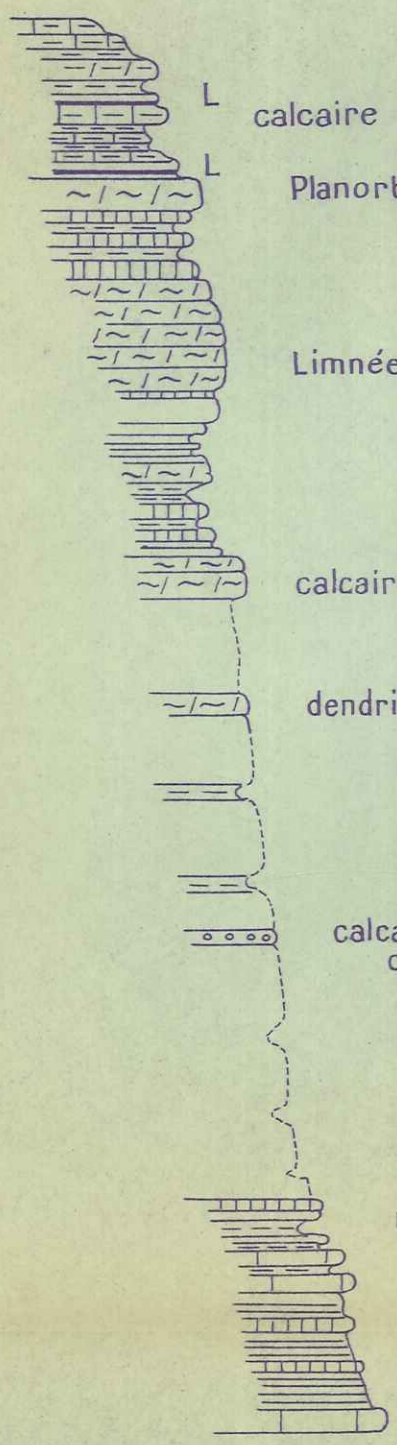
Planorbes Limnées	Ostracodes Chara	Texture
		cryptocristallin
		floconneux
		floconneuse grenue
		microgrenu
		grenu
		floconneux

X

VACHÈRES_ Calcaire en plaquettes sup.r

Echelle: 1/1.000

RAVIN de la TUILERIE



T 201

T 207

T 208

L

L

calcaire détritique à glauconie

Planorbes

Limnées

T 213

calcaire à Ostracodes

dendrites argileuses

T 215

calcaire à concrétions

marnes bleues

T 221

Planorbes Limnées	Ostracodes Chara	Texture
		grumeleux
		microgrenu "grumeleux grenu"
		microgrenu
		grumeleux

XI

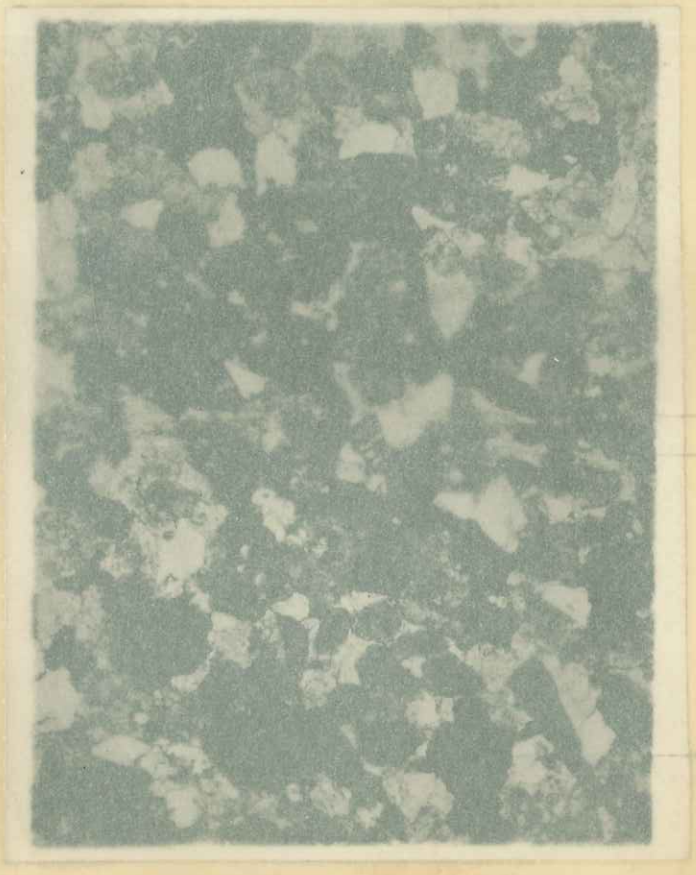
calcaire détritique.

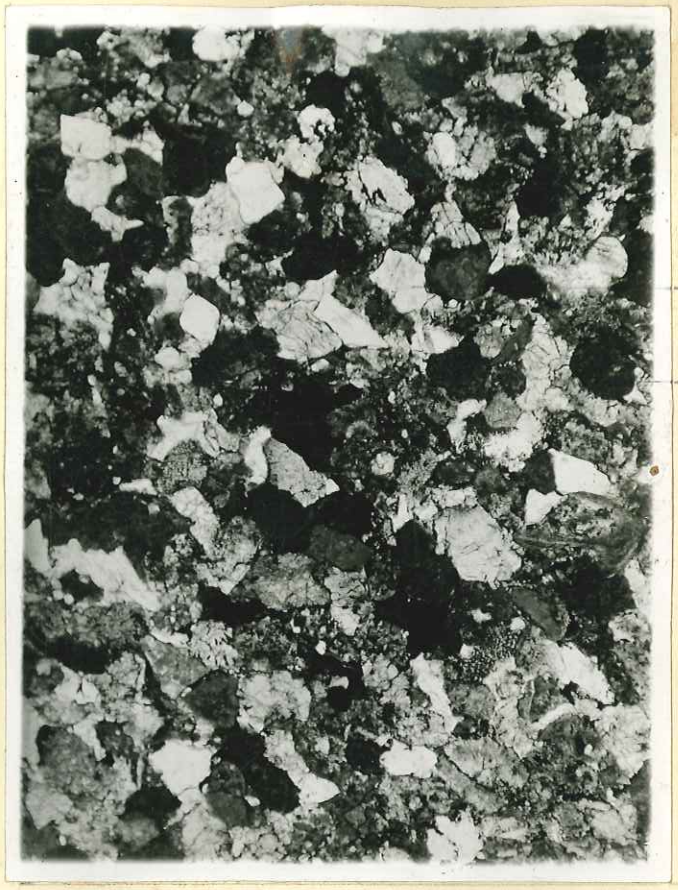
a- grands éléments de quartz corrodés.

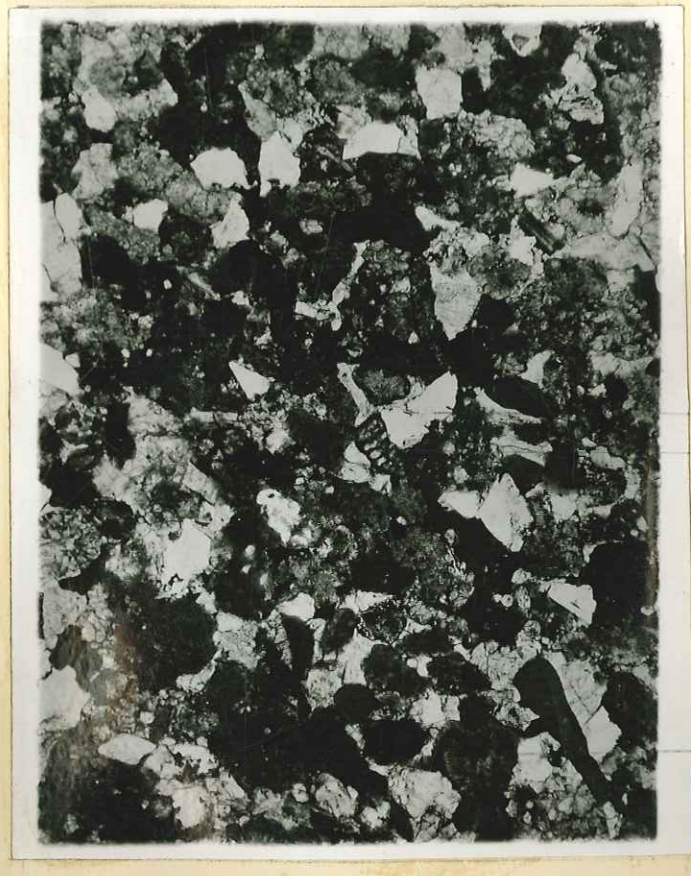
b- gravelles de calcaire.

c- Foraminifères du genre Bigerinina

x 30 - CP du ravin de la Thomassine




a
b


a
c
b

calcaire graveleux finement détritique.

a- gravelles.

b- embryons de Gasteropodes

c- ciment de calcite microgrenue.

x 30 - CP^2 - ravin de l'Agasson.

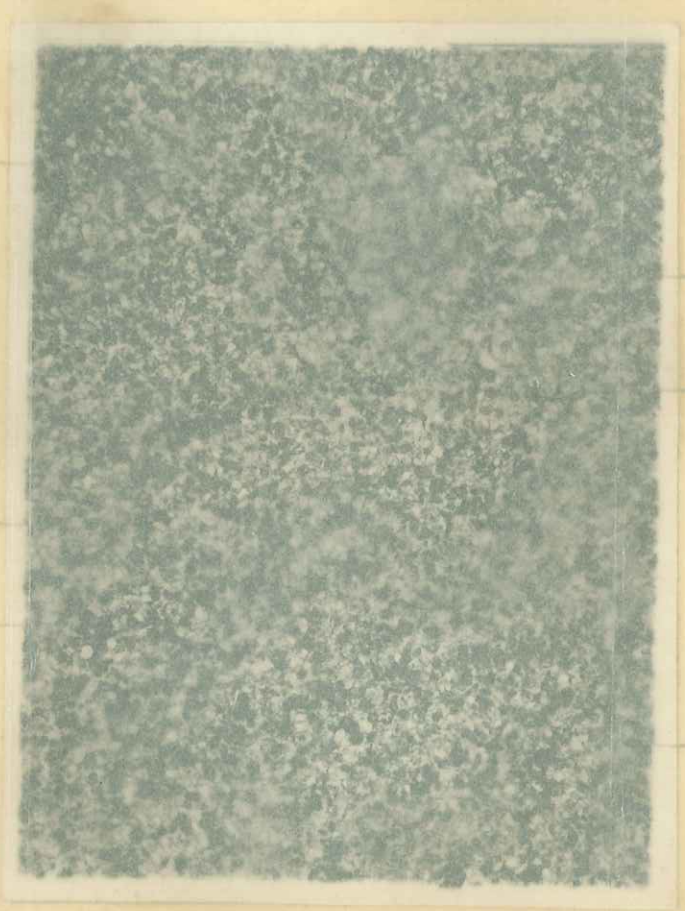
calcaire graveleux

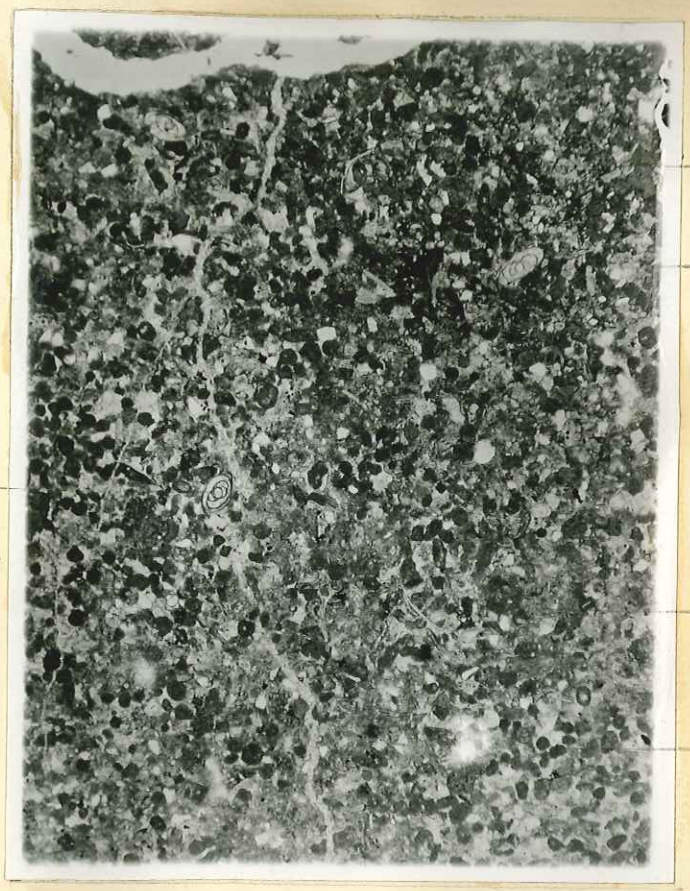
a- quartz clastiques

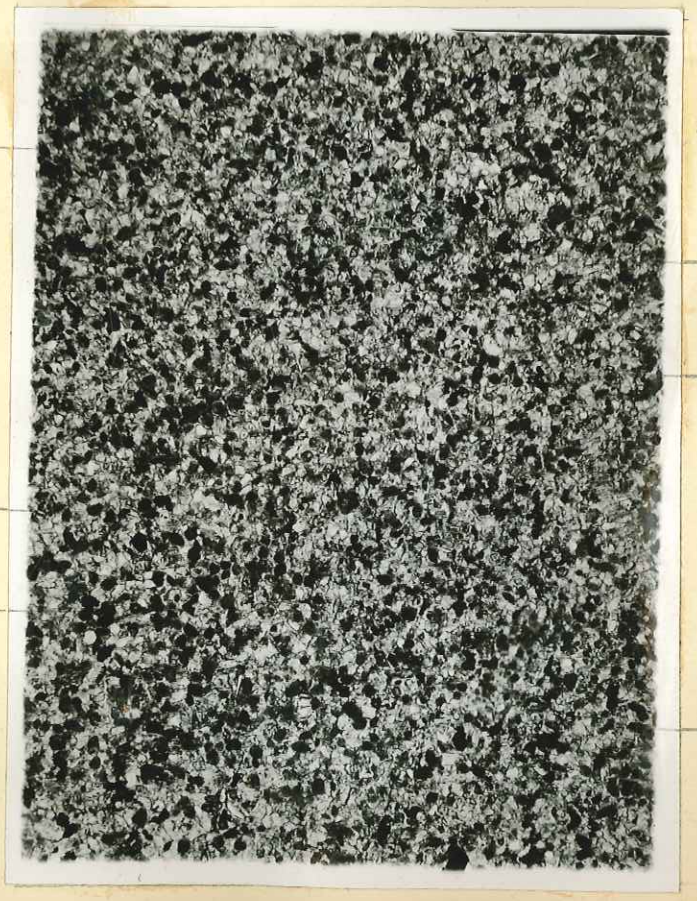
b- gravelles

c- ciment de calcite cryptocristallin.

x 30 CP du ravin de la Thomassine




a
b
b
c
a


b
a
c
b
b
a

calcaire conglomeré intraformationnel.

a- gravelles, éléments du conglomérat

b- gravelle en voie de recristallisation.

c- quartzine.

d- fond grumeleux avec grains de calcite isolés.

x 30 - calcaire de Vachères N. du Signal de Saint Martin.

calcaire grumeleux, à débris d'Ostracodes.

a- quartz clastiques.

b- dendrites de bitume.

c- pyrite.

x 25 - ravin de la Tuilerie.

c
b
a
d
a

c
b
a
c

calcaire grumeleux à Gastéropodes et Ostracodes.

a- Planorbe en voie de recristallisation.

b- Ostracode recristallisé.

c- valves d'Ostracodes isolées.

x 30 - calcaire de Vachères :N. du Signal de Saint Martin

calcaire cryptocristallin, bitumineux.

a- bitume.

b- Ostracode imprégné.

x 15 - ravin de la Thomassine.

c
d
c
b

a
b
a

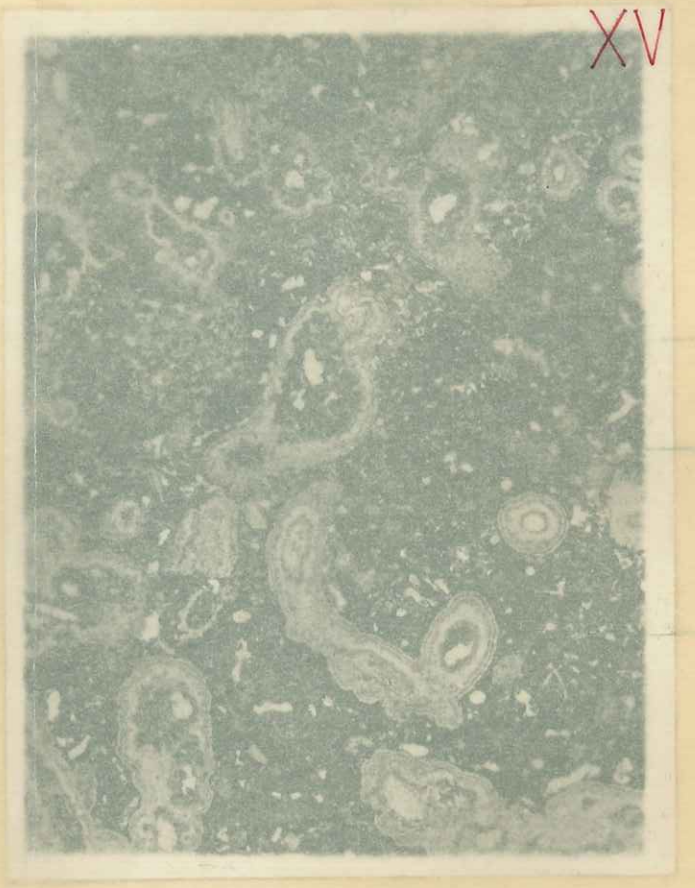
XV

calcaire à concrétions.

a- concrétions

b- fond grumeleux avec plages de calcite grenue dispersées

x 15 - calcaire de Vachères. Ravin de la Tuilerie.



concrétions du même calcaire.

a- nucléi formé par une tige de Chara avec ses tubes corticaux recristallisés.

b- nucléi formé par une tige de Chara en voie de recristallisation.

x 30

a
b
a

a
b

calcaire bitumineux.

a- " bitume ".
CP 3

x 30 - Colline de la mine du Bois d'Asson.

calcaire bitumineux.

a- plages de " bitume " en rapport avec la stratification.

b- débris d'Ostracodes.

c- plage de calcite grenue.

d- fond floconneux.

x 30 - calcaire de Vachères. Travers-banc de la mine de Manosque.

d
a

b
a
d
c
a
b

Calcaire grumeleux en voie de recristallisation.

a- plages irrégulières de calcite

b- fond grumeleux

x 30 - calcaire de Vachères - les Granges.

calcaire burdigalien.

a- grande Lithothamniée

b- petits Foraminifères

x 25 - Burdigalien - Dumaine.

a
b
a

a
b

Calcaire organogène burdigalien

a- grains de quartz a1 non usé
a2 émoussé

b- orthose

c- calcédonite de neogénèse

d- algues

e- Bryozoaires

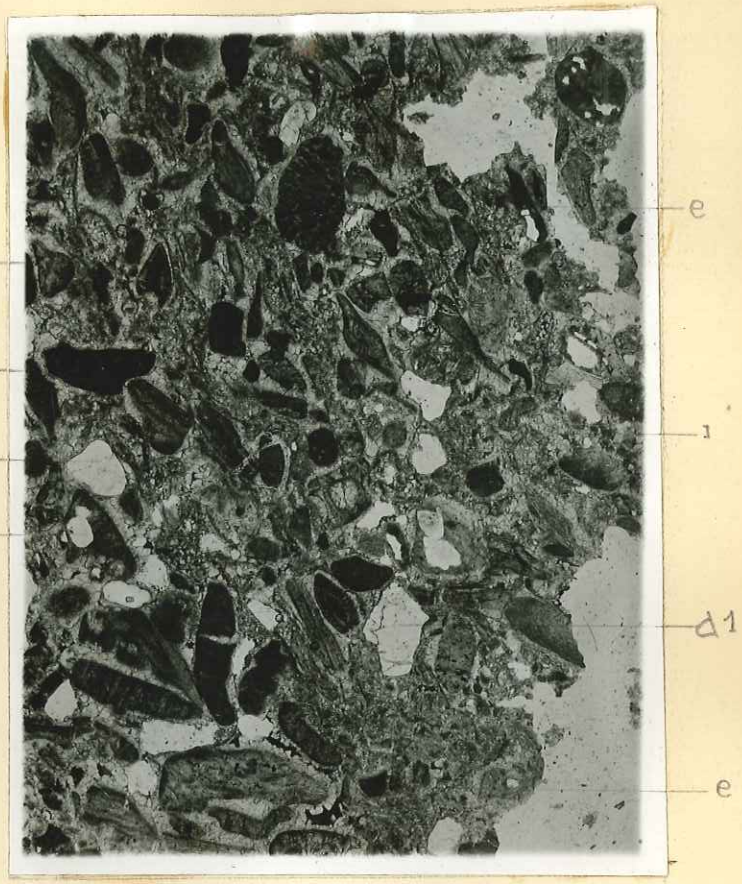
f- plaques d'Echinodermes

g- Assilines

h- petits Foraminifères

i- ciment de calcite grenue

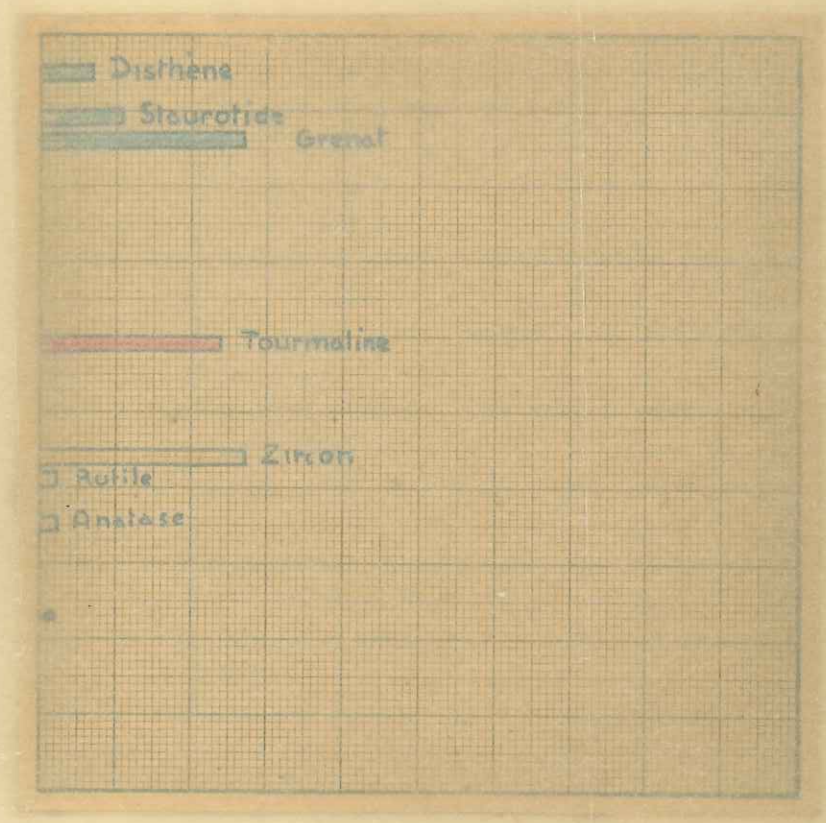
x 30 - Burdigalien - Dumaine.


e
g
d
d2
1
d1
e

b
d
h
d1
h
c
e
d
f
1
e

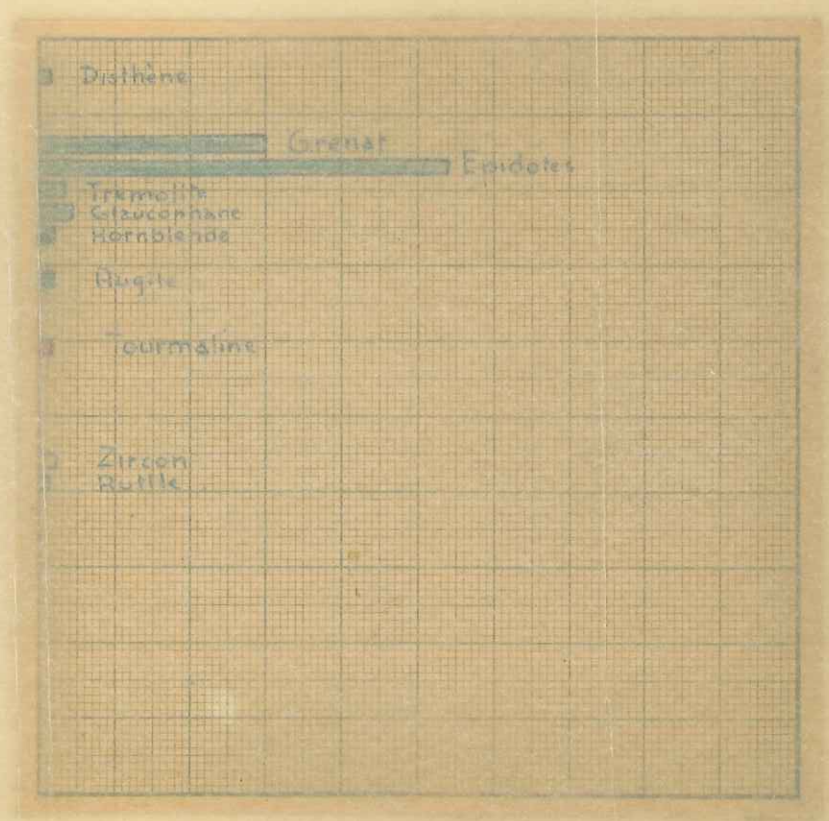
Cortège typique oligocène :

grès de Marcaud.

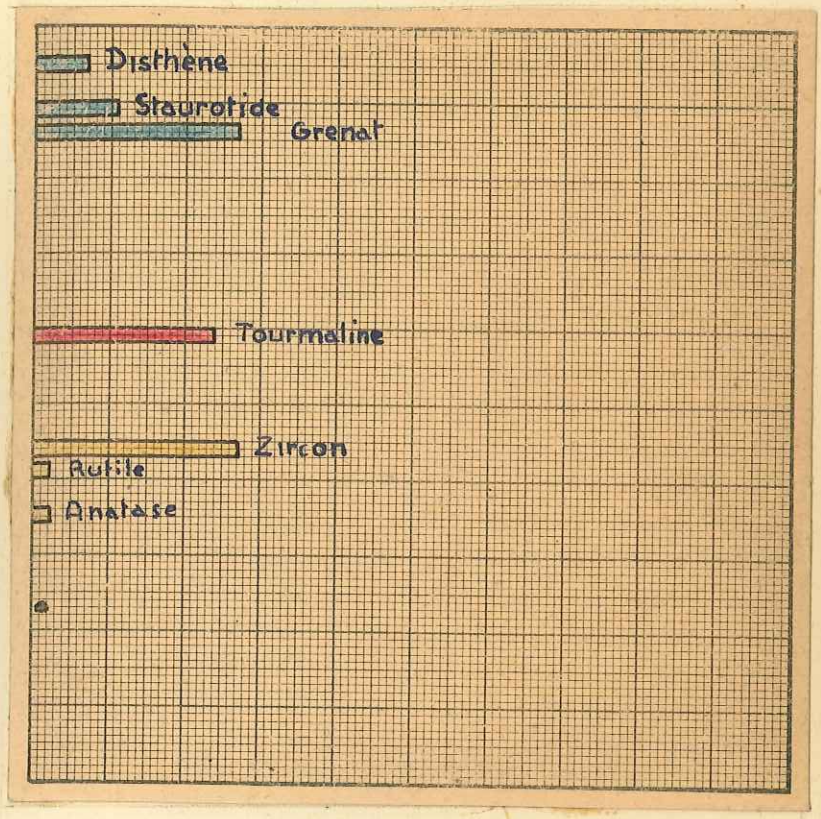


Cortège typique burdigalien :

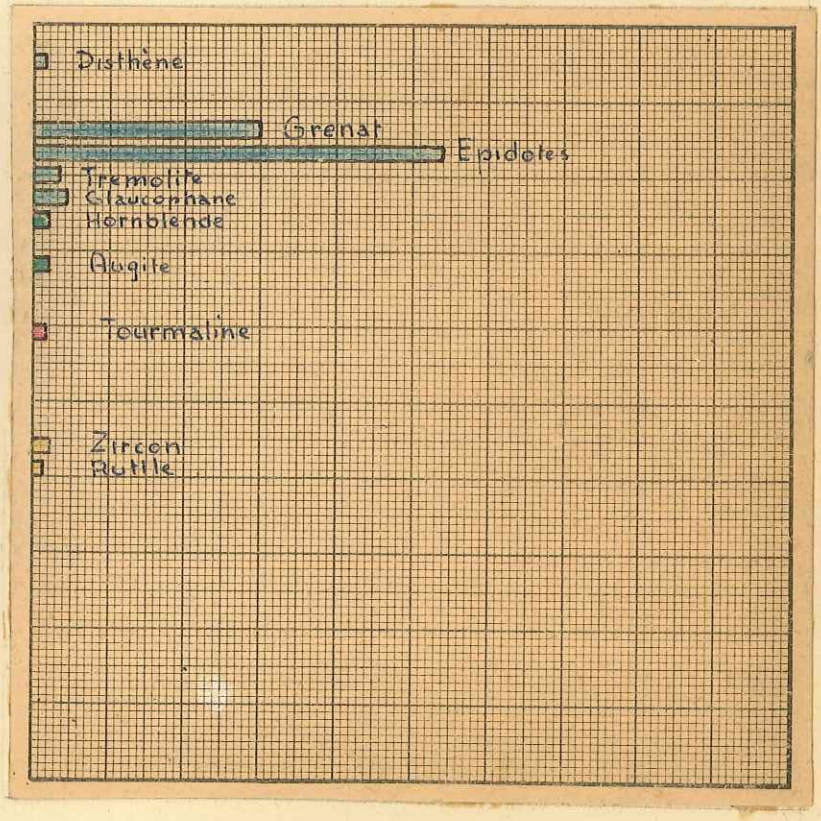
mollasse de Volx.



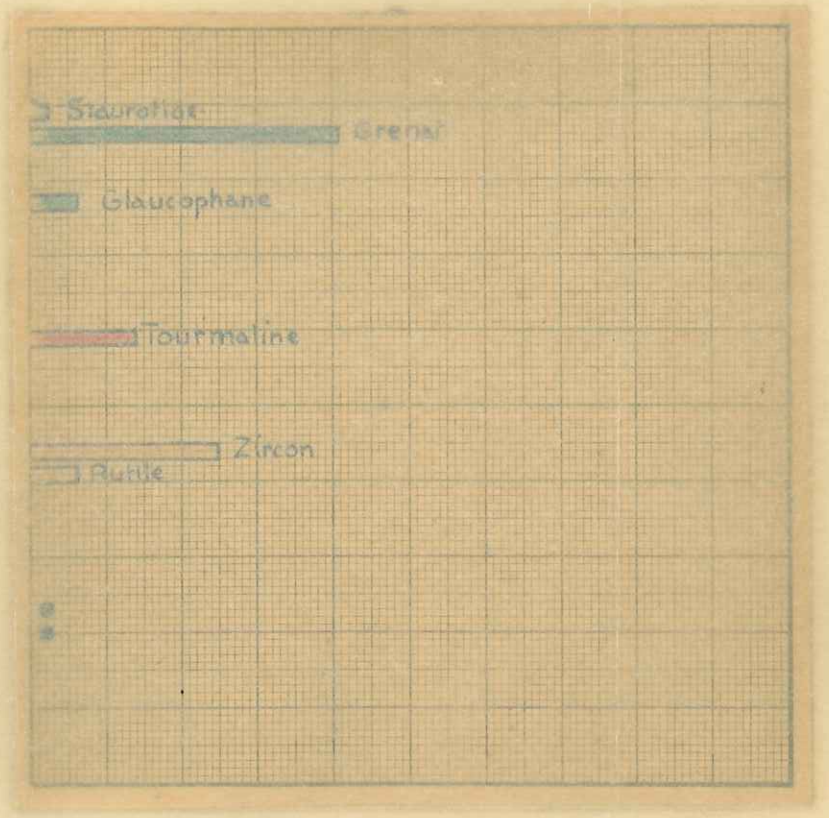
H 456.


Disthène
Staurotide
Grenat
Tourmaline
Zircon
Rutile
Anatase

T 30.


Disthène
Grenat
Epidotes
Tremolite
Glaucophane
Hornblende
Augite
Tourmaline
Zircon
Rutile

XX



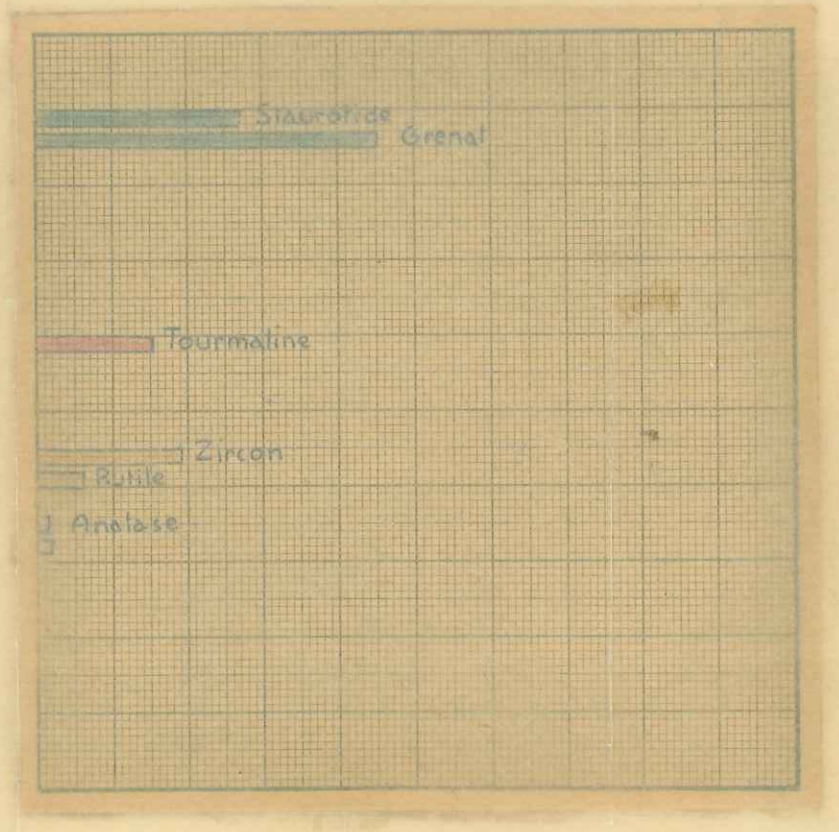
Grès de Passaire 28 - 23

dominance des grenats.

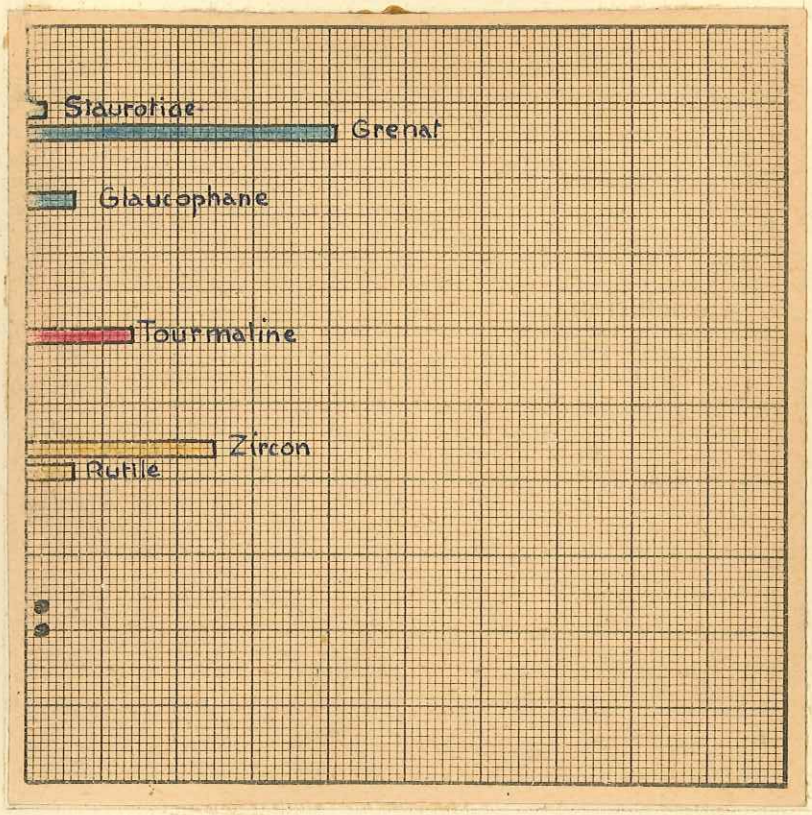
présence de glaucophane

(2 échantillons sur 3)

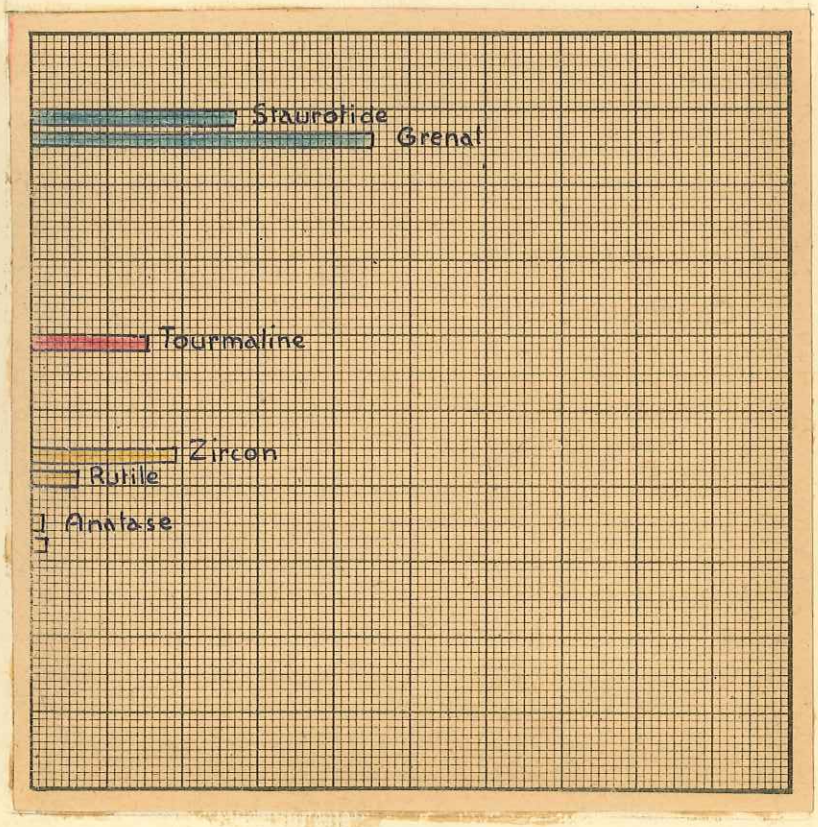
Source de la ferme.

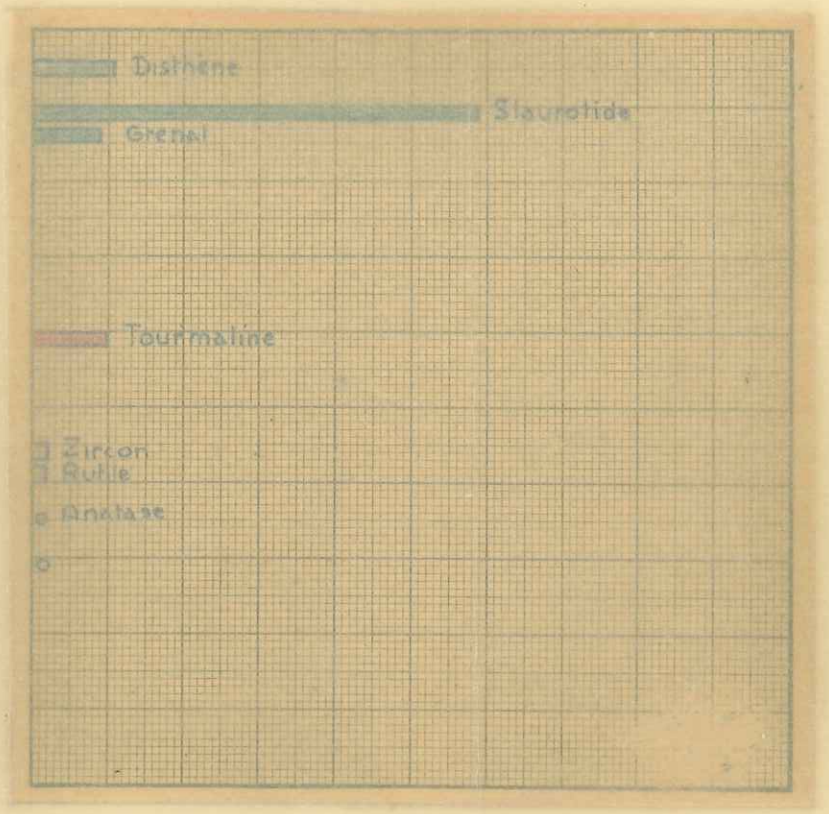


28


Staurotide
Grenat
Glaucophane
Tourmaline
Zircon
Rutile

23

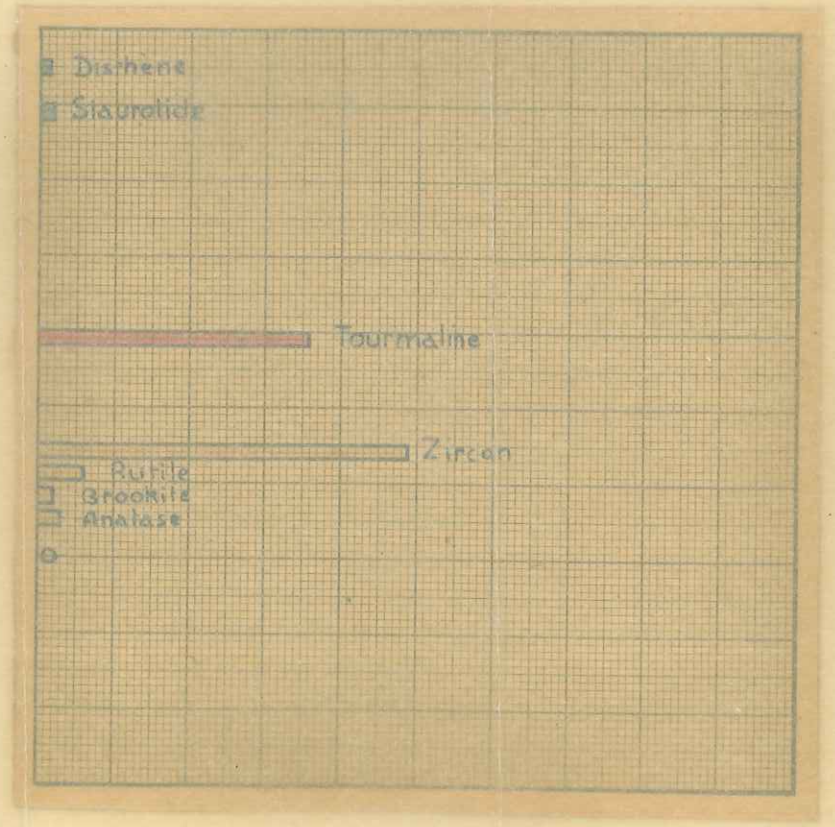

Staurolide
Grenat
Tourmaline
Zircon
Rutile
Anatase



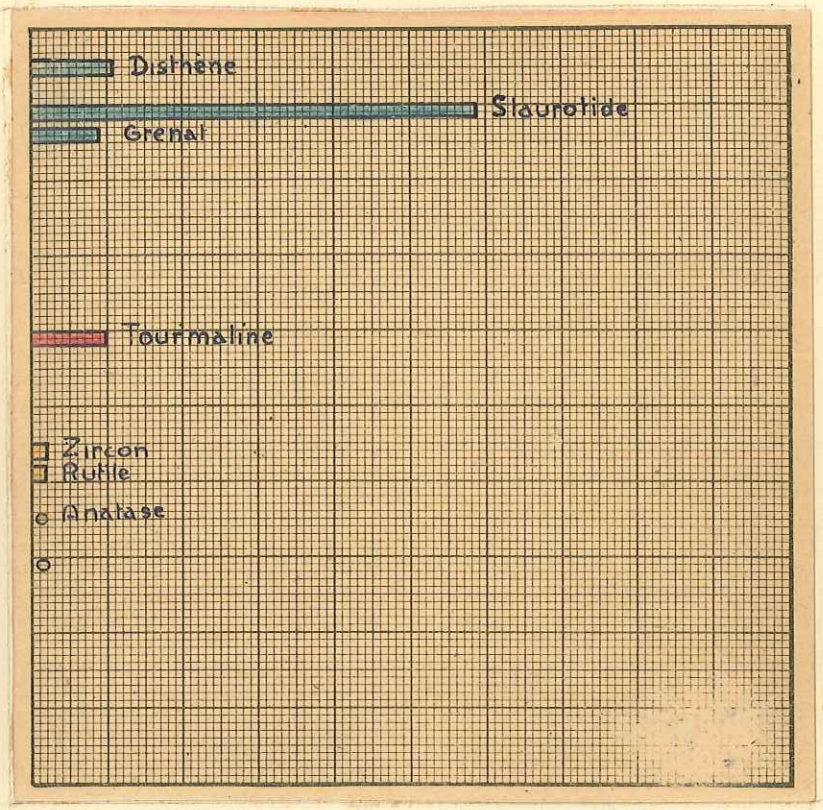
Répartition des minéraux lourds en fonction de la granulométrie.

241 - "grès grossier " série du Bois d'Asson - mine de Gaude

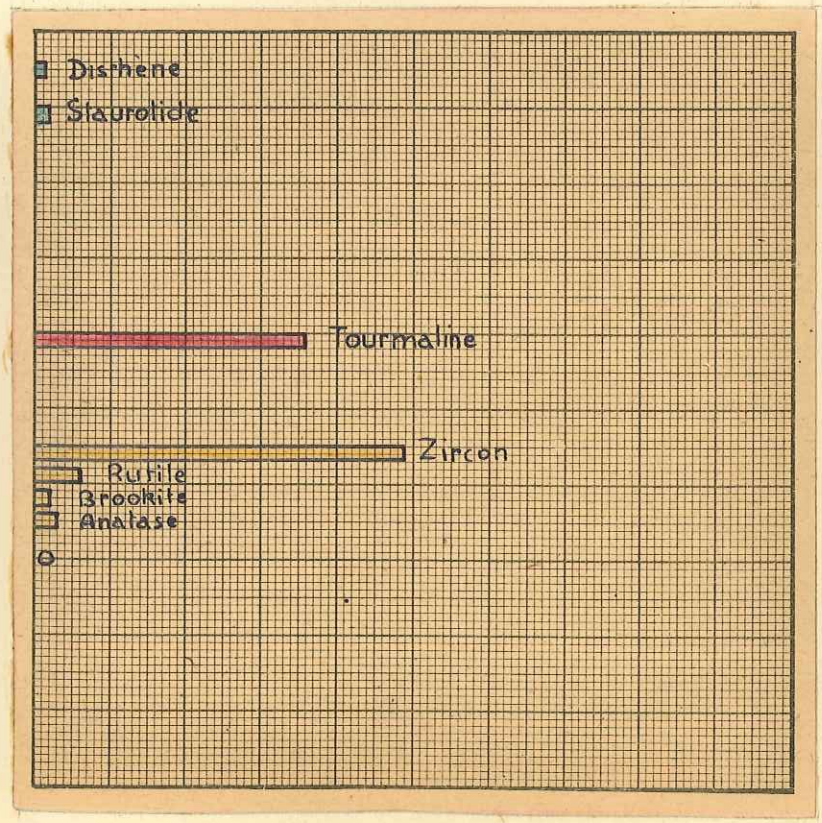
T 257 - " grès fin " - CP3 - route de Volx (colline de la mine)

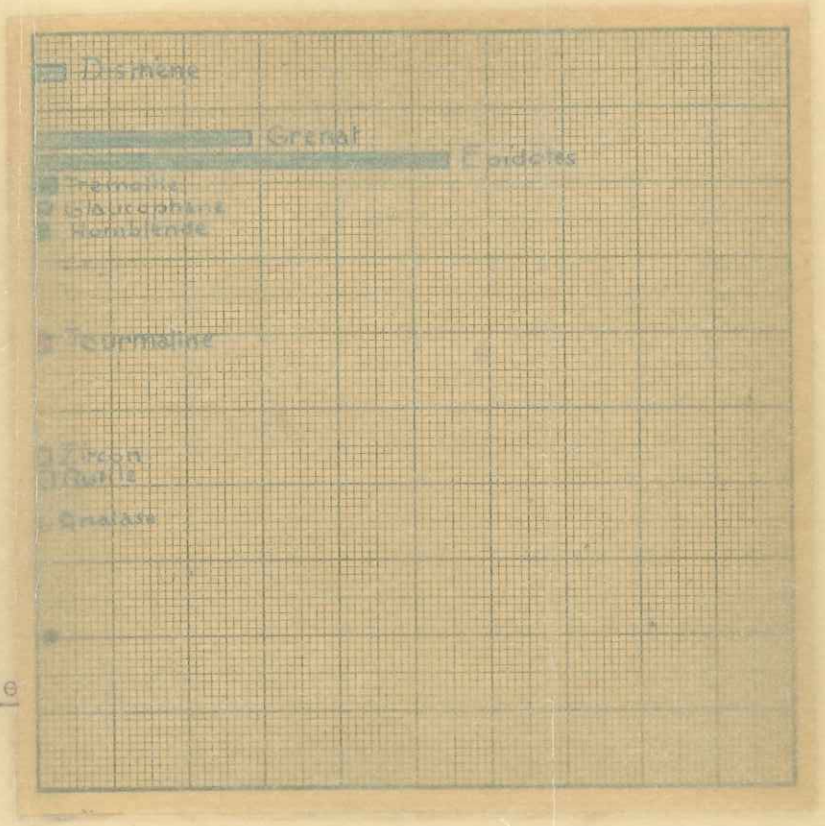


T 241


Disthène
Staurolide
Grenat
Tourmaline
Zircon
Rutile
Anatase

T 257

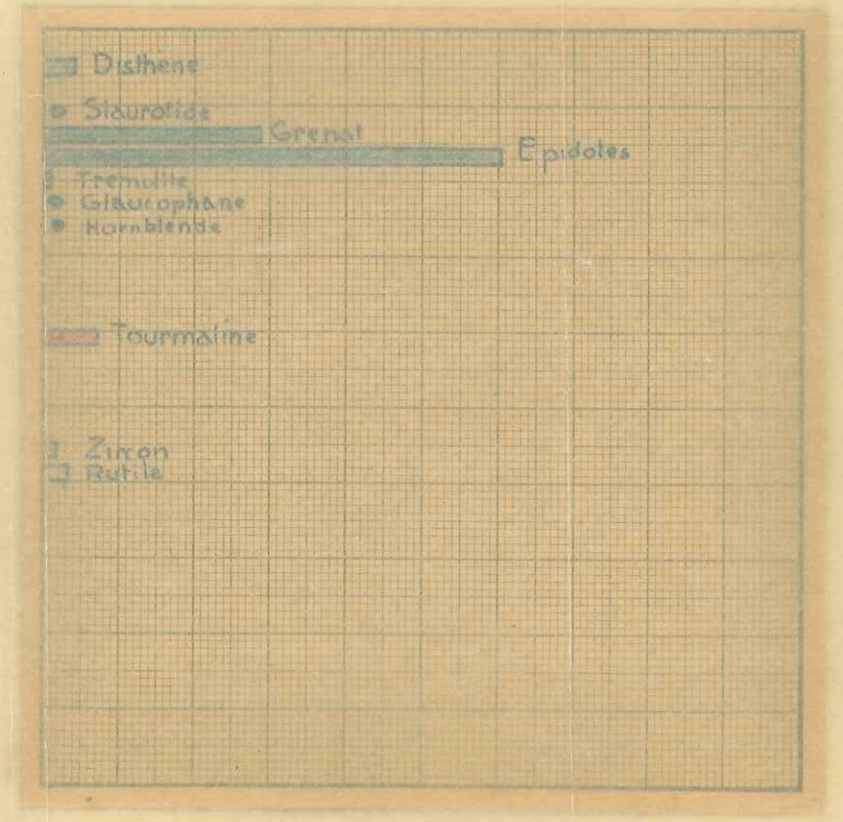

Disthène
Staurolide
Tourmaline
Zircon
Rutile
Brookite
Anatase



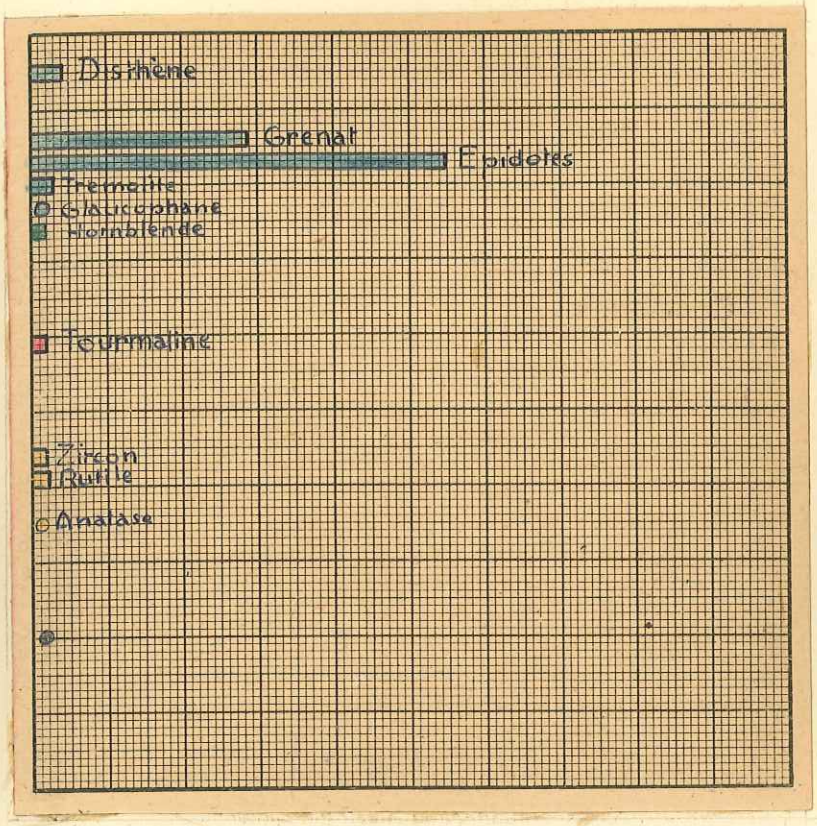
Exemple de la constance latérale du cortége burdigalien.

T 4 Mollasse de Volx.

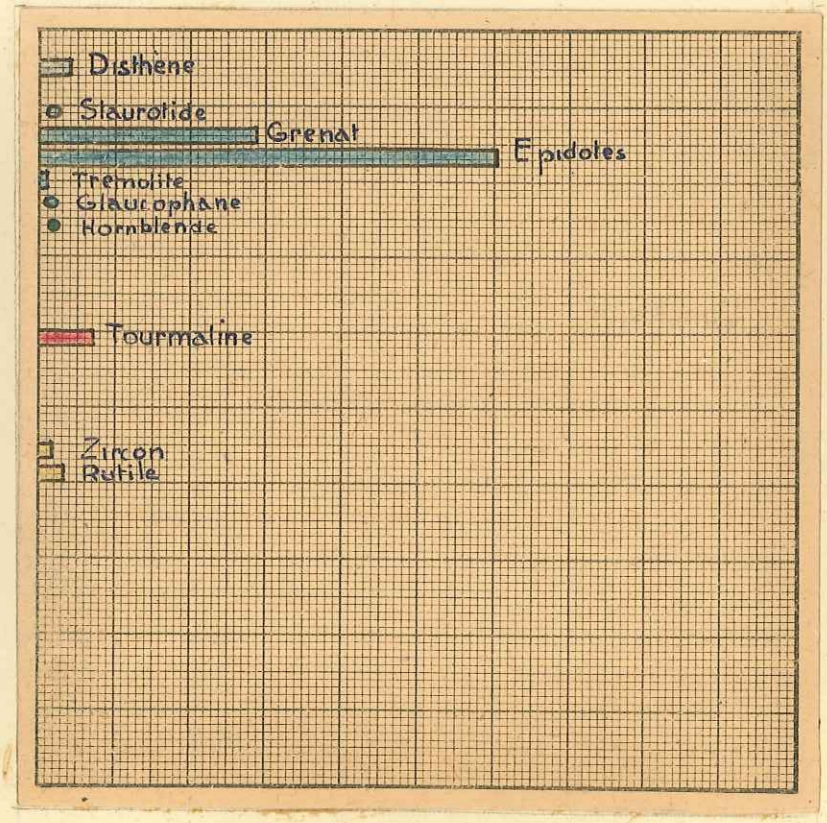
D 1 Mollasse de Villemus.

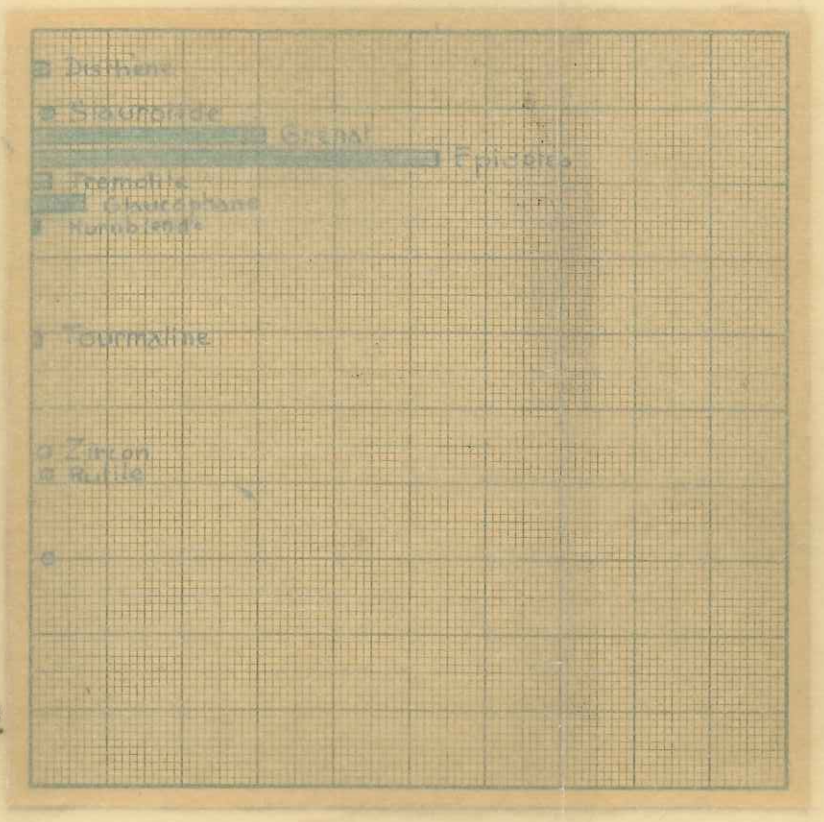


T 4


Disthène
Grenat
Epidotes
Trémolite
Glaucophane
Hornblende
Tourmaline
Zircon
Rutile
Anatase

D 1

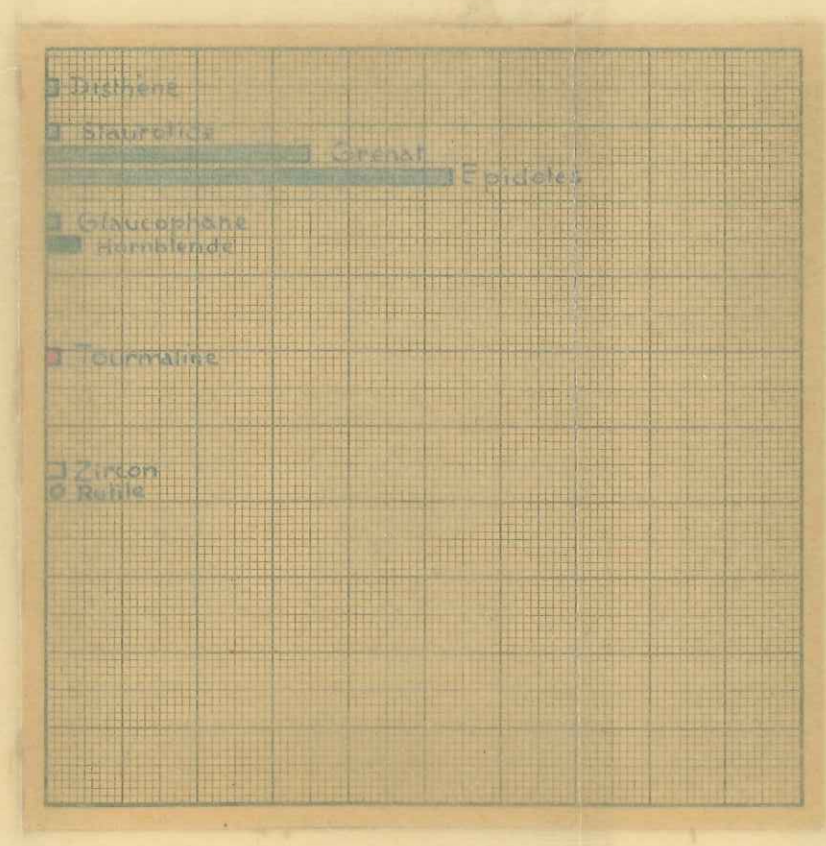

Disthène
Staurolide
Grenat
Epidotes
Trémolite
Glaucophane
Hornblende
Tourmaline
Zircon
Rutile



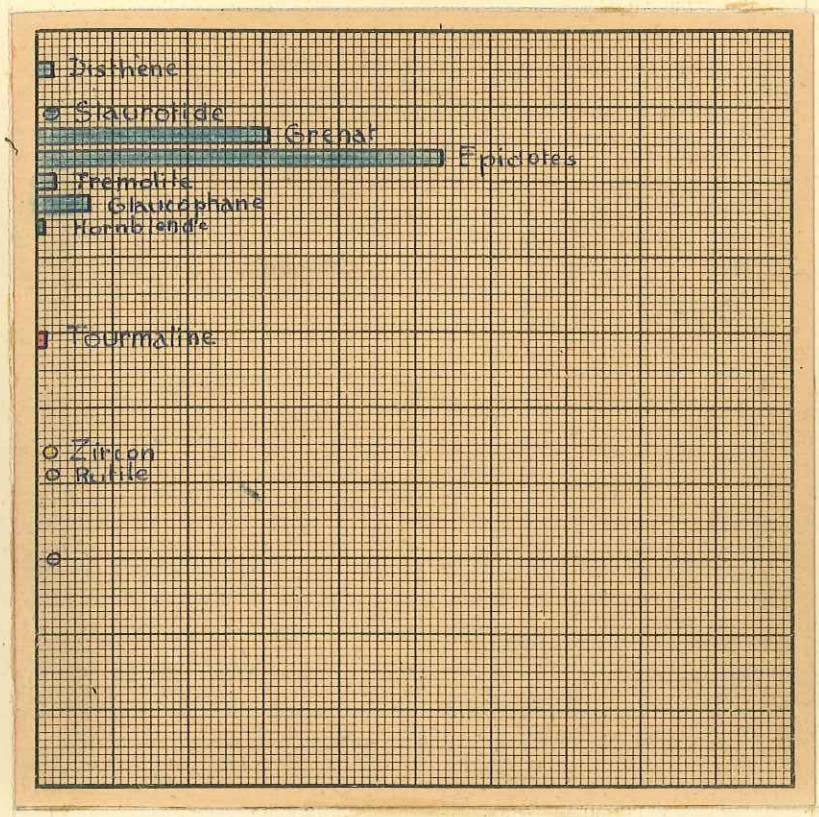
Exemple de la constance verticale du cortège burdigalien dans la région de Volx. (échantillon prelevé 30 m. plus haut dans la série).

T 3 - Burdigalien de Volx

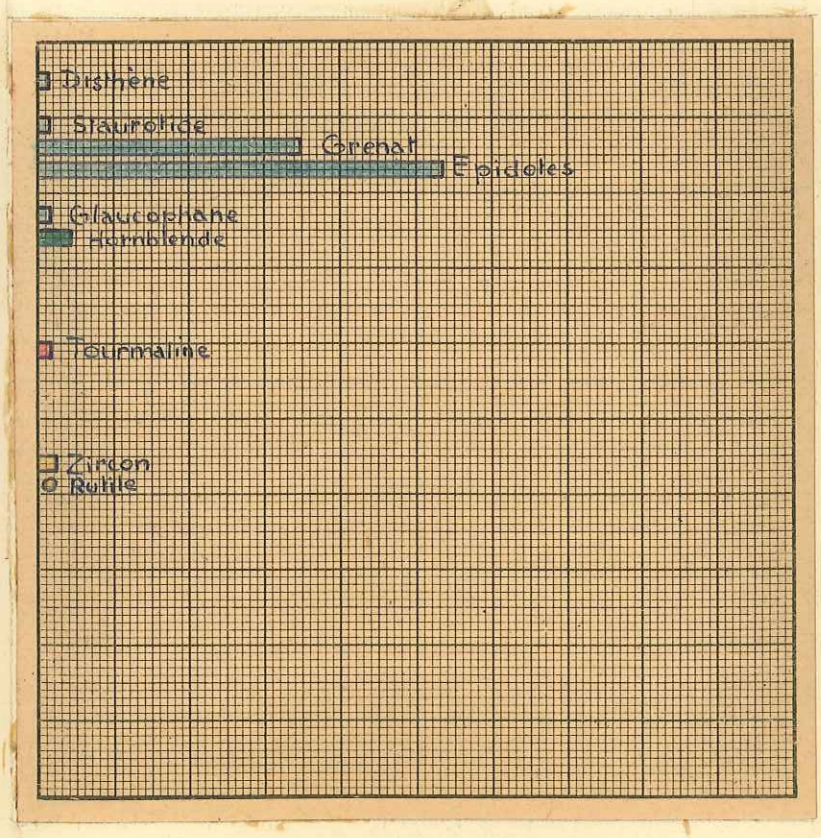
T 9 - Burdigalien de Volx

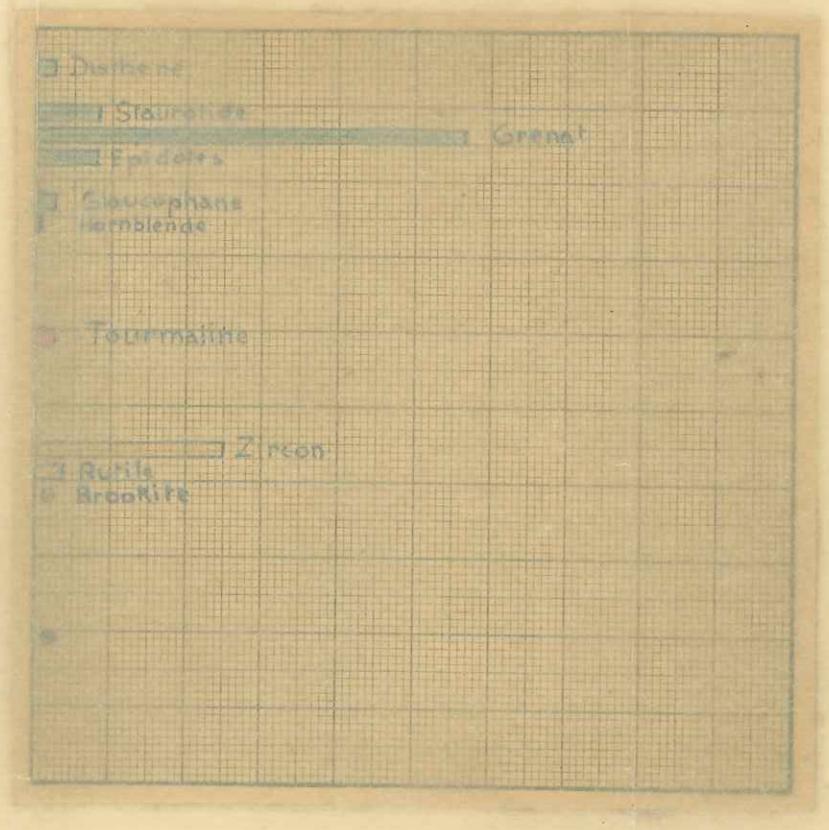


T3


Disthène
Staurotide
Grenat
Epidotes
Trémolite
Glaucophane
Hornblende
Tourmaline
Zircon
Rutile

T9


Disthène
Staurotide
Grenat
Epidotes
Glaucophane
Hornblende
Tourmaline
Zircon
Rutile



T 38

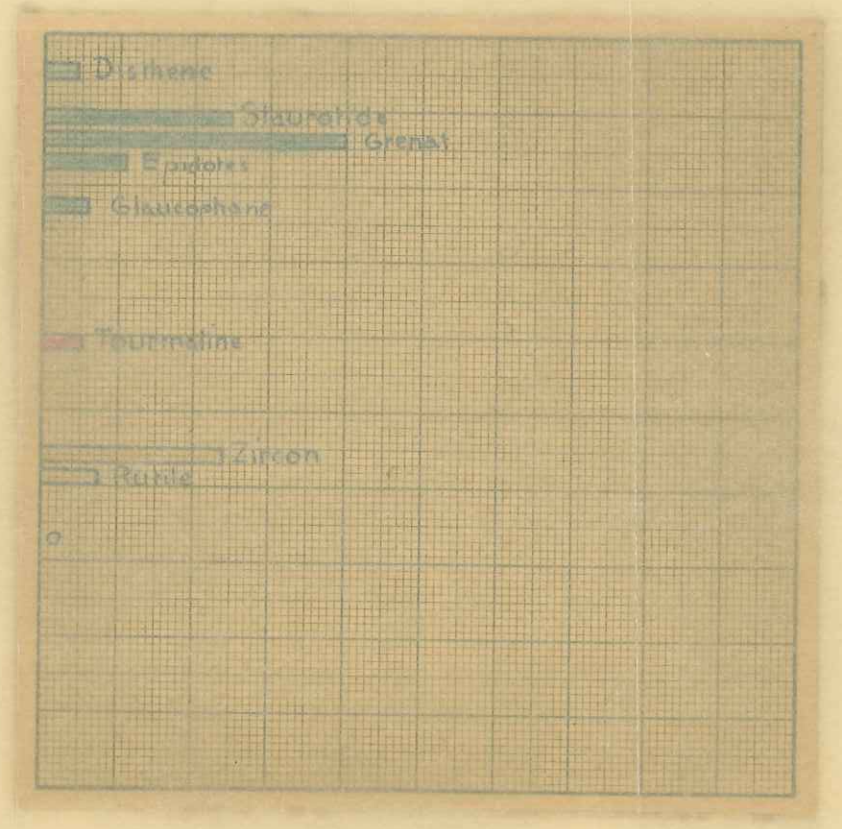
Exemple montrant :

1°) une modification locale du cortège burdigalien (voir planche).

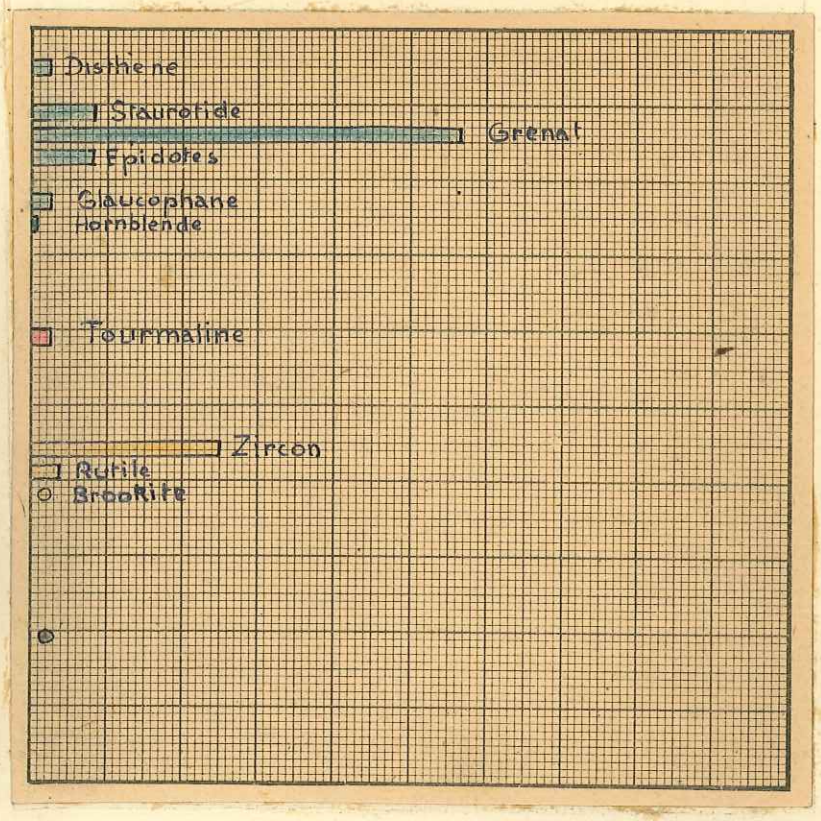
2°) le parallélisme des cortèges dans les régions de Biabaux et Dumaine.

T 38 : Dumaine.

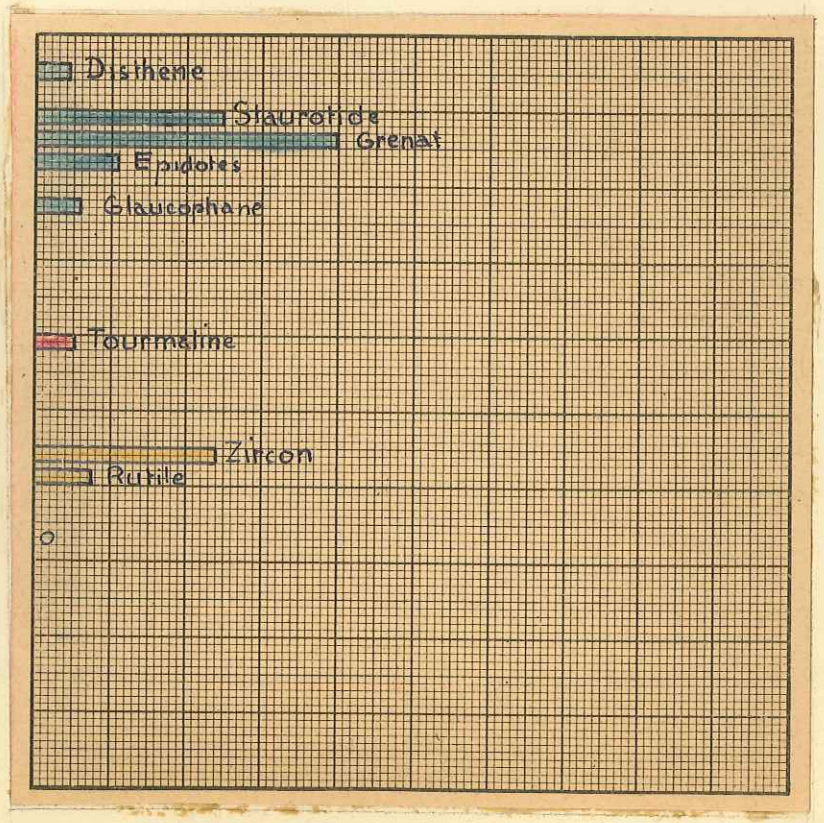
B 4 Biabaux.



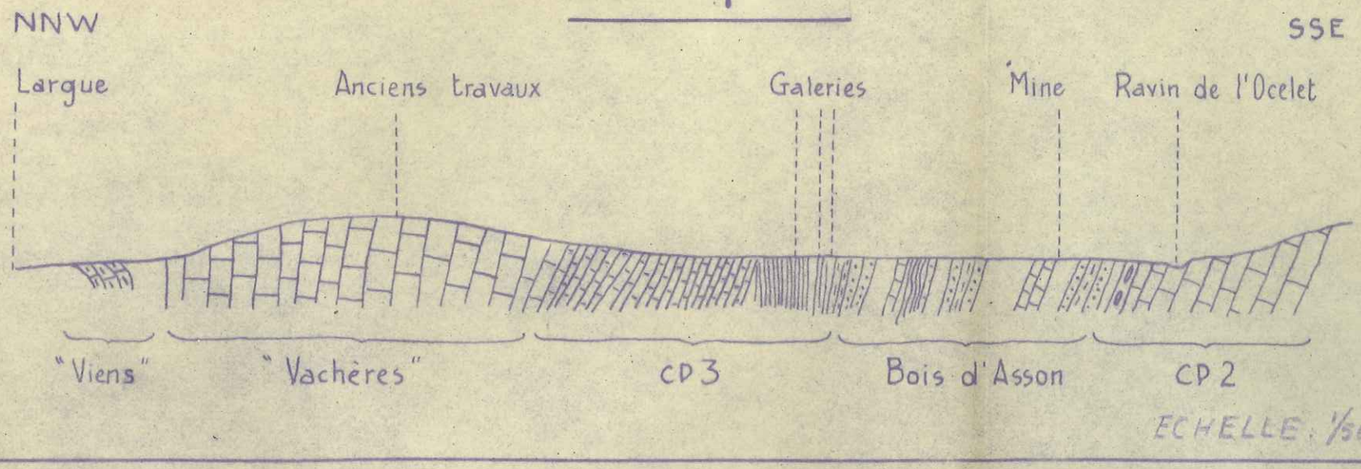
T 38


Disthène
Staurotide
Grenat
Epidotes
Glaucophane
Hornblende
Tourmaline
Zircon
Rutile
Brookite

B 4

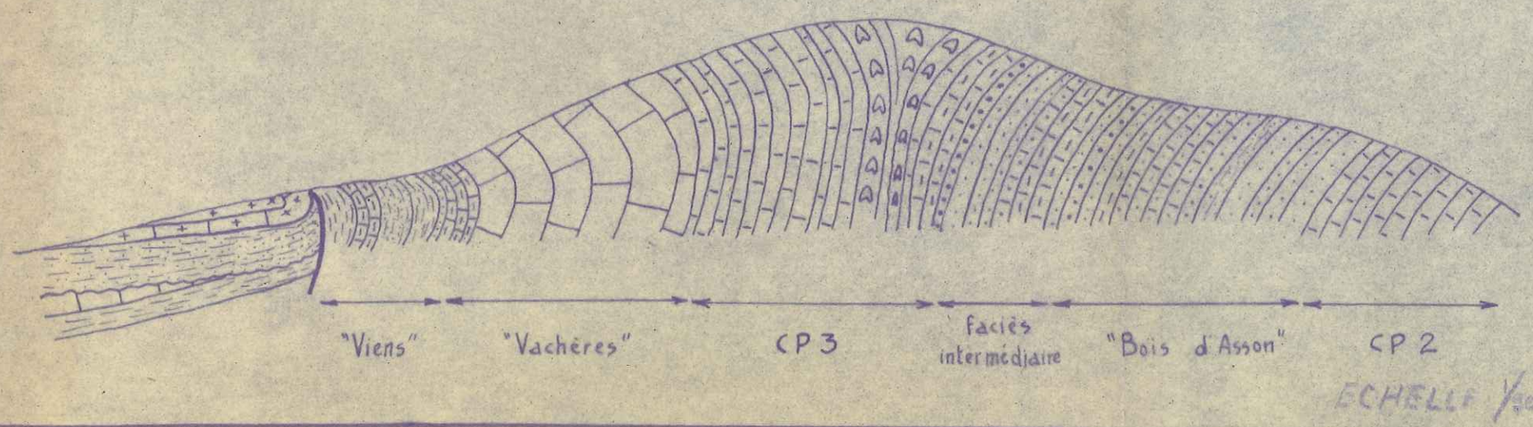

Disthène
Staurotide
Grenat
Epidotes
Glaucophane
Tourmaline
Zircon
Rutile

Coupe 1



ECHELLE : 1/5000

Coupe 2

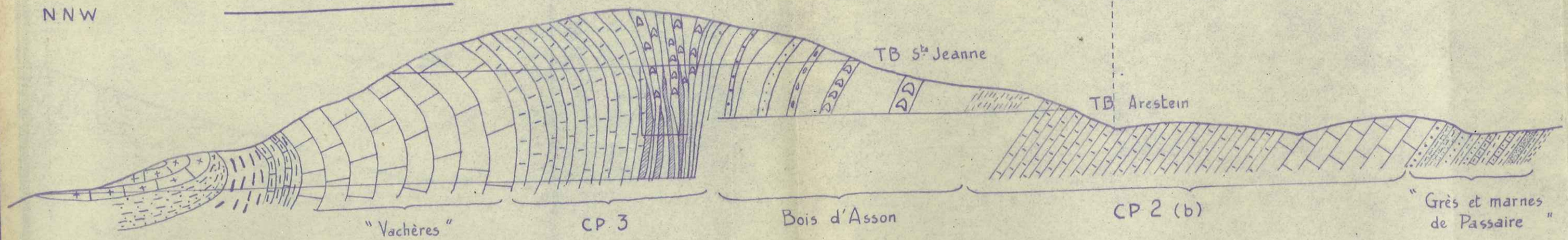


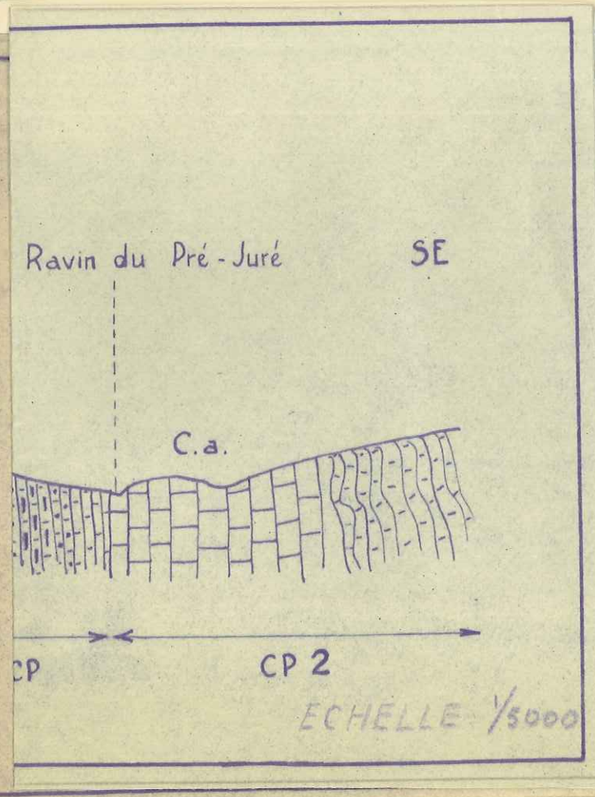
ECHELLE 1/5000

LÉGENDE.-

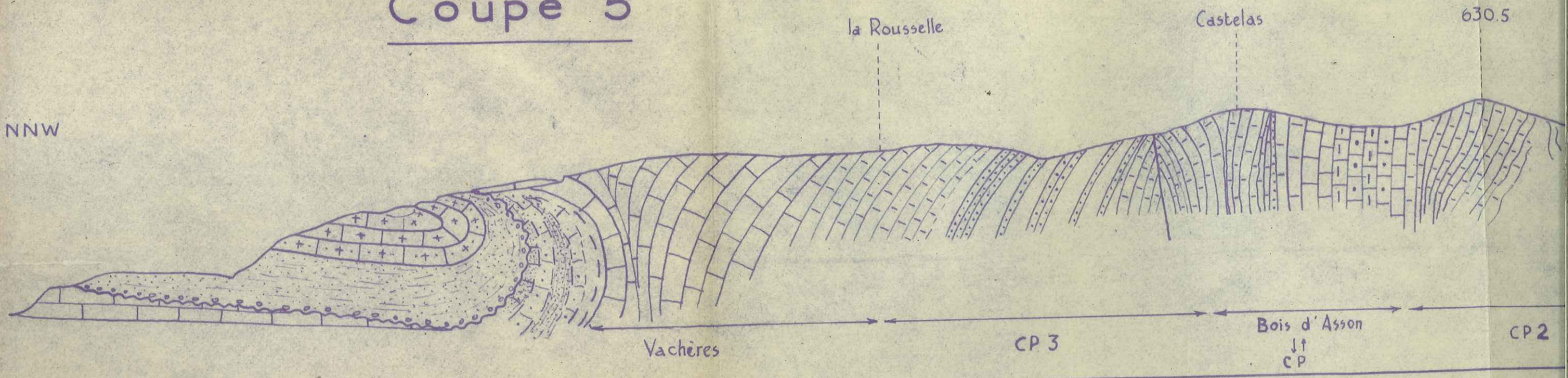
- Grès
- Marne Sableuse
- Marne
- Calcaire marneux
- Faciès "Vachères"
- Calcaire en gros bancs
- Calcaire en plaquettes
- Calcaire feuilleté
- Calcaire a aspect "cargneulisé"
- Niveaux a gypses
- a) Couches de lignite
  b) Niveaux charbonneux
- △ Indices de bitume

Coupe 3

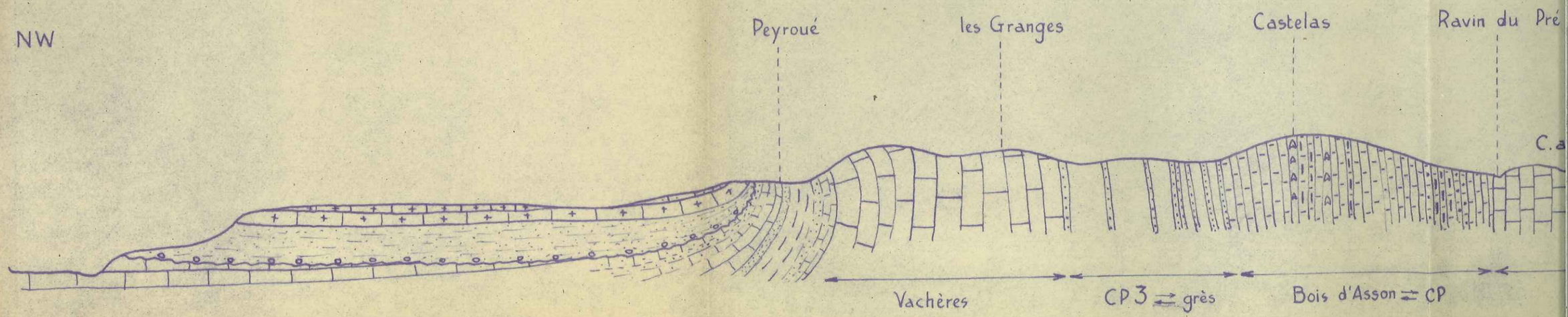

NNW
SSE
Ravin des Charbonniers
TB Ste Jeanne
TB Arestein
"Vachères"
CP 3
Bois d'Asson
CP 2 (b)
" Grès et marnes de Passaire "


Ravin du Pré-Juré
SE
C.a.
CP
CP 2
ECHELLE 1/5000

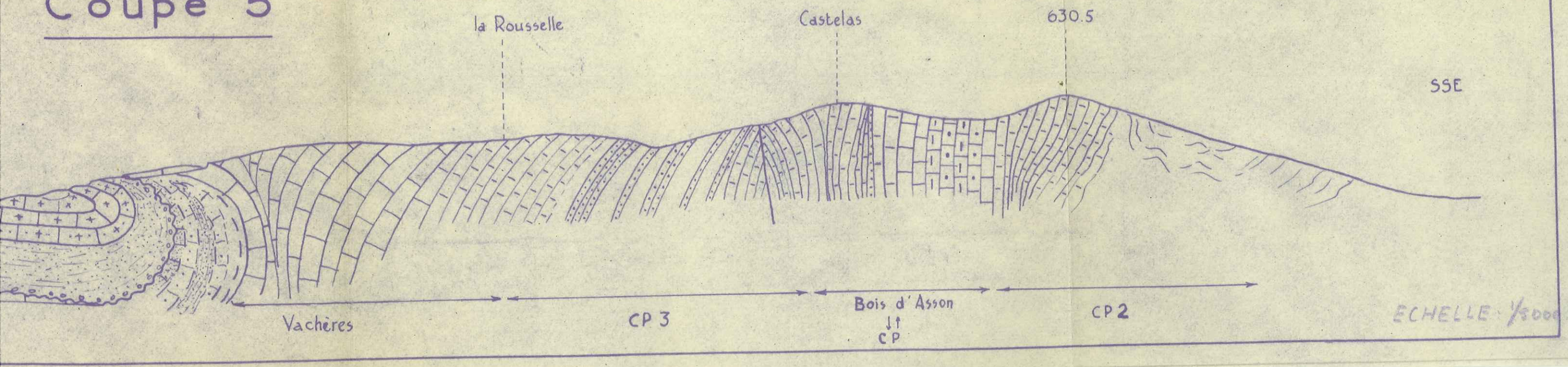
Coupe 5



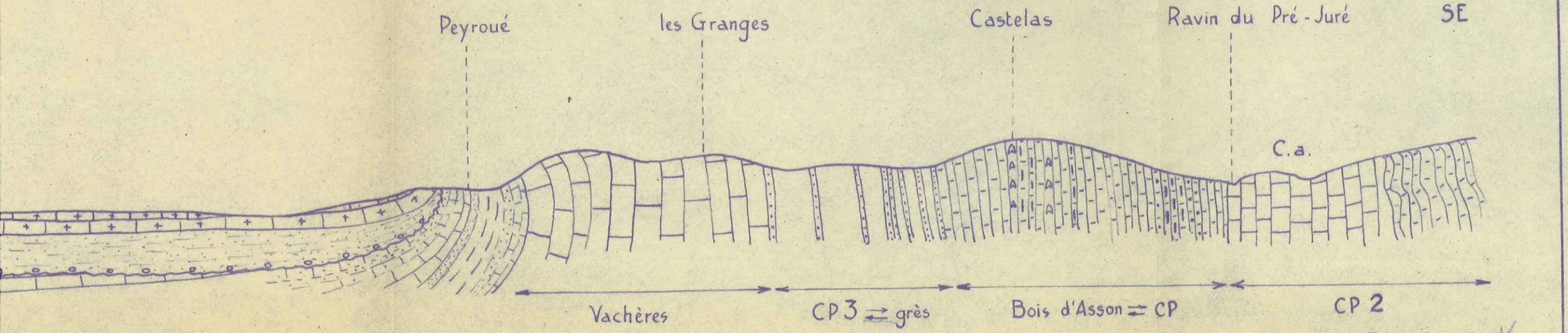
Coupe 6



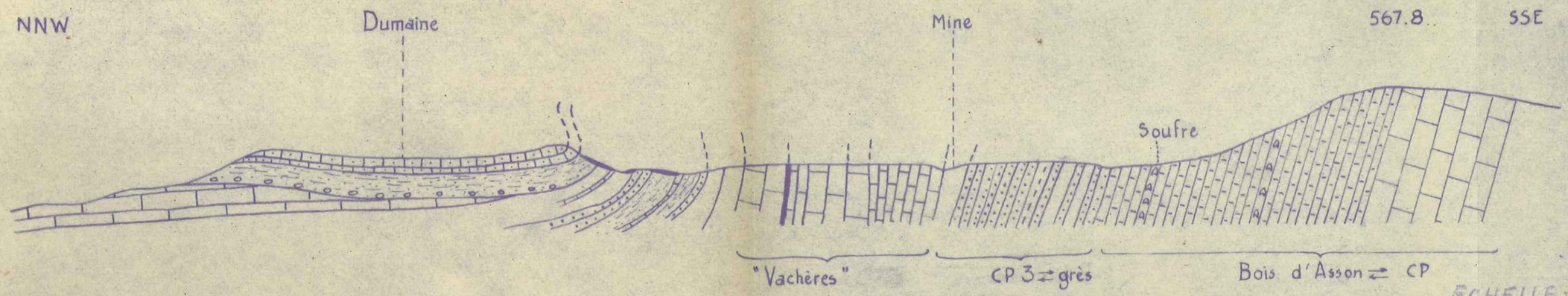
Coupe 5



Coupe 6

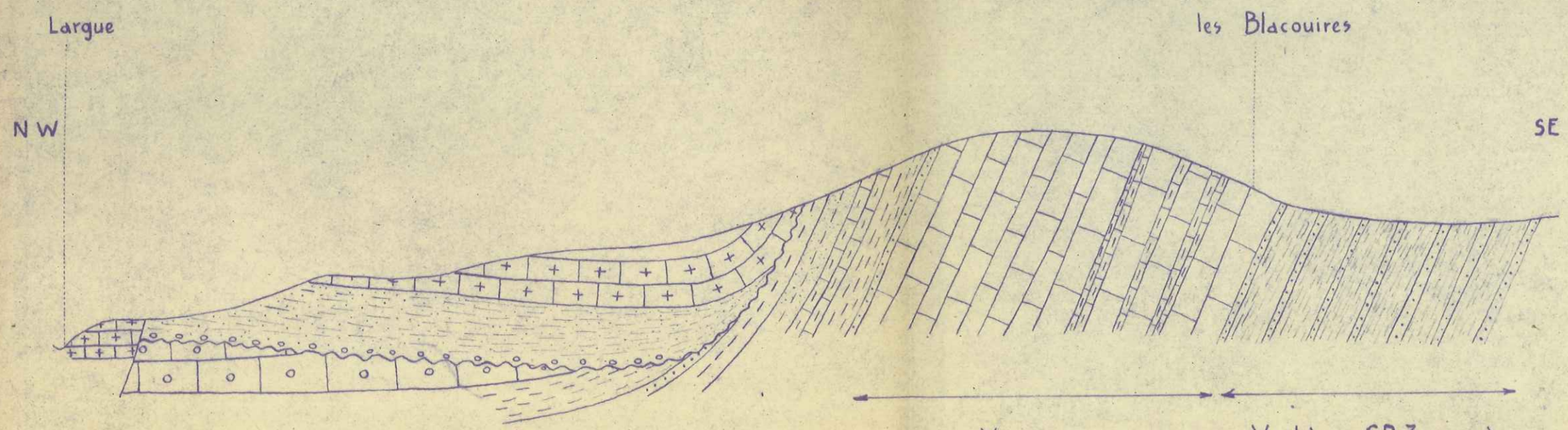


Coupe 7



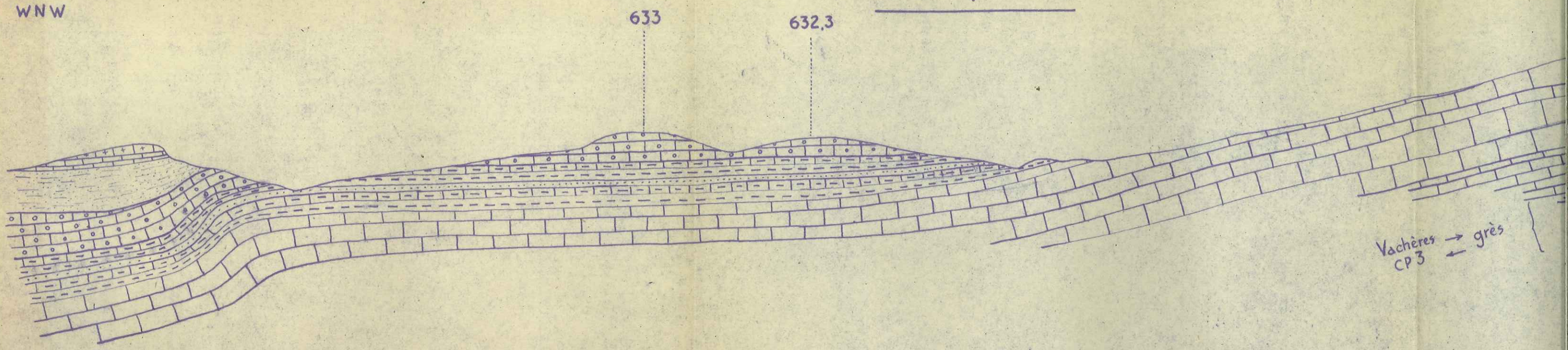
ECHELLE: 1/5000

Coupe 8

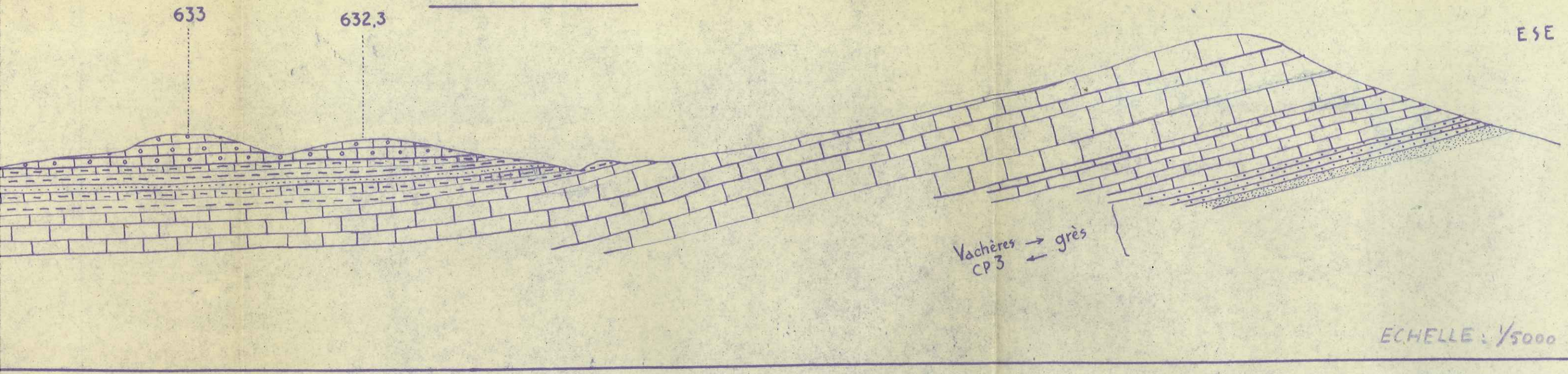


Echelle 1/5000e

Coupe 9

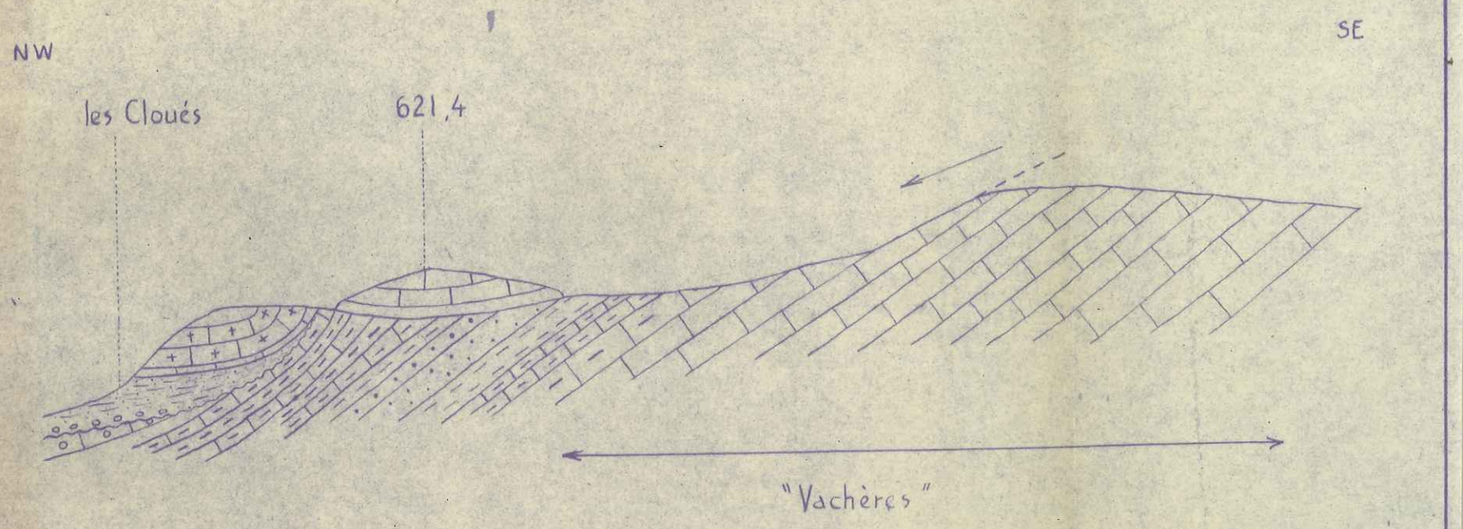


Coupe 9



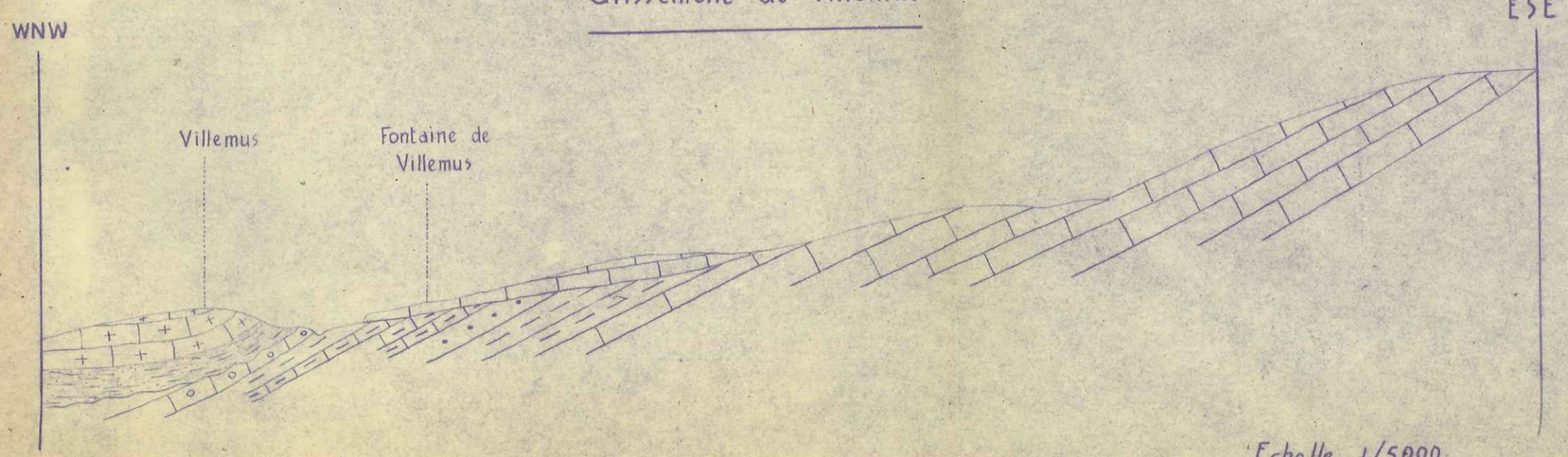
ECHELLE : 1/5000

Coupe du glissement de Villemus



Echelle 1/5.000e

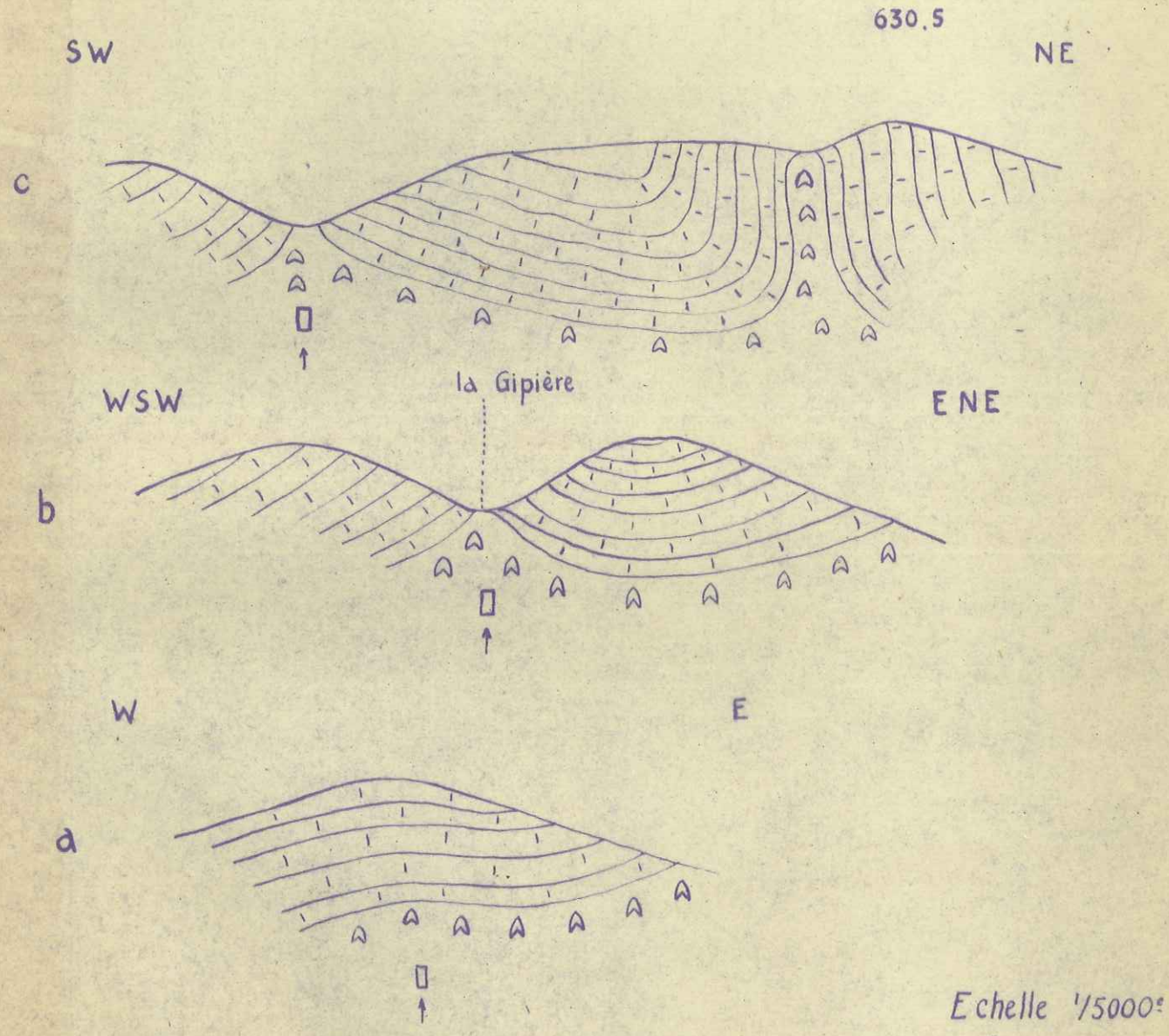
Glissement de Villemus



Echelle 1/5000

XXX

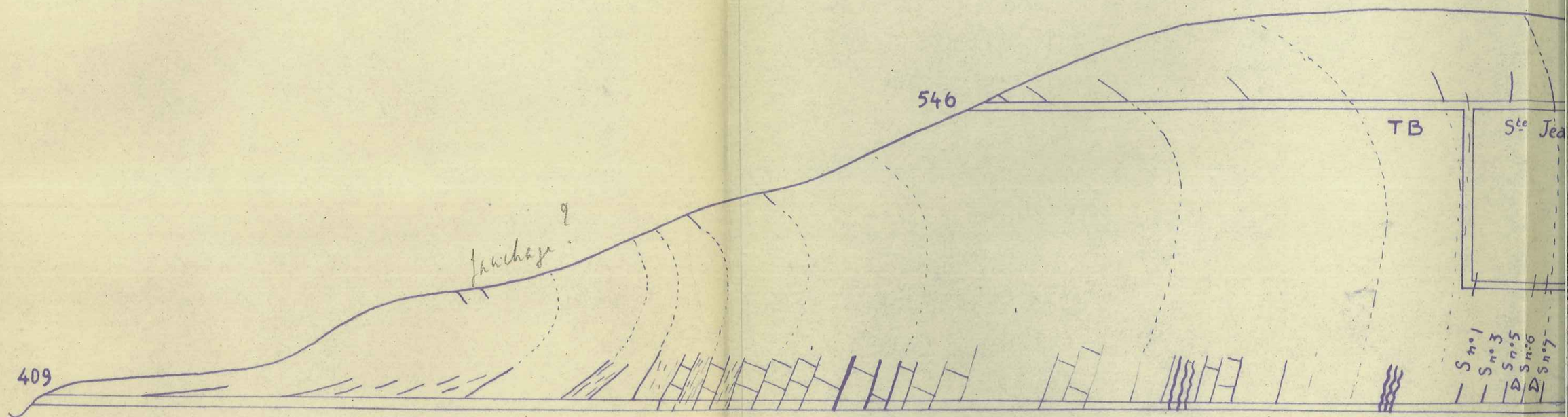
COUPES ANNEXES



Echelle 1/5000e

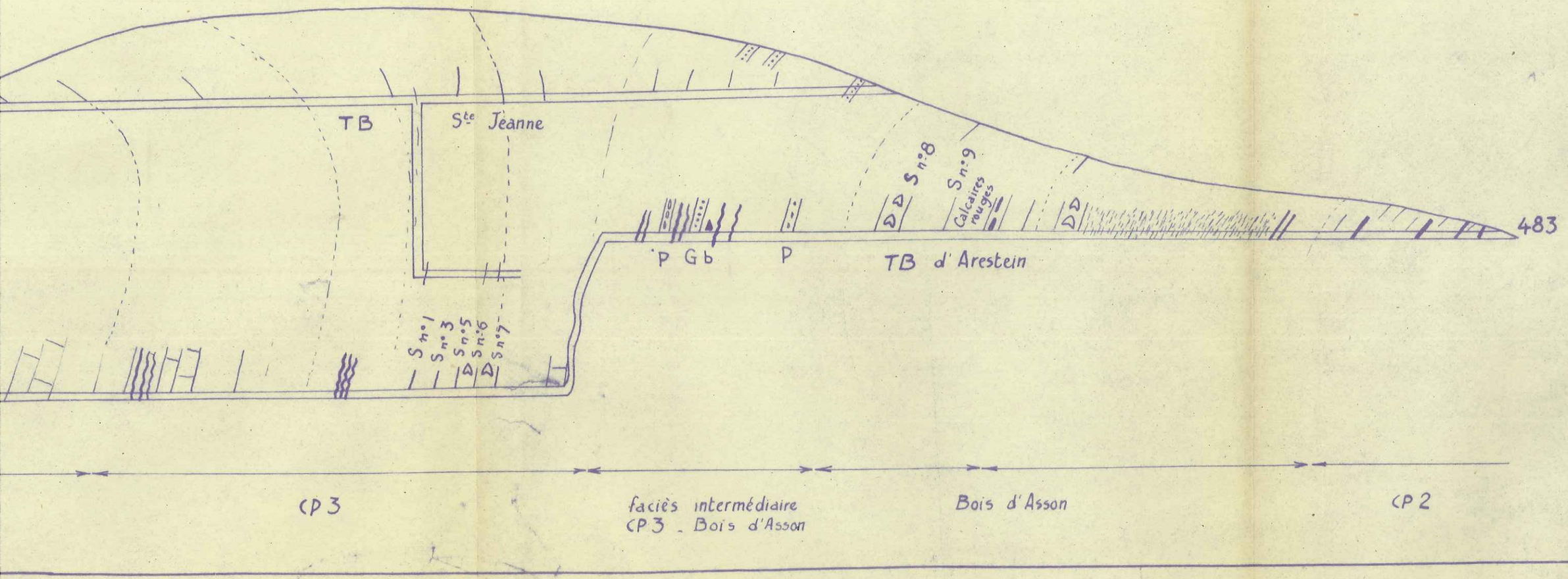
Biabaux : Coupe de la colline

échelle : 1/2.000



Biabaux : Coupe de la colline

échelle : 1/2.000

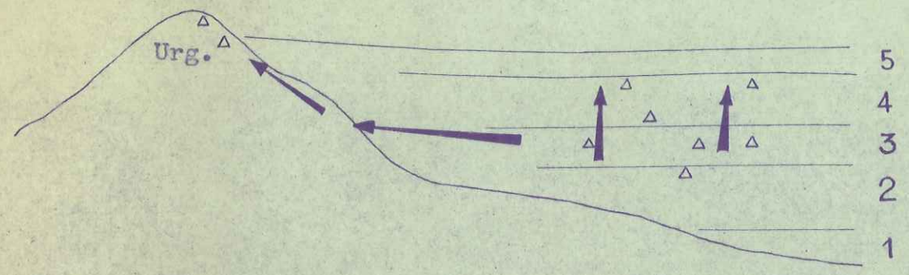


ESSAIS DE RELATIONS ENTRE LES INDICES DE L ANTICLINAL DE VOLX

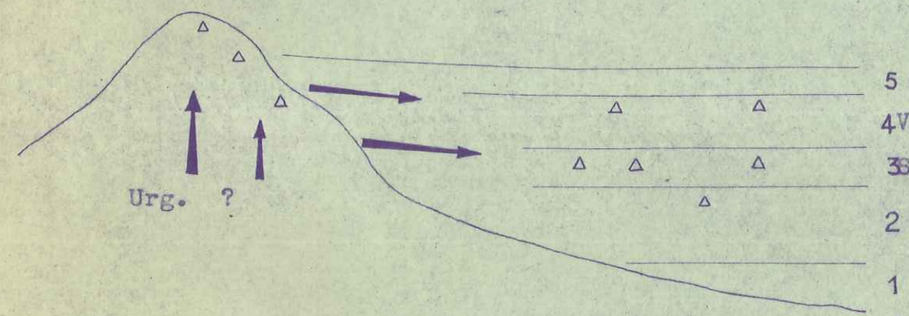
Paléochaine crétacée

Lac oligocène de Manosque

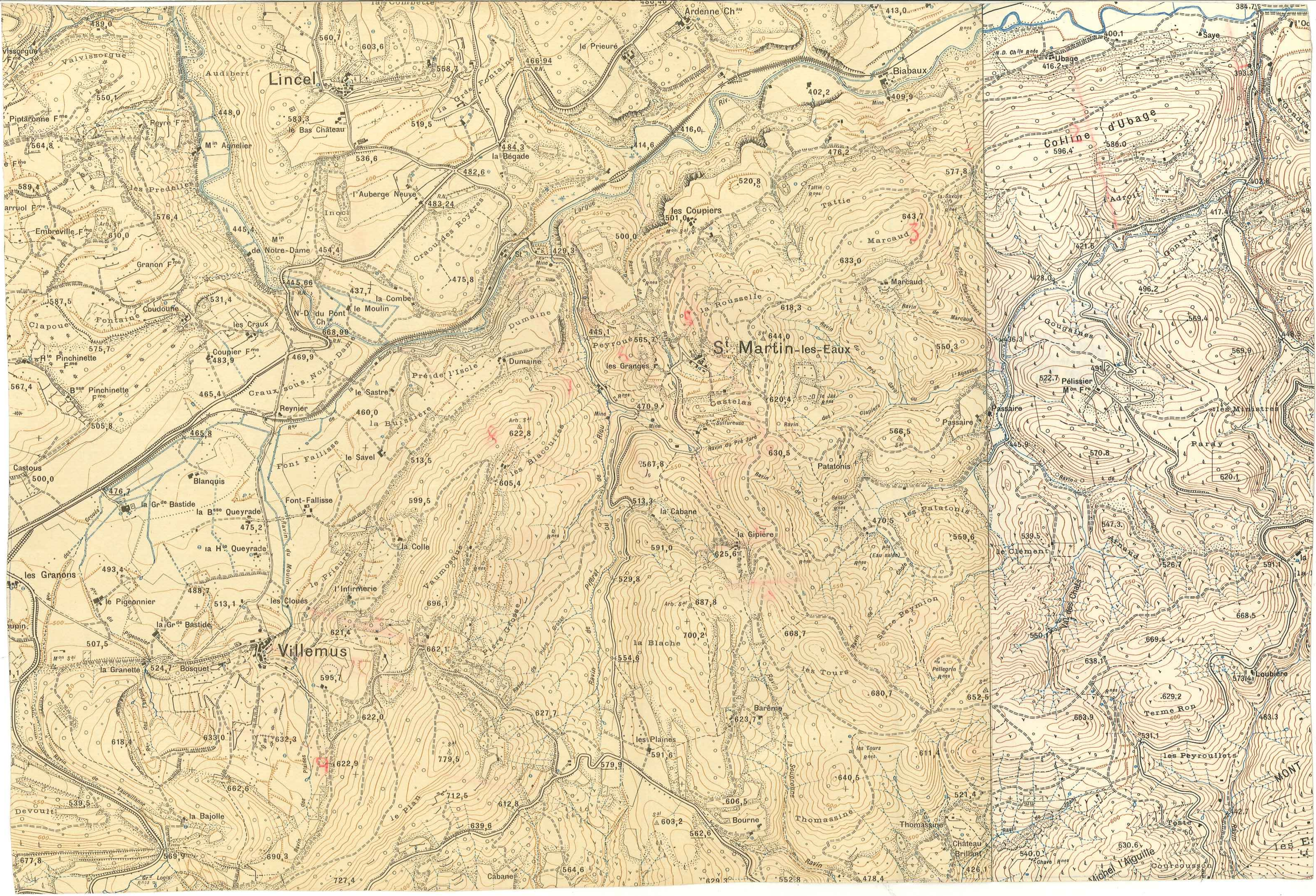
I



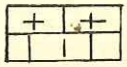
II



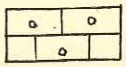
I : la série III est à l'origine du bitume libre
II: le substratum de l'Urgonien " "

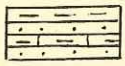

Lincel
St Martin-les-Eaux
Villemus
Biabaux
Ardenne Chau
le Prieuré
Audibert
le Bas Château
la Bégade
l'Auberge Neuve
Craou des Royères
Mn de Notre-Dame
N-D du Pont Chlle
le Moulin
la Combe
les Craux
Coupier Fme
Craux sous Notre-Dame
Reynier
le Sastre
la Buissière
Pré de l'Iscle
Dumaine
Peyroué
les Granges
les Coupiers
la Rousselle
Castelas
Marcaud
Tattie
Patatonis
les Patatonis
la Cabane
la Gipière
la Blache
les Blacouires
Pierre Grosse
Vaumosque
le Plan
les Plaines
Barême
les Tours
Serre Peymion
Thomassine
Bourne
Cabane
Château Brillant
Passaire
Valvissorgue
Pintaronne Fme
Peyre Fme
Mn Agnelier
les Predelles
Embreville Fme
Granon Fme
Clapoue
Fontaine
Coudoune
Hte Pinchinette Fme
Bsse Pinchinette Fme
Castous
Blanquis
la Grde Bastide
la Bsse Queyrade
la Hte Queyrade
Font Fallisse
Font-Fallisse
le Savel
la Colle
le Prieuré
l'Infirmerie
les Granons
le Pigeonnier
les Cloués
la Granette
Bosquet
Devoult
la Bajolle
Ravin de Vaureillanne
Ubage
Saye
Colline d'Ubage
l'Adroit
Gontard
Gougaines
Pélissier Mon Fre
les Ministres
Paray
le Clément
Arnaud
Val des Chats
Loubière
Terme Ron
les Peyroullets
MONT
les Es
Teste
Courcousson
Michel l'Aiguille
Chave Rnes
Pellegrin Rnes
Largue
Riou
Ravin du Pré Juré
Ravin de Marcaud
Ravin des Charbonniers
l'Agasson
Sulfureuse
643,7
633,0
618,3
644,0
620,4
630,5
566,5
550,3
577,8
520,8
501,0
500,0
476,2
402,2
409,9
413,0
416,0
414,6
429,3
445,1
565,7
470,9
567,8
513,3
591,0
625,6
529,8
687,8
700,2
668,7
680,7
554,6
627,7
591,6
579,9
623,7
606,5
603,2
562,6
640,5
611,4
521,4
652,5
559,6
470,5
696,1
662,1
622,8
605,4
599,5
513,5
460,0
483,9
469,9
668,99
445,66
437,7
454,4
445,4
475,8
482,6
483,24
484,3
466,94
536,6
519,5
583,3
558,7
560,7
603,6
489,0
550,1
448,0
564,8
589,4
576,4
610,0
531,4
587,5
575,7
567,4
465,4
505,8
465,8
500,0
476,7
475,2
493,4
488,7
513,1
621,4
507,5
524,7
595,7
622,0
633,0
632,3
618,4
622,9
662,6
779,5
712,5
639,6
612,8
564,6
539,5
569,9
677,8
690,3
727,4
629,3
552,8
478,4
426,1
384,7
400,1
416,2
393,3
596,4
586,0
402,8
417,4
421,6
428,0
496,2
569,4
436,3
569,9
491,2
522,7
445,9
570,8
620,1
446,5
547,3
539,5
526,7
591,1
550,1
668,5
669,4
638,1
573,4
629,2
663,9
483,3
531,1
442,7
630,6
540,0

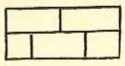
LÉGENDE


burdigalien sup.r

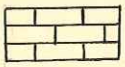
inf.r

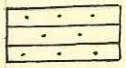

calc de reillanne

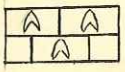

marnes de viens

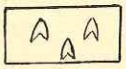

calcaire de vachères

faciès lithologiques de l'Oligocène inf.r et moyen

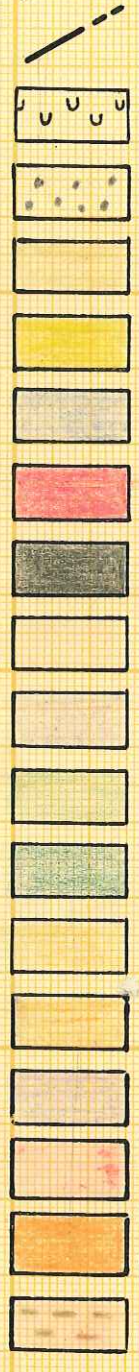

calc. en plaquettes


grès


calc. à gypse


marnes à gypse

LEGENDE



faille

glissement

éboulis

alluvions

burdigalien sup.

___ inf.

ca. de reillanne aquitanien sup.

marnes de viens ___ moy.

ca. de vachères ___ inf.

CP3 ca en plaquettes sup.

b. grés équivalents

a marnes et grés du bois d'asson.

CP. 2 b. ca. en plaquettes équivalents

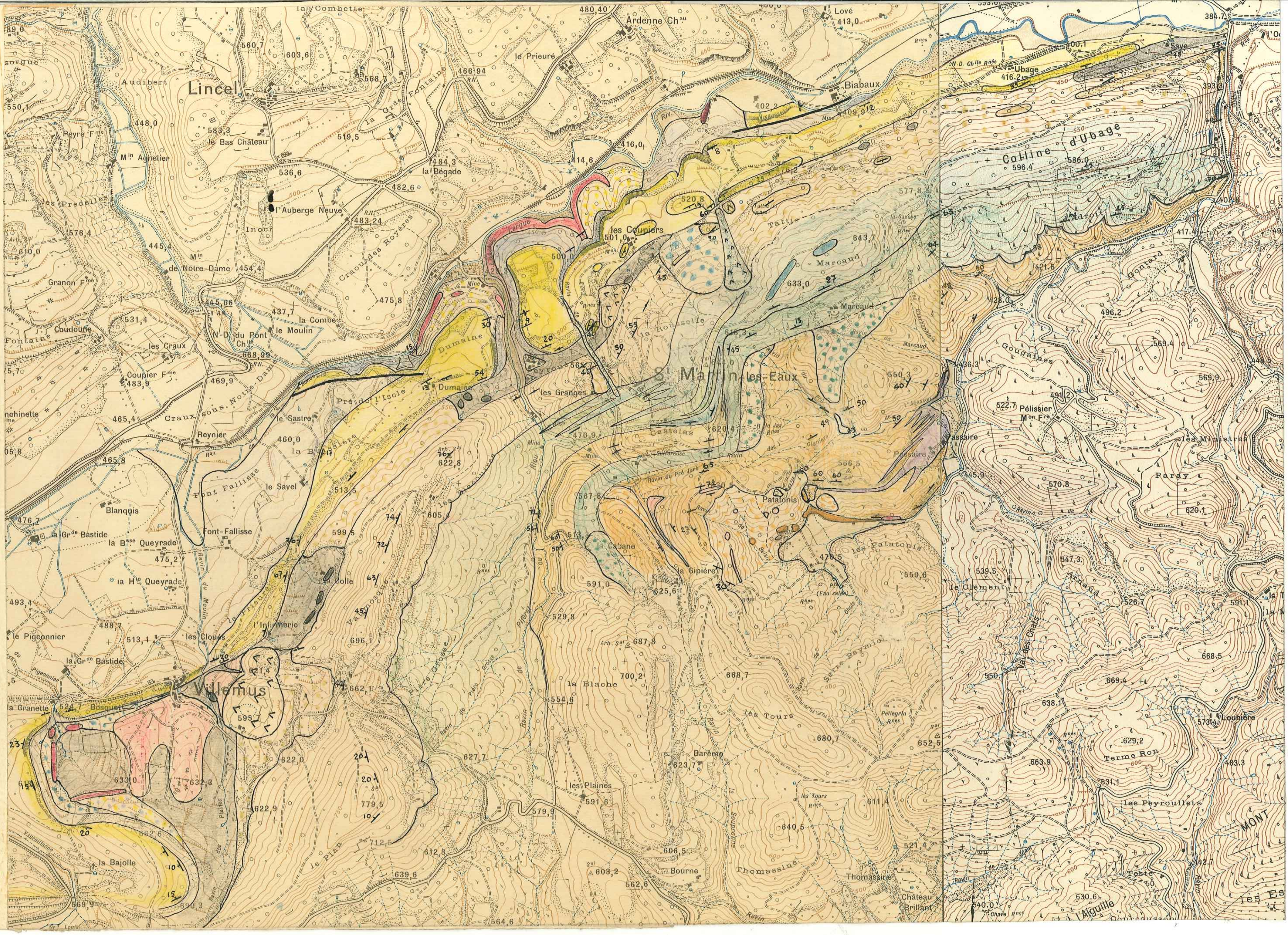
CP. 1 a. ca _ ___ moyens

b. sables et marnes de passaire

a. marnes rouges et grès 1er niv.

CP. i b. ca. en plaquettes interm.

c. marnes rouges 2ème niv.



Lincel
la Combette
Audibert
le Bas Château
Mln Agnelier
Peyre Fme
les Predelles
l'Auberge Neuve
Inoci
Mln de Notre-Dame
Craou des Royères
Granon Fme
la Combe
le Moulin
N-D du Pont Chlle
Fontaine Coudoune
les Craux
Coupier Fme
Craux sous Notre-Dame
le Sastre
Reynier
la Bussière
Font Fallisse
le Savel
Blanquis
Font-Fallisse
la Grde Bastide
la Bsse Queyrade
la Hte Queyrade
le Pigeonnier
les Cloués
la Grde Bastide
la Granette
Bosquet
Villemus
la Colle
l'Infirmerie
le Prieuré
la Bajolle
Vaureillanne
le Plan
Pierre Grosse
la Blache
les Plaines
Bourne
Thomassine
Château Brillant
les Tours
Barème
Serre Peymio
la Gipière
la Cabane
Patatonis
les Patatonis
St Martin-les-Eaux
Castelas
la Rousselle
les Granges
Dumaine
Pré de l'Iscle
Largue
les Coupiers
Tattie
Marcaud
Ravin du Pré Juré
Ardenne Chau
le Prieuré
Biabaux
Lové
Ubage
Saye
Colline d'Ubage
Adroit
Gontard
Gougaines
Pélissier Mon Fre
Passaire
les Ministres
Paray
le Clément
Arnaud
Val des Chats
Terme Ron
les Peyroullets
Loubière
l'Aiguille
Teste
MONT
les Es