



Etude géologique des hauts massifs calcaires des Alpes Ligures. 2° sujet : synthèse des datations d'âge absolu dans les Alpes occidentales .

Jean Robert Kienast

► To cite this version:

Jean Robert Kienast. Etude géologique des hauts massifs calcaires des Alpes Ligures. 2° sujet : synthèse des datations d'âge absolu dans les Alpes occidentales .. Stratigraphie. Université de Paris, 1963. Français. NNT : . tel-00921297

HAL Id: tel-00921297

<https://theses.hal.science/tel-00921297>

Submitted on 20 Dec 2013

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

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

MEMOIRE

présenté

A LA FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE PARIS.

pour obtenir le DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES
de SCIENCES.

par Jean-Robert KIENAST.

1er SUJET : Etude géologique des Hauts Massifs Calcaires
des Alpes Ligures.

2ème SUJET : Synthèse des datations d'âge absolu dans les
Alpes Occidentales.

Soutenu le 15 Juin 1963.

devant la Commission d'Examen

M. le Professeur JUNG ,	- Président
M. le Professeur ELLENBERGER,	Rapporteur
M. le Professeur AUBOIN,	- Examineur
M. LEMOINE ,	- Invité.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON D. S. G. SCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 00 58
Mail : plalour@ujf-grenoble.fr

18 AOUT 2003

10 153 209

INTRODUCTION.

Le mémoire que nous présentons contient une étude de géologie générale portant sur les hauts massifs calcaires ligures : le Marguareis mis à part, nous avons à carter, en effet, les principaux sommets de ces Alpes méridionales. Les levés furent effectués durant les étés 1961-1962.

Nous avons essayé d'étudier le plus en détail possible, la stratigraphie de la couverture, pour avoir la preuve absolue de son appartenance à la zone briançonnaise. Malgré nos "envies" pétrographiques, les bésimaudites (socle de cette couverture) ne faisaient pas partie de notre sujet.

Cette stratigraphie détaillée nous conduisit ensuite à tenter de débrouiller la tectonique du terrain que l'on nous avait confié.

Stratigraphie détaillée, permettant une comparaison à longue distance avec les autres régions de la zone briançonnaise et une étude tectonique du terrain proposé : tel était notre sujet.

De notre enthousiasme de départ, rien ne serait sans doute sorti, si auparavant nous n'avions eu la chance de recevoir la patiente éducation qui fait le géologue de terrain ; et si M. F. ELLENBERGER est à l'origine de ce travail, c'est simplement parce qu'il est aussi à la base de notre éducation, aussi bien sur le terrain (durant ses camps de terrain), qu'au Laboratoire (au cours de l'année passée dans son Laboratoire, à l'Ecole Normale Supérieure, où il nous a accueilli avec tant de bienveillance). Qu'il trouve ici toute notre gratitude.

De notre enthousiasme de départ, rien ne serait non plus sorti, sans la présence permanente à nos côtés, sur le terrain comme au Laboratoire ; sans les conseils toujours précieux de M. J. P. BLOCH, dont les travaux sont à l'origine même de ce diplôme. Qu'il veuille bien accepter toute notre reconnaissance.

Je remercie aussi respectueusement M. le Professeur JUNG, qui a en quelque sorte parrainé ma seconde année de diplôme, en me prenant comme assistant, dans son Laboratoire de Géologie à la Sorbonne ;

M; le Professeur AUBOUIN, qui a bien voulu accepter d'examiner les résultats de ce travail, et M. LEMOINE, nom prestigieux parmi tous les géologues alpins.

Je remercie vivement encore tous mes camarades, aussi bien du Laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure, que du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne qui m'ont conseillé et aidé, en particulier Melle J. GALLI, qui, sur le terrain, m'a éclairé sur le Trias.

Je remercie enfin M. MEMIN et tous les travailleurs des deux laboratoires qui m'ont si aimablement facilité la réalisation de ce travail.

PLAN DU DIPLOME

1ère Partie.

=====

INTRODUCTION.

- I. . Cadre géographique.
- II. Géomorphologie.
- III. Phénomènes glaciaires et periglaciaires.
- IV. L'érosion karstique.
- V. Le surcreusement.

2ème Partie.

=====

Présentation géologique.
Bref historique.

3ème Partie.

=====

STRATIGRAPHIE.

- Chap. I. Les Bezimaudites.
- Chap. II. Les Anagenites.
- Chap. III. Le Werfenien.
- Chap. IV. Le Virglorien (Anisien).
- Chap. V. Le Ladinien.
- Chap. VI. Le Dogger.
- Chap. VII. Le Malm.
- Chap. VIII. Les Marbres en plaquettes.
- Chap. IX. Le Nummulitique.
- Chap. X. Le Flysch à Helmin thoïdes.

4ème Partie.

=====

TECTONIQUE.

5ème Partie.

=====

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE.

PREMIERE PARTIE

=====

Nous étudierons, dans cette partie, tous les phénomènes récents (quaternaires et actuels) dans leur contexte géographique.

I. CADRE GEOGRAPHIQUE.

Les montagnes étudiées font partie des Alpes Ligures ; elles comprennent les sommets culminants de ces Alpes : Mongioje à 2630 m. , Cima delle Saline à 2612 m. (Le Marguareis à 2656 m. est situé à 2 kms à l'Ouest de notre terrain).

En raison de leur situation entre les deux grandes provinces de Ligurie et du Piémont, ces montagnes présentent quelques traits bien caractéristiques.

1. Elles étaient le lieu de passage des transports et des échanges entre les deux provinces par des sentiers muletiers très fréquentés, aussi bien que le lieu de passage des armées françaises et italiennes, lors de la première campagne d'Italie de Bonaparte ; grâce à ses cols plus accessibles, que ceux dominant les autres vallées, col della Saline, Colle del Pas, Bocchino del Aseo, la vallée de l'Ellero drainait la plupart de ces échanges. Toute une toponymie nous rappelle cette époque (retrouvée d'ailleurs aux temps de la Résistance) : Cima delle Saline, Passo della Saline nous indiquent qu'il s'agissait de la route de sel transporté de Ligurie en Piémont ; le Bocchino del Aseo nous parle du transport de vinaigre (Aseo vient d'Aceto) ; au-dessus de Viozène, le Pian de l'Olio signifie Plan de l'huile (où se faisait le troc entre les produits ligures et piémontais).

2. Le climat de ces montagnes est d'autre part la résultante de la confrontation journalière du climat de la plaine du Pô et de celui de la Ligurie :

- a - Durant le jour, la plaine du Pô voit son air s'échauffer, se dilater, donner une colonne atmosphérique épaisse, à forte pression créant un courant en direction des régions à basse pression de la montagne : ce courant atmosphérique est lent, il transporte un brouillard épais et baignant les vallées qu'il remonte.

- b - Soufflant de la mer, le "marino" apporte un air humide qui, en remontant le long des pentes de la montagne, se détend et se refroidit. La vapeur d'eau se condense vers 1.700 m. en un brouillard qui vient buter contre les sommets du Mongioje et delle Saline, après avoir dépassé les premières crêtes dominant la mer.

- c - Ces deux courants formés durant la matinée s'installent vers 13 heures : vers les vallées du Piémont, on a une "nebia" rampante, épousant toutes les formes du relief, vers les vallées ligures, on a de hauts nuages roulant sur eux-mêmes, sur 2 à 3 kms des hauteurs.

Trois cas se présentent alors :

- ou ces deux courants s'équilibrent et le "statu quo" est maintenu. La montagne est une "no mans'land" de beau temps.
- ou l'un des courants est plus fort et c'est le brouillard (qu'il soit piémontais ou ligure) pour toute la journée.
- dernière possibilité enfin : les deux courants sont très violents et c'est l'orage pour le milieu de l'après-midi.

De toute façon, ces trois types de temps ne durent que jusqu'au soir où le refroidissement et la contraction des colonnes atmosphériques se sont faits plus rapidement dans les zones les plus basses; on observe des brises descendantes et le rétablissement général du beau temps pour la nuit.

Ces trois types de temps étant aussi fréquents l'un que l'autre, on voit donc que l'on a deux chances sur trois d'avoir un temps déplorable dès trois heures de l'après-midi. D'où l'intérêt de toujours partir tôt le matin.

DOCUMENTS DONT NOUS AVONS DISPOSE :

- La carte topographique italienne au 25/000, parfois excellente, mais très souvent pleine d'erreurs. Toute la zone des lacs Moglie et Biecai jusqu'au Fasseo Capar^sre est complètement fausse au triple point de vue, orographique, hydrographique et toponymique. C'est à partir de ce fond topographique que nous avons fait la carte géologique ci-jointe.

- Les photos aériennes.

- La carte topographique française au 50/000 de Vieve, qui nous a servi pour tous les schémas particuliers du diplôme.

- L'excellente carte géologique au 1/100.000 de MM. FRANCHI et ZACCAGNA.

II. GECMORPHOLOGIE.

1. Les terrains :

Trois types de roches vont conditionner la géomorphologie de ces montagnes :

Le Permien siliceux

la couverture de ce Permien (en particulier Trias calcaro-dolomitique, Malm et Crétacé calcaire).

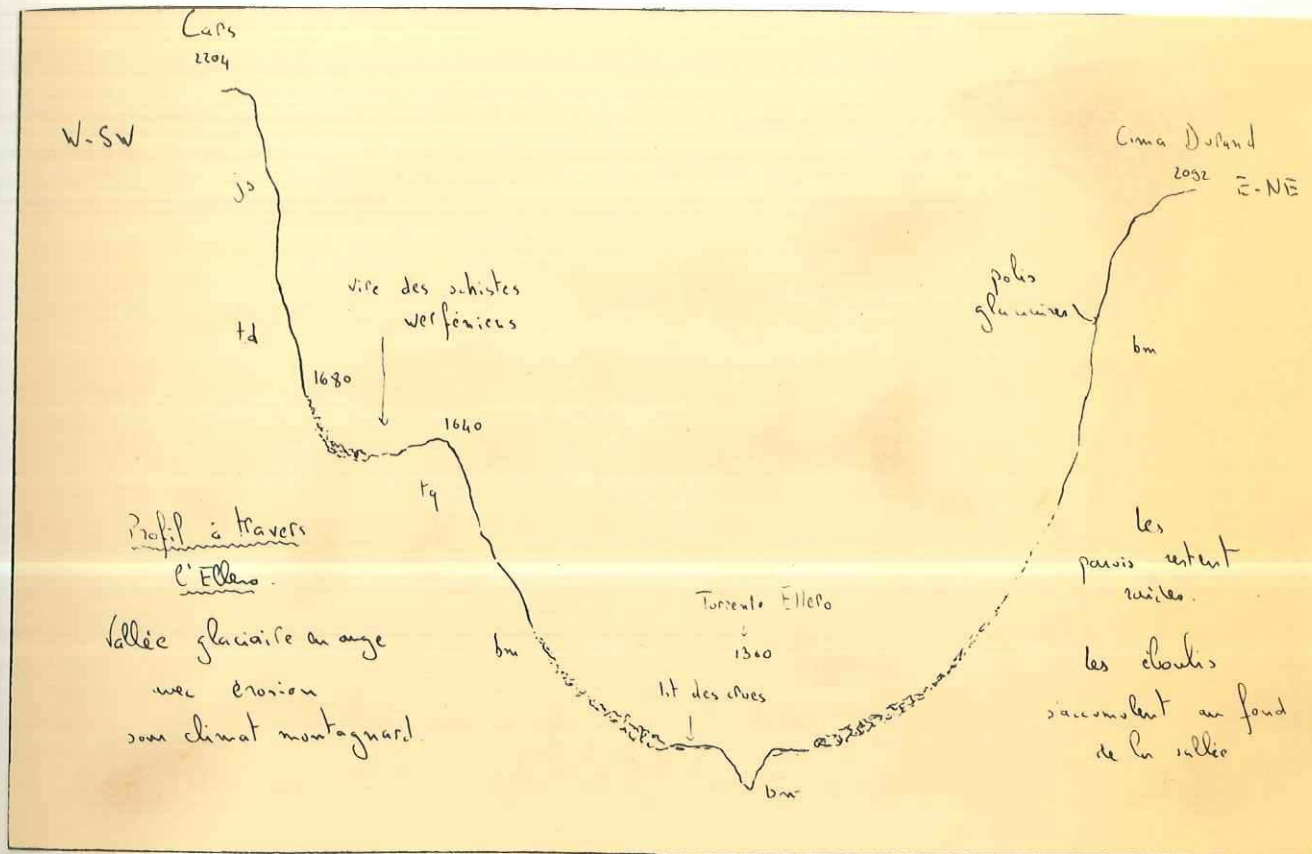
le flysch sus-jacent.

- Le Permien siliceux, donne une morphologie ample, un peu lourde, en croupes aux parois raides (Cima Durand, Monte Grosso), présentant des assises toujours très redressées ou à la verticale, il permet une érosion très facile par les eaux courantes, en donnant toute une série de ravins parallèles, à pente très rapide, aux parois en lame de rasoir, très rapprochés les uns des autres.

- La couverture sédimentaire donne une morphologie structurale, dominée par le fait qu'il s'agit de blocs séparés par des failles, et tous basculés vers l'W. S. W. Elle offre donc de grandes surfaces structurales s'inclinant à 20 ou 30°, vers l'W. S. W., cependant que vers le Nord, l'Est et le Sud, des falaises verticales dominant les vallées recoupant toute la série du Werfénien au Crétacé.

- Le flysch donne un pays mou, souriant de prairies fleuries et d'alpages verts humides, s'opposant à l'aridité, à la nudité et l'aspect sauvage du Permien et des terrains calcaires. C'est dans le flysch que s'ouvrent les cols de communication entre les deux provinces ligure et piémontaise.

2. Les éboulis:



+ Le climat est alpin, succédant à un climat glaciaire ; au bas des vallées en auge vont donc s'accumuler d'énormes éboulis, dus à l'action du gel et du dégel (voir le schéma).

+ Les éboulis caractérisent très bien de loin les terrains dont ils sont le produit d'érosion

- brun rouille à vert foncé pour les bésimaudites du Permien,
- blanc à vert clair pour les quartzites werféniennes,
- jaunes pour les terrains dolomitiques et calcaires,
- noirs et feuilletés pour le flysch.

+ Ces éboulis sont : - soit vivants, les pierres sont à nu ; c'est le premier type, à granulométrie croissant vers le bas, lassant à la montée.

- soit fixés et couverts d'herbes.

+ Parfois ces éboulis atteignent l'amplitude de véritables éboulements : nous en avons observé deux sur notre terrain, dans les hauts vallons de l'Inferno et de la Mascha. Tous deux résultent de l'écroulement des falaises calcaires du Malm.

III. PHENOMENES GLACIAIRES et PERIGLACIAIRES.

Tous ces matériaux meubles issus de l'érosion des versants, sont repris par des phénomènes périglaciaires actuels (voir la carte spéciale).

Ces phénomènes ont été remarquablement étudiés dans le massif de l'Agentaja-Mercantour, par M. le Professeur FALLOT et Melle FAURE-MORET, dans les travaux scientifiques du C. A. F. (en 1950) : ils en distinguent trois grands types :

1. - les vestiges des moraines de glaciers - moraines fixes latérales et frontales sur la roche en place , - moraines mobiles sur les bords des glaciers, transportés par les glaciers et moraines de fond.

Nous n'avons qu'un exemple, à 500 m. à l'Est du Rif Mondovi. Il s'agit sans doute du reste d'une moraine de fond : puisqu'elle est installée en plein milieu de la vallée et qu'elle a donné naissance à toute une zone marécageuse (les moraines de fond sont en effet caractérisées par la présence d'argiles glaciaires).

2. - les "moraines" de névés : il s'agit d'arcs de bourrelets situés au bas des pentes d'éboulis.

Lorsque le névé est installé sur la pente, les produits d'érosion glissent à la surface et vont s'accumuler à son front. Lorsque le névé a fondu, on peut observer un rempart en avant de la gouttière où aboutira désormais le front du névé.

Ce phénomène d'ailleurs se catalyse lui-même, puisque c'est dans ces creux, en arrière des remparts, que tiendront les premières neiges, et que demeureront les dernières.

On peut très bien observer ces moraines de névés autour du Rifugio Mondovi, principalement à 200 m. à l'Est, juste au-dessus de l'Ellero et au pied des éboulis tombant du vallon de la Mascha.

3. - Les pseudo-moraines ou coulées de blocs. Il ne s'agit plus d'un seul bourrelet en arc, mais de toute une onde de ces bourrelets simulant des ondes en cours de propagation.

+ On les trouve en deux gisements principaux :

° aux flancs des vallées et au fond des vallées, comme une rivière principale et ses affluents.

° à l'orée des cirques.

Les premiers types, nous avons pu en observer au pied du Cars du Serpentera, du Marguareis.

Les seconds types à l'orée du cirque de l'Inferno et surtout à l'orée des deux cirques qui entourent la retombée Nord de la Cima Seirasso : chacun des deux cirques a donné une coulée de blocs et les deux coulées ont conflué au-delà du Seirasso.

+ Leur genèse : les hypothèses sont nombreuses, mais il semblerait "qu'il est nécessaire de faire intervenir comme facteur essentiel l'action ou les propriétés de la glace dans la genèse de ces appareils aberrants".

- La glace peut avoir un rôle actif ; il s'agirait alors de "glaciers atrophies", progressant et englobant tous les blocs détritiques.

- La glace peut avoir un rôle passif : elle ne servirait que de surface de glissement pour une progression des matériaux détritiques.

Dans notre région, tous ces phénomènes glaciaires n'existent (ou du moins ne subsistent plus) que sur les versants nord (au pied des grandes parois nord du Cars, du Serpentera, des Saline, du Seirasso, ou du Mongioje).

4. - Comme phénomène résultant des glaciations würmiennes, nous pouvons citer : outre la moraine de glacier de fond déjà citée :

- a - les polis glaciaires, très fréquents dans notre région, tout le haut bassin de l'Ellero (Bellino et Grupetti, ouest du Mongioje) peut d'ailleurs être considéré comme un cirque glaciaire.

(voir pl. I, ph. 2)

- b - les verrous glaciaires, dont le plus beau est celui que l'on peut voir juste en aval du Pian Marchiso : ce verrou a un dénivelé vertical de 80 m. vers l'aval, cependant qu'en amont s'étend un plan (le Pian Marchiso) horizontal de près d'1 kilomètre. Endroit rêvé pour un barrage appuyé sur les bésimaudites qui forment ce verrou.

- c - les lacs glaciaires, le plus souvent situés en amont d'un verrou, ils ont deux types de déversoirs.

+ S'il s'agit d'un substratum siliceux (Permien ou Werfénien), le verrou est entamé par une gorge étroite et profonde comme un trait de scie (cas des Lagghi de la Brignola, du laggho de la Raschera, du lac du col del Pas).

+ S'il s'agit d'un substratum calcaire, le déversoir est souterrain, après un trajet karstique, ~~à~~ l'eau du lac réapparaît au bas du verrou ; c'est le cas des lagghi Moglie et Biecai : le lac prend alors une forme curieusement endoréique.

- d - des brèches de fins cailloux consolidés sans doute par de l'eau de fonte de glace.

IV. L'EROSION KARSTIQUE.

La couverture sédimentaire des Alpes Ligures à partir du Werfénien est principalement dolomitique et calcaire. Aussi, sur les versants à pente douce vers l'W. S. W., pouvons-nous observer une multitude de trous (voir pl. 1, ph. 1), avons, de dolines et des lapiez caractéristiques. Toute cette couverture est parcourue par un réseau karstique où s'engouffrent les eaux de fonte et de précipitation, pour jaillir en résurgence, au pied des falaises orientées vers le Nord. Même une partie des eaux qui tombent sur le versant Sud de l'arête des hauts sommets ressort, non dans la vallée du Tanaro (au Sud de notre terrain), mais dans celle de l'Ellero.

Ainsi, lors d'une expédition spéléologique aux différents avens du Pian Ballaux, situés sur la face Sud de ce sommet (l'un d'eux, le Gaschet, a conservé longtemps le titre de gouffre le plus profond d'Europe), de la fluoréoscéine mêlée à l'eau est ressortie, non pas dans le Tanaro, mais au Piscio delle Saline, c'est-à-dire à la résurgence qui alimente

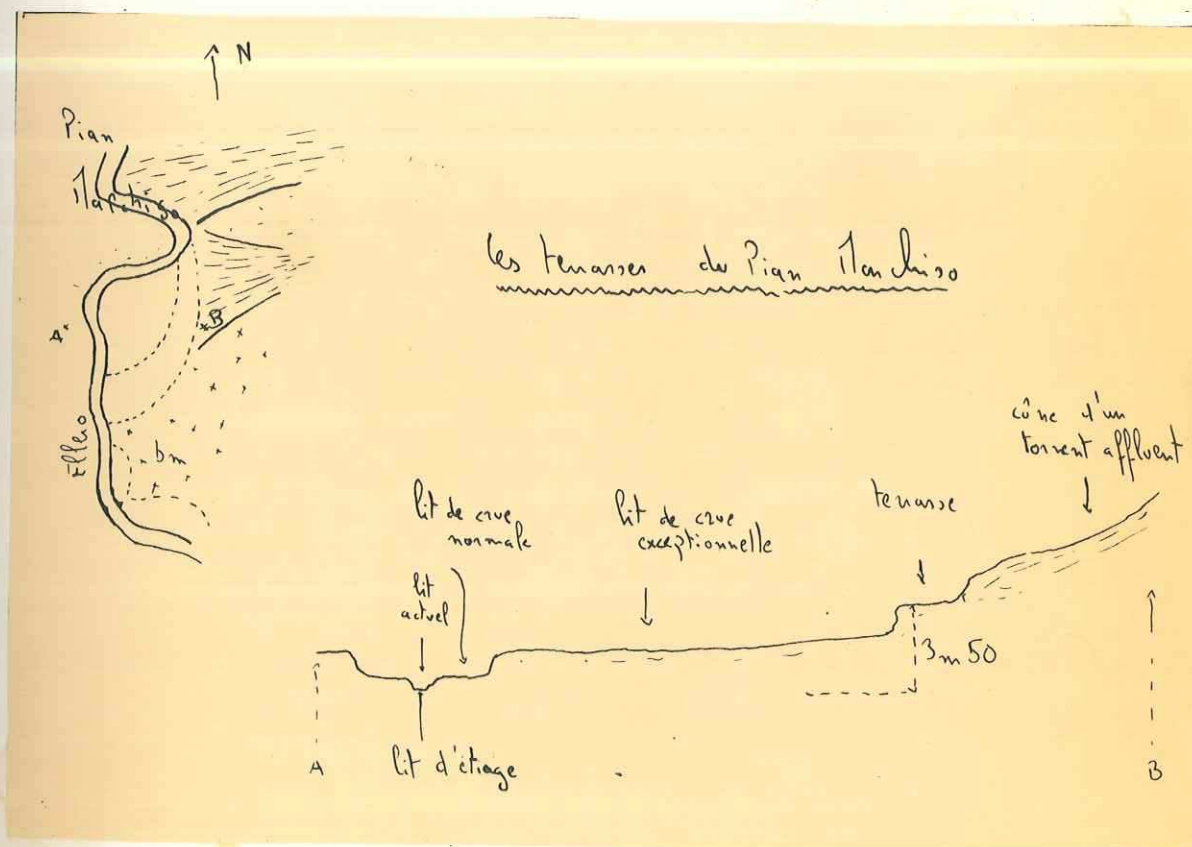
en eau potable (et transformable en électricité) le Rifugio Mondovio : cette résurgence est l'une des trois principales sources de l'Ellero.

De nombreuses expéditions spéléologiques, de Turin, Gênes, Nice et Paris parcourent chaque été cette région, dont celle de Michel Spiffre, l'ex-recordman du monde de la vie souterraine. Nous ne pouvons que nous reporter à leurs publications.

V. LE SURCREUSEMENT.

De nombreux faits nous conduisent à penser qu'une reprise de l'érosion assez importante se produit dans le haut bassin de l'Ellero :

- les terrasses alluviales du Pian Marchiso (voir croquis).



- le surcreusement dans certains cônes de déjections consolidés.
- le surcreusement dans des éboulis consolidés et depuis longtemps en équilibre.
- dans le bassin des Grupetti, la présence d'un ancien Ellero à nombreux méandres, alors que le lit actuel est beaucoup plus rectiligne et se trouve à deux ou trois mètres en dessous.

Tous ces faits pourraient s'inscrire dans des variations brutales de niveaux de bases intermédiaires : suppression d'un verrou
effondrement du lit .

Mais on ne peut rien observer de semblable : le cours de l'Ellero est toujours (sauf très en amont) dans les bésimaudites qui ne se prêtent guère à une érosion de type karstique.

On doit donc remonter à une cause lointaine de subsidence générale de la plaine du Pô.

Mais une thèse récente d'Aix-en-Provence, de M. GABER, sur les plaines occidentales du Pô et leurs piémonts, a démontré que le Tanaro et ses affluents (dont l'Ellero), au lieu de s'écouler comme ils le font actuellement vers la plaine d'Asti et d'Alexandrie, se dirigeaient vers Turin et qu'ils se sont faits capter par des rivières du bassin d'Alexandrie.

Cette capture est d'une importance capitale, car, à distance égale du point de capture, le Tanaro et ses affluents, lorsqu'ils se dirigeaient vers Turin, étaient à une altitude de 130 m. , alors qu'ils se trouvent maintenant, en se dirigeant vers Asti et Alexandrie, à une altitude de 90 m. ! !

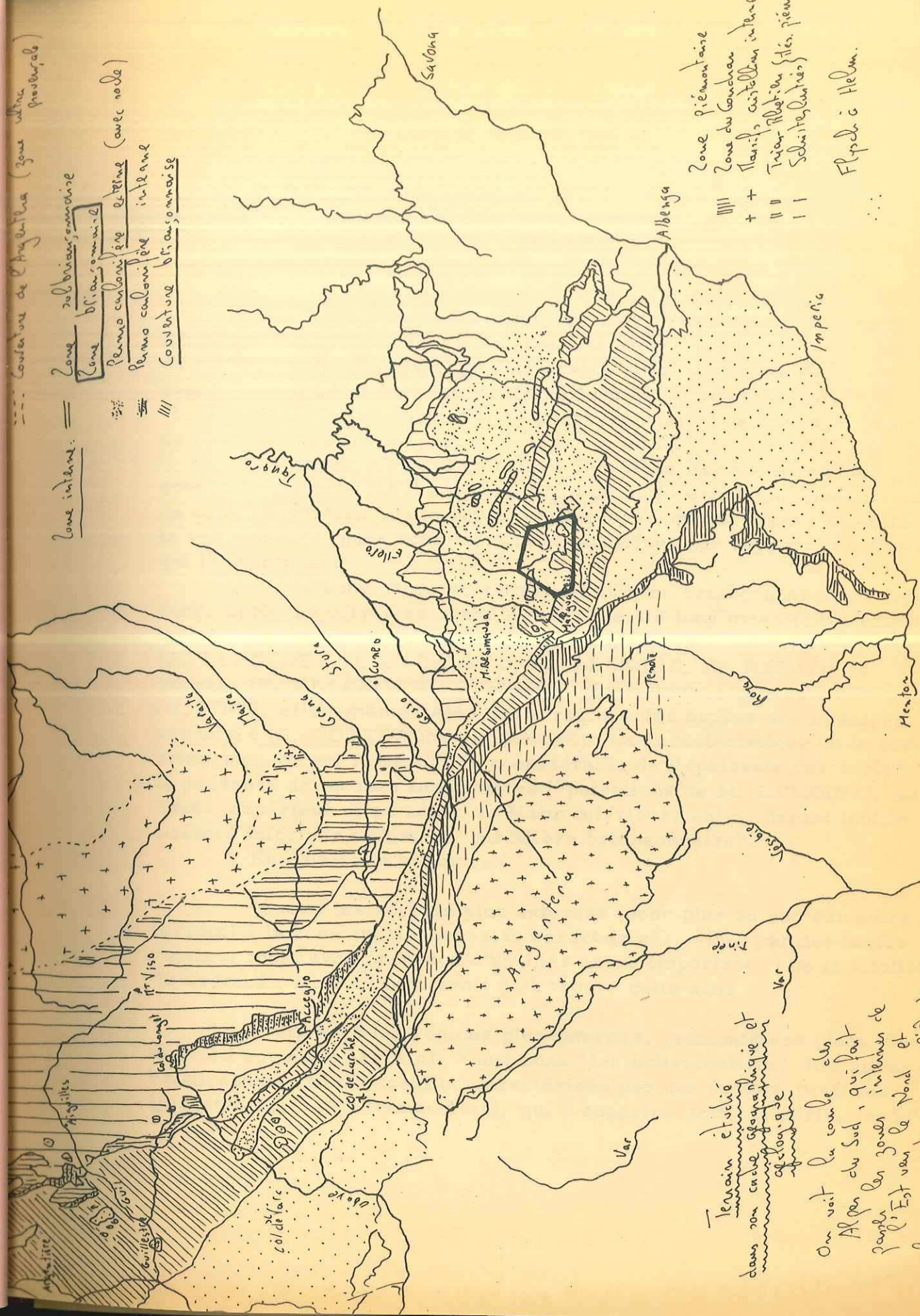
Le surcreusement peut avoir son origine dans cette capture ; et même s'il y a amortissement du surcreusement, il est probable que, dans les hauts bassins, les rivières continueront à entailler plus profondément encore que le point atteint actuellement.

DEUXIEME PARTIE

=====

Présentation géologique.

Bref historique.



Terrain et sol
dans son cycle géologique et
géographique

On voit la courbe des
Alpes du Sud, qui fait
passer les zones intérieures de
l'Est vers le Nord et
les zones extérieures de l'Ouest
vers le Sud

Fait d'après le résumé structural de la note P. PARBIER, J.-P. BLOCH,
dans le livre à la mémoire du Professeur FALLOT.

PRESENTATION GEOLOGIQUE.

Le sujet même de ce diplôme, "les hauts massifs calcaires des Alpes ligures occidentales", montre clairement que l'étude pétrographique du socle permien ne devait pas être notre étude (ceci, bien sûr, en accord avec M.M. ELLENBERGER et BLOCH) : ce Permien est formé des "bésimaudites", ensemble de tufs porphyriques, et de la ves de la fin de l'orogénèse hercynienne.

Les hauts massifs calcaires des Alpes ligures occidentales en sont la couverture, et il est bon, avant de commencer une étude détaillée de cette couverture, de la replacer dans son contexte alpin : à quelle zone la rattacher ? - puis, comment la caractériser par rapport aux zones qui l'environnent ?

Notre couverture se rattache à la zone briançonnaise, et rejoint donc, après un rétrécissement bien visible, le long massif du Mercantour, les régions françaises de Haute-Ubaye (M. GIDON), du briançonnais (F. BLANCHET, J. DEBELMAS, M. LEMOINE, B. TISSOT), de Vanoise (F. ELLENBERGER) et les régions suisses du Tarrhorn (W. ITTEN), elles-mêmes sans doute racines des nappes des Préalpes vaudoises (G. BOTTERON, E. GENGE). La caractéristique de la zone briançonnaise est la réduction considérable de l'épaisseur des séries, et la présence de lacunes importantes ("pulsations" de M. LEMOINE), au Trias supérieur et au Lias, au Malm inférieur, enfin, durant tout le Crétacé inférieur : c'est la "cordillère briançonnaise".

En cela, elle s'oppose :

+ vers les régions plus externes (donc plus au Sud sur notre terrain) à la zone subbriançonnaise caractérisée, elle, par des faciès voisins, mais avec présence d'un Lias assez important et de la totalité du Crétacé : M. FALLOT avait déjà trouvé cette zone.

+ et, vers les régions plus internes, piémontaises (donc plus au Nord sur notre terrain), à une zone bien individualisée, dite ultra-briançonnaise ou d'Acceglio, caractérisée par une érosion profonde (jusqu'au socle de bésimaudites), qui a supprimé toute la série, jusqu'à la

transgression argovienne : M. J. P. BLOCH a trouvé cette zone, qui est la suite de celle découverte et définie par M. LEMOINE, dans les Alpes cottiennes.

Du point de vue tectonique, il semble assez difficile de rattacher notre région aux autres régions d'au-delà du Mercantour ; outre les mouvements précurseurs et tardifs, la tectonique générale a dû être dominée par le charriage du flysch à Helminthoïdes, par-dessus notre zone, venant des zones internes du Piémont et se dirigeant vers les zones externes où il se trouve installé maintenant.

BREF HISTORIQUE

Nous devons préciser, en préliminaires, qu'avant M. P. Fallot, puis M. J. P. Bloch, rien de précis (sauf des indications très générales de M. S. Conti, mais ne concernant pas exactement notre région) n'avait été fait tendant à prouver l'appartenance de la couverture que nous avons à étudier à la zone briançonnaise, aucune stratigraphie: cette couverture était un peu en vase clos, bien que son socle, "les bésimaudites" du Permien aient été depuis très longtemps étudiées, comparées à d'autres formations semblables, mises dans un contexte général alpin.

1861- Nous ne commençons notre historique qu'en cette année où L. Pareto donnait pour la première fois un âge Permo-carbonifère aux roches du Monte Besimaua; il les divisait en deux groupes: Gneiss du Verrucano inférieur

Anagénites du Verrucano supérieur.

1887-1913- C'est l'âge d'or pour notre région: tout ce qui va y être trouvé ne sera pratiquement plus discuté pendant près d'un demi-siècle. C'est le temps des auteurs de la carte au 100.000^{ème}, D. Zaccagna et S. Franchi; travaillant séparément l'un de l'autre, n'ayant absolument pas les mêmes idées, leur carte reste pourtant remarquable.

D. Zaccagna, en 1887, reprend le problème des roches du Besimaua et crée le terme de bésimaudites pour désigner ces roches gneissiques ou porphyriques; il les différencie nettement des anagénites du Verrucano, qu'il confond stratigraphiquement avec le Trias inférieur.

Tout le reste de la couverture est, pour lui, du Trias, dans lequel il trouve d'ailleurs de nombreux fossiles.

Du point de vue tectonique il pose le problème des contacts anormaux fréquents que l'on constate entre les bésimaudites et leur couverture.

S. Franchi, lui, est à la base même de la compréhension de la zone briançonnaise ligure: il différencie stratigraphiquement les éruptions permienues du socle granitique et gneissique du Mercantour, mais surtout il divise la couverture suivant les étages admis encore actuellement (Trias, Jurassique, Crétacé, Eocène).

Du point de vue tectonique il pose le problème de la position du flysch à Helminthoides (par comparaison avec l'ouvrage de M. Haug sur les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye), de l'existence des grès d'Annot.

1912- Parallèlement à ces travaux est parue la thèse de J. Boussac sur le Nummulitique Alpin: il découvre et décrit le Priabonien dans les vallées au Sud de notre terrain.

1939- C'est la parution de l'ouvrage monumental de G. Rovereto: *Liguria Geologica*; c'est aussi la première et dernière description très succincte de notre terrain dans un chapitre qu'il a nommé: "Il Massicio delle Alpi Calcare Liguri". Il précise grâce à de très nombreux arguments paléontologiques la série déjà établie par Franchi (il trouve beaucoup de Diplopores et des Brachiopodes dont *Tetractinella*), bien que pour lui certains affleurements de Jurassique soient toujours du Trias. Il se réfère, de plus, souvent au Briançonnais. Du point de vue tectonique Rovereto est le grand défenseur de la Nappe du Saint-Bernard dans les Alpes Ligures; il reprend ces idées en

1951- avec Conti; c'est de plus la première fois qu'une étude détaillée est faite sur les bésimaudites; c'est aussi à ce moment que commence à être étudié de la façon la plus fouillée la couverture de ce socle, mais il s'agissait surtout du Trias du Cuneese et non du Trias Ligure.

1955- Il faut attendre cette date et M. P. Fallot et ses collaborateurs pour avoir enfin une étude stratigraphique des zones voisines des nôtres (bien que ces zones aient une nette tendance sub-briançonnaise), donc avoir une tectonique cohérente et arriver enfin à la notion de zone briançonnaise ligure dans le massif du Marguareis.

1958- M. J. P. Bloch étend la notion de zone briançonnaise à tous les Hauts Massifs calcaires ligures; il est donc à l'origine de nos travaux.

En conclusion de ce bref historique
Ligures caractérisent bien l'évolution
d'une région: - les ^{Alpes} s'attaquent aux gra
font de grandes comparaisons tectoniques
à une impasse

- pour en sortir, leurs suc
stratigraphie détaillée qui, elle, se prête
à des comparaisons à distance; étudiée mé
permettra de découvrir la tectonique d'ensem
tout être comparé à celle des régions stratig
parables.

Précisons que pour les Alpes Ligures les spéci
M. Lanteaume) en sont tout à fait à la fin de l'étu
de détail et sont très proches de la vérité tectoniq
manifeste pour la nappe du flysch à Helminthoïdes,

nérite de
ost-ercinica
s inférieur.
paru en
consequenz

urs
de
de

les

TROISIEME PARTIE
=====

Stratigraphie générale.

CHAPITRE I : LES BESIMAUDITES

Ce sont les roches les plus anciennes de notre terrain; faisant l'objet d'une partie importante des thèses de MM. J. P. Bloch et A. Guillaume, nous ne devons pas en faire l'étude. Comme elles sont un élément important de notre terrain, nous en donnerons tout de même une définition, une description macroscopique et microscopique succincte, puis nous les replacerons dans leur cadre alpin.

Origine du terme :

Le terme a été créé en 1886 par D. Zaccagna, pour remplacer celui d'appenninite que Gastaldi avait introduit dans la littérature.

Zaccagna a fait ce remplacement jugeant l'abondance de ces roches au delà du col de Cadibona, donc dans les Appennins, beaucoup trop faible, pour qu'elles méritent l'appellation d'appenninites.

Quoiqu'il en soit, un terme spécial se devait d'exister pour remplacer ceux très vagues d'anagénites feldspathiques, de schistes anagénitiques, de schistes gneissiformes ou gneissiques, de gneiss verts, de gneiss anagénitiques enfin.

Définition:

Nous donnons la définition de la carte au 100.000^{ème} : porphyres quartzifères de types très variés et leurs tufs généralement verdâtres ou plus rarement rougeâtres; ils peuvent être très lamirés. Groupe orthogénétique.

Leur aspect macroscopique sur notre terrain:

Toutes nos bésimaudites sont extrêmement compressées parfois même véritablement schisteuses.

1- Il s'agit le plus fréquemment de roches à pâte verte ou rouge avec de gros phénocristaux feldspathiques blancs et de gros grains de quartz hyalin.

Ce très beau type se rencontre , principalement à la Cima Durand, au Pian Marchiso, entre le Paseo di Lapasse et le Col del Pas.

2- Il s'agit de laves violettes sans phénocristaux de feldspaths, mais on voit toujours des grains de quartz. On peut aussi observer de ces laves , mais rouge-orangées pailletées de lamelles d'oligiste.

Ce type , beaucoup plus rare se rencontre entre le Paseo di Lapasse et le Col del Pas.

Leur aspect microscopique:

Premier type:

Pâte qui est un mélange de quartz, chlorites et séricite.

Phénocristaux: deux sortes seulement; de gros grains de quartz subautomorphes corrodés (voir pl. II, ph. 2).

Nous avons un échantillon où tous les grains de quartz possèdent à leur périphérie des cristaux de trydimite (relief tellement faible qu'il apparaît très fort); à la limite ces cristaux de trydimite s'arrangent en sphérolites , mimant des sphérolites de dévitrification classique. Tous les passages entre la couronne et le sphérolite sont visibles.

Sans doute n'est-ce là qu'un exemple très localisé, essentiellement dû à un très fort dynamométamorphisme local.

Peut-être cette transformation est-elle due , également au fait que le quartz a été très longtemps maintenu à une haute température.

Un grand feldspath subautomorphe, non mâclé , à relief négatif, biaxe +: de l'albite.

Ce feldspath contient souvent en inclusions de petits cristaux de feldspaths mâclés et à relief plus élevé (voir pl. II, ph. 3); M. J. P. Bloch pense qu'il s'agit de microlites initiaux englobés postérieurement par l'accroissement secondaire du cristal d'albite.

Ces feldspaths portent pratiquement tous les traces de remaniement dans leur composition chimique (mâcles en échiquier, zones nébuleuses à extinction différente de l'ensemble du cristal (voir pl. II, ph. 1).).

Les bésimaudites contiennent, enfin, des fragments de roches entières très feldspathiques (voir pl. III, ph. 3). Ce premier type est donc un tuf porphyrique quartzifère avec du quartz corrodé et de l'albite en phénocristaux; ils ont subi un remaniement chimique important.

Deuxième type: On y voit surtout du verre, mais aussi des fragments de quartz et de feldspath mâclé (feldspath acide). Peut-être s'agit-il de produits explosifs.

Place stratigraphique des bésimaudites :

Les bésimaudites s'inscrivent très bien dans la suite des laves et tufs porphyriques que l'on trouve dans la zone entière des Alpes internes, au Fermien. Le phénomène est ici particulièrement grandiose.

Toute cette série de roches est la preuve matérielle de l'instabilité orogénique hercynienne.

Par la faute des mouvements initiaux de notre terrain vers le Nord, les bésimaudites font tectoniquement corps avec le Verrucano et parfois le Werfénien, dans de grands plis d'axe NW-SE, parfois déversés vers le Nord.

Si bien que stratigraphiquement, aucune discordance n'est visible entre les bésimaudites et leur couverture (avec le Verrucano à la base, qui remanie ces bésimaudites).

Disons donc que les bésimaudites sont le terme ultime de l'orogénèse hercynienne; peut-être se sont elles formées sans qu'il y ait eu, à proprement parler, de mouvements orogéniques, après donc la dernière phase hercynienne.

Chapitre II. LES ANAGENITES (Verrucano)

— Bref historique du terme de Verrucano sur notre terrain :

Pareto :

Si, de tout temps (c'est-à-dire depuis Pareto en 1861) il y a eu synonymie des deux termes d'anagénites et de Verrucano, la description pétrographique de ces roches a toujours été très floue.

Pareto, déjà en 1861, avait affirmé l'âge permien du Verrucano (en le comparant au Verrucano toscan, père, semble-t-il, du Verrucano alpin) (2) ; mais, en raison de son indécision pétrographique, il les attribuait aussi bien au Trias et même au Carbonifère.

Zaccagna-Franchi :

Ce manque de précision dans les descriptions pétrographiques se retrouve à l'âge d'or, le temps de Zaccagna et de Franchi, les auteurs de la carte géologique au 1/100.000, dont nous disposons. Le terme anagénite se retrouve aussi bien pour décrire des faciès du Werfénien que des faciès bésimaudites ; si bien que certains affleurements de Verrucano sont cartés en Permien (sur le versant Nord du Cars, par exemple), alors que d'autres le sont en Werfénien (Inferno, lagghi della Brignola, par exemple).

Une différence, pourtant, existait pour eux, entre les anagénites et les bésimaudites : les premières font partie du cortège paragénétique, donc d'origine sédimentaire ; les secondes font, elles, partie du cortège orthogénétique, donc d'origine éruptive.

Rovereto :

Ce dernier ne fait que reprendre les idées de ses prédécesseurs, sans apporter de nouvelles précisions à ce point de vue, dans son mémoire volumineux de 1939. S'il y a bien, pour lui, des brèches (anagénites, peut-être) à la base du Werfénien, les trois termes d'anagénites, de bésimaudites et d'appenninites ont des significations confuses.

Conti :

C'est M. Conti qui, le premier, eut le très grand mérite de souligner sur ce terrain la transgression qu'il a appelée "post-ercinica". Il assimile les anagénites à un conglomérat de base du Trias inférieur. On doit dire qu'il avait lu l'ouvrage fondamental de Dal-Piaz, paru en 1939 : "la discordanza ercinica nella zona pennidica e le sue conseguenze nella storia geologica delle Alpi".

Bloch :

M. Bloch, rejoignant les observations faites par les auteurs français dans les zones briançonnaises a insisté sur la nécessité de distinguer nettement le faciès conglomératique (anagénite) de base de la série siliceuse werfénienne.

-Définition.

Correspondant à une reprise générale de la sédimentation, il s'agit d'un conglomérat.

- Il remanie les terrains sous-jacents : dans le cas de notre terrain, les bésimaudites.
- Il annonce, d'autre part, les quartzites werféniennes, dont on peut considérer qu'il est le conglomérat de base.

-Affleurements :

Ils sont très étendus, en deux endroits différents :

- l'Inferno
- les lagghi della Brignola

Ailleurs, il s'agit, soit d'affleurements coincés entre les bésimaudites et les quartzites :

- le Cars
- Cima San Lorenzo
- Fasseo di Lapasse
- Rifugio di Mondovi

- soit de restes d'anciens synclinaux de bésimaudites à coeur d'anagénites :

- Monte Grosso.

-Pétrographie.

Deux faciès essentiels se présentent :

- 1) Anagénites très proches d'aspect de certaines bésimaudites ; - ce sont des roches feuilletées, vertes, d'aspect cireux, avec des cristaux

de quartz et de feldspaths bien visibles ; mais deux caractères fondamentaux les distinguent des bésimaudites : les dragées de quartz rose.

les éléments de remaniement, puisqu'il s'agit d'un conglomérat, avec les galets de quartz blanc et surtout les galets rouges de rhyolites (ce sont les galets de liparites décrits par tous les auteurs du briançonnais),

- au microscope (voir pl. II, ph. 4), ce premier type d'anagénites peut présenter tous les caractères d'une roche fortement compressée, mylonitisée, car souvent elle fait corps tectoniquement avec les bésimaudites :

- + Quartz craquelé, à extinction roulante, parfois complètement dissocié ; parfois les éléments de dissociation se sont ressoudés dans une structure en mosaïque.
- + Plagioclases complètement séricitisés
- + Microcline également séricitisé , mais beaucoup moins que les plagioclases absolument indéterminables.
- + le ciment qui relie ces phénocristaux et qui réunit les éléments du conglomérat entre eux, peut être également un résultat de la mylonitisation puisqu'il s'agit souvent d'un mélange de séricite, quartz et calcite.

Ce premier type est particulièrement bien représenté dans les grands affleurements de l'Inferno et des lagghi della Brignola.

2) Anagénites très proches d'aspect des quartzites werféniennes. On peut dire qu'il y a passage progressif du faciès des quartzites du Verrucano au faciès des quartzites werféniennes. Ce passage se fait sous trois aspects successifs :

- la roche devient de plus en plus blanche et de plus en plus fine.
- puis les quartz roses se font de plus en plus petits et disparaissent.
- les galets rouges de rhyolites disparaissent à leur tour. Mais, peut-être est-on déjà alors dans le Werfénien proprement dit.

Ce second type d'anagénites est bien visible au Cars, à la Cima San Lorenzo, au Paseo di Lapasse.

Le problème de l'âge de ce Verrucano :

La description que nous avons pu faire de cet horizon prouve combien la tentation était grande d'en faire l'homologue du Verrucano briançonnais ; l'homologuant ainsi, nous devons nous reporter, quant à son âge, aux auteurs de la zone briançonnaise ; tous se rangent derrière la même bannière avec deux noms différents, pourtant : Néo-Permien et Permo-Trias. Il s'agit donc de terrains qui ne sont pas du vrai Permien,

mais pas du vrai Trias non plus. Ils font pourtant partie du cycle Permien par leur aspect ; ils sont la transgression succédant à la phase orogénique permienne. Mais ils sont aussi du Werfénien possible par leur passage progressif aux quartzites werfénienues.

Le passage aux quartzites werfénienues :

Il n'est que très rarement visible ; pourtant aux endroits où il est visible, le passage est continu ; le Verrucano appartient au cycle des quartzites werfénienues, dont il est le conglomérat de base.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES SCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53
F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tel. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 43 58
Mail : plalour@ujf-grenoble.fr

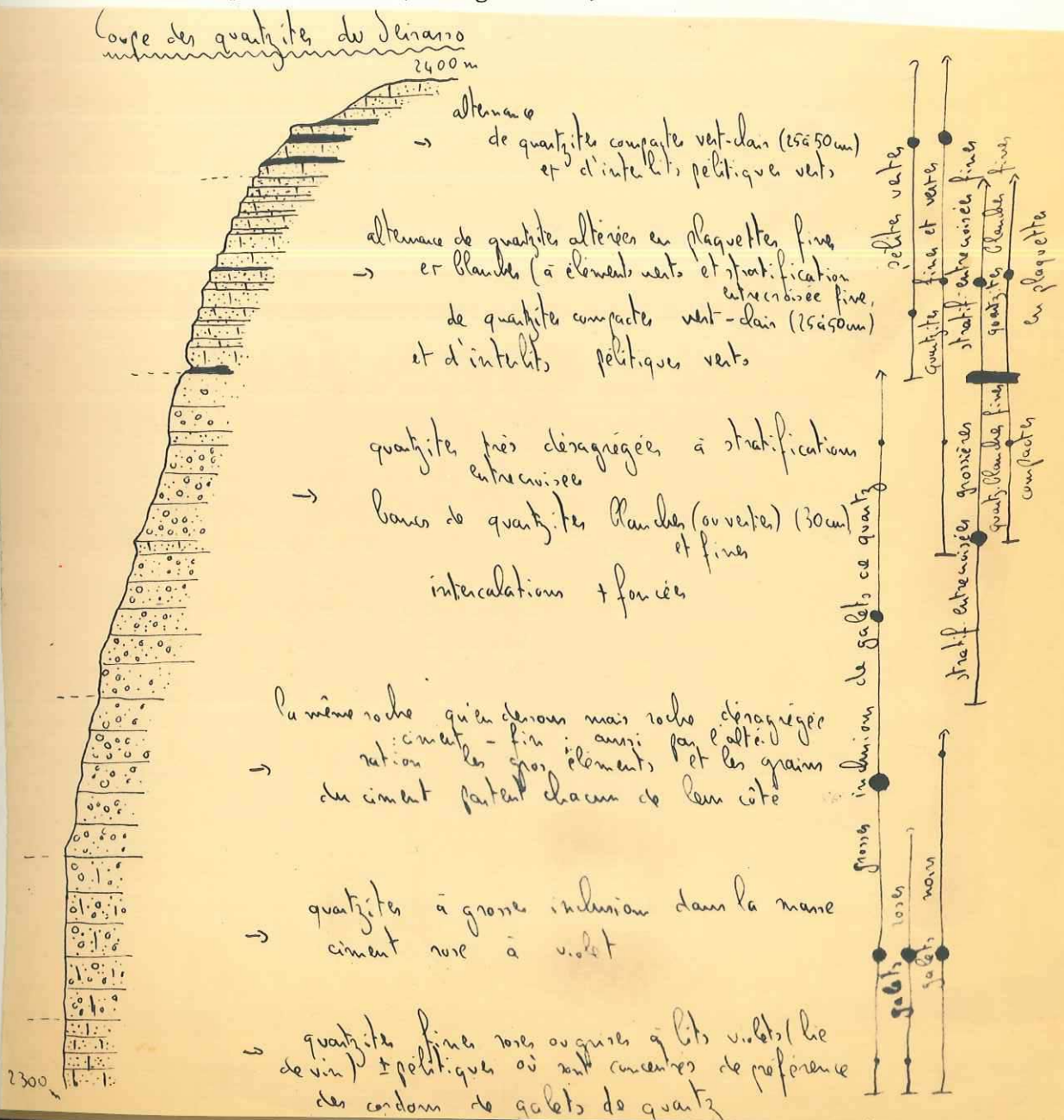
18 AOÛT 2003

Chapitre III. LE WERFENIEN

Il s'agit certainement du terme de la série briançonnaise le plus exactement décrit et le mieux carté par Zaccagna et Franchi, bien que :

- il y ait pu parfois avoir des confusions entre les quartzites werféniennes et certains niveaux très siliceux du Nummulitique (Mondole).

- il n'y ait jamais eu de différenciation cartographique entre les "quartzites blanches et verdâtres" et les "schistes quartziteux", schistes sériciteux rouges et verts, anagénites".



Description de la coupe du Seirasso :

Cette coupe se situe, dès la disparition des éléments rouges, toute entière dans le Werfénien.

Elle met en valeur les trois grands types pétrographiques que nous pouvons trouver dans le Werfénien ligure :

- grès conglomératiques à gros éléments de quartz ; le ciment liant ces éléments peut être lui-même très grossier ; l'érosion atmosphérique dissocie complètement ce type de roches, d'autant plus que ces grès sont souvent riches en ankérite ; les gros éléments et les grains du ciment partent chacun de leur côté ; mais il peut avoir recristallisé pour donner une quartzite vraie, entourant les éléments plus gros ; c'est une roche dure, compacte, donnant de très belles falaises.

- quartzites, fines, blanches ou vert pâle ; il s'agit du faciès de recristallisation d'un ancien grès ; on y trouve des grains de feldspath et de nombreuses paillettes de séricite (recristallisation des anciennes particules argileuses et altérations des feldspaths).

- pélites vertes très fines, entre les bancs à débit schisteux ; elles sont très riches en séricite.

Remarques à propos de cette coupe :

- + Plus on va vers le sommet de la série ,

- plus les quartzites se font fines ; avec pour terminer apparition de schistes pélitiques

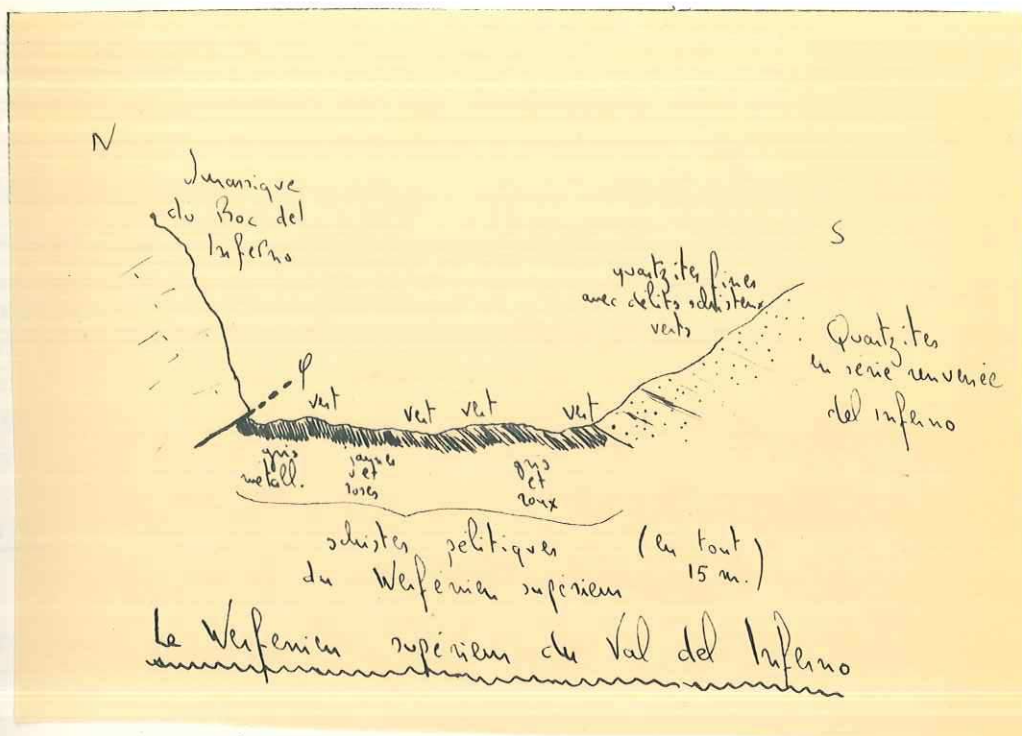
- plus les stratifications entrecroisées , remaniant des matériaux plus fins, ont une flèche de concavité faible.

- + Cn ne trouve pas de stratification entrecroisée dans les pélites vertes, comme s'il y avait eu alternance de deux types de dépôts :

- dépôts calmes fins, argileux - qui auraient donné les pélites.

- dépôts grossiers de mer agitée, qui auraient donné les quartzites à stratification entrecroisée.

Le Werfénien supérieur :



Notre coupe, cette fois, se situe au-dessus du val del Inferno ; du point de vue pétrographique, nous ne trouvons dans ce Werfénien supérieur que des schistes pélitiques versicolores ; il s'agit, sans doute, de la normalisation d'un régime aquatique ou marin saumâtre, déjà amorcé au sommet de la coupe précédente.

Si nous comparons ce Werfénien supérieur ligure à celui du Briançonnais de MM. Debelmas et Lemoine, à celui de Vanoise de M. Ellenberger, nous pouvons remarquer que nous ne trouvons :

- ni dolomies
- ni cargneules
- ni gypse.

En somme, cette vire des cargneules inférieures n'existe pas sur notre terrain ; toutefois, les schistes pélitiques versicolores

- donnent le même aspect morphologique de replat,
- jouent le même rôle tectonique que la vire des cargneules briançonnaises ; c'est une couche plus plastique, qui permet une certaine mobilité l'une par rapport à l'autre des deux grosses masses des quartzites sous-jacentes et du Trias calcaro-dolomitique sus-jacent.

Chapitre IV. LE VIRGLORIEN (ANISIEN)

Comparaison :

Toutes les coupes que nous avons pu faire nous conduisent à cette permanente conclusion : le Virglorien des hauts massifs calcaires ligures est un Virglorien de type briançonnais.

Jamais, il n'avait été encore fait, dans ce Virglorien, de coupes de détail banc par banc (sauf M. BLOCH, en 1958), permettant d'essayer de faire des corrélations d'abord à faible distance, puis d'en dégager les niveaux majeurs pour les comparer aux travaux semblables faits en Vanoise par M. E. ELLENBERGER, dans les Préalpes vaudoises par MM. GENGE et BOTTERON.

Coupes que nous présentons :

Sur notre terrain, nous avons relevé banc par banc 6 coupes ; nous n'en présentons que trois ; chacune est typique des trois aspects principaux sous lesquels se présente le Virglorien :

- la coupe des Salines Nord, avec un Virglorien assez fossilifère (le plus fossilifère que nous ayons)

- la coupe des Salines Sud, avec un Virglorien particulièrement azoïque ; seuls, les faciès pétrographiques sont conservés.

- la coupe du Bas-Biecai, avec un Virglorien réduit, où tous les niveaux se retrouvent, mais certains d'entre eux se télescopent, et tous, de manière générale, ont une épaisseur bien moindre que l'épaisseur normale que nous estimons être "grosso modo" celle de la coupe des Salines Nord.

Coupe synthétique.

Quels sont les niveaux-types de ce Virglorien :

- 1) à la base calcaires à feuillets verts : 5 m.
- 2) calcaires vermiculés à boudins sinueux et faune de Mollusques et Algues : 20 m.

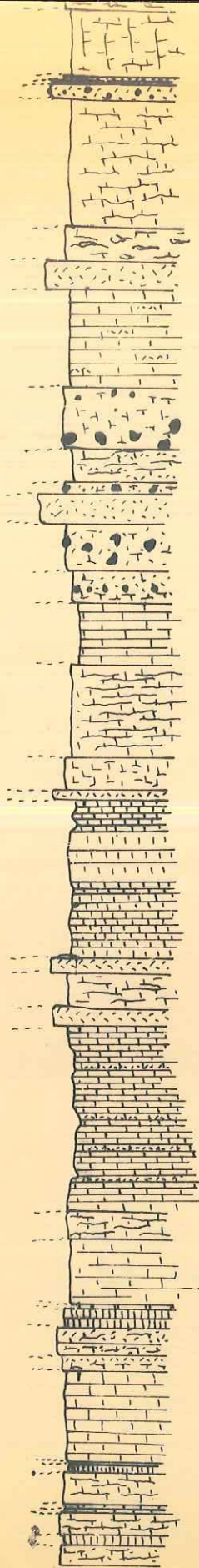
- 3) premier niveau à silex : 6 m.
- 4) niveau à granules dolomitiques ; avec dentales : 7 à 8 m.
- 5) Niveau pseudo-oolithique, grumeleux : 7 à 8 m.
- 6) deuxième niveau à silex avec faune de Brachiopodes : 10 m.
- 7) premier niveau d'émersion avec des schistes dolomitiques rouges : 3 à 4 m.
- 8) deuxième niveau d'émersion avec des schistes rouges : 50 cm.

Il ne s'agit que des niveaux repères : avec toutes les zones intermédiaires, on observe une épaisseur moyenne, pour le Virglorien, de 100 m., soit donc, moins que le Virglorien de Vanoise.

Cette succession est synthétique ; chaque coupe a ses caractères particuliers, facilement repérables sur les grands schémas que nous présentons (il peut y avoir un banc à silex supplémentaire , comme dans les Salines Nord, ou telescopage des deux niveaux d'émersion, comme dans le Bas Diecai, ou disparition des silex du deuxième niveau à silex, dans la même coupe) ; mais une synthèse était nécessaire.

Plan d'étude .

- Les trois coupes du Virglorien
- Etude séparée des niveaux caractéristiques, en essayant de les comparer à des niveaux de Vanoise, ou des Préalpes vaudoises.
- Tableau synthétique de notre Virglorien, confronté avec ceux, déjà cités, de Vanoise et des Préalpes vaudoises.



37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

} 2^e Niveau à silex

32 (⊕) Dentales → Niveau à granules dolomitiques

} 1^{er} Niveau à silex

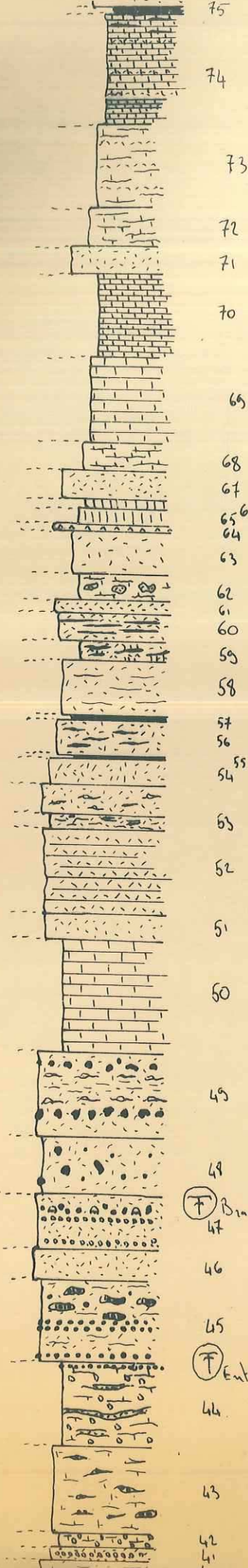
23 (⊕) Entroques

→ Niveau à granules dolomitiques

Calcaires vermiculés

12 (⊕) Oligoporelle
11 (⊕) Holosque
10 (⊕) Entroques

→ Calcaires vermiculés à
feuillets vert.



→ 2^e Niveau d'émersion

Le VIRGLOBIEN de la Cima
delle Saline (zone Nord)
(ech. 1 cm. pour 2 m.)

→ 1^e Niveau d'émersion

3^e Niveau à silex

→ Niveau pseudo-oolithique

49
48
(T) Brachiopodes
47

46

45

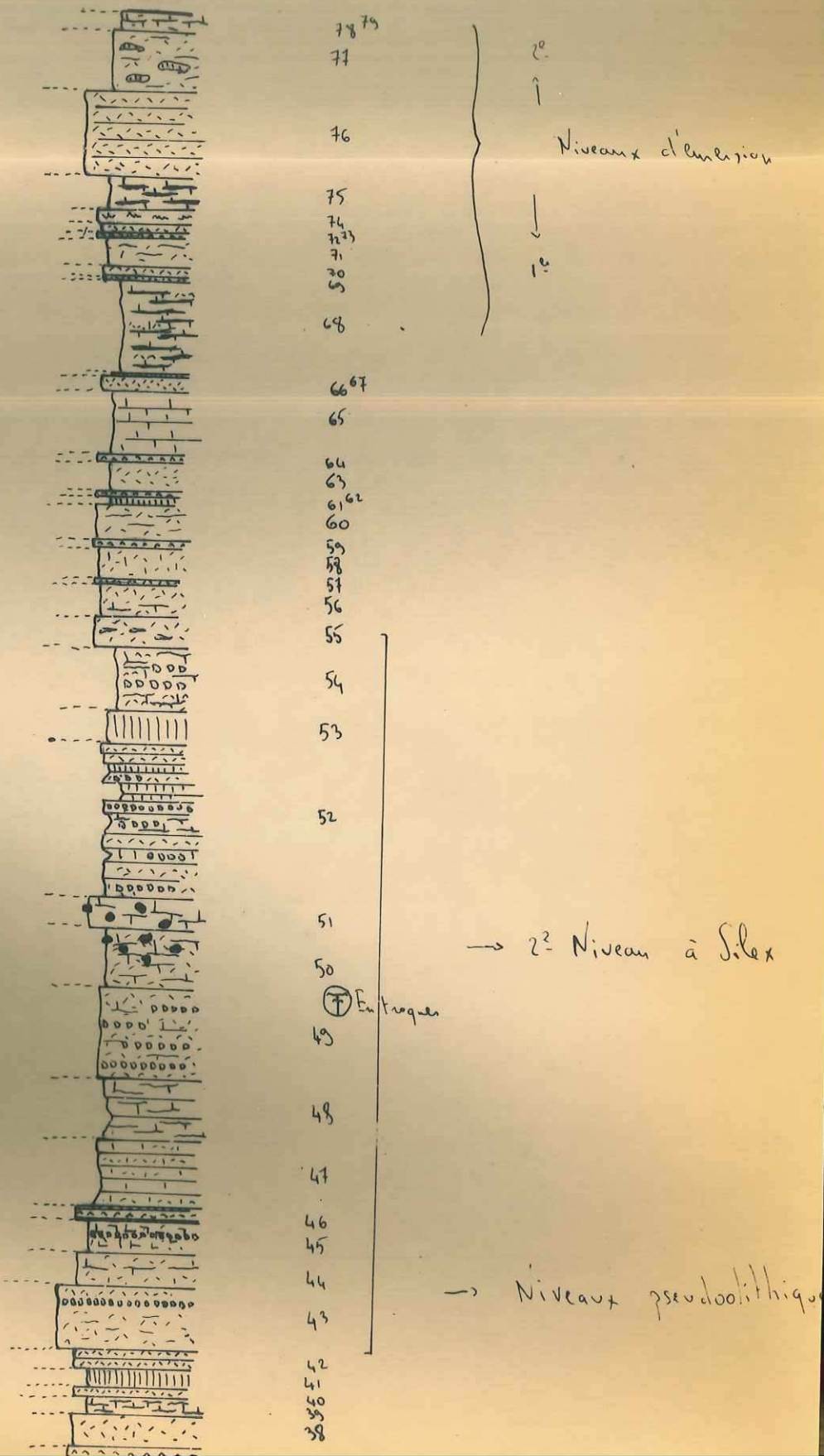
(T) Entolites
44

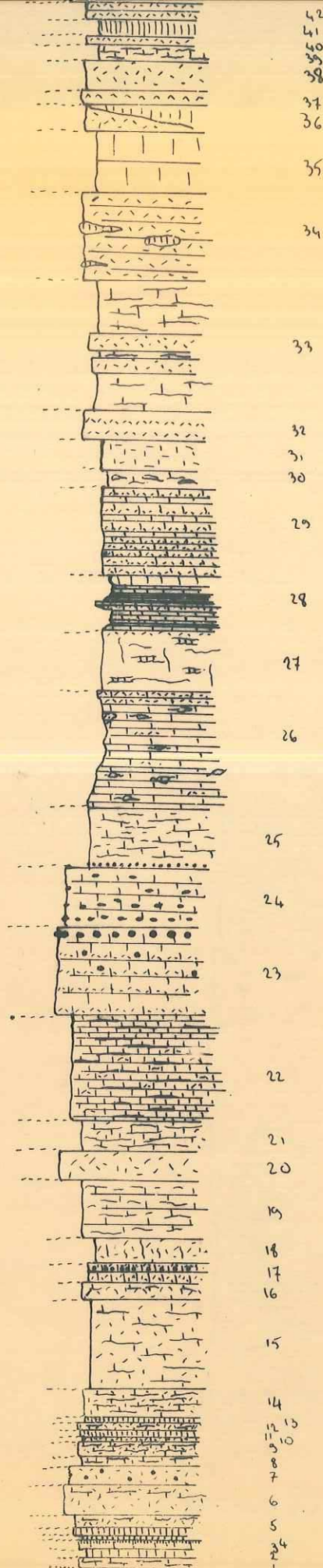
43

42

41

Le VIAGLORIEN de la Cima
(ech. 1 cm. pour 2 m.) delle Saline (zone Sud)





→ Niveaux à granules
dolo mitiques

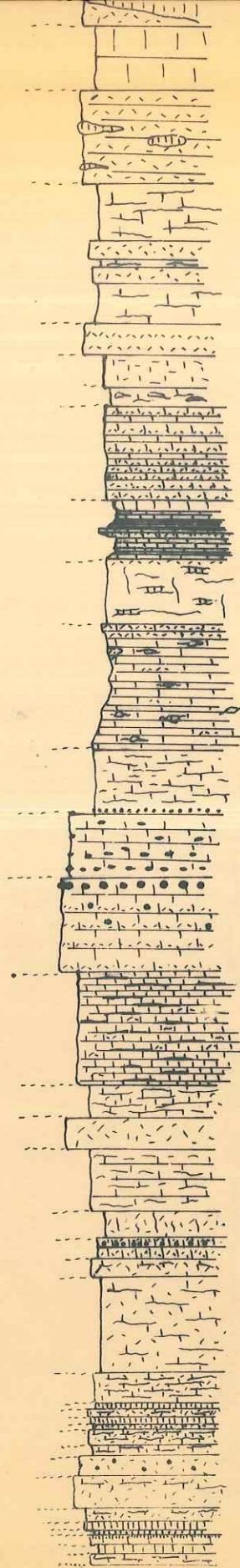
→ 1^{er} Niveau à Silex

Niveaux à granules dolo mitique

Calcaires à feuillet,
verts,

et

Calcaires vermiculés



36

35

34

33

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

→ Niveaux à granules
dolomitiques

→ 1^{er} Niveau à Silex

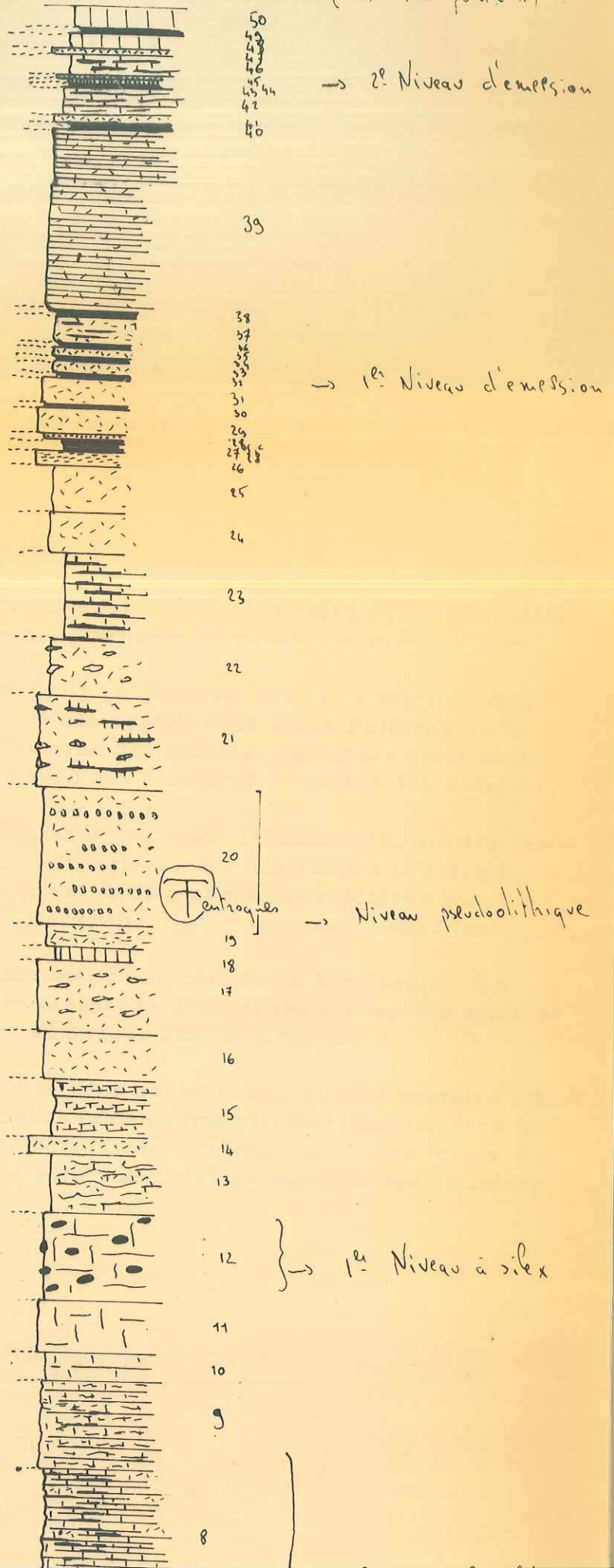
Niveaux à granules dolomitique

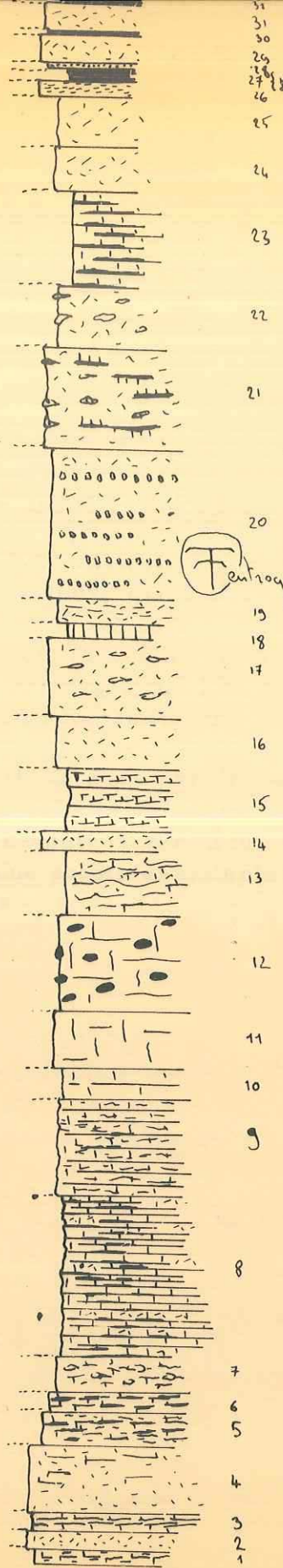
Calcaires à feuillet,
verts,

et

Calcaires vermiculés

Le VIRGLORIEN de la falaise du Bas-Biecai
(ech. 1 cm pour 2 m)





Entroques

→ Niveau pseudolithique

} → 1^{er} Niveau à silex

} → Calcaires à feuillet vert,
et
calcaires vermiculés

PASSAGE WERFENIEN-VIRGLORIEN.

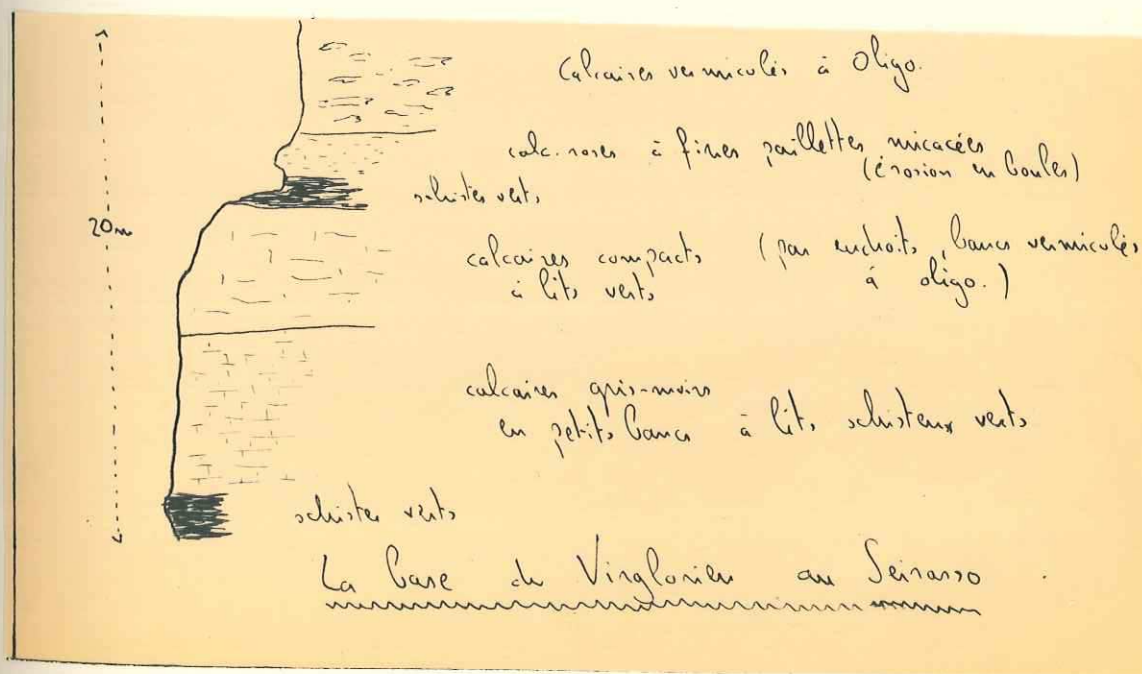
Avant l'uniformisation des faciès avec les calcaires vermiculés, nous avons à observer l'éternel problème du passage d'un étage à un autre.

La coupe du Seirasso (voir ci-dessous) est, à ce point de vue, typique ; en effet, sur 20 m. d'épaisseur, nous avons l'alternance de faciès du Werfénien supérieur avec des schistes pélitiques verts et de faciès du Virglorien de base avec des calcaires à boudins dolomitiques.

Faut-il, comme le fait sans doute M. GUILLAUME, mettre ces faciès au compte du Werfénien supérieur, et ainsi jusqu'aux calcaires vermiculés proprement dits (c'est-à-dire après les calcaires roses à fins enduits micacés ou sériciteux, que l'on trouve dans toutes les coupes ?).

- Ou faut-il, au contraire, les mettre au compte du Virglorien, dès l'apparition des calcaires, en disant que l'on trouve encore des schistes pélitiques à faciès Werfénien supérieur dans le Ladinien ?

Cette dernière hypothèse nous paraît beaucoup plus certaine : dans une coupe voisine, en effet, sous la deuxième vire schisteuse, dans les calcaires ressemblant aux calcaires vermiculés, nous avons trouvé des nids de gastéropodes en tous points semblables aux nids des calcaires vermiculés proprement dits.



LES CALCAIRES VERMICULES.

Sauf en deux endroits, les calcaires vermiculés de notre terrain sont très peu caractéristiques : aussi bien les faciès à pistes que les faciès à nids de faunes sont très rares, inexistants même dans certaines de nos coupes.

Les deux endroits privilégiés sont les deux flancs du Seirasso, flanc Nord et flanc Sud : ici tous les faciès si bien décrits par M. F. ELLENBERGER en Vanoise ont été retrouvés. On les voit de loin, grâce à la couleur jaune de leurs éboulis. On "sent" à l'avance les bonnes coupes de l'Anisien.

Pétrographie :

- + Dolomie jaune-orangée.

- + Calcaires roses très caractéristiques à filets dolomitiques jaunes anastomosés ; c'est dans de tels calcaires roses que nous avons trouvé les niveaux à petites Encrines (peut-être Dadocrinus).

- + Calcaires gris lumachelliques sur lesquels on trouve des centaines de Lamellibranches à test dolomitique très mal conservés.

- + A la base (surtout non loin des schistes verts de base) des calcaires brun-rose avec des paillettes de séricite et des enduits verdâtres caractéristiques (remaniement, sans doute, des schistes verts).

Faune :

Les endroits où nous avons trouvé ces faunes étant très tectonisés (failles du Seirasso), nous n'avons pu établir une stratigraphie très détaillée des calcaires vermiculés ; on trouve :

- + des fragments de petites Encrines conservées en calcaire rose, que nous avons attribué à *Dadocrinus gracilis*, bien que nous n'ayons pas trouvé les articles en tonnelet si caractéristiques ; *Dadocrinus* caractérise assez bien l'influence alpine (mésogeenne) que subissait la zone briançonnaise.

+ Les pistes sinueuses (voir pl. VI), dont M. ELLENBERGER a trouvé une explication : ce serait "des boudins de vase moulant les terriers superficiels d'organismes fouisseurs (Anneildes) " avec des stades d'accroissement en arceaux ; d'ailleurs M. F. ELLENBERGER, lors d'une course commune au Cars, nous a trouvé un de ces moules en U, avec ses stades d'accroissement ; dans sa thèse M. F. ELLENBERGER ajoute qu'il faut bien se garder de les identifier aux "Rhizocorallium" du Muschelkalk allemand, ainsi qu'aux "pieds de boeufs" de Saint-Triphon ;

M. BOTTERON, lui, dans les Préalpes vaudoises, semble les attribuer tous à une cause identique ; quant à cette cause, les hypothèses lui semblent toutes valables : "creusements de cavernes par des animaux", comme M. Th. FU CHS (1895) ;

Cette dernière hypothèse semble d'ailleurs rejoindre celle de M. ELLENBERGER et les observations que M. BOTTERON a pu faire lui-même, au cours de plongées sous-marines en bathyscaphe au large de Capri.

+ Une faune moyennement riche de Gastéropodes et de Lamellibranches (voir les planches pages suivantes) ; on trouve de très nombreuses

Omphaloptycha (cf. gregaria et stotteri)
et beaucoup plus rarement ,

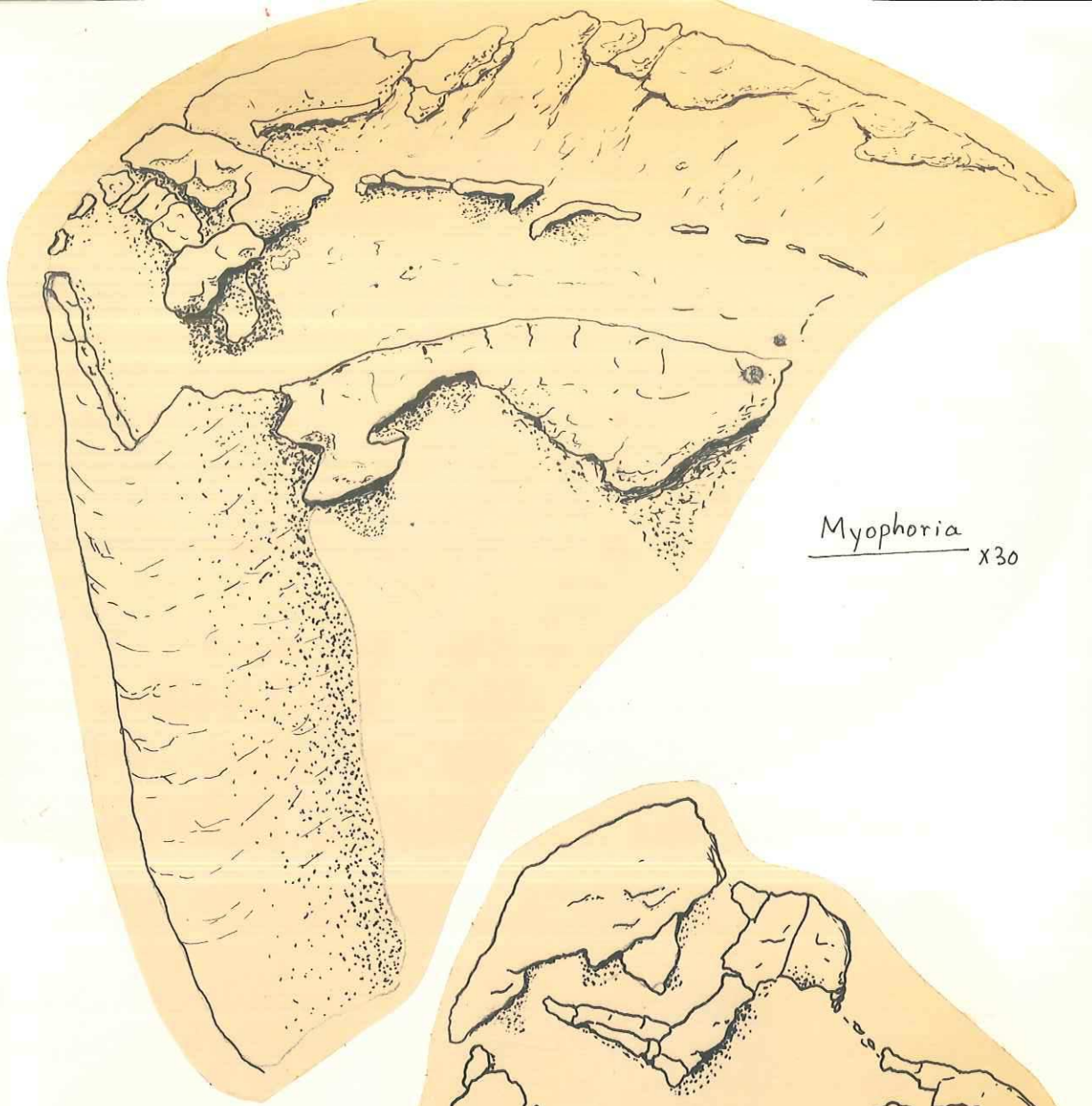
Worthenia (une seule a été trouvée),

Undularia, Myophoria.

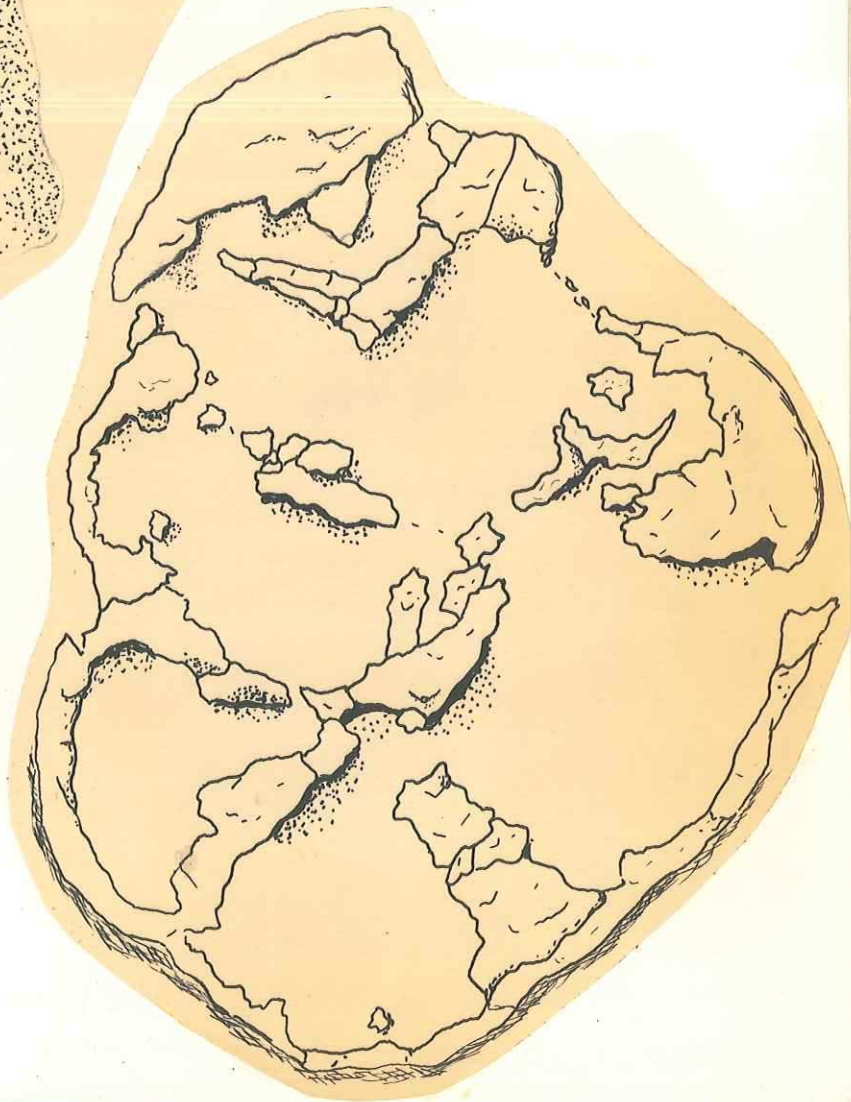
Les lumachelles de Lamellibranches sont surtout constituées d'Avicula.

Nous devons signaler que nous avons pu faire toutes ces déterminations , grâce aux merveilleux dessins de la thèse de M. F. ELLENBERGER.

+ Les Oligoporelles : nous n'en avons trouvé que très peu, et encore ne sont-elles absolument pas caractéristiques (pas de pores) ; aux quelques endroits où nous avons pu trouver ces Diplopores, elles faisaient partie des zones à calcaires vermiculés, au lieu de former un niveau spécial au-dessus des calcaires vermiculés et avant le banc à Dentales, comme en Vanoise ou dans les Préalpes Vaudoises.



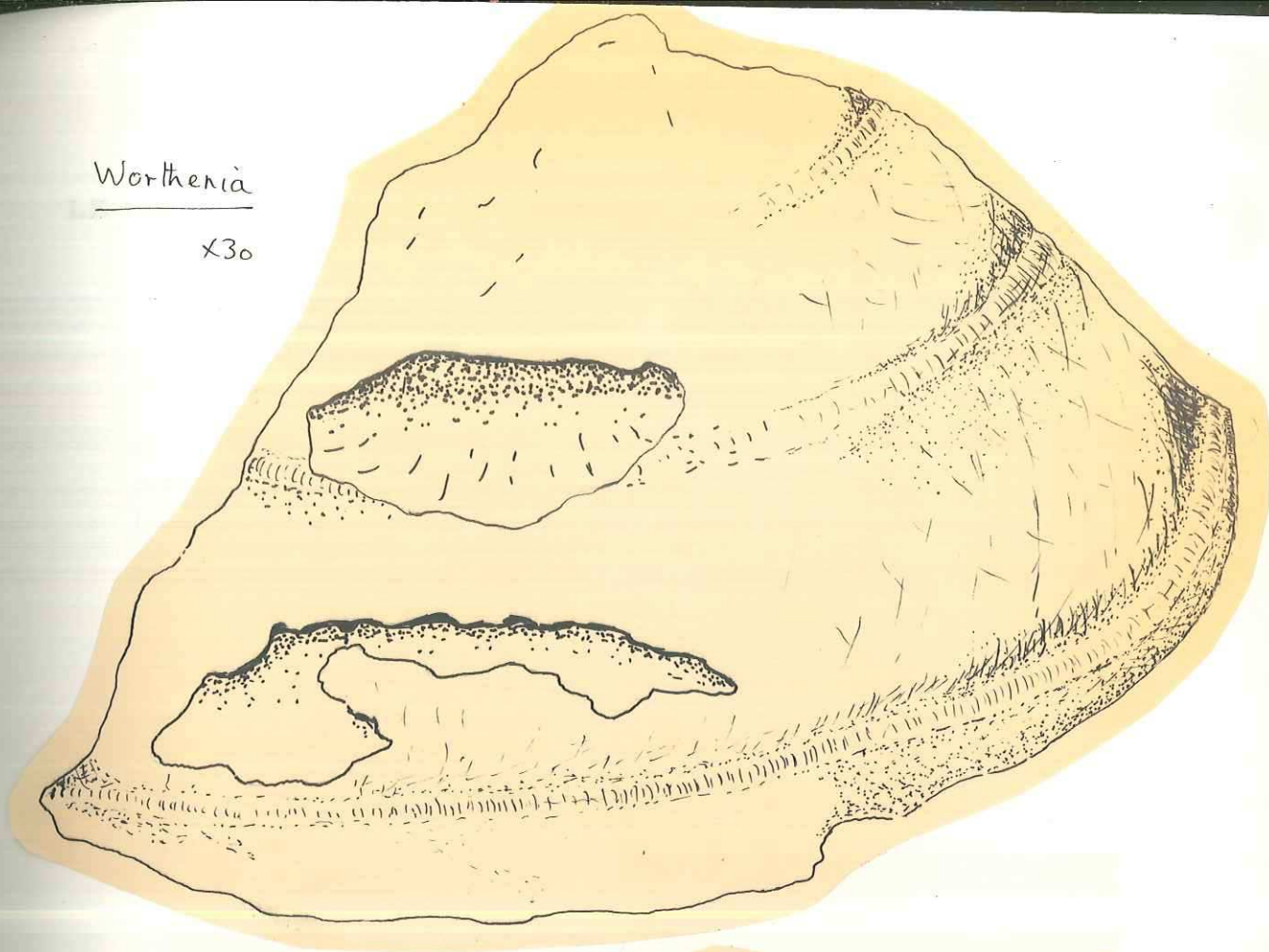
Myophoria x30



Omphaloptycha
gregaria x30

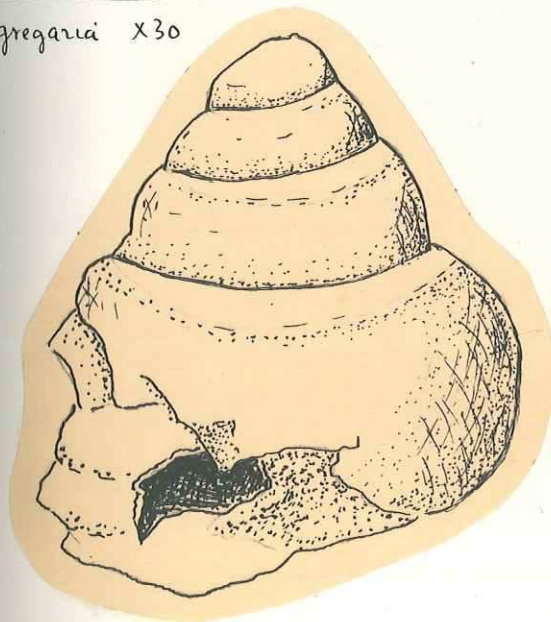
Worthenia

x30



Omphaloptycha

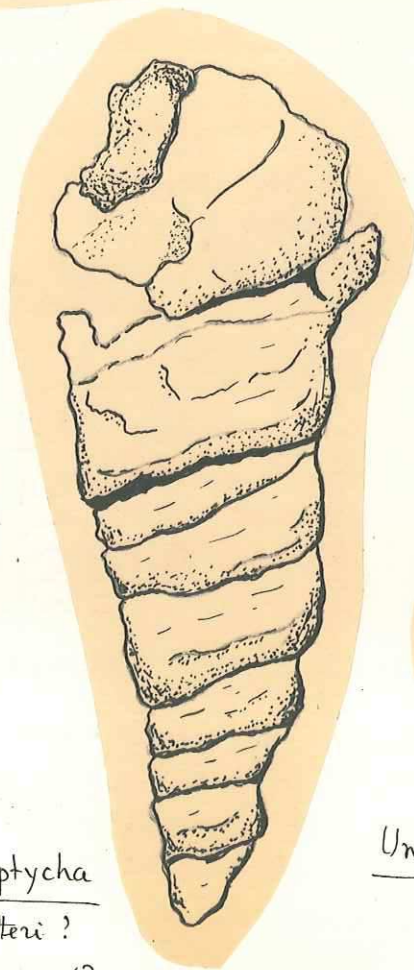
gregaria x30



Omphaloptycha

stotteri ?

x30

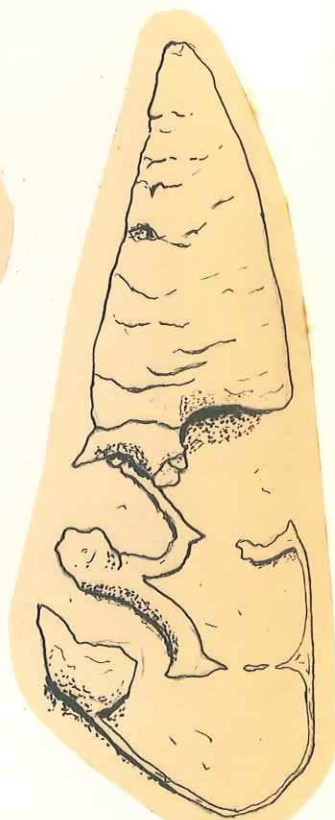


Undularia

or

Omphaloptycha

x15



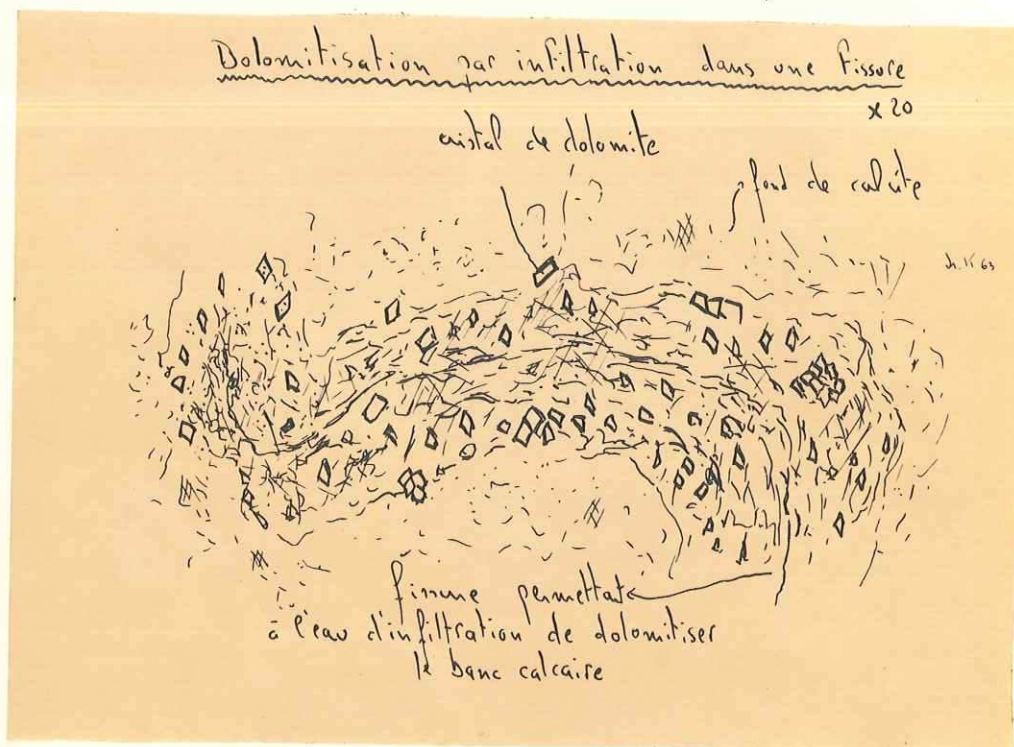
LE PREMIER NIVEAU A SILEX.

Il s'agit d'un des niveaux repères stratigraphiques les plus constants de l'Anisien du Briançonnais ligure.

Il est azolique, mais en raison de sa position stratigraphique, il est tentant d'en faire l'équivalent du banc à Dentales des coupes de MM. ELLENBERGER, GENGE et BOTTERON, comme nous l'avons indiqué dans notre tableau comparatif.

Les roches hôtes des silex :

- Calcaires gris
- Calcaires roses, très fréquemment
- Calcaires à boudins dolomitiques, présentant des phénomènes de dolomitisation par fissures (voir dessin)



- Dolomies (à patine jaune pâle, le plus souvent)

Il existe une relation très fréquente entre les boudins dolomitiques et les silex.

Les types de silex. :

Il existe deux types concomittants :

- Gros accidents siliceux jaune sale ou roux ; leur taille varie de 2 cm. de diamètre à 10 cm.
- Petits accidents siliceux hyalins, souvent annulaires.

La signification des silex :

Nous nous sommes reportée aux travaux les plus récents sur la géochimie de la silice : ceux de M. G. MILLOT.

De cette synthèse très didactique, il suit que cette géochimie est différente suivant que l'on a affaire à de la silice amorphe ou à de la silice minérale (quartz, opale, calcédoine).

1- Pour la silice amorphe :

+ "l'état normal de la silice dans les eaux naturelles, à l'équilibre, est la solution monomoléculaire". Le monomère est $\text{Si}(\text{OH})_4$; il est soluble dans l'eau.

+ il y a deux conditions impératives pour qu'il y ait passage des monomères $\text{Si}(\text{OH})_4$ solubles dans l'eau aux polymères qui s'enchaînent dans des solutions colloïdales susceptibles de flocculer et de former des silex.

a- une teneur totale de silice amorphe dépassant 140 ppm. à 25°.

b- un pH inférieur à 9.

Encore faut-il préciser que seul l'excès de silice (au-dessus de 140 ppm.) peut se polymériser ; même si le pH est inférieur à 9, mais que la teneur en silice amorphe ne dépasse pas 140 ppm., il n'y aura pas polymérisation.

Nous définissons ainsi deux conditions que l'on peut appeler paléogéographiques de la précipitation des silex :

grande richesse de l'eau en silice amorphe monomère
eaux acides

Ces deux conditions sont d'ailleurs liées.

2- Pour la silice minérale (quartz, calcédoine, Opale).
La solubilité de ces minéraux est beaucoup plus faible que celle de la silice amorphe ; à 25° elle est de 10 ou 20 ppm. (140 ppm. pour la silice amorphe).

Si bien qu'il suffit d'une teneur dans l'eau en silice amorphe à peine supérieure à 20 ppm. pour que cette silice soit sursaturée par rapport à des débris de quartz, par exemple. De ce fait, "même si les réactions sont lentes, les solutions sont capables d'assurer la croissance des minéraux d'une manière directe".

Les débris de quartz serviront en quelque sorte de germes, autour desquels s'édifieront les futurs silex à partir de monomères $\text{Si}(\text{OH})_4$ qui se polymériseront.

Nous avons donc une nouvelle possibilité paléogéographique : l'arrivée brutale, dans les eaux, de débris de quartz ; il suffira d'une faible teneur en monomères (25 ppm.) pour qu'il y ait formation de silex.

Relation entre les phénomènes de dolomitisation et de formation des silex :

+ ces deux phénomènes sont diagénétiques, donc tous deux pénécontemporains de la sédimentation ;

+ aucun des ions généralement présents dans l'eau de mer (sauf Al) n'influent sur la solubilité du monomère $\text{Si}(\text{OH})_4$ dans l'eau de mer.

Donc, les conditions, quant à la réserve alcaline, demandées par la dolomitisation (il faut en effet pour qu'il y ait dolomitisation diagénétique que le pH soit supérieur à 7,5, donc que la réserve alcaline baisse, - qu'il y ait disparition de CO_2) - pourront être subies sans qu'il y ait de changement par la silice.

+ nous voyons donc qu'il y a un domaine de pH où les deux phénomènes pourront avoir lieu en même temps (boudins dolomitiques et silex, silex dans des dolomies diagénétiques) : entre les pH 7,5 et 9.

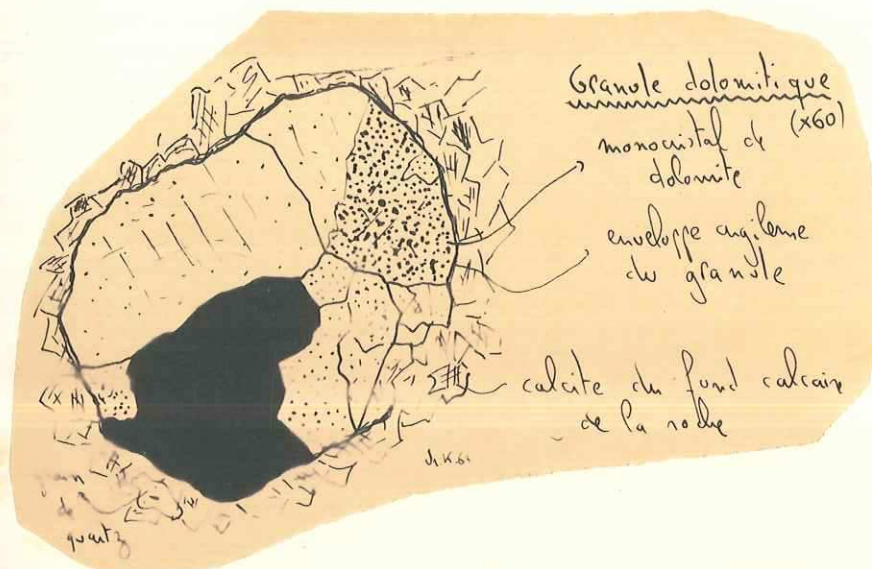
7,5 étant le pH à partir et au-dessus duquel il peut y avoir dolomitisation diagénétique.

9 étant le pH à partir et au-dessous duquel il peut y avoir précipitation de silex.

LES CALCAIRES A GRANULES DOLOMITIQUES.

Il s'agit de calcaires gris sur lesquels on trouve en relief des centaines de petites sphères grosses comme des têtes d'épingle. Ces petites têtes d'épingle ne font pas effervescence à l'acide : elles sont donc dolomitiques.

En lame mince, on voit que ces granules sont constituées de 1, 2, 3, ou 4 gros cristaux de dolomite se détachant bien sur le fond de calcite cryptocristalline.



Entre ce fond et le granule, il peut y avoir une auréole beaucoup plus argileuse, comme si, en croissant, les cristaux de dolomite avaient repoussé des particules argileuses à la périphérie du granule.

Ces faciès, d'autre part, sont les plus riches du Trias moyen en grains de quartz détritiques. Peut-être ces granules sont-ils, comme les "Bactryllium keuperinum" que l'on trouvera dans les dolomies grises ladinienes, des pseudomorphoses d'anciens cristaux de gypse ?

Du point de vue stratigraphique, on trouve ces calcaires à granules assez fréquemment ; ils ont l'air liés en particulier au premier niveau à silex ; mais on les trouve également au-dessus du deuxième niveau d'émersion (donc à la base du Ladinien).

Mais peut-être ne sont-ce là que des faciès sans valeur vraiment stratigraphique ; dans toute la série on peut trouver, en effet, de tels faciès entourant les bancs dolomitiques. Ce peut donc être également un faciès de passage des calcaires, aux calcaires dolomitisés.

LES CALCAIRES PSEUDO-OOLITHIQUES.

(voir planche V, photo 2.)

Leur aspect macroscopique est gris, rugueux au toucher ; on voit qu'il s'agit d'un calcaire grumeleux. Leur faciès même semble plein de promesses quant à leur faune ; mais ils se révèlent particulièrement azoïques, sauf pour *Encrinus liliiformis*.

C'est un niveau très constant dans nos coupes, un très bon repère stratigraphique, que nous osons paralléliser au célèbre niveau à *Physoporelles* des autres régions de la zone briançonnaise ; nous avons pourtant cherché ces *Diplopores* dans ces niveaux, aussi bien seul qu'en compagnie de spécialistes comme M. F. ELLENBERGER et Melle J. GALLI.

La genèse des calcaires pseudo-oolithiques semble essentiellement détritique, mais peut être également "pro parte" de différenciation diagénétique.

Ils sont enfin très souvent dolomitisés.

LE DEUXIEME NIVEAU A SILEX.

C'est le grand repère de notre Virglorien, autant du point de vue stratigraphique, puisque même sans les silex, on retrouve sa faune, ses faciès dans toutes les coupes, que du point de vue paléontologique, puisque nous y avons trouvé la faune à Brachiopodes déjà découverte à Prorel, à Saint-Triphon et à la Zweekenalp, c'est-à-dire sur toute la zone briançonnaise de l'arc des Alpes occidentales : notre gisement permet donc de boucler le demi-cercle.

Mais le beau gisement (Brachiopodes silicifiés) est très petit (4 à 5 m²) ; nous l'avons trouvé dans la coupe des Salines Nord (M. ELLENBERGER et Melle GALLI sont venus voir ce gisement). On trouve d'autres gisements, mais dans lesquels les Brachiopodes ne sont qu'à l'état de traces dolomitiques non dégageables (voir pl. IV, ph. 1).

Les roches hôtes :

Ce sont des dolomies à patine jaune sale, avec de très nombreux boudins dolomitiques gris sale et de nombreux silex roux

La faune :

C'est la belle faune à Brachiopodes, dite faune de Recoaro du Muschelkalk germanique (Silésie).

Spiriferina fragilis V. SCHL. (voir pl. V, ph. 1).

Tetractinella (*Spirigera*) *trigonnella* V. SCHL

(voir pl. V, ph. 2)

Coenothyris vulgaris (voir pl. IV, ph. 2), que nous n'avons trouvé qu'au Cars, en compagnie de M. F. ELLENBERGER et de Melle J. GALLI, et à un niveau légèrement supérieur à ce deuxième niveau à silex.

Nous trouvons en plus de très nombreuses sections de Crinoïdes du type *Encrinus liliiformis*.

Comparaisons :

Pour ce niveau aucun doute n'est possible : nous devons l'assimiler aux niveaux à silex trouvés par M. F. ELLENBERGER, en Vanoise, MM. DOTTERON et GENGE, dans les Préalpes Vaudoises.

LE PASSAGE VIRGLORIEN-LADINIEN.

Deux faciès typiques en sont la caractéristique, faciès que nous pouvons comparer à ceux de Vanoise ou des Préalpes Vaudoises.

- schistes dolomitiques jaune-orangés, verts
- niveaux bréchiques.

+ Les schistes dolomitiques sont couramment interprétés comme des faciès d'émersion ; peut-être ne sont-ce en fait que des faciès de moindre profondeur, ou des faciès de changement brutal de l'apport terrigène. Une chose est certaine, c'est que, dans notre coupe du Trias réduit (coupe du Bas-Biecai), il y a une extension considérable de ces schistes : il doit y avoir un rapport entre le fait de la réduction de la série, et l'abondance des schistes dolomitiques.

Ces schistes dolomitiques, outre l'opposition d'étages qu'ils marquent entre Virglorien et Ladinien, indiquent également une opposition dans la sédimentation : au Virglorien, il y a, en effet, surtout des calcaires avec des phénomènes de dolomitisation, existant certes, mais non de manière permanente (beaucoup de ces phénomènes de dolomitisation ont pu, en effet, se faire par les eaux d'infiltration, grâce aux fissures des calcaires), tandis qu'au Ladinien, le phénomène majeur de la sédimentation va être justement la dolomitisation diagénétique : il n'y a pratiquement que des dolomies.

+ Les brèches, à ce niveau, montrent une certaine instabilité de la zone briançonnaise à cette époque (il ne s'agit pas, en effet, d'une brèche de type transgressif, puisque les éléments n'y sont pas ronds). On peut les interpréter de la même façon que les brèches finitriasiques que l'on verra dans une partie ultérieure ; il s'agirait de séismes locaux qui rompraient l'homogénéité du banc, avec recristallisation possible entre les morceaux hétérogènes formés.

NIVEAUX CORRESPONDANTS DU VIRGLORIEN
DANS LES TROIS DOITAINES, des PREALPES MEDITANEE, de VANOISE, du BRIANCONNAIS LIGURE

VIRGLORIEN DES PREALPES MEDITANEE (SUISSE)		VIRGLORIEN DE VANOISE (F. ELLENBERGER)	VIRGLORIEN DU BRIANCONNAIS LIGURE
E. GENGÉ (SPILLGERTEN: DIENTIGAL)	G. BOTTERON (MONT D'OR: PREALPES ROMANES)		
Dolomies bréchiques et rougeâtres	Calgneules moyennes	Schistes orangés: niveau d'emersion	Schistes orangés, vults { 2 ^e niveau d'emersion calcaires et dolomies 1 ^{er} niveau d'emersion
Série des 3 bancs { Schistes jaunes Calcaires vermiculés Calcaires vermiculés et ool.	Calcaires de St Triphon	III ^e Faune de Mollusques Banc à Racines	
Calcaires oolithiques			
Calcaires à Spirigera trigonella			
Calcaires oolithiques	Niveaux à { Silex Encrines Oolithes Brachiopodes	Niveau à silex avec Spiriferina fragilis	2 ^e Niveau à silex avec { Spirigera Spiriferina Entroques
Calcaires à Silex moduleux			
Calcaires oolithiques			
Calcaires clairs à Dipl.: Physoporelles	Niveau à Physoporelles	Bancs à Physoporelles	{ Calcaires pseudoolithiques Calcaires à granules dolomitiques
Calcaires sans caractères spéciaux	Calcaires à granules pseudoolithiques		
Calcaires vermiculés supérieurs { Worthenia Hausm. Dentales Neritaria	Niveau à { Dentales Worthenia Hausm.	II ^e Faune de Mollusques Bancs à Dentales avec Worthenia Hausm.	1 ^{er} Niveau à silex Calcaires à granules dolomitiques
Calcaires clairs, veinés de rose	Niveau à Anisoporelles	I ^e Faune de Mollusques Niveau à Oligoporelles et Worthenia	
Calcaires vermiculés moyens	Niveaux bréchiques		
1 ^{er} Niveau à Diptopores: Oligoporelles	Calcaires vermiculés	Calcaires vermiculés avec Dadocrinus	Calcaires vermiculés { Worthenia Oligoporelles Dadocrinus
Calcaires vermiculés inférieurs à { Neritaria, Worthenia Dadocrinus	Calcaires à Dadocrinus		

Chapitre V. LE LADINIEN.

Comparaison :

Comme pour le Virglorien, nous devons comparer notre Ladinien aux Ladiniens déjà décrits, en Vanoise et dans les Préalpes. Nous retrouvons, en effet, les mêmes faciès et les mêmes faunes.

Coupes que nous présentons :

Nous présentons la suite des trois coupes précédentes.

Coupe synthétique :

Elle est facile à faire, mais reste, croyons-nous, d'un intérêt très local : les faciès du Ladinien sont, en effet, beaucoup trop homogènes pour se prêter à une stratigraphie de détail :

- 1) Calcaires pseudovermiculés à granules dolomitiques : 16 à 20 m.
- 2) premier niveau de calcaires : 6 à 10 m.
- 3) premier niveau de dolomies : 6 à 10 m.
- 4) deuxième niveau de calcaires : 8 à 10 m.
- 5) deuxième niveau de dolomies : 40 à 50 m.
- 6) brèches terminales : 1 à 2 m.

Des couches rouges peuvent apparaître, dès le deuxième niveau de calcaires.

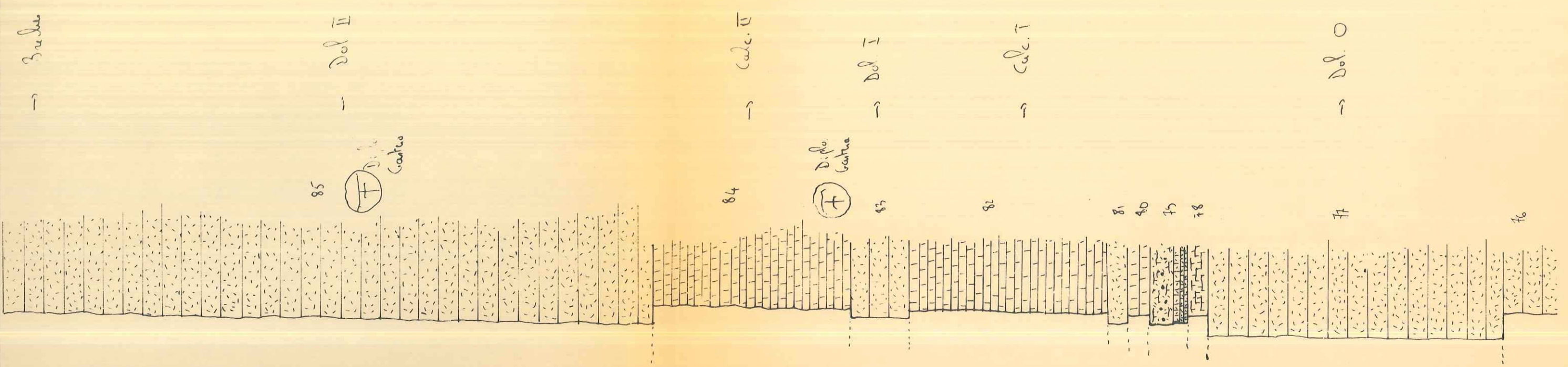
Après les brèches, nous avons la transgression du Dogger faisant suite à l'émersion, durant tout le Trias supérieur (Carnien, Norien), et tout le Lias.

Plan d'étude.

- les trois coupes du Ladinien
- Etude des dolomies et des brèches
- coupe synthétique du Trias ligure

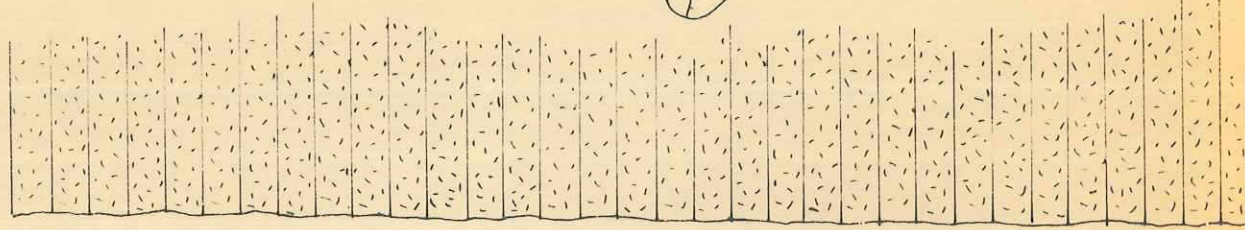
avec ses niveaux stratigraphiques
ses zones paléontologiques
ses faciès lithologiques

→ Better information on the



Latvian des Seines. N
(ech: 1m pour 2m)

→ Brulee informationnelle.



85

Dol. II



Dol. I

Dol. I

84

Calc. II



Dol. I

Dol. I

83

Dol. I

82

Calc. I

81

80

79

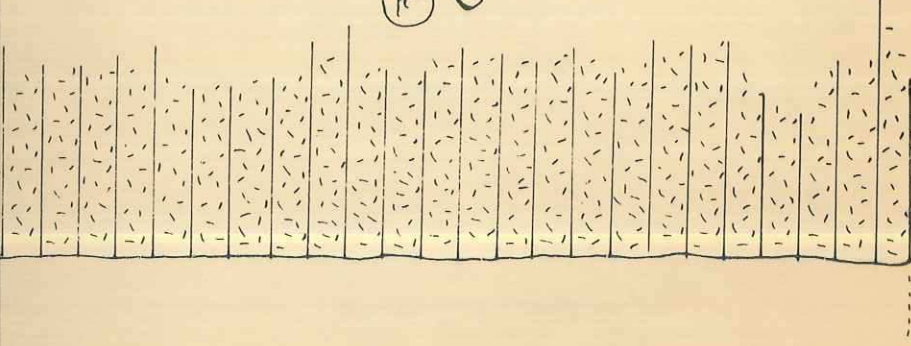
78

77

Dol. O

→ Dol. II

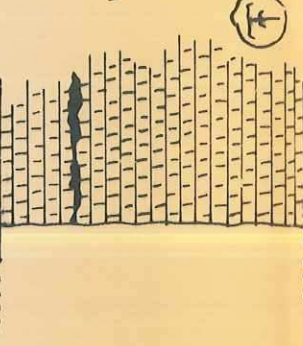
(F) Dolo.
Gastrea.



→ Calc. II

126

(F) Dolo.
Gastrea.



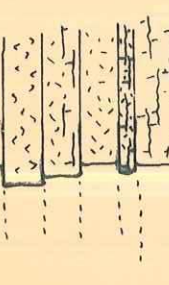
→ Dol. I

125

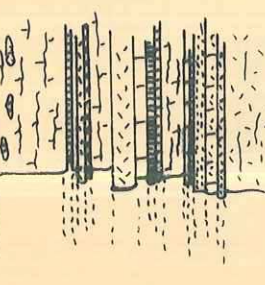
→ Calc. I

124

123
122
121
120
119



118
117 115 116
113 114
112
111
109 110
108
107 106
105 104
103 102



Calcareo
pseudo-strombolio

101

100

99

98

97

96

95

94

93

92

91

90

89

88

87

86

85

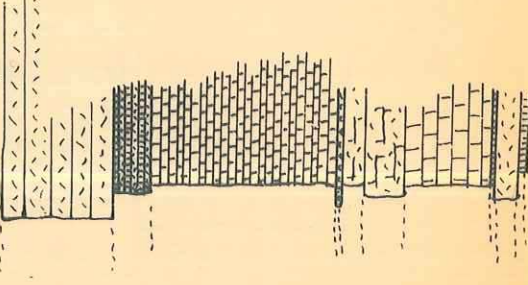
84

83

82

81

80



Ladinen des Salines-S. (ca. 1 cm 100m 2m)

→ Boden intraformationelle

128

124

→ Dol. II

(F) D. p. 6
Gast.

126

→ Calc. II

(F) D. p. 6
Gast.

125

→ Dol. I

124

→ Calc. I

123

122

121

120

119

118

117

116

115

114

113

112

111

110

109

108

107

106

105

104

103

102

101

100

99

98

97

96

95

94

93

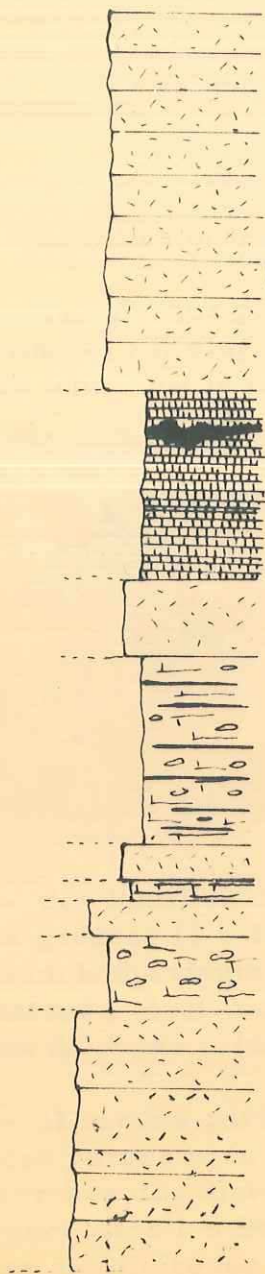
92

91

Calcaren

Prädo-Vermiculit

Ladinien du Dag-Direa
(ed. un pour 3m)



→ Breiter informat. onnelles

→ Vol. II

→ Calc. II

$\rightarrow$ Del T.

$\therefore$ Calc I

→ Vol. 0

LES DOLOMIES LADINIENNES

Du point de vue pétrographie macroscopique :

Il existe deux grands types de ces dolomies, farineuses au toucher, déjà distinguées et très bien étudiées par M. DEBELMAS, dans sa thèse.

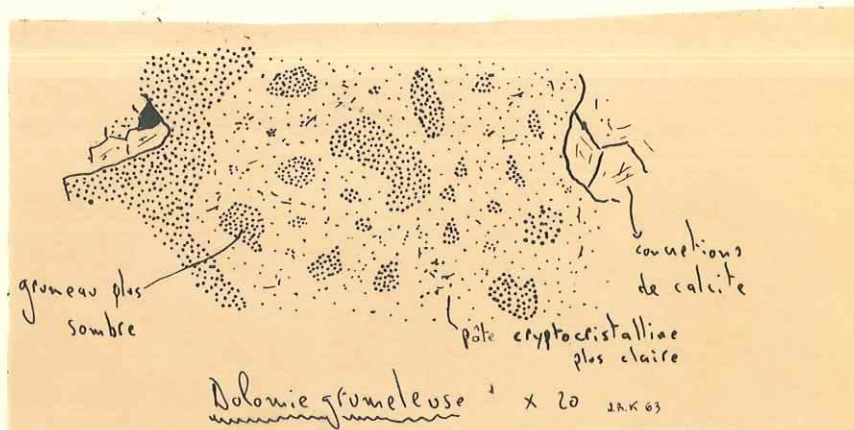
Les dolomies à patine grise

Les dolomies à patine blanche.

Du point de vue pétrographie microscopique :

Nous avons observé quelques faits intéressants :

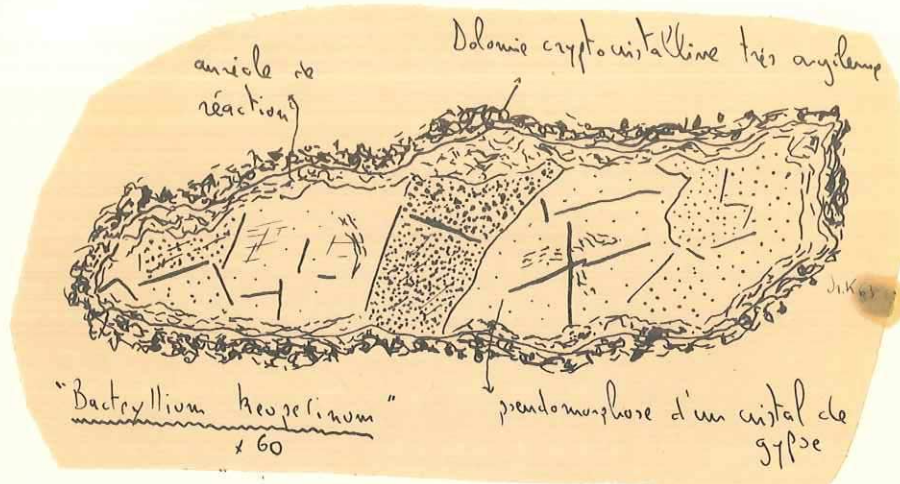
- des niveaux pseudoolithiques très flous (déjà observés par M. DEBELMAS) ; il s'agit d'assez gros grumeaux assez homométriques un peu plus foncé que le ciment cryptocristallin ; (voir le dessin).



- des lentilles dolomitiques jaunes "en navette", pouvant être assez grosses (1 à 2 cm.) ; peut-être sont-elles à rapprocher des "Bactryllium keuperinum", déjà observés dans les autres zones briançonnaises ; c'est-à-dire que ce serait en fait des pseudomorphoses de cristaux de gypse ; (voir dessin page suivante).

- il semble parfois y avoir dans ces dolomies des aspects varvés ; ces varves présentent souvent des stratifications entrecroisées ; lorsqu'on trouve des diplopores dans ces faciès, ils semblent se trouver de préférence dans les lits plus clairs.
Il n'y a pas de différence microscopique entre ces différents lits.

- = On peut observer de temps en temps dans les bancs ou à la limite de deux bancs de petits ravinements.



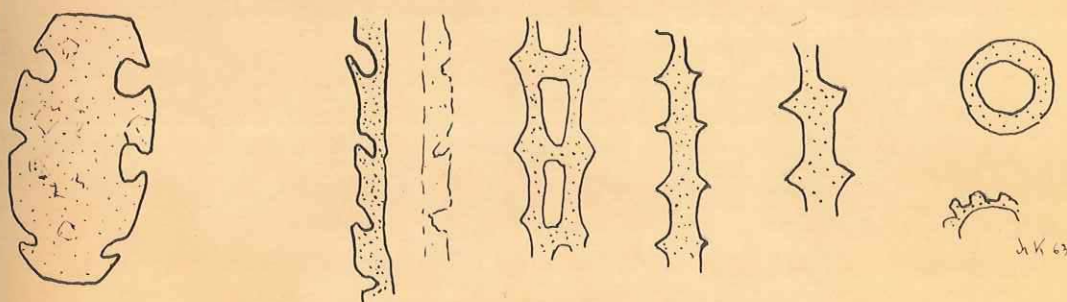
Du point de vue paléontologique :

Il existe des niveaux d'algues très riches :

Diplopora uniserialis (voir dessin ci-dessous) ;

On trouve également une faune assez pauvre de Gasteropodes : *Omphaloptycha pygmaea*, et une autre espèce (voir planche de la page suivante).

Ces faunes se retrouvent dans les Calcaires II (sous les Dolomies II).

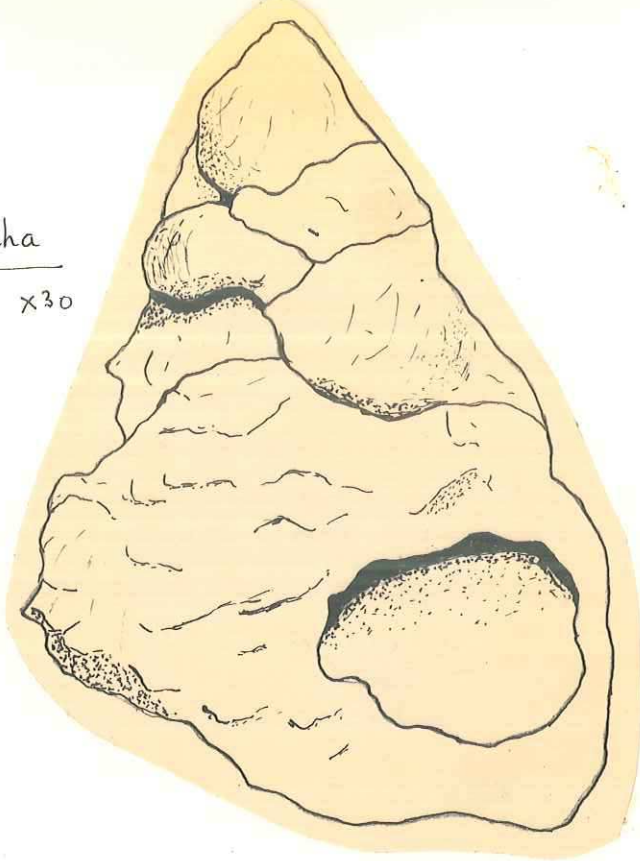


Différentes formes de *Diplopora uniserialis*

x 20

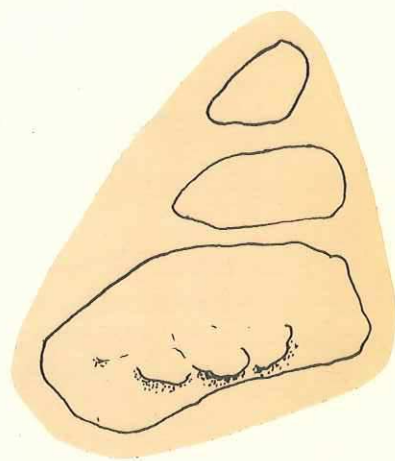
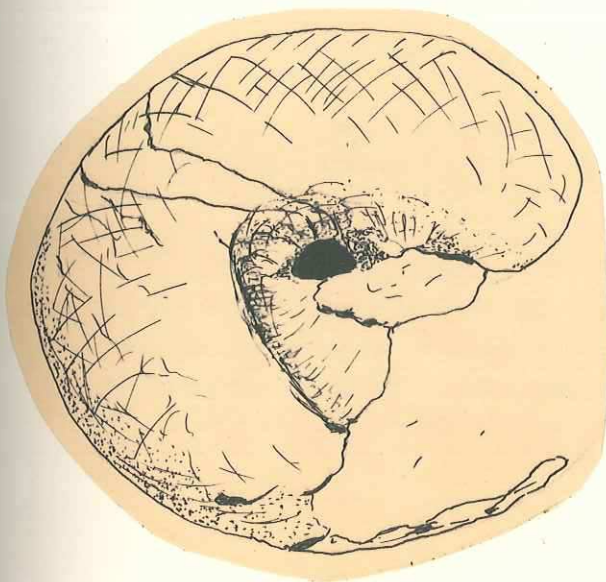
Omphaloptycha

Dans les Calc. II x30



Omphaloptycha x30
vue par le péristome

Dans les
Calc. II



Omphaloptycha pygmaea

Dans les Dol. II

x15

Du point de vue génétique :

Les différents faits que nous avons pu observer semblent s'accorder pour une profondeur très faible de la mer ladinienne ; nous pouvons peut-être raccorder ces différents faits au phénomène même de la dolomitisation.

Deux grandes théories s'affrontent :

- théorie diagénétique, avec les expériences de M. RIVIERE ; il y a remplacement des calcaires par des dolomies sous l'influence première de la disparition du CO_2 .

- théorie de la précipitation directe des dolomies due à l'activité bactérienne sous l'influence d'une forte pression de CO_2 ; ce sont les expériences de Melle LALOU.

1. Les expériences fondamentales restent toujours celles de M. RIVIERE ; la dolomitisation est un phénomène diagénétique, c'est-à-dire qu'il y a substitution de Ca par Mg au cours même du dépôt ; mais, pour que cette substitution se fasse, il faut un pH élevé, supérieur à 7,5.

Or, pour que le pH soit élevé, ou tout au moins reste à 7,5, il faut que la réserve alcaline diminue, donc que CO_2 disparaisse ;

Ces conditions sont remarquablement réalisées dans des zones littorales ou épicontinentales

sous l'influence de courants chauds
lors de la photosynthèse des algues.

2. Pour la précipitation directe des dolomies, les expériences fondamentales sont celles de Melle LALOU ; il pourrait y avoir précipitation directe de la dolomie par l'activité bactérienne en présence de matières organiques et par 40 m. de fond.

Cette explication est très séduisante, d'autant plus qu'elle remet, comme dirait M. MICHARD, la profondeur à sa vraie place, celle d'une simple cause de variation biologique dans des milieux à tendance vaseuse, et non comme l'équivalent des 5 atmosphères de CO_2 pur expérimentaux, nécessaires à la précipitation directe, "in vitro", de la dolomie.

Du point de vue paléogéographique :

Ces deux théories s'accordent pour dire qu'il s'agit d'un phénomène qui s'est produit sous une assez faible profondeur d'eau ; mais, d'un côté, c'est en milieu ouvert que se produit le phénomène, de l'autre en milieu fermé.

LES BRECHES DU SOMMET DU LADINIEN.

Sauf en de rares coupes, c'est un niveau constant au sommet de notre Ladinien.

Pétrographie.

Brèche à éléments homométriques anguleux, de 3 à 4 cm. de diamètre.

Eléments : dolomitiques gris clair, blanc presque et gris foncé.
Ciment : dolomitique gris souris.

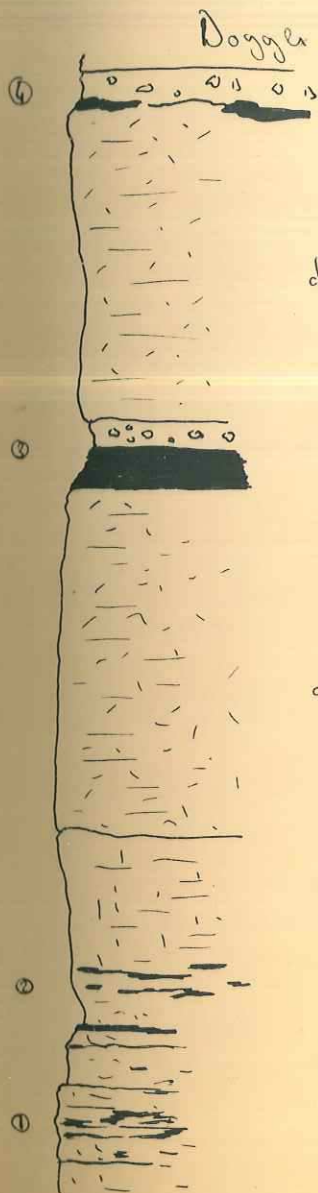
Genèse : La plus classique actuellement est celle donnée par Erwin GENGE; nous donnons le texte français du "Résumé", p. 208.

" Ces brèches dolomitiques ont été initialement déposées sous forme de lits réguliers, continus, dont la stratification est encore intacte en quelques points. La genèse de ces brèches résulte, à notre avis, d'ébranlements sismiques, qui accompagnent, vers la fin du Trias, un soulèvement et un gauchissement général du substratum. Ces secousses rompaient l'équilibre mécanique instable existant au sein des sédiments encore mal consolidés et provoquaient des phénomènes de thixotropie différentielle : certaines couches redevenaient quasi-fluides, d'autres n'étaient que brisées. Par leur mélange, des brèches naissaient sans glissement latéral notable des couches superposées."

LES COUCHES ROUGES DU LADINIEN.

La coupe que nous proposons se situe dans le Ladinien terminal, à 200 m., au N. W. de la première coupe que nous avons donnée dans le Ladinien.

C'est la coupe la plus riche que nous avons pu observer en niveaux rouges successifs, puisqu'il y en a trois ; elle est, à notre sens, la preuve certaine que dès le milieu du Ladinien la cordillère briançonnaise a eu des époques de quasi-émersion.



les siccobolitiques du
Ladinien terminal
1 cm = 1 m

dolomie grise

brèche
niveaux schisteux int. lants

dolomie grise

dolomie jaune pâle

calcaire à olives violettes
calcaire dolomitique à traces violettes
calcaire à parois dolomitiques et à la base à parois rouges
calcaires roux à interbeds pelitiques rouges, violets, jaunes
calcaire dolomitisé à traces violettes

calcaires gris fracturés,
dans les fractures on trouve du siccobolitique

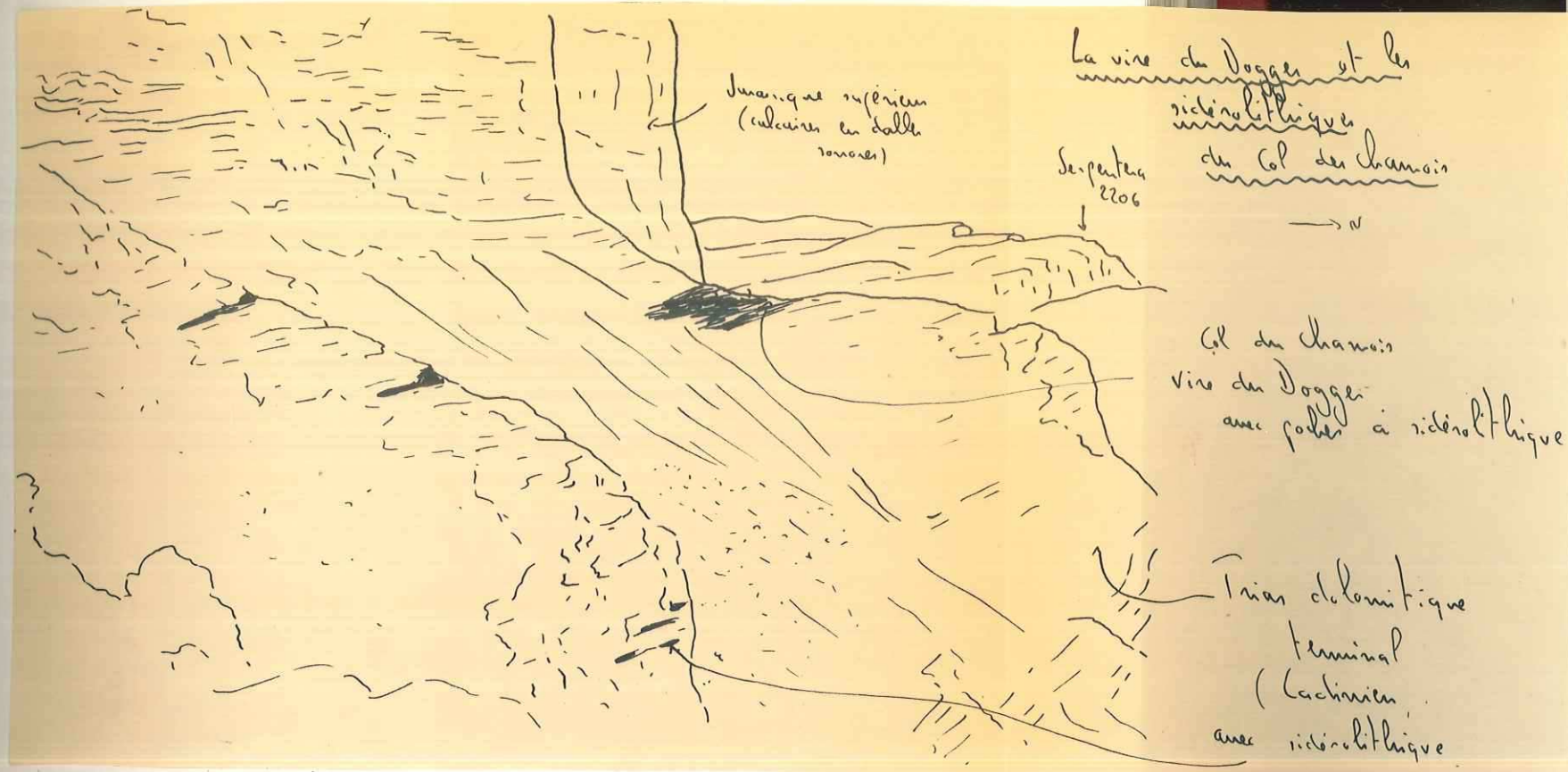
Col des Chamois :
la poche Banx. tique
1 cm = 1 m

Dolomies brunes à gros nodules
ferrugineux

gris-noir
rouge-violet
gris-noir
jaune-vert
rouges

Schiste

Dolomies brunes à 10%



Pétrographie :

Nous pouvons classer les affleurements en deux types :

- les enduits rouges dans les calcaires plus ou moins roses ; ces enduits peuvent atteindre le stade de couches rouges, mais très peu épaisses ;
- les schistes rouges épais, sans aucune trace de calcaires ; avec juste au-dessus un conglomérat à ciment calcaire et à éléments dolomitiques ou calcaires.

Signification des couches rouges :

Les couches rouges ne signifient pas, de façon absolue, qu'il y a eu émergence, mais que l'on s'approche du niveau de la mer et des terres émergées.

Si l'on examine, en effet, le schéma de Sloss sur les évaporites, on voit que ce qu'il appelle "la série rouge" est tout près des terres dans une zone qu'il nomme "saumâtre" ou "continentale", où les eaux sont diluées, alors que les niveaux à calcaires, dolomies, gypse, sont dans des zones un peu plus profondes à circulation restreinte certes, mais de type marin ou pseudo-marin.

On peut donc envisager une paléogéographie type :

1- D'abord un régime pseudo-marin à circulation restreinte, où se déposent des calcaires pauvres en organismes,
où se produisent les phénomènes de dolomitisation diagénétique ou de précipitation directe des dolomies,
où s'introduisent de fines lentilles de gypse pseudomorphosées par la suite ;
cependant que dans certaines zones voisines, un peu plus proches de la surface et des terres, se déposent des couches rouges dont certains débris peuvent être transportés dans les dépôts précédents (c'est l'explication probable de notre premier type pétrographique).

2 - Puis ce régime pseudo-marin, à circulation restreinte fait place à un régime pseudo-continental, sous l'influence d'un retrait de la mer ou d'une pulsation continentale : nous avons alors dépôt de couches rouges (c'est l'explication de notre deuxième type pétrographique).

Cependant que certaines zones (les mêmes que dans notre premier paragraphe) sont maintenant émergées, subissent donc une érosion qui décape leurs couches rouges pour enrichir en enduits rouges et roses les dépôts pseudo-marins normaux ; cette érosion peut atteindre les calcaires et les dolomies .

3 - Nous avons maintenant une transgression marine généralisée, qui reprend tous les sédiments précédemment décrits, pour en faire une brèche de transgression (c'est l'explication de la brèche sus-jacente aux couches rouges).

4 - Après cette transgression, nous avons un retour à une sédimentation marine à circulation restreinte, où se produisent les différents phénomènes décrits dans le premier paragraphe.

En conclusion, nous pouvons dire que cette paléogéographie tend à la création de seuils séparant à la fois dans le temps (puisqu'il y aura de petites inversions de relief très locales) et dans l'espace, des zones à sédimentation marine, mais à circulation restreinte.

Telle est donc la paléogéographie de la fin du Ladinien, telle que l'on peut la déduire de l'étude des couches rouges ; ce type de paléogéographie aura sa culmination lors de l'émergence fini-triasique et liasique.

Signification des schistes du col des Chamois (voir à côté de la coupe précédente)

La remarque essentielle que nous pouvons faire à propos de cette coupe est qu'il y a dans la succession stratigraphique une certaine polarité rouge (en bas) vers le noir (en haut).

Peut-être est-ce là l'indication, pour un même dépôt du passage d'un milieu oxydant à un milieu réducteur, donc dans des conditions de circulation restreinte hypertrophiée.

COUPE SYNTHETIQUE DU TRIAS DU BRIANÇONNAIS LIGURE

NIVEAUX STRATIGRAPHIQUES		ZONES PALÉONTOLOGIQUES		FACIES LITHOLOGIQUES	
		MOLLUSQUES	CRINÉES	DES	ALGUES
LADINIEN	Breches intraformationnelles				
	Dolomies cendrées II	Gastéropodes			Diplopora uniserialis
	Calcaires II				
	Dolomies cendrées I				
	Calcaires I				
	Calcaires pseudovermiculés à granules dolomitiques				
	Niveaux d'émersion				
VIRGLORIEN (ANISIEN)	2 ^e Niveau à silex	Spirigera Spiriferina			voir Note
	Calcaires pseudoolithiques		Enormus lilipornis		+ Calcaires gris lités, ou massifs
	Calcaires à granules dolomitiques				+ Calcaires à granules dolomitiques
	1 ^{er} Niveau à silex				+ Calcaires gris avec dolomie jaune ou grise, en taches ou en réseau cellulaire à mailles épaisses et cellules hétérométriques.
	Calcaires à granules dolomitiques				+ Calcaires à silex, calcaires roses
	Calcaires vermiculés	Northenia Gastero. Lamellibr.	Darimus	Oligoporelles	+ Dolomies grises, jaunes
	Calcaires à feuillets verts				+ Calcaires vermiculés, calcaires à débris phylliteux
WERFENIEN sup.	Schistes versicolores				+ Schistes
WERFENIEN moyen et inf.	Quartzites				+ Quartzites
	Grès conglomératiques				+ Grès + Conglomérats

Note: Ces facies lithologiques peuvent se présenter dans n'importe quel ordre.

Chapitre VI. LE DOGGER.

Le problème du Lias et du Trias supérieur.

Comme le plus généralement dans la Province briançonnaise, le Lias n'existe pas dans notre région, non plus que le Trias supérieur.

Il y a dû avoir émergence complète ("la terre pennique"), avec phénomènes de karstification et dépôts d'argiles rouges, avant la transgression généralisée du Dogger.

Deux faits importants (quoique négatifs) sont à signaler par comparaison avec des phénomènes décrits dans d'autres régions :

- le Dogger repose toujours tranquillement sur le Trias ; il n'y a pas de discordance apparente entre Trias et Dogger.

- il n'y a pas de "hard ground" sous le Dogger qui pourrait nous indiquer une érosion (par des courants violents, par exemple) d'un Lias préalablement déposé.

La morphologie du Dogger :

Etage très tendre de bancs peu épais, de conglomérats et de brèches facilement désagrégés, de calcaires à fin délit, souvent schisteux, le Dogger est représenté dans le paysage par une vire bien visible dans les falaises entre les grosses masses des calcaires et dolomies du Trias moyen d'une part et les calcaires du Malm, de l'autre. C'est la vire du Dogger (voir les croquis sur le Jurassique à faciès réduit de Biecai et sur les sidérolithiques du Ladinien).

Il faut noter, pourtant, que les auteurs de la carte géologique italienne ne l'ont absolument pas carté, c'est-à-dire ne l'ont pas différencié du Malm, sans doute.

Les coupes présentées du Dogger.

Nous présentons trois coupes assez caractéristiques :

- les coupes de la Mascha (au-dessus du Rifugio Mondovi) et de la Brignola qui présentent un conglomérat de base remaniant les terrains sous-jacents.
- la coupe de la Punta Havis (sur le chemin de la Mascha, quand on vient du Rifugio Mondovi), sans conglomérat de base, mais présentant des schistes ligniteux noirs.

LE DOGGER DE LA MASCHA (1)

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
5	50 cm	Disparition des gros éléments	Calcaire micro-graveleux Gravelles allongées	Nérinées Lamellibranches.	Tests différents.
APPARITION DES FAUNES					
4	40 cm.	Zone de passage où dans les faciès précédents s'intercalent des faciès très rouges à gros éléments dolomitiques	Eléments : à 4cm ² 30 ciment : (3)		
3	1m., 50	Drèche ; de gros éléments roulés ; ciment rouille avec de nombreux petits grains de dolomie			
TRANSGRESSION DU DOGGER					
2	1m., 50	"banc en mosaïque" de dolomie éclatée			
1	20 cm.	Dolomie grise éclatée Morceaux hétérogènes donnant un aspect bréchique ; l'érosion peut déchausser les éléments.			

LE DOGGER DE LA MASCHA (2)

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
8	2 m.	Dalles sonores à nombreux grains de dolomies	Micrograveleux	Débris de Gastéropodes	Pseudocyclamine (pl. XI, ph. 1.) Dictyoconus Orbitopselle (pl. XI, ph. 2) Kilianine
7	1 m.	Dolomie éclatée tachée et recimentée	Taches : géo- des avec grains de calcite Dolomie : agrégat de gravelles		
6 (1)	1 m.	Calcaires gris à passées rouges et fines inclusions dolomitiques	Graveleux Gros grains de quartz	Nérinées	Algues Débris de Pseudocyclamines
6 (2)	20 cm.	Fetit banc rose à nérinées éléments dolomitiques (0,5 cm. de diamètre)	Graveleux à micrograve- leux	Nérinées	

LE DOGGER DE LA MASCHA (3)

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
12	60 cm.	Dolomie éclatée à ciment calcaire	Ciment micro-graveleux fluidal Oolithes		
11	50 cm.	Calcaire gris, rugueux, par endroits grosses gravelles	Micrograve-leux		Pseudocyclamine (pl. XII, ph 2)
10 (2)	50 cm.	Calcaire à gravelles bien visibles ; ces gravelles sont dolomitiques.			
10 (1)	1 m.	Calcaires compacts à fines taches blanches. Ciment gris ou rose.	Très beau graveleux à débris dolomitiques		Radiole d'oursin (pl. XII, ph. 4)
9	50 cm.	Calcaire massif, rugueux	Très beau graveleux (pl. XII, ph. 3)		Tests

LE DOGGER DE LA MASCHA (4)

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
PASSAGE PROGRESSIF AUX CALCAIRES EN DALLES SONORES DU MALM INFÉRIEUR					
14	1 m. 50	"Calcaire à structure "en mosaïque". Les éléments sont dolomiti- ques			
13	1 m.	Dalles calcaires sonores très fossilifères ; parfois roses.	Oolithique et Micrograveleux	Polypiers Algues	Orbitopselle Algue, Radiole d'Oursin Kilfianina (pl. XII. ph. 1)

DOGGER DU COL DE LA BRIGNOLA

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
PASSAGE PROGRESSIF AUX					
CALCAIRES EN DALLES SONORES DU MALM INFÉRIEUR					
3	1 m.	Calcaires gris fossilifères	Micrograve- leux oolithique	Polypiers (pl. XI, ph. 4) Nérinées	Radioles d'oursin Killianines Algues
2	2 m.	Calcaires jaunes à éléments de calcaires remaniés	Microgra- veux	Mytilus Polypiers Algues	Tests
1	1 m.	Calcaires jaunes à grains de dolomies et à "flammes rouges"	Microgra- veux	Algues	Killianines Radioles d'our- sins - Tests (pl. XI, ph. 3)
DOLOMIES ECLATÉES DU LADINIEN					

DOGGER DE LA PUNTA HAVIS
(au-dessus du Rifugio Mondovi)

N° du banc	Epaisseur	Aspect sur le terrain	Microfaciès	Macrofaune	Microfaune
PASSAGE PROGRESSIF AUX					
CALCAIRES EN DALLES SONORES DU MALM INFÉRIEUR					
5	50 cm.	Calcaires gris fossilifères lumachelles		Nérinées	
4	20cm.	Calcaires gris			
3	20 cm.	Calcaires gris à taches noires			
2	40 cm.	<u>Schistes ligniteux</u>			
1	50 cm.	Calcaires gris en plaquettes.			
DOLOMIES GRISSES DU TRIAS (non éclatées)					

Les différents faciès que l'on peut avoir à la base du Dogger :

Avant d'examiner ce que peuvent nous enseigner les coupes que nous avons décrites, il est bon de se reporter à la classification fondamentale qu'a donnée M. DEBELMAS, dans sa thèse, des différents types de transgression du Dogger.

- 1- La transgression du Dogger a lieu sans conglomérat de base.
- 2- La transgression du Dogger a lieu avec un conglomérat de base.
 - a. le conglomérat de base résulte du remaniement des produits de l'altération continentale aérienne
 - b. le conglomérat de base est inclus dans la base des calcaires jurassiques
- 3- La transgression du Dogger se fait encore par un conglomérat, mais celui-ci est précédé de formations diverses.

Cette classification fondée sur l'observation minutieuse des coupes sur le terrain ne pouvait qu'être générale, s'appliquer à tous les terrains de la zone briançonnaise ; et de fait, nous l'avons retrouvée sur notre terrain bien qu'avec quelques variantes que nous allons décrire.

Premier type de transgression : sur notre terrain, le seul endroit où la transgression du Dogger a lieu sans conglomérat de base est celui de la coupe de la Punta Havis ; et c'est dans cette coupe que l'on peut observer les seuls schistes charbonneux de ce terrain.

Or, les coupes de M. DEBELMAS où l'on trouve des schistes charbonneux font partie du troisième groupe dans la classification, c'est-à-dire qu'ils sont surmontés par un conglomérat de base.

Lorsqu'on regarde notre coupe, on remarque deux faits importants :

- il n'y a donc pas de brèches transgressives, ni au toit ni au mur de nos schistes charbonneux
- le Trias ne se termine pas par ses habituelles brèches intraformationnelles.

Il s'agit donc, vraisemblablement, d'une zone calme, peut-être toujours immergée, mais dans une sorte de fosse fermée, sans renouvellement des eaux, dans un milieu réducteur, sans doute ; dans cette zone, la transgression de la mer du Dogger ne s'est pas faite non plus de manière très brutale.

Bien que différents par leur contexte stratigraphique, ces schistes charbonneux sont certainement à rapprocher de ceux trouvés parallèlement par M. BLOCH en Ligurie, ceux trouvés dans le Briançonnais (près de Champcella par M. DEBELMAS, à la crête de Vars, à Saint-Ours près de Larche, à l'est de Pralognan), et surtout à tous ceux des Préalpes Vaudoises.

Deuxième type de transgression : pour les séries à conglomérat de base, nous n'avons pas fait la distinction de M. DEBELMAS : tous les conglomérats de notre terrain, en effet, sont à la fois le produit d'un remaniement certain des couches sous-jacentes (dolomies et couches rouges) et, le plus souvent riches en fossiles comme les calcaires zoogènes supérieurs (ce n'est pas le cas, il est vrai, de la coupe de la Mascha, mais nous avons examiné une dizaine d'autres coupes où ce l'est).

Description stratigraphique de ce conglomérat : (voir pl. VIII, Ciment composé d'un ensemble d'argiles ph. 2).

rouges et de calcite cryptocristalline (remaniement des couches rouges sans réduction) et de petits fragments de dolomie et de calcaire. L'ensemble est nettement calcaire.

Elements surtout dolomitiques (parfois calcaires), parfois très gros (une dizaine de centimètres), toujours bien roulés. Tous ces éléments dolomitiques sont roux, alors que les dolomies finitriasiques sont grises ou blanches : ce qui implique une certaine contamination (par le pigment rouge continental sans phénomènes de réduction) de ces fragments dolomitiques lors de leur transport par la mer transgressive.

Cette mer a repris tous les matériaux dûs au nivellement, lors de l'émergence de la "terre pennique" ; on peut remarquer la quantité très faible des galets calcaires : l'ampleur de la dénudation n'a pu donc être très grande, puisqu'elle est toujours restée dans les dolomies II du Ladinien (il est vrai que l'on ne connaît pas l'épaisseur exacte des dolomies avant leur démantèlement).

Troisième type de transgression : nous ne connaissons qu'un seul exemple de conglomérat de base succédant à des faciès différents des dolomies triasiques, lorsqu'on dépasse les brèches intraformationnelles du Ladinien de la coupe des Salines Nord ; en effet, avant le conglomérat de base, on peut voir un banc de 50 cm. de calcaire gris, massif, azoïque. Sans doute, ce faciès (bien que non fossilifère) est-il à rapprocher de celui décrit par M. DEBELMAS, dans la nappe de la Roche Charnière,

au lieu-dit Peyre-Tailla : "C'est sur un fond marin dénudé, décapé par les courants que s'est déposé le calcaire zoogène du Dogger" ; avant donc la transgression généralisée, amenant des éléments dolomitiques de loin, il y a pu avoir dépôt tranquille, simple parenthèse entre deux époques très troublées : le décapage des séries sous-jacentes par des courants violents, l'arrivée d'une mer transgressive chargée de gros éléments de remaniement.

Esquisse paléogéographique de la transgression :

Trois faits dominants vont diriger cette reconstitution :

- le faciès le plus fréquent à la base du Dogger est un conglomérat de base
- il peut y avoir des calcaires sous ce conglomérat
- le passage peut se faire sans conglomérat, mais par des schistes charbonneux surmontant des dolomies non éclatées.

On peut donc envisager une avancée lente des eaux par des espèces de chenaux, cependant que des zones restent émergées, fournissant des matériaux remaniés ensuite par les eaux transgressives.

Des eaux peuvent parvoies être isolées, au fond desquelles se déposent des vases calcaires avant la transgression généralisée ; à la limite, certaines eaux se trouvent en milieu réducteur : c'est, sans doute, l'origine des schistes charbonneux.

La sédimentation ultérieure du Dogger :

Après le conglomérat de base, la sédimentation s'uniformise ; on a généralisation des calcaires zoogènes déposés dans des zones calmes, peu profondes.

Quelques remarques supplémentaires s'imposent :

- Le Dogger du Briançonnais ligure est le règne du "graveleux", du "grumeleux", du "pseudo-oolithique" (voir pl. XII), rarement de l'oolithique, il faut le souligner ; il s'agit à la fois d'une évolution diagénétique des calcaires à grains fins, et d'un apport permanent de fins matériaux détritiques (on pourrait, donc, qualifier ces calcaires également de "microbréchiques").

- Les grains de dolomies remaniées sont de plus en plus rares au fur et à mesure que l'on monte dans la série - sauf en quelques endroits, (coupe de la Mascha, par exemple, ou celle des Salines Nord), où se manifestent encore de faibles activités séismiques ; on retrouve, en effet, dans la Mascha, au sommet du Dogger fossilifère un "banc en mosaïque" (voir pl. VIII, ph. 2), dont les éléments sont dolomitiques, et ressemblant à s'y méprendre aux brèches intraformationnelles du sommet du Trias ; ces brèches ont cependant un ciment calcaire.

Le Dogger marque, en effet, la fin des phénomènes de dolomitisation, dans notre région : les vases calcaires fins sont restées à l'état de calcaires fins. Les seules dolomies que l'on peut observer sont des éléments remaniés par les eaux ou des écroulements de falaises demeurées émergées.

Ce qui laisse penser que, même à la fin du Dogger fossilifère, la paléogéographie était loin d'être représentée par une mer peu, mais uniformément profonde ; il y avait encore des endroits où les dolomies triasiques étaient émergées.

Et, comme on le verra dans le chapitre sur le Malm, il y aura des dolomies émergées également lors du dépôt des calcaires gris sonores sus-jacents au Dogger fossilifère.

La faune du Dogger : (voir planches VIII à XII).

Il s'agit d'une faune très riche, déjà décrite par M. FALLOT et Melle FAURE-MURET, en 1955, dans le Marguareis, tout à fait comparable aux faunes du Briançonnais et à celles de la Vanoise.

ALGUES : peut-être une *Clypéina*
des *Diplopore uniserialis* (remaniées du Ladinien)

FORAMINIFERES : très nombreux, bien visibles en lame mince, du fait de la faible recristallisation, mais mal conservés ;

deux genres surtout, sont prépondérants :

Pseudocyclamines (voir pl. XI, ph. 1 et pl. XII, ph. 2).

Kilianines (voir pl. XI, ph. 3 et pl. XII, ph. 1).

mais on peut trouver également :

Dictyoconus ou *Orbitamina*

des *Meandropsinidae* (voir pl. XI, ph. 2)

Cuneolina

Nous devons remercier, ici, Mme LORENZ, qui a bien voulu nous aider dans la détermination de cette microfaune.

POLYPIERS : Nous en avons trouvé 5 ou 6 espèces ; Mme BEAUVAIS n'a pu encore trouver le temps de les examiner en détail ; les deux formes ont été trouvées : formes simples et formes coloniales (voir pl. XI, ph. 4)

ECHINODERMES : en lame mince, nous avons trouvé beaucoup de radioles d'oursins (voir pl. XII, ph. 4) (Cidaridés, sans doute). Nous n'avons pas trouvé de fragments de tests.

GASTEROPODES : ce sont les fossiles les plus fréquents : grandes nérinées en faciès lumachelliques d'une richesse extraordinaire (voir pl. IX et pl. X, ph. 1). M. BOURROUILH (élève de Mme TERMIER) a bien voulu nous les déterminer : il y a deux formes présentant le grand intérêt de montrer le passage des Nerinelles aux Nérinées ;
Nerinella bulsonensis
Nerinea bathonica.

LAMELLIBRANCHES : Chose curieuse, la faune de lamellibranches que nous avons trouvée est beaucoup moins riche que celles décrites aussi bien par M. P. FALLOT, dans le Marguareis, que par M. F. ELLENBERGER, dans la Vanoise : il s'agit essentiellement de Mytilidés (voir pl. X, ph. 2 et 3).

BRACHIOPODES : Nous avons trouvé, en compagnie de M. F. ELLENBERGER, des débris de Rhynconella.

Sur l'âge de cette faune :

- Outre l'argument déjà apporté par M. F. ELLENBERGER, lorsqu'il dit qu'il est tentant "d'attribuer au Bathonien inférieur les couches basales continentales du Dogger à Pytilus : c'est l'époque de formation des couches à coquilles lagunaires et à charbons (stipites), en divers points de la France, par exemple dans les Causses".

- Nous pouvons peut-être apporter un argument de plus en faveur de cette tentation, grâce à la juxtaposition, mise en évidence par

M. BOURROUILH des Nérinelles et des Nérinées ; il s'agit d'une zone de passage des premières aux secondes, qui ne peut dater que du Bathonien inférieur, ou du passage stratigraphique entre le Bajocien et le Bathonien.

La limite supérieure du Dogger :

Nous voyons, d'après nos différentes coupes, que l'épaisseur du Dogger que nous avons décrit (Dogger fossilifère seulement) est très faible (le maximum est dans la coupe de la Mascha : à peu près 13 m.). Ets-ce que les calcaires en dalles sonores sus-jacentes sont à attribuer au Dogger ?

Nous discuterons de cette question dans le chapitre suivant, sur le Malm. Car, du point de vue purement morphologique, ces calcaires en dalles se trouvent au-dessus de la vire du Dogger, franchement dans les falaises du Malm, Malm que l'on peut considérer comme formant une trilogie de faciès, dont ces calcaires en dalles sonores formeraient la base.

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.
MAISON DES GEOSCIENCES
DOCUMENTATION
B.P. 53

F. 38041 GRENOBLE CEDEX
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58
Mail : platour@ujf-grenoble.fr

18 AOÛT 2003

TABLEAU COMPARATIF DES NIVEAUX BRECHIQUES

Avant l'étude du Malm, nous présentons une petite synthèse des quatre niveaux bréchiques, que nous avons trouvés dans notre série stratigraphique (voir planches VII et VIII).

A. Au Trias, nous avons :

1. les brèches du passage Virglorien-Ladinién : éléments dolomitiques de recristallisation.

Il s'agit d'un banc concassé par une instabilité séismique locale, avec recristallisation d'un ciment dolomitique entre les morceaux.

2. les brèches du sommet du Ladinién : éléments dolomitiques homométriques anguleux et ciment dolomitique. Il s'agit d'un banc également concassé par une instabilité séismique locale ; mais par le fait d'une certaine thyxotropie différentielle, tandis que le banc supérieur se brisait sous l'effet de la contrainte, le banc inférieur se liquéfiait ; aussi les éléments du banc supérieur sont-ils tombés dans la boue qu'était devenue le banc inférieur et s'y sont encastrés.

C'est l'explication qu'en donne M. E. GENGE, dans les Préalpes Vaudoises.

B. Au Dogger, nous avons :

3. les brèches de base du Dogger : éléments dolomitiques et, plus rarement calcaires roulés dans un ciment rouge et calcaire.

Il s'agit de la transgression de base du Dogger qui remanie les terrains sous-jacents du sommet du Trias.

4. les brèches du sommet du Dogger : éléments dolomitiques assez roulés dans un ciment calcaire gris et zoogène.

Il s'agit des derniers morceaux de la terre, qui était émergée au Lias, qui viennent tomber dans les boues calcaires zoogènes déposés au fond de la mer du Dogger.

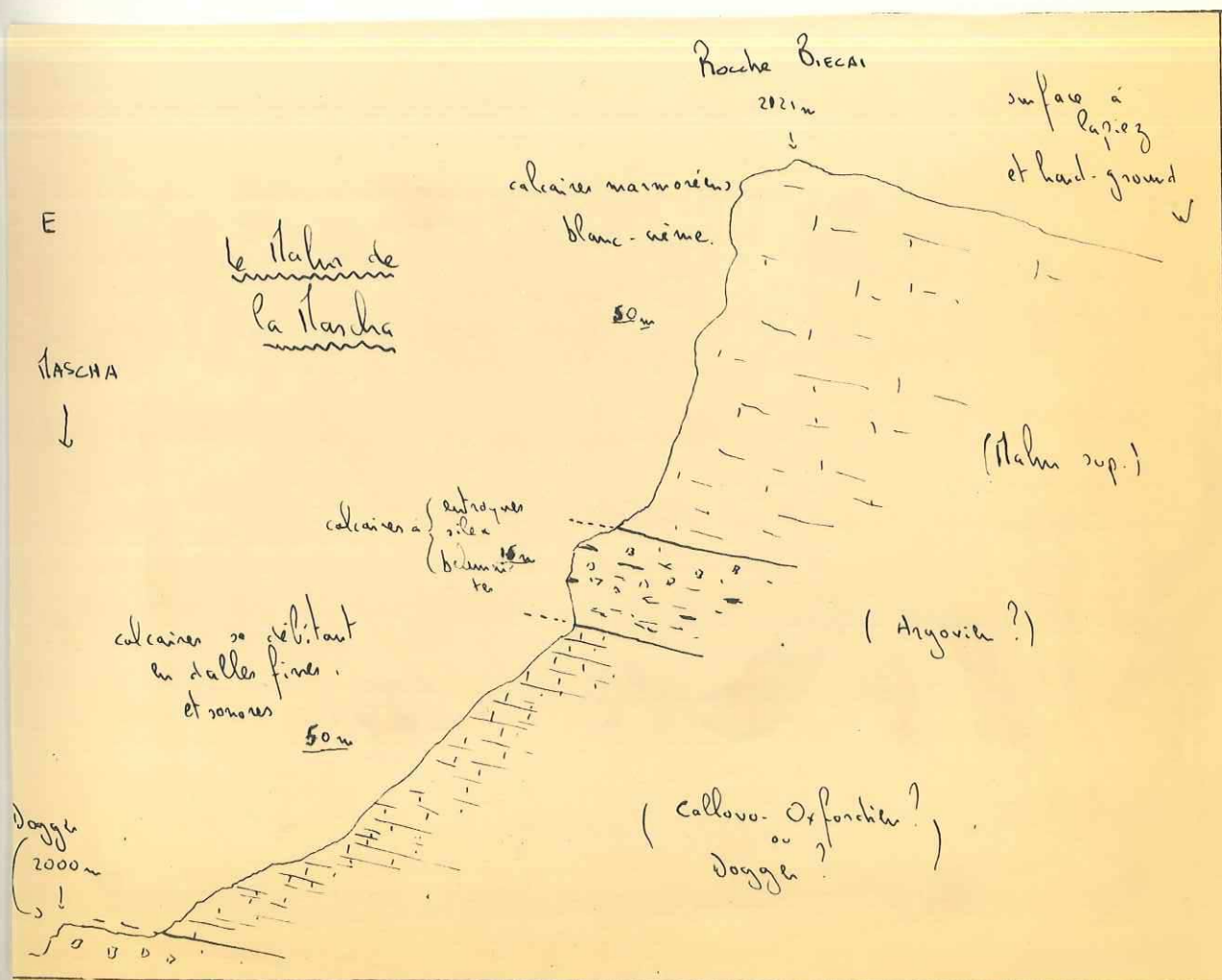
Il était intéressant de les comparer côte à côte ; c'est pourquoi nous l'avons fait ici, même si la suite logique de l'exposition stratigraphique a pu en souffrir.

Chapitre VI. LE MALM.

Le Malm se différencie remarquablement bien dans le paysage par ses deux aspects de falaises verticales orientées vers le Nord et l'Ouest, et de surfaces structurales blanches s'inclinant tranquillement (20 à 30°) en tables taraudées par le lapiez et les avens, vers le Sud-Est.

Nous pouvons définir deux sortes de Malm :

- un Malm épais (120 m.), et diversifié en trois types de faciès rappelant étrangement les trois termes du Malm de la série briançonnaise, définis par M. GIGNOUX (Ce Malm est bien représenté au Sud de notre terrain) : (Coupe de la Mascha ; voir ci-dessous).
- un Malm beaucoup plus réduit (30 à 50 m.), et ne présentant plus comme faciès, que le terme ultime de la série précédente. Ce Malm est caractéristique des zones Nord.



Cette opposition d'un Malm épais et d'un Malm réduit a été déjà soulignée par M. LEMOINE :

- l'un fait partie d'une "série apparemment continue", sans émergence donc de sillons,
- l'autre d'une "série lacunaire", avec émergence en cordillères au Jurassique inférieur.

A. - COUPE COMPLETE - (voir coupe précédente)

1. Terme de base : les calcaires en dalles grises.

Description :

Ce sont des calcaires gris-clair, se débitant en plaquettes peu épaisses et sonores sous les pas ; on les remarque particulièrement bien au sommet de la Brignola où ils sont directement recouverts par du flysch à Helminthoïdes.

Faits caractéristiques.

- La sédimentation semble avoir été continue, des calcaires du Dogger à ces calcaires en dalles sonores.

- Nous avons trouvé en deux endroits (Mascha Ouest et Brignola), incluses dans ces calcaires des brèches de remaniement dolomitique : ce terme de base n'ayant aucune tendance à une sédimentation dolomitique, nous sommes conduits à envisager des zones émergées de dolomies triasiques (des cordillères), érodées par les eaux des sillons environnants, qui entraîneraient des débris dolomitiques pour les cimenter mêlés à la sédimentation calcaire.

Conclusion.

En l'absence de toute faune, nous ne pouvons que formuler des hypothèses :

- Il est tentant de comparer ces calcaires à la série inférieure du Malm de M. GIGNOUX : dans sa note de 1937, reprise dans la thèse de M. DEBELMAS, sur la Roche de Rame, il la décrit comme "étant sans doute une bande de schistes tendres" - Dans celle de 1936, et celle de

M. SCHNEEGANS, en 1938, il s'agit, vers Serre Chevalier, d'une vire de 10 m. de calcshistes noirs.

Notre série aurait donc deux caractères particuliers :

- + sa plus grande épaisseur (50 m.),
- + son faciès beaucoup plus calcaire : nous n'y avons pas trouvé de schistes ni de calcs histes.

Si la comparaison est justifiée, ce serait donc du Callovo-Oxfordien déposé dans des sillons, cependant que certaines cordillères seraient restées émergées, fournissant des matériaux de remaniement triasiques (dolomies), ou du Dogger (des calcaires à Kilianines).

.. Pourtant, on ne peut supprimer l'hypothèse que ce calcaire en dalles représente encore le Dogger :

+ parce que nos faciès ne sont pas exactement identiques à ceux décrits par MM. GIGNOUX et SCHNEEGANS.

+ et parce que la coupure entre Dogger et Callovo-Oxfordien serait purement arbitraire : aucun arrêt de sédimentation ne semble avoir existé, le passage étant continu.

Nous maintenons donc les deux hypothèses en balance, en attendant des découvertes de faune (Kilianines, par exemple).

Un fait reste certain : pendant que ces calcaires se déposaient, ailleurs il pouvait y avoir émersion de cordillères : la transgression n'était pas encore généralisée.

2. Terme moyen : les calcaires gréseux rouges.

Description :

Trois aspects essentiels, tous trois pris dans la Mascha :

- calcaires gris-roses gréseux, présentant des silex,
 - soit en bandes parallèles et allongées suivant la stratification,
 - soit en rognons espacés sans ordre dans le banc.
- calcaires gréseux rouge-violets, roses ou gris à ^e entroques et belemnites, souvent silicifiées,
- et beaucoup plus rarement, calcaires rouge-violacé à grain plus fin, à toucher un peu farineux et présentant des nodules un peu plus clairs. On dirait un calcaire noduleux, un marbre de Guillestre.

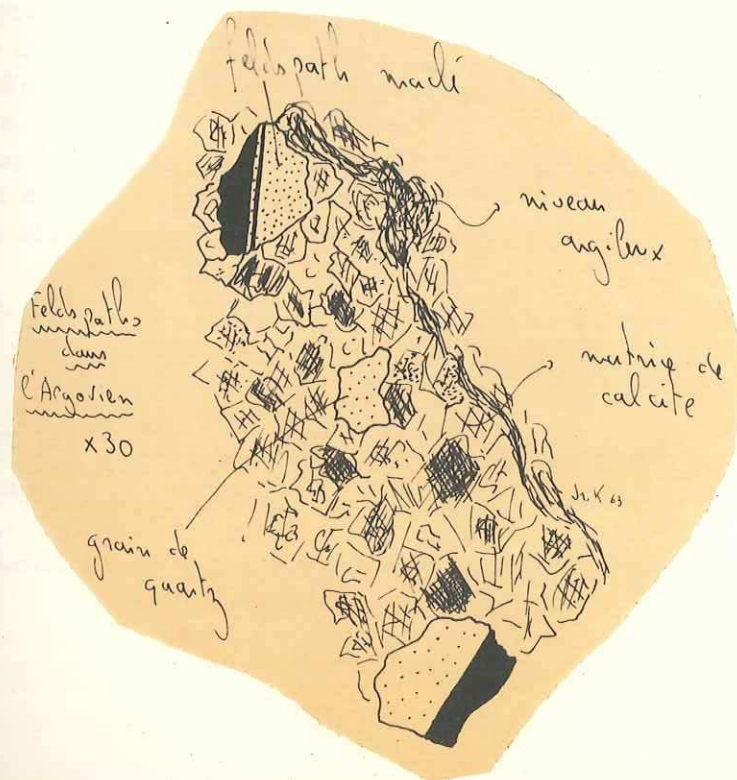
Lame mince.

On retrouve les aspects essentiels des faciès macroscopiques, avec des grains de quartz détritiques très abondants. Il ne semble pas y avoir de micas, mais par contre, nous y avons trouvé des grains de feldspaths.

Signification de ces calcaires.

Il est toujours tentant de les comparer aux niveaux décrits par M. GIGNOUX : "quelques dizaines de mètres de calcaire à zones siliceuses grises. C'est sans doute la base du Malm (Rauracien - Argovien ?)". d'après M. DEBELMAS, dans sa thèse ; nous pouvons les comparer aussi aux marbres de Guillestre, certainement argoviens. Nous en faisons donc très volontiers de l'Argovien transgressif : mais un certain nombre de remarques doivent être faites à propos de cette transgression.

1. - à la fin du Dogger (ou du Callovo-Oxfordien), nous avons une paléogéographie de sillons séparés par des cordillères : ces cordillères étaient l'objet d'une érosion qui, peut-être, est allée très loin dans le décapage des séries.
2. - Nous avons trois faits très importants dans nos calcaires :
 - les grains de quartz voir pl. XIV, ph. 3)
 - les grains de feldspaths (voir croquis)



- les niveaux argileux microscopiques et la couleur rouge.

3. - Nous devons donc admettre que l'érosion en certaines cordillères était allée jusqu'aux niveaux rouges plus ou moins karstiques d'émersion liasique (bien que l'on puisse, pro parte, expliquer ce pigment rouge par des processus chimiques, ou en admettant l'hypothèse que les calcaires en dalles grises inférieurs sont toujours du Dogger, la couleur rouge de cet Argovien peut également être interprétée comme un remaniement de la Terra Rossa formée lors de l'émersion au Callovo-Oxfordien). Cette érosion a dû aller même jusqu'aux bésimaudites, ou tout au moins au complexe verrucano-quartzite, pour expliquer ces quartz et feldspaths détritiques. La transgression argovienne aurait ensuite tout recouvert et tout remanié.

Or, nous savons qu'il existe une cordillère particulièrement importante (dans le Briançonnais, sensu stricto, de M. LEMOINE), où l'érosion jusqu'au Malm supérieur a pu atteindre le socle : c'est la zone d'Acceglio. Peut-être, cette zone, retrouvée par M. BLOCH, à la marge interne de notre briançonnais local, est-elle la dispensatrice des quartz et feldspaths détritiques de nos calcaires rouges.

4. - Il s'ensuirait donc que la transgression argovienne serait venue des zones internes : un problème se pose : pourquoi est-ce surtout dans la zone Sud du briançonnais (dans les zones les plus externes), que ces faciès se sont développés ?

Nous ne pouvons donner que deux hypothèses :

- soit que des courants violents balayaient les zones Nord un peu plus proches de la surface, empêchant toute sédimentation, cependant que dans la zone Sud, un régime plus profond permettait une sédimentation plus complète.
- soit que la transgression se soit faite par des seuils Nord-Sud, la mer s'étalant au Sud et laissant toujours émergées les zones plus au Nord, jusqu'au Malm supérieur.

3. Terme supérieur : calcaires ivoirins.

Description.

On les trouve partout où il y a du Jurassique ; - ils sont blancs, compacts, leur surface se transforme en lapiez, ils donnent de très belles falaises.

Leur épaisseur est variable, de 30 à 70 m.

En certains endroits, on a affaire à un véritable marbre, rose parfois, le plus souvent ivoirin, et zébré de filets verts et roses (Pic de l'Inferno).

Quelques remarques supplémentaires. (voir pl. XIII, ph. 3).

Ils sont parfois rose jambon, rouge-sang, à toucher farineux, parfois également bréchiformes (ciment rouge à éléments de calcaire gris).

En lame mince, ces faciès rouges des calcaires supérieurs se révèlent riches en quartz détritiques, et niveaux argileux ; ce qui laisse encore supposer que la transgression totale était loin d'être encore réalisée.

C'est également dans de tels faciès rouges que nous avons trouvé des débris de Calpionelles.

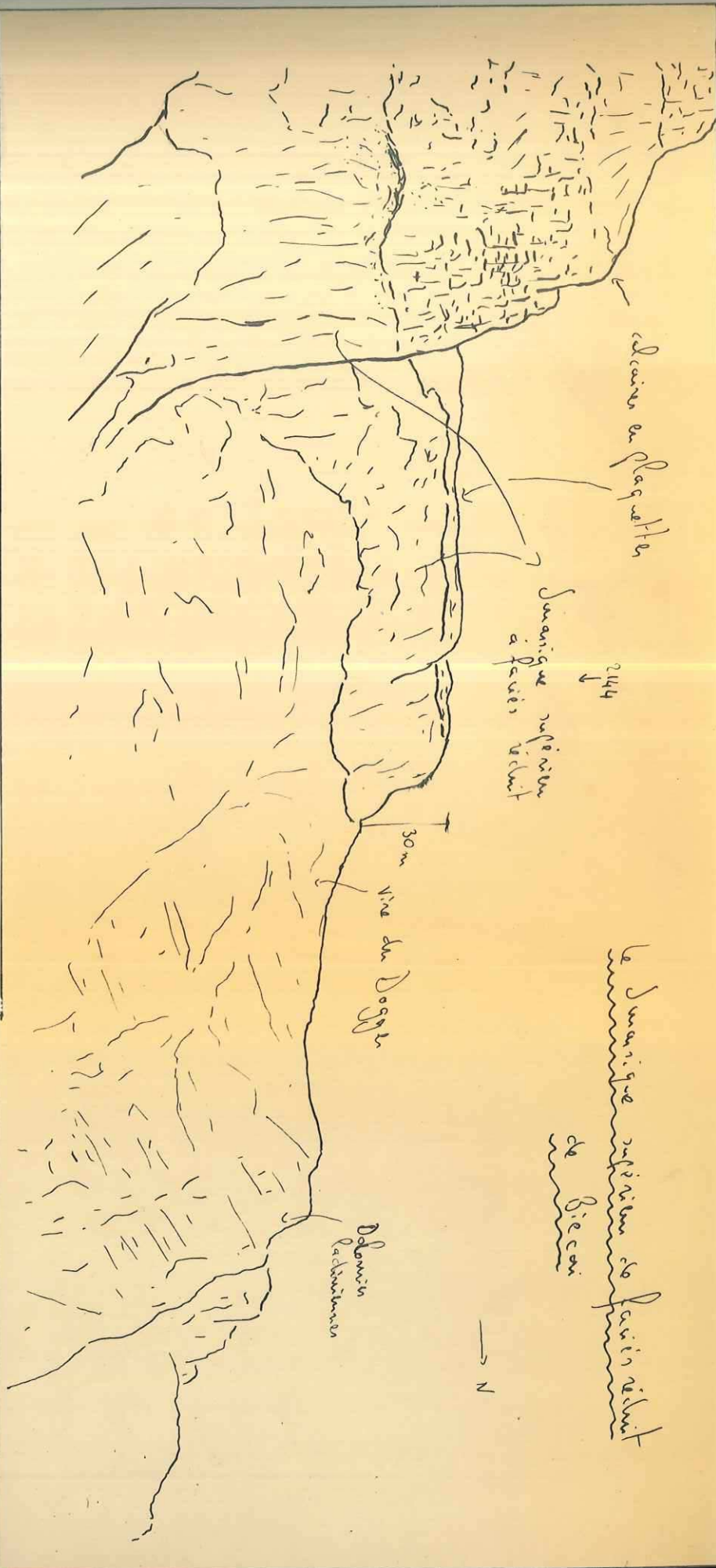
Tout concourt à ce que nous fassions de ces calcaires du Tithonique à faciès pélagique, sans formation récifale.

B. - LE JURASSIQUE A FACIES REDUIT. (voir croquis page suivante)

Nous ne trouvons que le terme supérieur de la série décrite précédemment : aux lagghi Biccai et Moglie, le Jurassique n'a en tout que 30 mètres, juste un peu plus que le Dogger ; c'est une petite falaise blanche bien visible de loin, entre les masses sombres des dolomies triasiques sous-jacentes et des calcaires en plaquettes bien lités sus-jacents.

L'important à remarquer est qu'il n'y a aucun niveau rouge à la base. Toute trace de l'émersion qu'on aimerait invoquer a disparu. On a le repos direct des calcaires fins du Tithonique sur les calcaires néritiques du Dogger.

Il n'empêche qu'entre les deux dépôts, il y a eu ce que M. LEMOINE appelle une pulsation. A cet endroit même, la pulsation est même plus qu'anteargovienne, puisque l'érosion atteint le Tithonique.



LE PROBLEME DU NECCOMIEN

Il y a problème pour trois raisons :

- M. FALLOT, dans le massif du Marguareis (à l'Ouest sur notre carte), décrit au-dessus des marbres de Guillestre, des calcaires lités en bancs de 0,30 à 0,50 mètre, où il a trouvé une faune néocomienne typique, avec Litoceras, Desmoceras, Duvalia, entre autres. Ce faciès ne présente pas de zone siliceuse : si bien que toute comparaison avec les faciès du briançonnais est difficile.
- C'est au-dessus de ce Néocomien que M. FALLOT a trouvé le "hard-ground" à nodules phosphaté ou ferrugineux.
- Le "hard-ground" que nous avons sur notre terrain a été attribué par P. SIGAL au minimum au Cénomaniens supérieur.

Donc, si nous admettons que tout notre calcaire blanc sous-jacent au "hard ground" est du Malm, il nous faut expliquer l'absence complète de sédimentation entre le Malm terminal et la transgression cénomaniennne : y a-t-il eu émergence, avec phénomènes de karstification comme pourrait le laisser penser certaines superpositions de lentilles de "hard ground" ? et des brèches de base ravinant les calcaires blancs ?

Mais peut-être faut-il admettre qu'une partie des calcaires blancs terminaux que nous avons appelée Malm terminal est du Néocomien, ayant le même faciès que le Jurassique terminal.

Cette hypothèse nous paraît assez vraisemblable, car étant allé avec M. BLOCH au Marguareis, nous avons vu le "hard ground" décrit par M. FALLOT, avec beaucoup d'ammonites, mais sur un calcaire en tous points semblable au Malm terminal.

Les faciès des deux formations sont donc très voisins, et sans doute indissociables, sur notre terrain

Chapitre VIII. LES MARBRES EN PLAQUETTES.

A. INTRODUCTION.

Il s'agit des marbres en plaquettes, calcschistes planctoniques datés, depuis les travaux de MM. SIGAL et LEMOINE, du Crétacé supérieur à l'Eocène inférieur.

Leurs deux grands caractères :

- a- formations transgressives après une longue lacune sédimentaire
- b- absence totale de faciès néritiques.

En plus, nos calcaires en plaquettes présentent quelques traits particuliers :

- c- ils sont toujours liés aux calcaires blancs massifs du Malm terminal : jamais on ne voit le Crétacé transgresser sur le Trias, ou sur des terrains encore plus anciens (comme dans les autres zones briançonnaises).
- d- mais il y a sans doute eu tout de même pulsation importante avant la transgression (voir le "hard ground") ; on est tenté d'expliquer par elle au moins une partie du Jurassique à faciès réduit ; mais seulement pour la partie terminale, car nous avons vu que dans le Jurassique à faciès réduit, ce sont surtout les termes inférieurs qui manquent.

Les auteurs de la carte géologique au 1/100.000 leur avaient donné une étendue considérable, que nous avons dû réduire en cartant de manière spéciale les niveaux nummulitiques et ceux de flysch à helminthoïde

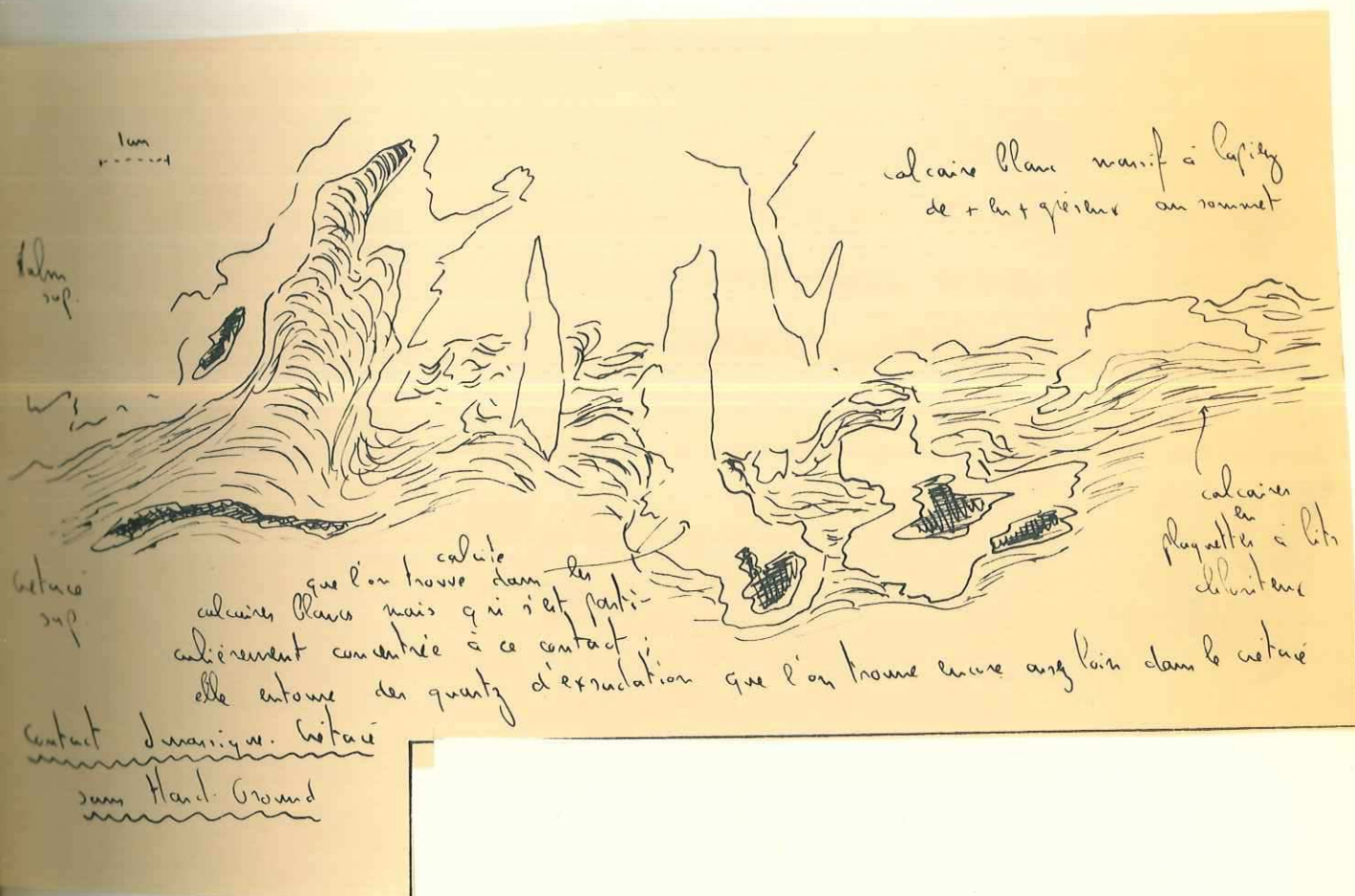
B. LE PASSAGE entre les calcaires blancs massifs du Malm et les calcaires en plaquettes.

Ce passage se fait de trois façons différentes :

- 1. Il n'y a rien entre les deux, qu'une surface de contact, riche en calcite (voir le croquis de la page suivante), englobant des quartz d'exsudation ; peut-être a-t-on là un effet de friction, les deux terrains ayant glissé l'un par rapport à l'autre :
- soit que les calcaires blancs sous-jacents aient percé la base du Crétacé pour la raboter (Grupetti),

- soit que le Crétacé ait glissé sur son substratum massif (Biecai).

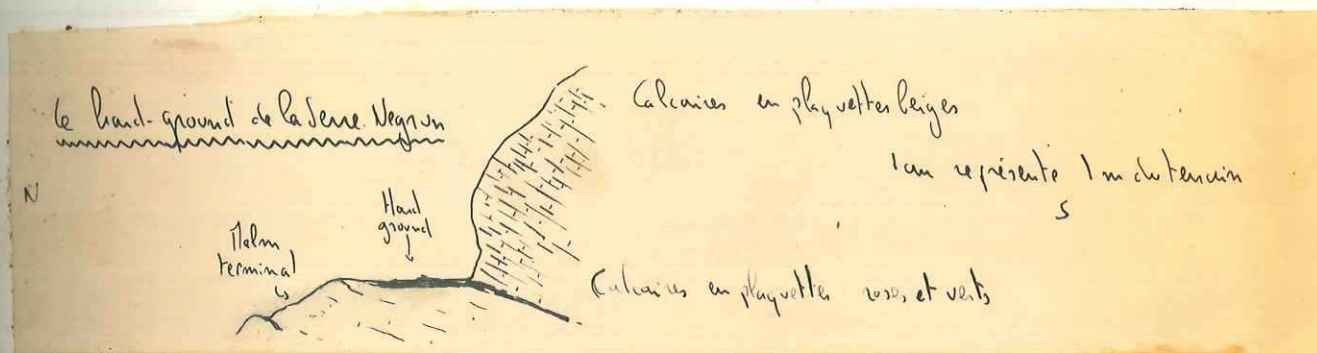
- 2. Il y a une brèche à ciment calcaire jaune et éléments de calcaire gris-blanc remanié, issu de toute évidence des calcaires du Malm terminal sous-jacent. Un "hard ground" peut se trouver au-dessus (Grupetti). Nous n'avons trouvé aucune faune dans le ciment de ces brèches. Cette brèche peut être considérée comme une brèche de transgression après l'émersion du Crétacé inférieur.



- 3 Le Hard-ground:

a- description: croûte brune et verte, très ferrugineuse, avec parfois des cubes de Pyrite; cette croûte se trouve directement sur le Malm; une brèche lui est à un endroit sous-jacente (Gruppetti 92, 2-00, 6). Elle se voit de loin, comme une lèpre, brune ou rousse sur le Malm clair.

b- coupe montrant les relations avec le Crétacé: cette coupe a été prise à la Serre Negrin (92-C, 1, 5); après le crétacé on a immédiatement le flysch à Helminthoides charrié très manganésifère (voir schéma ci-dessous)



c- macrofaune: + Bélemnites indéterminables, donc inutilisables pour donner un âge au Hard-ground.

+ Dents de Squalés.

+ Un Radiolitidé (déterminé grâce à l'obligeance de M. le Professeur Lucas); nous ne possédons que la couche externe du test, heureusement épaisse et à structure caractéristique. Cette couche a une structure celluleuse prismatique à base polygonale (cette structure celluleuse prismatique donne en plan un réseau de mailles: ces mailles peuvent être quadrangulaires ou polygonales): il s'agit donc d'une Sauvagésiinée (lorsque les mailles sont quadrangulaires, il s'agit de Radiolitidés s. s.); voir pl. XVI, p. 1).

Les Sauvagésiinés s'étagent de l'Albien à la fin du Maestichien.

Celui que nous avons trouvé a l'air d'une forme isolée: il s'agirait donc d'une Sauvagesia ou d'une Durania (Traité de M. Piveteau).

Quoiqu'il en soit la grande ère de développement des Sauvagésiinés a été le Crétacé supérieur.

d- microfaune: très riche surtout dans les nodules (voir pl. XV).

On y trouve des Coccolithes innombrables (c'est M. Lucas qui nous les a montré),

et une association de Globigérines et de Rosalines bicarénées.

Cette association, nous l'avons montrée à M. S. SIGAL, "le découvreur" (avec MM. LEMOINE et ELLENBERGER), dans les calcaires en plaquettes : malheureusement, il n'a pu nous donner de noms (en lame mince, en effet, il est très difficile de déterminer les roselines et, à des formes très voisines, on donne des noms différents, suivant les étages où on les trouve) ; mais, avec sa grande expérience de ces hard ground, il nous a pourtant dit qu'ils agissaient vraisemblablement de Sénonien inférieur ou de Turonien inférieur : donc la base du Crétacé supérieur.

e- l'âge du "hard ground". Deux fossiles seulement sont donc caractéristiques : la Sauvagesia, qui nous dit qu'il s'agit de Crétacé supérieur, les roselines qui précisent : base du Crétacé inférieur.

f- le problème des concrétions (voir pl. XV, ph. 3).

A première vue, aussi bien microscopiquement que macroscopiquement, ces concrétions ressemblent à des concrétionnements d'algues en choux-fleurs (J. P. BLOCH) : il s'agit de couches phosphatées très fines et emboîtées les unes sur les autres.

On est immédiatement tenté d'adopter la solution de M. L. CAYEUX, reprise d'ailleurs comme étant la plus importante, par M. G. CHARLES : il s'agirait d'une activité fixatrice de l'acide phosphorique et productrice de phosphates de chaux par destruction et accumulation d'algues.

Ceci est confirmé par la découverte de M. ELLENBERGER, en Vanoise, dans le même "hard-ground", de perforations dues à des algues agissant par dissolution du calcaire sous-jacent (nous n'avons pas trouvé de telles perforations).

Mais un fait nouveau mérite d'être noté : M. LUCAS nous a trouvé des coccolithes dans ces niveaux. Or, les coccolithophoridés sont caractéristiques d'une sédimentation carbonatée et le fait d'en trouver dans des niveaux phosphatés a conduit M. LUCAS à nous dire que ces concrétionnements n'étaient pas des algues fixatrices, mais des épigénisations de niveaux carbonatés par du phosphate de chaux.

C. Les faciès du Crétacé, postérieurs au "hard ground".

1. Calcaires en plaquettes roses et verts : On ne les trouve pas partout, mais, lorsqu'on les trouve, ils sont à la base de la série du Crétacé. La plus souvent, il s'agit de calcaires roses (voir la coupe précédente).

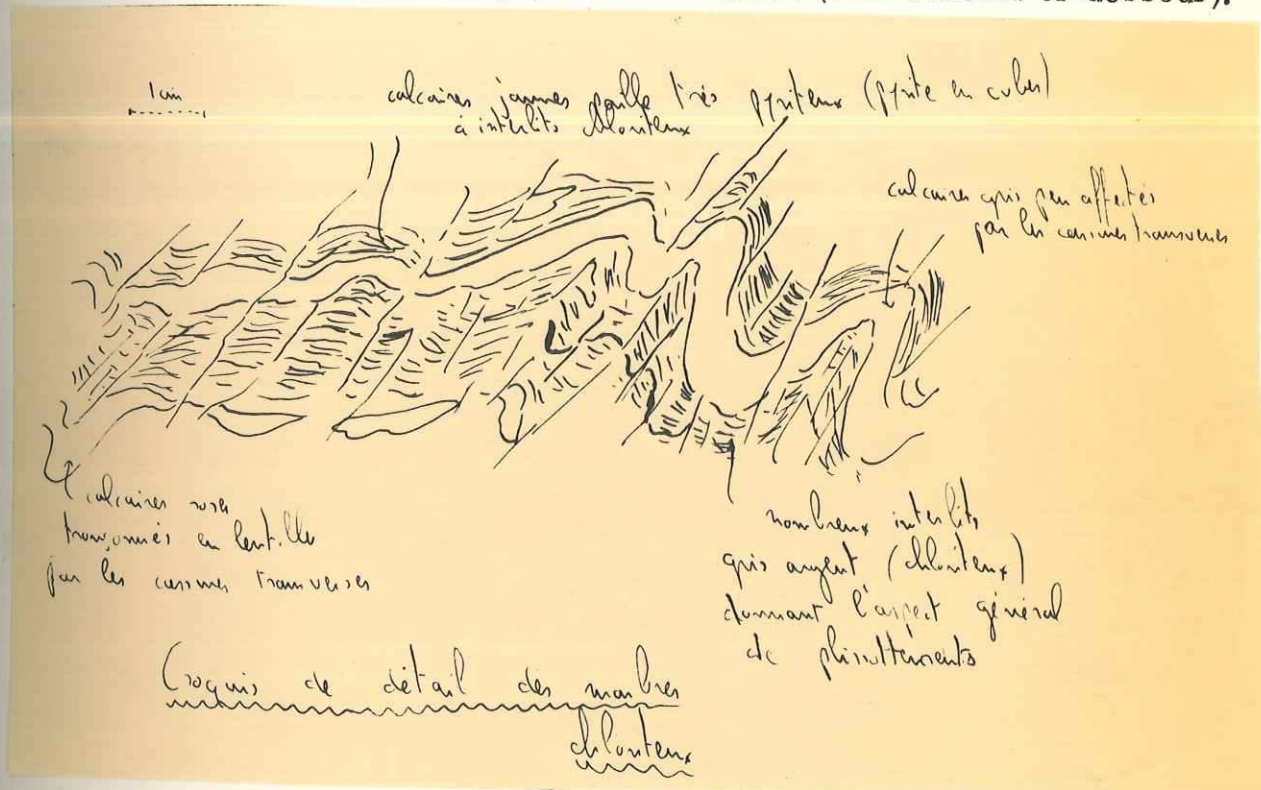
Rappelons ce qu'en dit M. ELLENBERGER : dans le premier cas, le fer est "libre (trame pigmentaire rose d'hématite)", dans le second, à l'état "combiné sous forme de chlorites".

Mis à part ces pigments, toute la roche est formée de calcite.

2. Au-dessus de ces calcaires roses, on peut observer différents faciès variables :

- calcaires en plaquettes beiges : c'est le faciès le plus fréquent.

- calcaires beiges ou gris, avec de très nombreux "plans de clivage listrique ou schisteux" (cf. M. F. ELLENBERGER) gris : il s'agit de séricites et de chlorites (sans doute à l'origine argiles sédimentaires, avec transformation ultérieure en phyllites par les nombreux frottements subis par ces calcaires, en particulier lors du passage du flysch à Helminthoides). En section, ces calcaires sont particulièrement beaux avec leurs vagues de phyllites en rubans (voir schéma ci-dessous).



- calcaires gris à accidents siliceux très plats et très allongés.

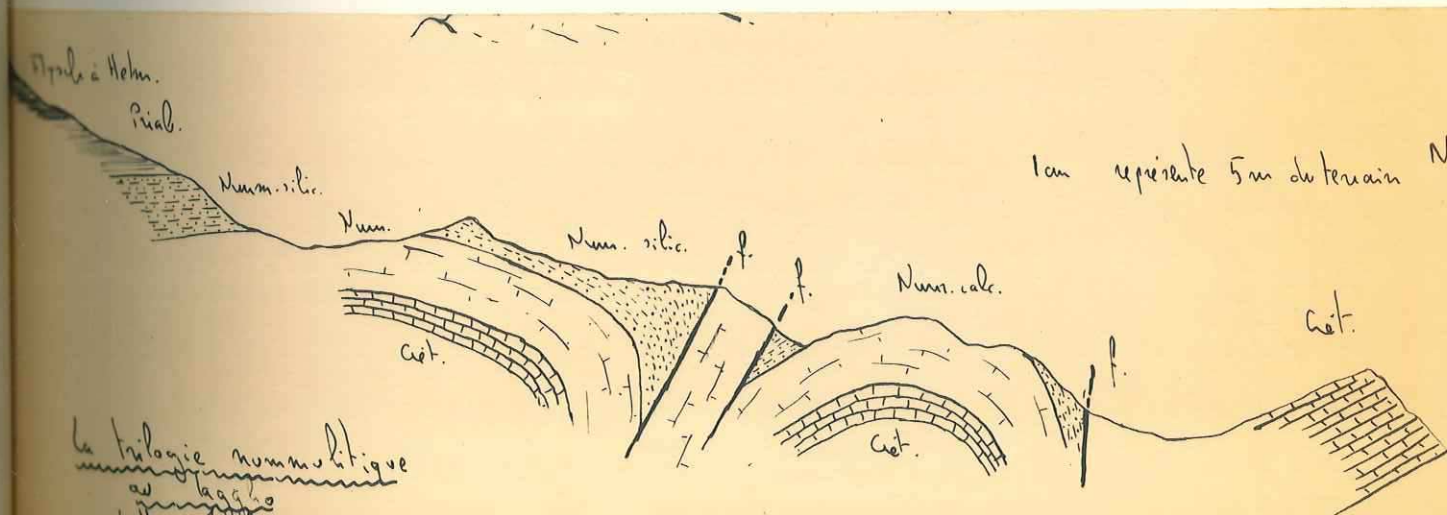
Chapitre IX LE NUMMULITIQUE

C'est sans doute le terrain qui, bien que faussement carté par les Italiens, sur la carte au 100.000ème, a été depuis longtemps le mieux étudié.

Déjà, en effet, dans les vallées de la Stura, du Gesso, du Rio Freddo, J. BOUSSAC, en 1912, avait décrit du Nummulitique à calcaires blancs à Nummulites striatus et Nummulites incrassatus, surmontés par des niveaux gréseux qu'il appelait grès d'Annot et des niveaux de flysch : il est curieux de noter que, dans ce flysch, BOUSSAC déjà décrivait des schistes lie de vin, que nous savons maintenant (depuis les études de M. LANTEAUME) être du flysch à Helminthoides charrié sur le flysch Priabonien, qu'il attribuait à un équivalent du flysch des Aiguilles d'Arves. J. BOUSSAC avait donc, déjà, en 1922, les clefs du "Problème".

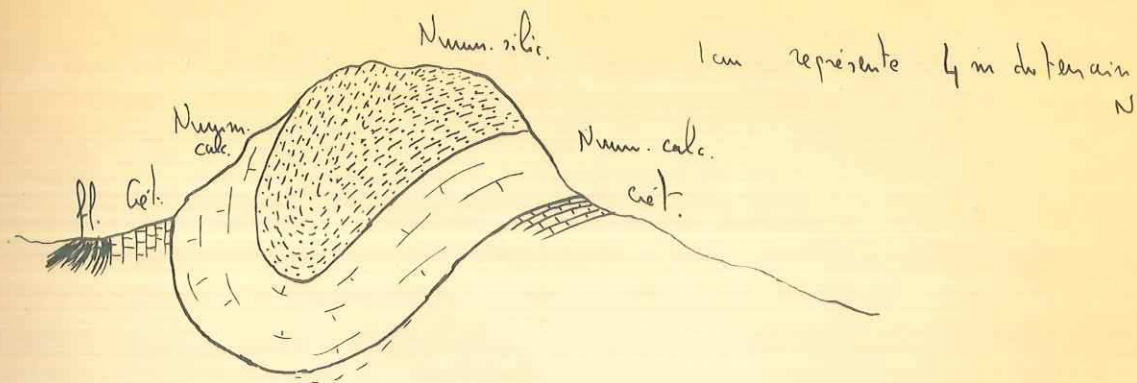
La trilogie nummulitique :

Trilogie, car le Nummulitique se présente sous trois formes pétrographiques bien distinctes et bien reconnaissables (voir les deux coupes de ci-dessous et de la page suivante)



La trilogie nummulitique
au lac
della Noce

- ③ Flysch priabonien (calcaires surtout)
 - ② Nummulitique calcaire à bande siliceuse
 - ① Nummulitique calcaire
- } à Nummulites



le nummulitique de Colla Rossa (identique à celui du Mondole)

- | | |
|------------------|-------------------|
| ① Numm. siliceux | } Sans Nummulites |
| ② Numm. calcaire | |

Donc : 1. Calcaires blancs mimant à s'y méprendre les calcaires du Jurassique : ils présentent les mêmes lapiez, la même cassure, la même patine.

Mais, au Col del Pas et au laggho delle Moglie, ils sont très riches en Nummulites striatus (voir pl. XVII, ph. 1 et 2).
 en Orthophragmines (voir pl. XVII, ph. 3)
 en Algues lithothamniées (voir pl. XVII, ph. 4)
 en débris de Gastéropodes

On a donc affaire, sans conteste possible, au Priabonien (=Ludien + Lédien), ainsi défini, par les premiers Italiens (ZACCAGNA, SACCO), puis repris par J. BOUSSAC, enfin par M. P. FALLOT et ses collaborateurs.

2. Sur ces calcaires blancs, on observe des calcaires en peu plus sales (Mondole), ou franchement bruns (Moglie), très gréseux, avec des lits de grès francs de 3 ou 4 cm. d'épaisseur (voir pl. XVIII, ph. 2). On observe particulièrement bien ce deuxième type pétrographique aux Moglie et au Mondole : mais il existe une différence notable entre les deux : les calcaires à bandes siliceuses du Mondole (au Nord de notre terrain) sont beaucoup plus siliceux que les calcaires à bandes siliceuses du laggho delle Moglie (à l'Ouest de notre terrain) ; cette différence se retrouve dans le même sens dans les calcaires blancs sus-jacents, sans quartz au laggho delle Moglie, riches en grains de quartz détritiques

épars au Mondole.

La richesse en Nummulites allant d'ailleurs en sens inverse de la richesse en grains de quartz détritiques : nous n'en n'avons pas trouvé au Mondole, alors qu'elles sont très nombreuses au laggho delle Moglie ou au Col del Pas.

3. Le flysch Priabonien : dernier volet de notre tryptique nummulitique ; pour les Italiens de la carte au 100.000ème, tous les schistes noirs étaient le "flysch noir priabonien". En fait, le flysch à Helminthoides l'a complètement remanié, et il est très difficile de faire la part du flysch priabonien, du flysch à Helminthoides. Peut-être, de notre côté, avons-nous fait la part trop belle au flysch à Helminthoides.

Le flysch priabonien est pourtant un peu plus calcaire et localement (laggho delle Moglie) contient des Nummulites du Priabonien.

Problème des grès du Col del Pas (voir pl. XVIII, ph. 1)



F. FALLOT, qui y était venu, en faisait vraisemblablement des grès d'Annot (c'est-à-dire la formation qui, dans les zones externes, couronne le Priabonien transgressif) : et, de fait, quand on regarde cette coupe, on a bien une couronne gréseuse.

Mais, ne sont-ce pas, en fait, des grès du flysch à Helminthoides ?

Chapitre X. LE FLYSCH A HELMINTHOIDES

Quels sont les grands faits concernant ce flysch, tous trouvés ou démontrés par M. M. LANTEAUME ?

- le flysch à Helminthoides est crétacé moyen supérieur.
- il est charrié vers le Sud et a pour origine une zone plus interne encore que la zone briançonnaise, vers le Piémont.
- Une certaine stratigraphie a pu être élaborée : nous ne parlerons que de la série à faciès de S. Remo-Mt-Saccouel :
 - + le complexe de base
 - + la série à dominante gréseuse
 - + la série à dominante calcaire
 - + la série à dominante marneuse

Les éléments constitutifs du complexe de base (pris dans stratigraphie et variations de faciès des formations constitutives de la nappe du Flysch à Helminthoides des Alpes Maritimes franco-italiennes : (MM. LANTEAUME M. et HACCARD D. - Bull. Soc. Geol. ital., vol. LXXX, fasc. III, 1961.)

- a- un terme inférieur correspondant à divers faciès, dont :
 - ° flysch gréseux, psanmitique au sommet
 - série schisto-gréseuse à fins lits de schistes verts et rouges surmontée par une série schisto-marneuse.
 - ° flysch manganésifère, avec passées de schistes rouges et verts terminales liées à des schistes mordorés.
 - ° Faune : Globigerina lacera (Cenomanien ou Turonien), Gumbelines, Fissurines, Globotruncana.
- b- un terme supérieur correspondant à une dernière dominante calcaire.
Faune : Globigerines, Gumbelines, Fissurines, Globotruncana (Turonien, Sénonien).

Coupe que nous présentons : (voir page suivante)

Elle a été faite au-dessus des lagghi della Brignola (94-O, 1, 8).

- A la base, une série présentant une alternance de calcaires sales et de schistes noirs à verdâtres :

- Au sommet, une série présentant une alternance de schistes et de grès ; plus, tout en bas, des niveaux gréseux marrons, présentant tous les caractères des niveaux manganésiférés, décrits par M. LANTEAUME.

- Puis, des schistes rouges et verts, rappelant, évidemment, ceux de M. LANTEAUME. - Enfin, une alternance de schistes et de grès.

Nous n'avons trouvé aucune faune en lame mince : nous croyons pourtant devoir dire qu'à notre avis la série de base est du flysch priabonien,

la série supérieure est un reste du complexe de base de M. LANTEAUME.

D'ailleurs tous les affleurements, de flysch à Helminthoides, que nous avons cartés font partie de ce complexe de base, et nous avons donné sur la carte un signe particulier pour tous les schistes rouges et verts rencontrés sur le terrain.

L'ensemble de ces deux flysch repose sur les calcaires en dalles sonores du Malm tout à fait inférieur, en position, donc, complètement aberrante, si l'on ne suppose que l'ensemble est charrié.

Quelques remarques sur le flysch en lame mince (voir pl. XIX).

- nous n'avons trouvé aucune faune.

- du point de vue pétrographique, outre le ciment calciteux et sériciteux, nous trouvons de nombreux grains détritiques de quartz, feldspath~~a~~, muscovite et tourmaline.

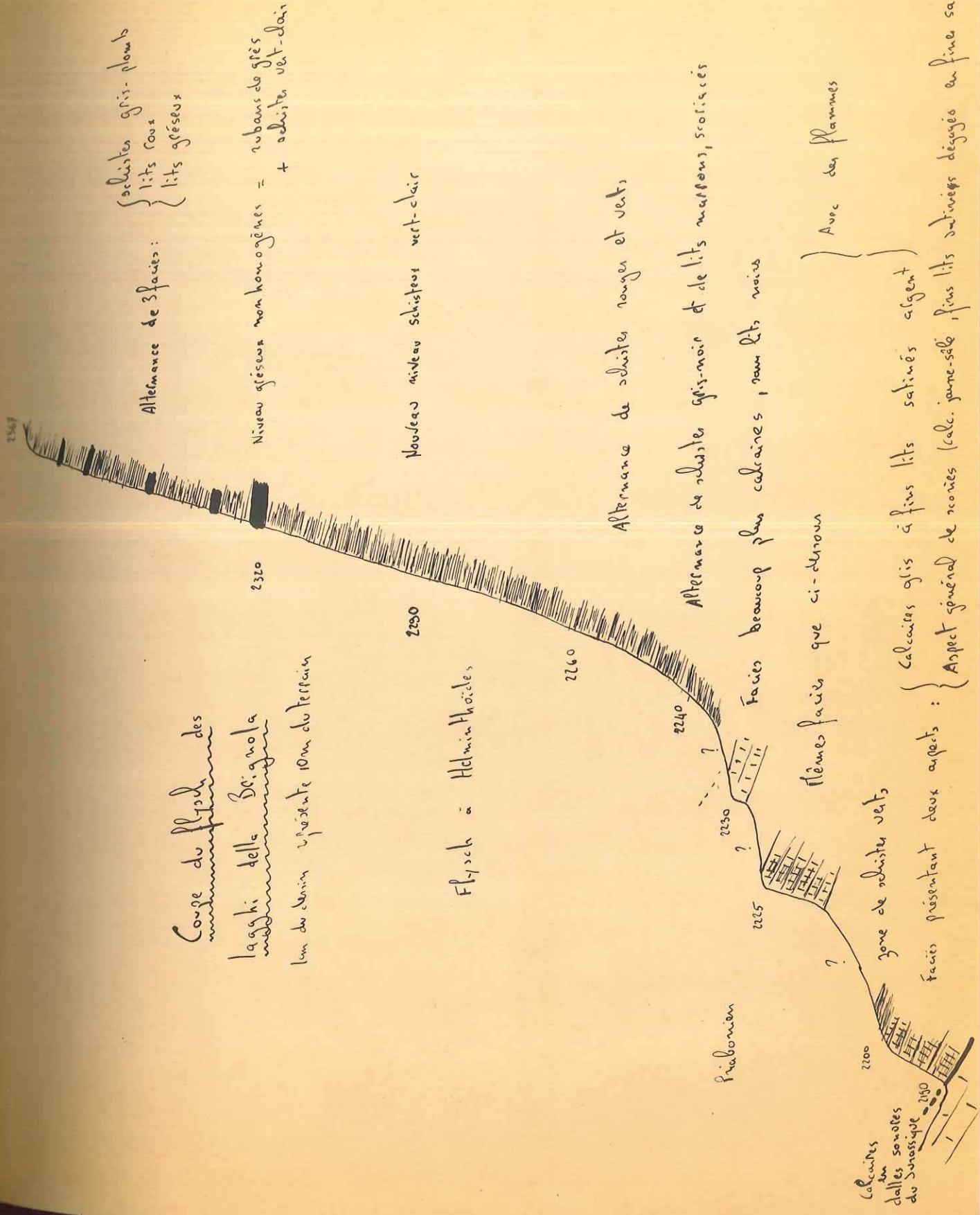
- on remarque souvent des alternances de lits uniquement sériciteux et de lits surtout quartzeux.

Coupe du Flysch des

lagghi della Biagna

lun du lacin présente son du terrain

Flysch à Helminthoïdes



QUATRIEME PARTIE
=====

Tectonique.

Nous pensons que, du point de vue tectonique, la meilleure façon de présenter est un essai de reconstitution historique des différents mouvements qui ont affecté une zone, lorsque cette zone est de faible étendue : c'est seulement par juxtaposition de différentes reconstitutions voisines que l'on peut ensuite passer à une synthèse tectonique régionale, puis à une division de cette région en zones tectoniques ; la suite est donc la suivante :

1. sur le terrain, voir les mouvements
2. puis les classer dans le temps
3. synthétiser ces classements locaux à une échelle régionale.
4. diviser la région en zones tectoniques ayant subi la même évolution.

Notre terrain était de faible étendue, nous ne pouvons donc généraliser nos résultats : nous nous sommes arrêtés au paragraphe 2 de notre suite ; ces résultats font simplement partie d'une synthèse ultérieure des Alpes ligures, grâce aux travaux de M. J. P. BLOCH.

Notre histoire tectonique peut se résumer en trois grands mouvements consécutifs :

A. : Mouvements initiaux vers le Nord : leurs traces ne recouvrent aucune autre trace de mouvements antérieurs, mais sont, par contre, recouvertes par les traces des mouvements ultérieurs B. et C.

B. : Mouvements seconds vers le Sud : leurs traces recouvrent les traces des mouvements A., mais sont recouvertes par les traces des mouvements C. Nous faisons coïncider ces mouvements Sud avec le passage de la nappe du flysch à Helminthoïdes, nappe qui se dirigeait du Nord vers le Sud, et dont nous avons, en lambeaux, des traces, mais affectées par les mouvements C.

C. : Deux types de mouvements que nous n'avons pu dater l'un par rapport à l'autre :

+ l'un, mouvement de retour vers le Nord : le flysch peut se faire par exemple chevaucher par des lames de Jurassique.

+ l'autre, de type failles transversales (N. S.) : il y a tronçonnement en éléments, en blocs différents : Rotondo, Mongioje, Salines, Pian Ballaur, Marguareis. Peut-être, certaines de ces failles transversales existaient-elles déjà avant le mouvement C.

1. MOUVEMENTS INITIAUX VERS LE NORD.

Ce qu'on en voit :

+ Séries verticales ou renversées dans les bésimaudites, le Verrucano, le Werfénien et le Trias moyen.

+ Ces renversements se sont faits vers le Nord.

+ Ils font partie d'un ensemble d'anticlinaux et de synclinaux redressés, présentant tous la même direction : W, NW - E, SE.

+ Ils sont donc parallèles à l'axe général de la chaîne.

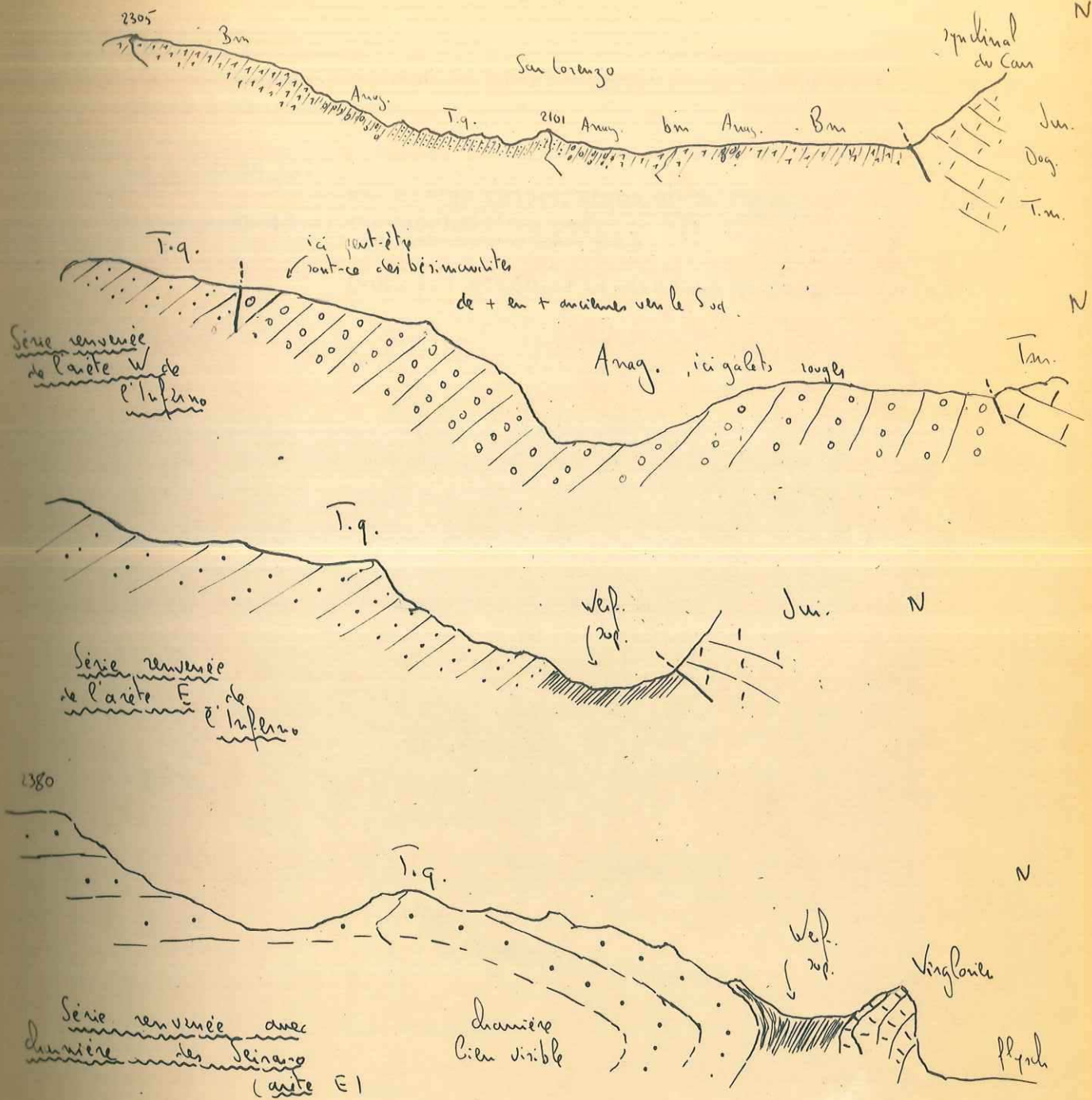
Voir l'ensemble des planches des pages suivantes .

Quelques remarques :

- Peut-être y a-t-il un rapport entre ces mouvements initiaux et certains mouvements alpins (qui auraient repris certaines directions hercyniennes) de l'Argentera-Mercantour, également de direction NW-SE.

- Peut-être y a-t-il un rapport entre ces mouvements et la fameuse nappe du Saint-Bernard, que voit M. S. CONTI, dans les Alpes ligures.

Inclinaison des versants vers le Nord de San Lorenzo



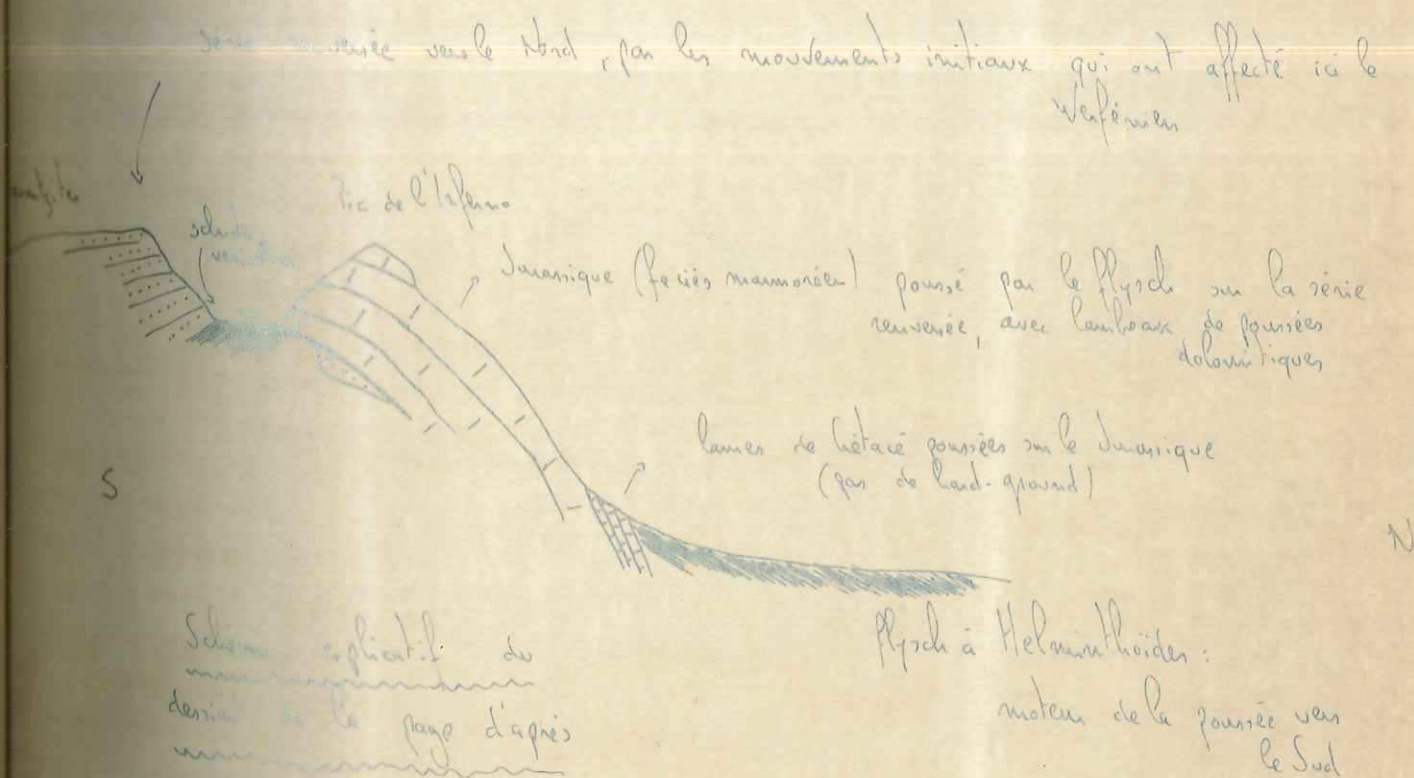
2. MOUVEMENTS SECONDS VERS LE SUD.

Ces mouvements correspondent au passage de la nappe du flysch à Helminthoïdes.

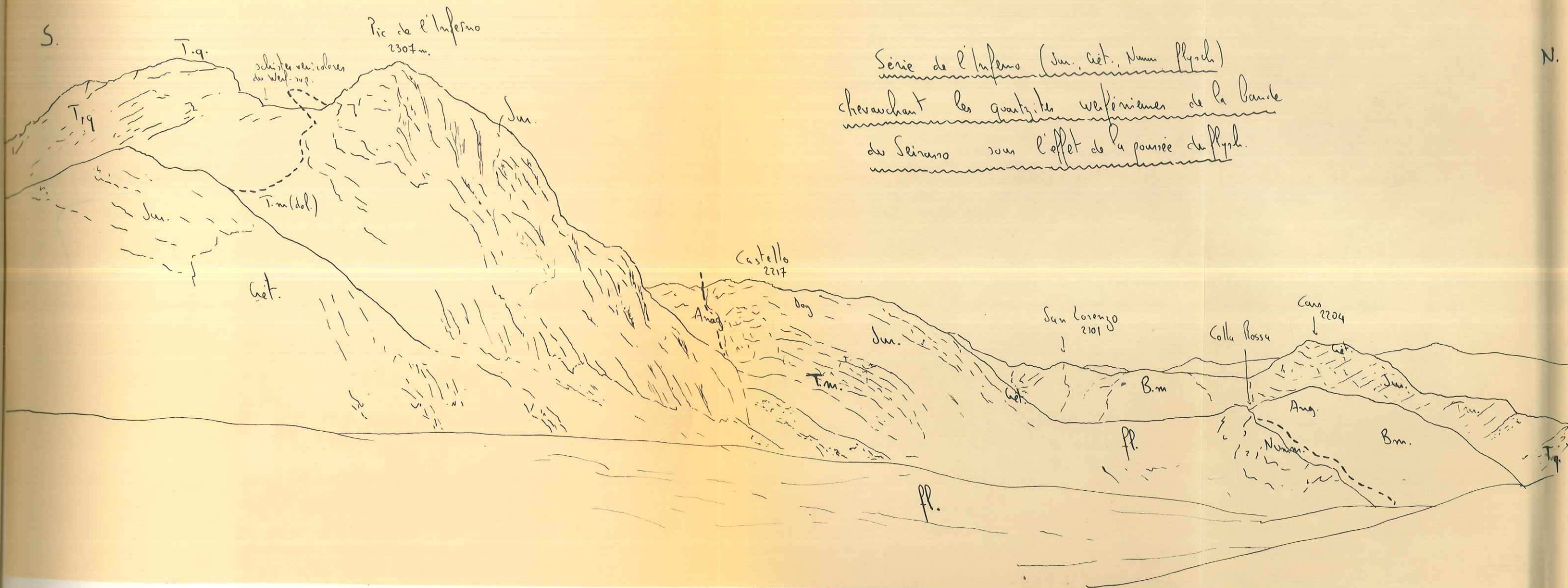
Ce qu'on en voit :

a- Séries principalement mésozoïques (avec le flysch à Helminthoïdes) chevauchant les précédentes.

(voir les schémas ci-dessous et page suivante).



S.



Série de l'Inferno (Sun. Cret. Num. Flysch)
 chevauchant les quartzites wépiniennes de la bande
 du Scirano sous l'effet de la poussée du Flysch.

N.

- b- Lambeaux de flysch à Helminthoïdes, présentant les caractères suivants :

- ils sont posés un peu partout sur notre Briançonnais :
 - ° à la Brignola (93, 5-O, 25), le flysch à Helminthoïdes est, du Nord vers le Sud, sur du Verrucano
sur les calcaires en dalles sonores de la base du Malm
sur le Malm proprement dit
et, de temps en temps, sur les lambeaux de Priabonien ou de Crétacé demeurés en place.
 - ° à la Serre Negrin (91, 6- O, 2, 2) et au Pian Commune (91 -O, 1, 2), le flysch à Helminthoïdes est sur du Crétacé.
 - ° au Col del Pas (92-91) également
 - ° au laggho delle Moglie (94, 2 - 97, 1), il est sur du Nummulitique.

- Reposant, d'une part, sur n'importe quel terrain, mais, d'autre part, pouvant reposer sur des terrains plus récents que lui (Nummulitique), le flysch à Helminthoïdes est charrié. Et il est charrié vers le Sud, comme le prouvent la thèse de M. LANTEAUME et les séries décrites dans le paragraphe précédent.

- Reposant sur n'importe quoi, ce flysch charrié nous amène à la conclusion que les mouvements initiaux vers le Nord avaient tout de même donné une certaine géologie tectonique ante-nappe.

- Dans son charriage, le flysch à Helminthoïdes a enlevé avec lui une partie des terrains du Briançonnais sous-jacent, et les a mêlés en son sein (voir tous les terrains que l'on rencontre dans le flysch au Bellino (91-O, 1, 2), par exemple), d'où la difficulté de différencier par exemple flysch Priabonien et flysch à Helminthoïdes.

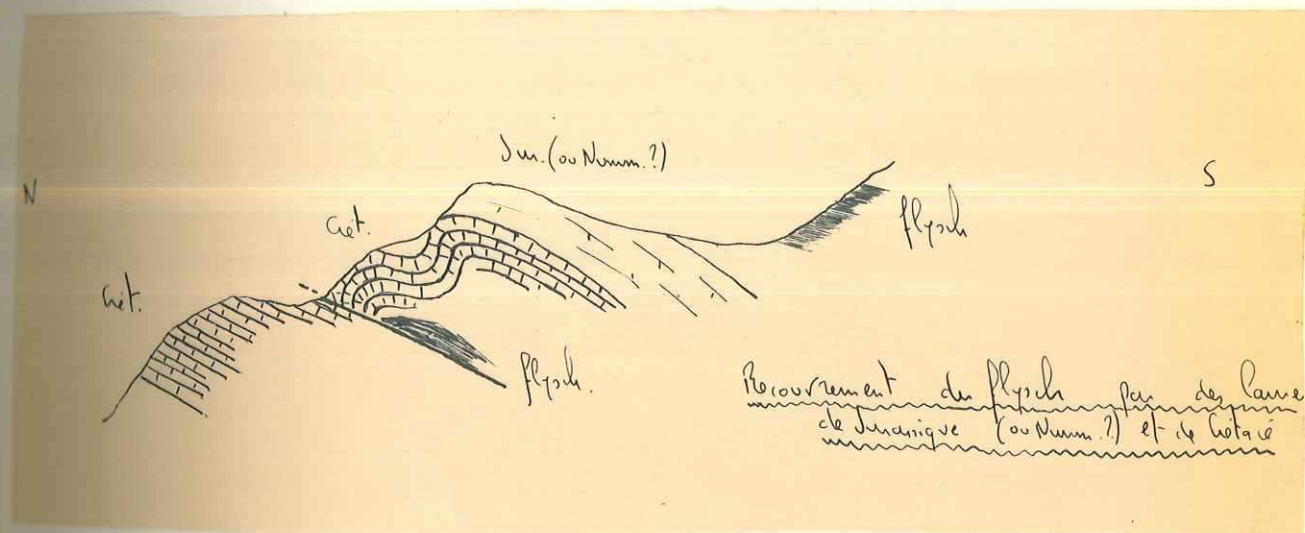
d'où tous ces blocs de poussées frontales, que l'on peut voir en avant et sur les côtés du flysch : Werfénien, Trias moyen, etc...

3. LE RETOUR VERS LE NORD.

Preuves que l'on en a :

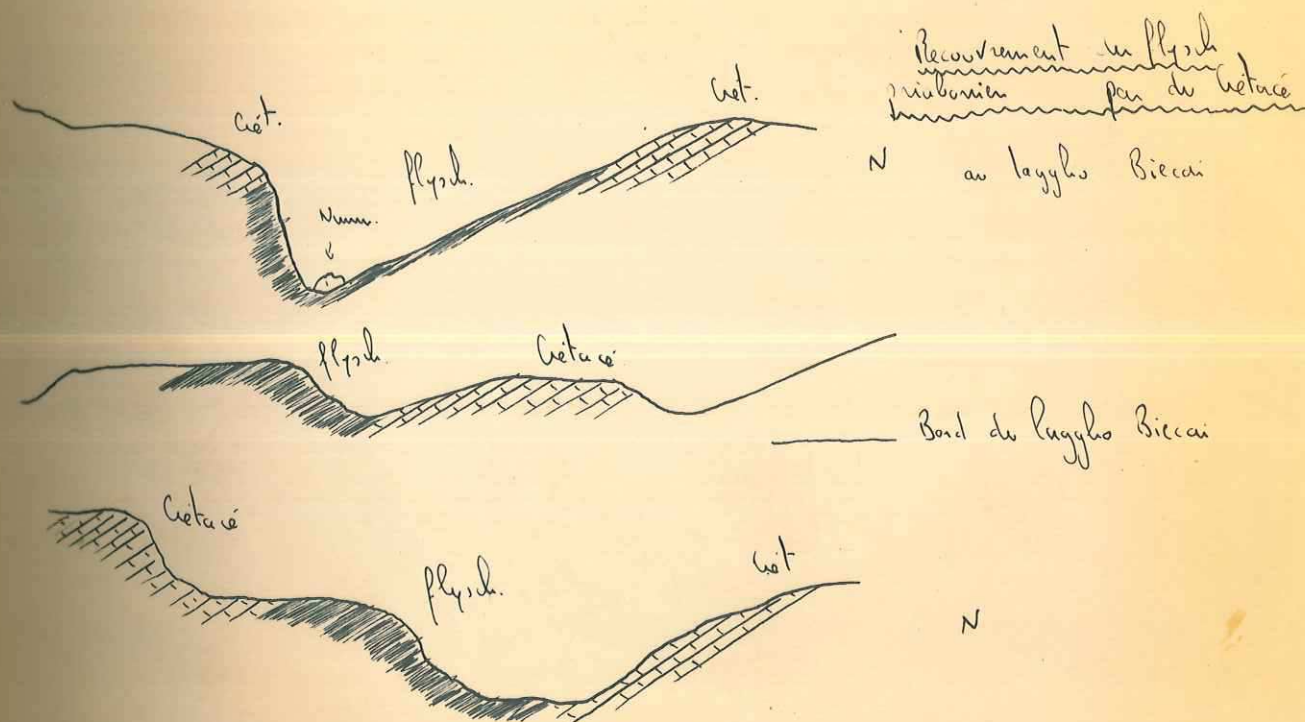
- recouvrements du flysch à Helminthoïdes par des lames de Jurassique venues du Sud.

(voir schéma ci-dessous)
au Pian Commune (91-O, 1, 2).



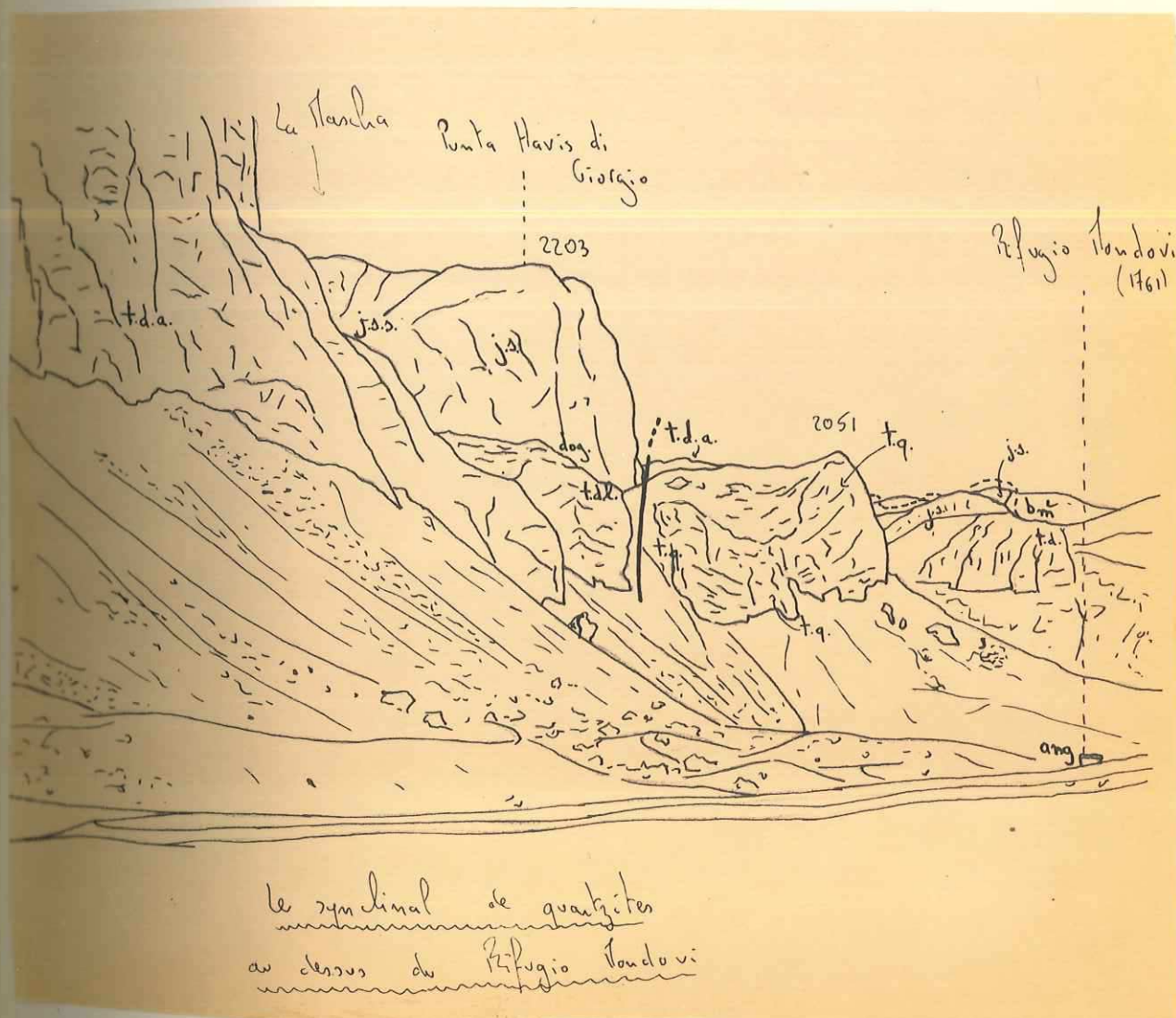
- déversements de tous les microplis du flysch à Helminthoides et du Crétacé vers le Nord.

- recouvrements du flysch Priabonien par du Crétacé et formation du synclinal pincé de laggho Biecai (93, 6 - 97, 4)
(voir schéma ci-dessous).



- synclinal dans le Werfénien, qui se trouve au-dessus du Rifugio Mondovi, et qui peut être interprété comme un effet de la dernière poussée vers le Nord (mais peut-être est-ce un résidu de nos mouvements initiaux).

(voir schéma ci-dessous)



Concomitamment, avec ce retour vers le Nord, on doit observer le tronçonnement de l'ensemble en blocs par des failles Nord-Sud affectant toute la série des Bégimaudites au flysch à Helminthoïdes.

Quels sont les effets de ces failles transversales ?

1. basculement de blocs, tous inclinés vers le S-SW de 30° : ces différents blocs sont séparés par des failles majeures ; on peut donner des noms à ces blocs :

+ M. Mongioje, séparé du Rotondo par la faille du Bocchino del Aseo (92-O, 3, 1).

+ Cima delle Saline séparée du M. Mongioje par la faille du Passeo delle Saline (92-99, 7).

+ Pian Ballaur, séparé de la Cima delle Saline par la faille des Salines (92-98, 5).

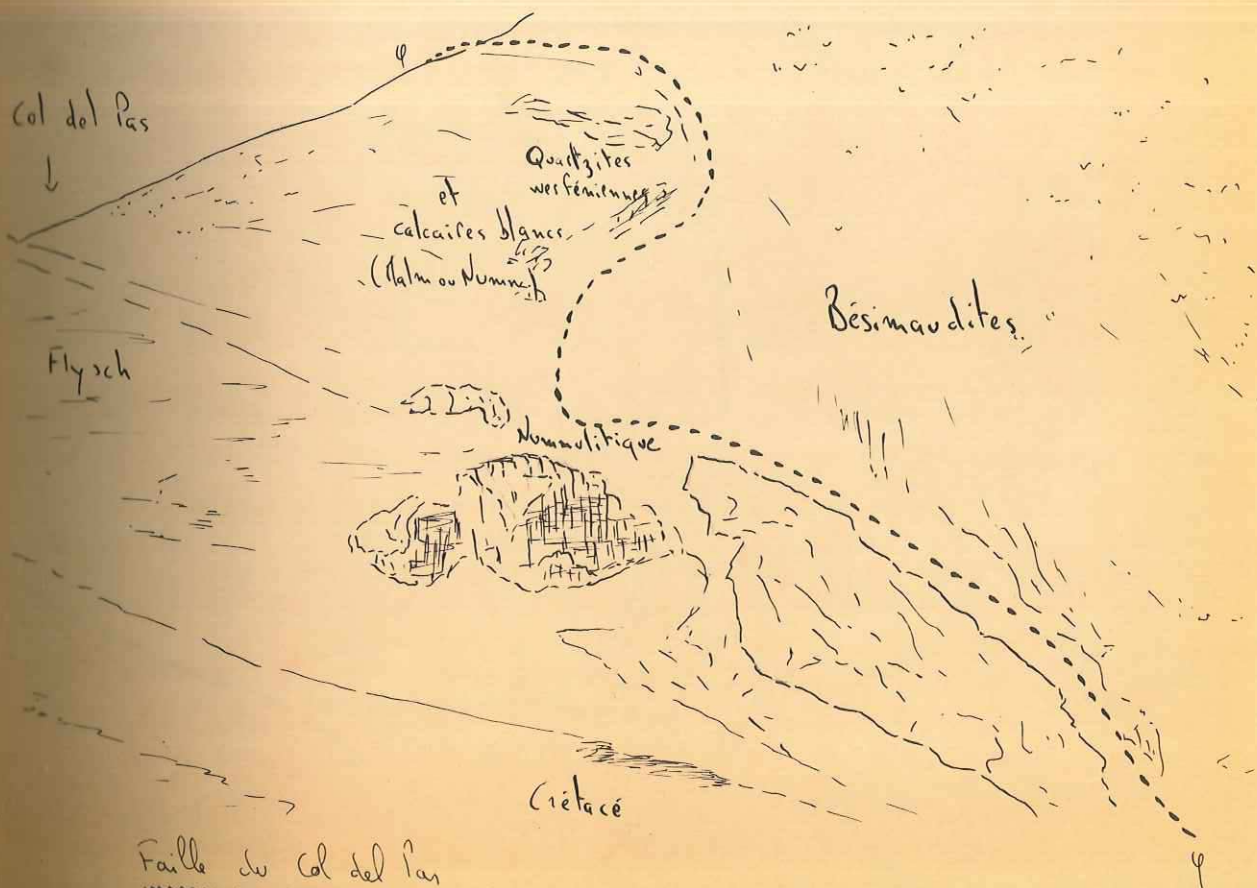
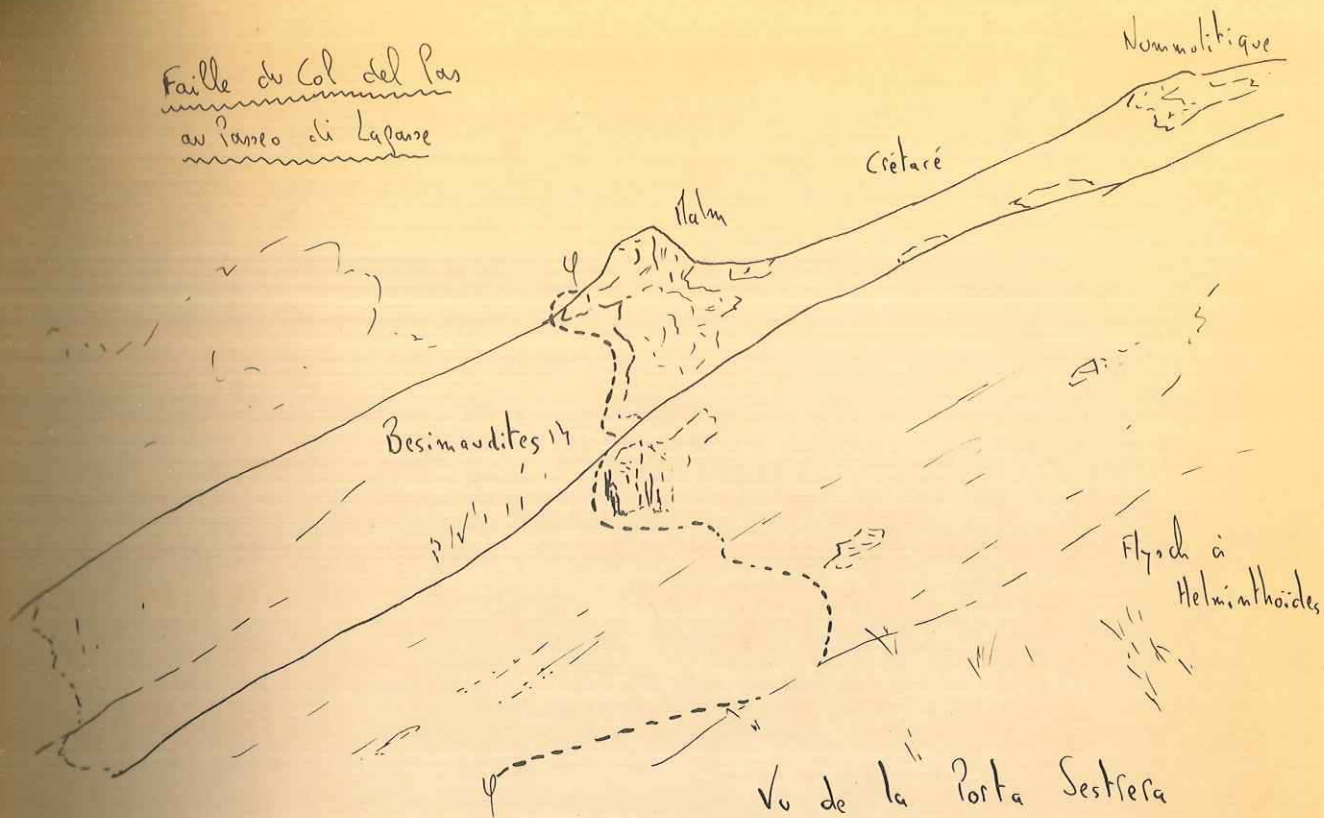
+ Marguareis, séparé du Pian Ballaur par la faille du Col del Pas (92-96, 5).

(voir les schémas des pages suivantes) : ce sont les failles majeures, mais chaque bloc possède ses petites failles Nord-Sud, principalement le bloc du Mongioje.

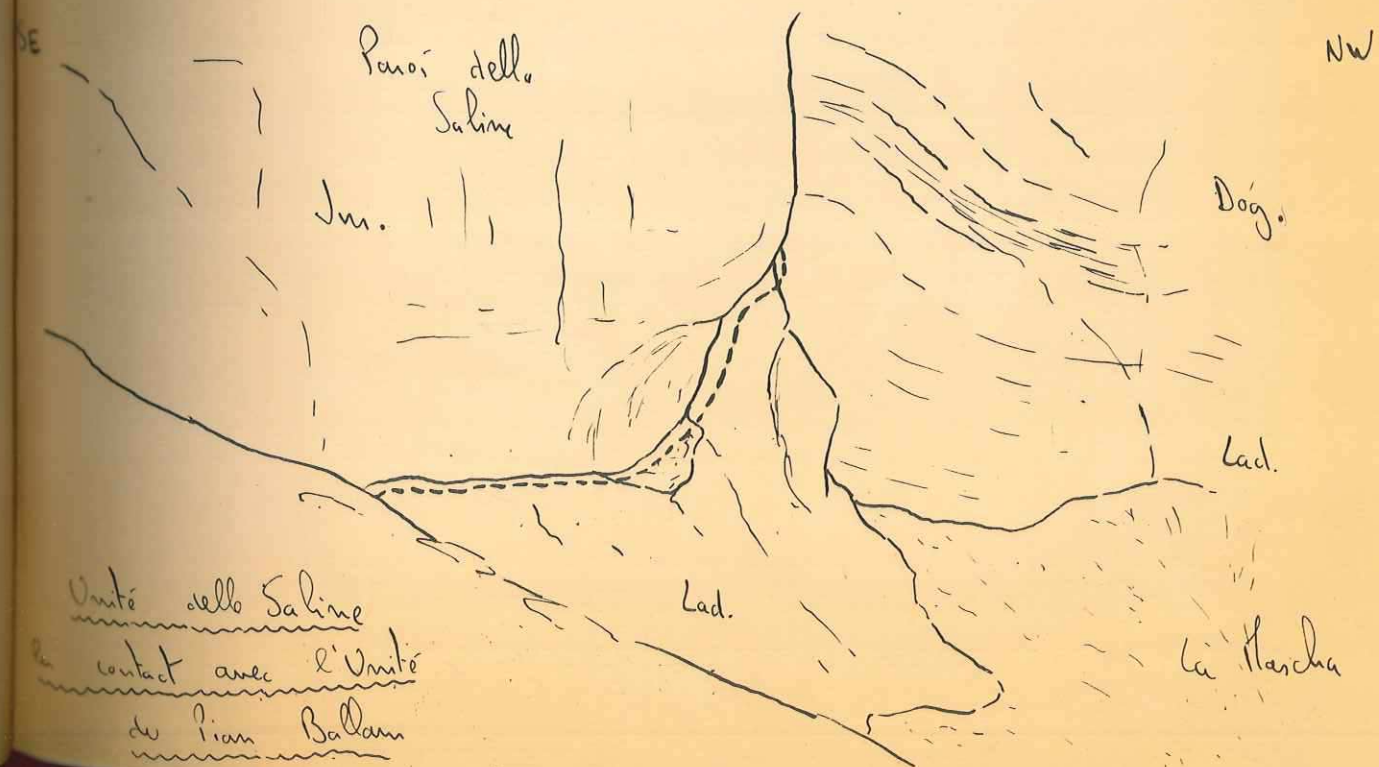
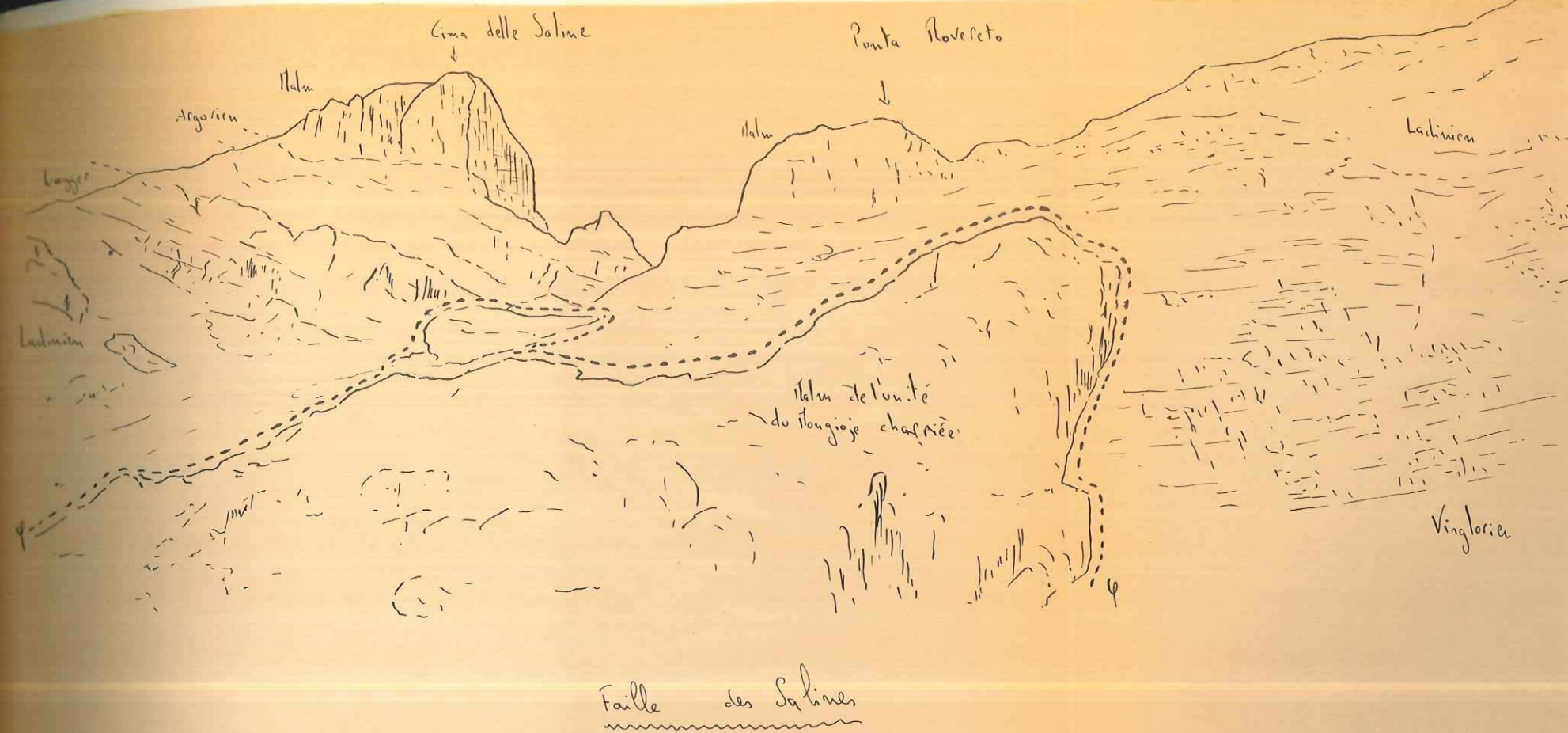
2. glissement des terrains souples du Briançonnais (Crétacé, Priabonien), et du flysch à Helminthoïdes, le long de ces pentes à 30° , vers le S-SE, et accumulation de ces terrains contre le bloc précédent en un simili-charriage (mais que l'on peut aussi interpréter comme le simple effet d'une faille inverse).

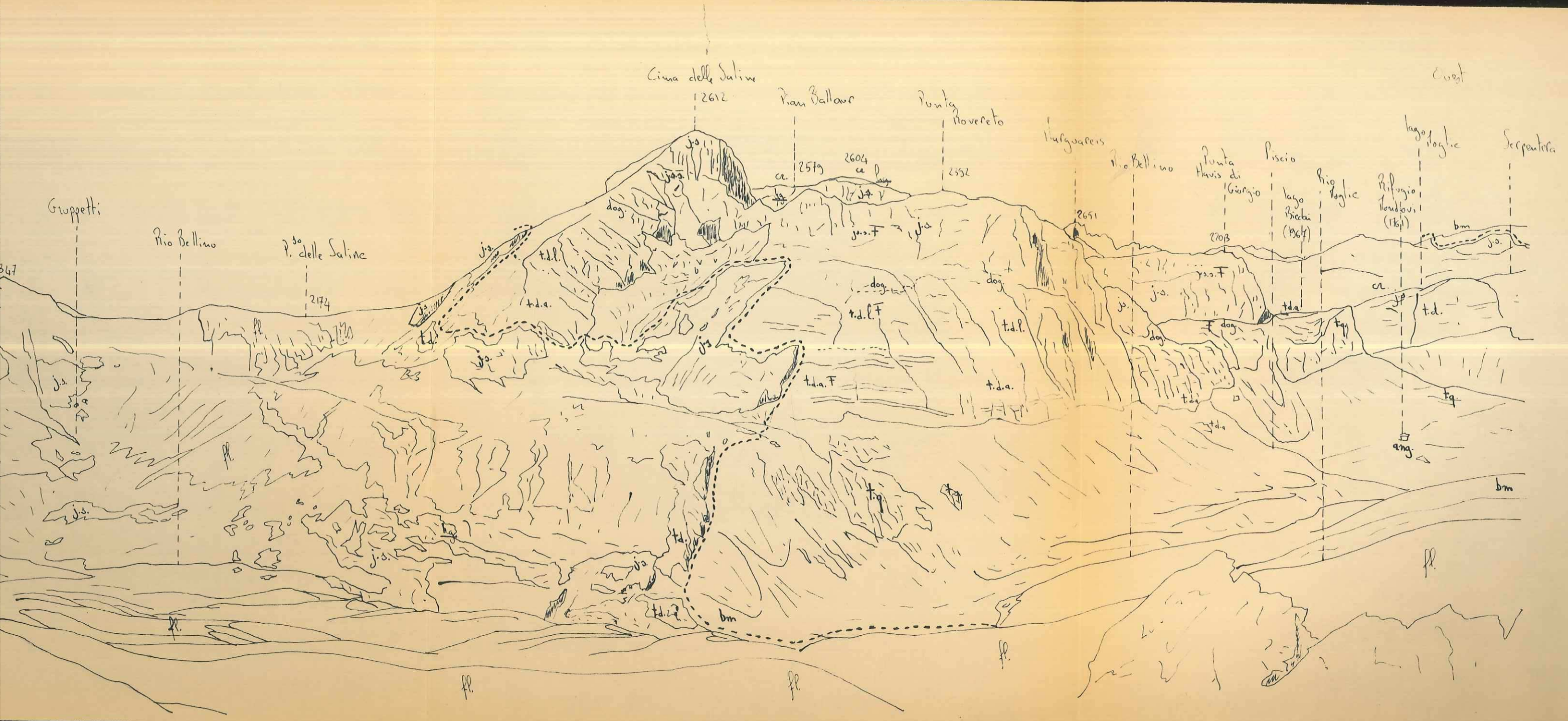
(voir schémas pages suivantes).

Faïlle du Col del Pas
au Passo di Lapsa



Faïlle du Col del Pas
au Col del Pas





EST

Montorio
2030m

Serre negron

Pian Bellino

Pian comune

Gruppetti

Rio Bellino

P. delle Saline

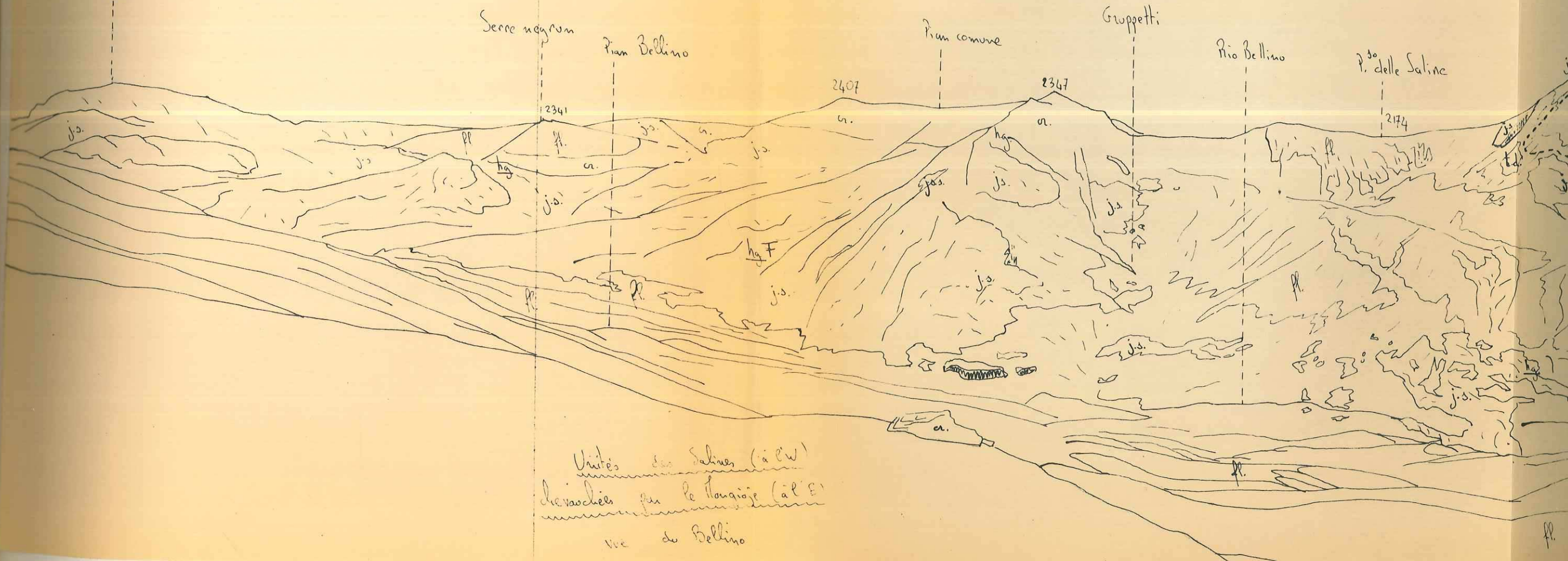
2341

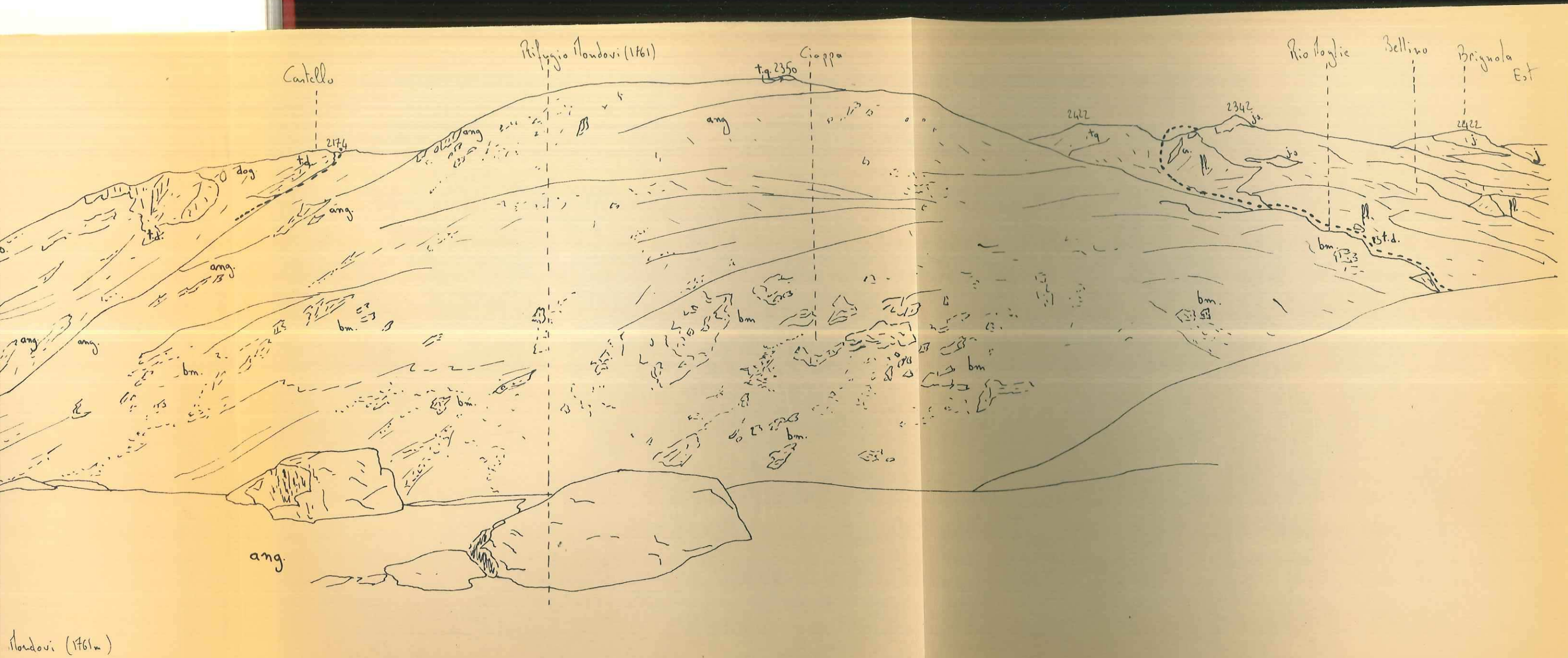
2407

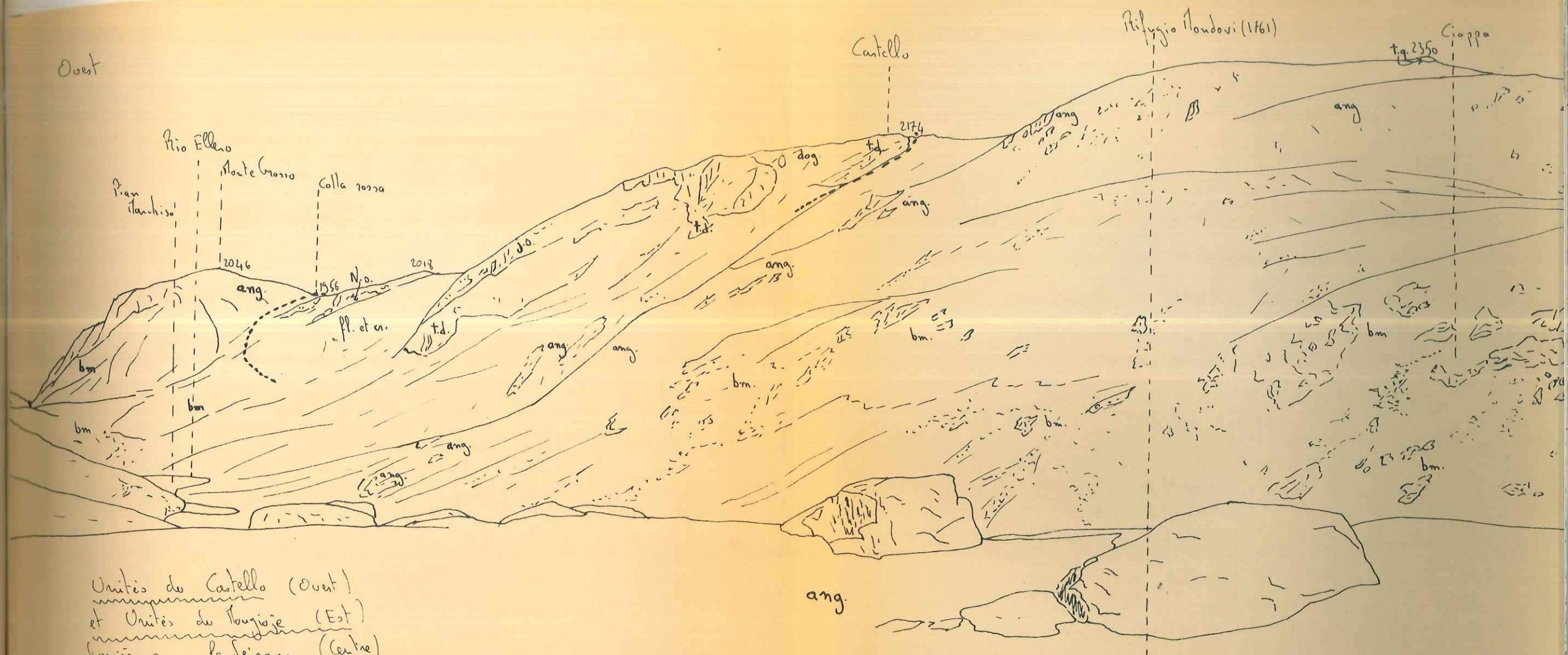
2347

2174

Unités des Salines (à l'W)
dévastées par le Montorio (à l'E)
vue du Bellino





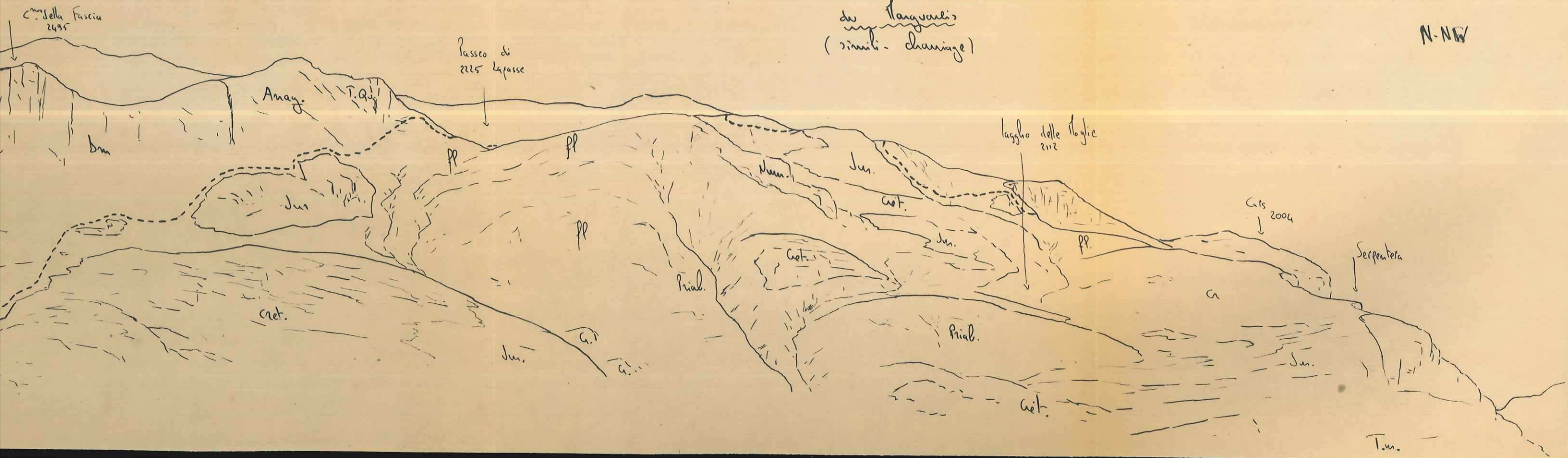


Unités du Castello (Ovest)
 et Unités du Rifugio (Est)
 séparées sur le Seirano (Centre)

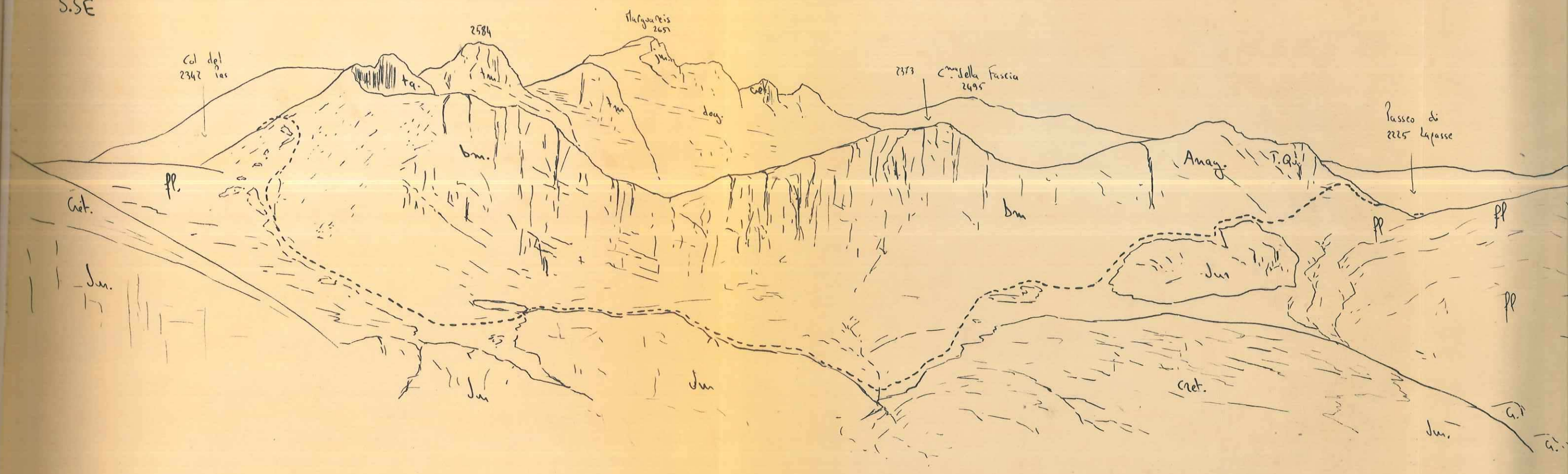
Vue des unités du Rifugio Mondovi (1761m)

Unité du Pian Ballaur sur laquelle
 on se trouve au contact de l'unité
 du Langvarelis
 (simili-charnage)

N-NW



S. SE



CINQUIEME PARTIE
=====

Conclusion

Bibliographie.

CONCLUSIONS SUR NOTRE TRAVAIL.

Par une stratigraphie aussi détaillée que possible, et faite sur tous les étages, nous avons essayé de démontrer l'appartenance quasi-absolue des hauts massifs calcaires ligures au domaine briançonnais :

- les éruptions post-hercyniennes.
- la transgression par le Verrucano.
- la trilogie triasique avec les quartzites werfénienues, le Virglorien (Anisien) et le Ladinien calcaro-dolomitiques.
- l'émersion fini-triasique et liasique
- la transgression du Dogger
- l'émersion possible du Callovo-Oxfordien.
- la transgression argovienne
- le Malm à Calpionnelles
- l'émersion du Crétacé inférieur et la formation du "hard-ground" à Rosalines
- la transgression des marbres en plaquettes.
- le Nummulitique, enfin.

Chaque fois que nous avons pu le faire, nous avons établi les corrélations avec les travaux faits sur toute cette zone, tant en France, qu'en Suisse.

Outre les éléments de comparaison à distance qu'elle nous a permis d'établir, cette stratigraphie fouillée nous a fourni l'explication logique de la suite tectonique de notre région.

Eléments de comparaison à distance, suite tectonique, tels sont les résultats de notre travail, mais qui, bien sûr, ne peut avoir d'autre ambition que de s'insérer dans la synthèse générale des Alpes ligures, que donnera très bientôt, M. BLOCH.

BIBLIOGRAPHIE

Sur les phénomènes récents :

- Phénomènes periglaciaires :

P. FALLOT et A. FAURE-MURET - Formations glaciaires et Dépôts aberrants des Feuilles Saint-Etienne de Tinée et Le Boréon (Alpes Maritimes).

Tr. Sc. du C. A. F. - 1950 -

F. SACCO - I ghiacciai antichi ed attuali delle Alpi Marittime centrali
Atti della Società Italiana di Scienze Naturali, vol. 21 - 1912.

- Surcreusement :

P. GABERT - Les plaines occidentales du Pô et leurs piedmonts
Etude morphologique.

Thèse soutenue à Aix-en-Provence, en 1961 ; volume paru en 1962.

Sur l'histoire de notre zone : classification par année.

M. L. PARETO - Coupes, à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Pô, depuis Livourne jusqu'à Nice.
Bull. Soc. Géol. de Fr., 2ème série, 19, 1861-1862, p. 239-320.

D. ZACCAGNA - Sulla geologia delle Alpi Occidentali, plus spécialement p. 395-414.
Bol. del R. Comitato geologico d'Italia, t. 18, - 1887.

S. FRANCHI - Relazione sui principali risultati del rilevamento geologico nelle Alpi Marittime.
Bol. del R. Comitato geologico, n°3, 1894.

- S. FRANCHI - Sull'eta mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi Occidentali. - plus spécialement p. 54-81.
Bol. del R. Comitato geologico, n°3 et 4, 1898.
- S. FRANCHI - Osservazioni sulla geologica della Liguria
Bol. della Societa geologica Hal vol. XXXIV - 1915,
p. 297 à 310.
- G. ROVERETO - Liguria geologica
Mem. della Soc. geol. ital., vol. II, 1939.
- S. CONTI et G. ROVERETO - Geologia del Gruppo di Monte Besimauda e moderni problemi di tettonica et di petrogenesi.
Atti della Acc. Naz. dei Lincei, Memorie, série VIII, vol. III, sezione II^a, fasc. 3, p. 43-130.
- A FAURE-MURET et P. FALLOT - Voir ouvrages fondamentaux sur la stratigraphie - 1954.
- P. FALLOT et M. LANTEAUME - Voir Nummulitique 1955.
- J. P. BLOCH - Une coupe du Trias des Alpes ligures italiennes.
C. R. somm. S. G. F., p. 204, 1958.

Sur la stratigraphie :

Pour tous les étages, nous avons consulté toute une série d'ouvrages fondamentaux sur la zone briançonnaise (pour certains de ces ouvrages, la zone briançonnaise n'est qu'une partie) :

- F. BLANCHET - Etude géologique des montagnes d'Escreins (Hautes-Alpes et Basses-Alpes) : Trav. Lab. géol. Grenoble, 19, 1936, p. 1-183.
- J. DEBELMAS - Les zones subbriançonnaise et briançonnaise occidentale entre Valloise et Guillestre (Hautes-Alpes).
Mém. Serv. Carte géol. Fr., 1955.
- F. ELLENBERGER - Etude géologique du Pays de Vanoise.
Mém. Serv. Carte géol. Fr., 1958.

A. FAURE-MURET et P. FALLOT - Sur le Secondaire et le Tertiaire aux abords Sud-Orientaux du Massif de l'Argentera-Mercantour
Bull. Car. Géol. Fr., n°24¹, t. LII, 1954.

M. GIDON - La zone briançonnaise en Haute Ubaye (Basses-Alpes) et son prolongement au Sud-Est.
Mem. Carte géol. Fr., 1962.

M. LATREILLE - Les nappes de l'Embrunais entre Durance et Haut-Drac.
Mem. Carte géol. Fr., 1961.

B. TISSOT - Etude géologique des Massifs du Grand-Galibier et des Cerces (zone briançonnaise, Savoie, Hautes-Alpes).
Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 32, p. 3, 1956.

Plus spécialement sur la paléogéographie les deux synthèses remarquables de M. LEMOINE.

1953 : Remarques sur les caractères et l'évolution de la paléogéographie de la zone briançonnaise au Secondaire et au Tertiaire.
Bull. Soc. Géol. Fr. (6), t. 3, p. 105-120.

1960 : Esquisse d'une représentation de la marge interne de la zone briançonnaise au Jurassique et au Crétacé (transversales de Briançon et du Queyras).
C. R. somm. S. G. F., p. 97.

Plus spécialement sur les bécimaudites et le Verrucano,
outre les précédents :

S. CONTI et G. ROVERETO - Voir à Historique.

J. FABRE - Sur quelques roches éruptives du terrain houiller de la zone briançonnaise.
C. R. Ac. Sc., t. 236, p. 2416-2418, 1953 a.

J. FABRE - Volcanisme dans le Permocarbonifère de la zone briançonnaise.
C. R. Ac. Sc., t. 237, p. 344-345, 1953 b.

- R. FEYS et Ch. GREBER - Les conglomérats du Verrucano dans la région de Briançon (Hautes-Alpes) et leurs rapports avec le Carbonifère.
B.S.G.F. (5), 20, p. 231-237, 1950.

Plus spécialement sur le Trias ,

outre les ouvrages fondamentaux sur la stratigraphie :

- G. BOTTERON - Etude géologique de la région du Mont d'Or (Préalpes Romandes).
Ecl. Geol. Helv., vol. 54, n°1, 1961, p. 29 à 107.
- J. DEBELMAS et M. LEMOINE - Etat actuel de nos connaissances sur la stratigraphie du Trias dans le Briançonnais s. str.
Coll. sur le Trias français, Montpellier 1961.
- E. GENGE jun. - Ein Beitrag zur stratigraphie der sudlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten - Seehorn (Berner Oberland).
Ecl. Geol. Helv., vol. 51, n°1, 1958, p. 119-151.

Sur les silicifications : et la dolomitisation

- G. MILLOT - Silice, silex, silicifications et croissance des cristaux
Bull. du Serv. de la Carte géol. d'Als. et de Lor.
T. 13, fasc. 4, 1960, p. 129 à 147.
- Cl. LALOU - Formation expérimentale des carbonates en milieu marin.
Nouveaux résultats obtenus dans des cultures de longue durée.
Revue de Géogr. phys. et de Géol. Dynam.
(2), t. 1, p. 93-98, 1957 a.
- A. MICHARD - Sur la variété des processus de genèse dolomitique.
C.R. Ac. des Sciences, t. 251, p. 3025, 1960 b.
- J. RICOUR - Contribution à une révision du Trias français
Mem. Serv. Cart. Fr. 1962.
- A. RIVIERE - Dolomitisation des sédiments calcaires.
C.R.A. Sc. , t. 209, p. 597, 1939.

A. RIVIERE - Observations nouvelles sur le mécanisme de dolomitisation des sédiments calcaires.

C. R. A. Sc., t. 209, p. 691, 1939.

Sur les couches rouges , outre les ouvrages fondamentaux :

L. L. SLOSS - The significance of evaporites.

J. Sed. Petrol., vol. 23, n°23, septembre, p. 143-161.

Sur le Dogger , outre les ouvrages fondamentaux :

Ph. DUFAURE - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Néocomien, de l'Aquitaine à la Provence.

Rev. de Micropal., n°2, oct. 1958, 1ère année, p. 87-114.

H. RENZ - Zur stratigraphie und Paläontologie der Mytilus - Schichten der Préalpes Romandes

Ecl. Geol. Helv. 28.

Sur le Malm , les ouvrages fondamentaux, et principalement la thèse de :

M. BLANCHET - pour l'Argovien.

M. GIGNOUX : Stratigraphie de la bordure Ouest du Briançonnais, entre Briançon et le Galibier ; origine de la quatrième écaille briançonnaise

B. S. G. F., 5ème série, t. VI., p. 155, 1936 b.

M. GIGNOUX - Stratigraphie de la zone du Briançonnais aux environs de la Roche de Rame (Hautes-Alpes).

C. R. S. G. F., p. 89, 1937.

D. SCNEEGANS - La géologie des nappes de l'Ubaye Embrunais, entre la Durance et l'Ubaye.

Mem. Serv. Carte Fr. 1938.

Sur le Crétacé .

Outre les ouvrages fondamentaux, rappelons :

- F. ELLENBERGER, M. LEMOINE, J. SIGAL - Sur l'âge des marbres en plaquettes et des marbres chloriteux de la Vanoise.
C. R. S. G. F., p. 205, 1952.

Pour la phosphatogenèse :

- G. CHARLES : Sur l'origine des phosphates de chaux sédimentaires.
Congrès géol. int. d'Alger (19^{ème} session, 1952).
Section XI, fasc. XI.

Sur le Nummulitique :

- A. FAURE-MURET et P. FALLOT - Voir ouvrages fondamentaux.
- P. FALLOT et M. LANTEAUME - Le Col de Tende et le Bassin du Rio Freddo.
Bull. de la Carte géol. de Fr., n°246, fasc. B, t. LIII, 1955.
p. 45 à 75.

Sur le Flysch à Helminthoïdes.

Outre la thèse de M. LANTEAUME, à paraître aux Mem. du Serv. de la Carte Géol. de Fr., voir :

- J. P. BLOCH et J. R. KIENAST - Présence de lambeaux de flysch à Helminthoïdes dans les hauts massifs occidentaux des Alpes ligures italiennes.
C. R. somm. de la Soc. Géol. de Fr., fasc. 2, p. 31, 1963.
- A. GUILLAUME - Présence de copeaux de flysch charrié sur la partie Nord-occidentale du Massif du Marguareis (Alpes maritimes franco-italiennes).
C. R. A. Sc., t. 521, p. 2731-2732, 1960.
- M. LEMOINE - Présence de flyschs exotiques liés à la quatrième écaille près Briançon (Hautes-Alpes).
C. R. A. Sc., t. 520, p. 3684.

- M. LEMOINE - Les klipptes de flysch de la partie Sud-Est du massif de Peyre-Haute.
Bull. du Serv. de la carte géol. de Fr., t. LIII, n°246 B, p. 29.
- R. CABY, Cl. KERKHOVE, M. LEMOINE - Présence de témoins attribuables à la série du flysch à Helminthoïdes dans la partie externe du pays des schistes lustrés des Alpes cottiennes.
C. R. A. Sc., t. 256, n°9, p. 2003, 1963.
-

PLAN DU RECUEIL DES PHOTOS

Quaternaire :	Planche I.
Besimaudites :	Planches II et III.
Anagenites :	Planche III.
Virglorien :	Planches IV, V, VI.
Ladinien :	Planche VII.
Dogger :	Planches VIII, IX, X, XI, XII.
Malm :	Planches XIII, XIV.
Hard-Ground :	Planches XV, XVI.
Nummulitique :	Planches XVII, XVIII.
Flysch	Planches XVIII, XIX.

Les photos d'échantillons et les microphotos ont été prises au Laboratoire de M. MEMIN, à l'Ecole Normale Supérieure, sauf les deux lumachelles de Nérinées, exécutées par M. LERICHE du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne ; les photos de terrain ont été prises par nous-même ; toutes les photos ont été développées à l'Ecole Normale Supérieure.

PLANCHE I.Photo 1. (Inferno).

Aven d'une dizaine de mètres dans les calcaires du Jurassique. Les avens profonds peuvent conserver de la neige durant tout l'été.

Certains des avens sont le point de départ de tout un réseau karstique (Marguareis, Pian Ballaur), parmi les plus importants d'Europe.

Photo 2.

Polis glaciaires sur les bésimaudites de l'Ellero. Cette photo a été prise dans le cours moyen de l'Ellero (à 900 m. d'altitude) : le glacier de l'Ellero est donc descendu très bas (parce qu'il s'agit d'un versant Nord).



1



2

PLANCHE IIDE SIMAUDITES

Photo 1: Gros phénocrystal d'Albite avec phénomènes de remaniement chimique, entouré d'un ciment de quartz et de séricite.

Photo 2: Gros phénocrystal de Quartz corrodé; auréole de réaction à son pourtour.

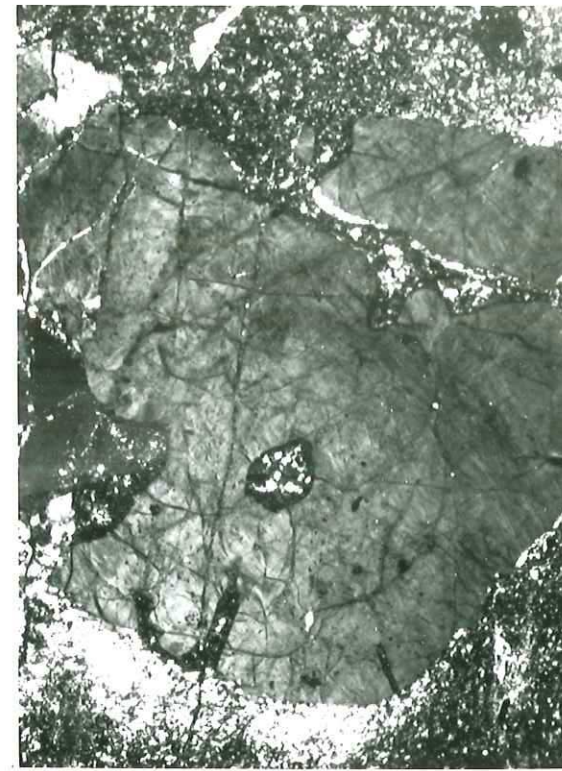
Ces deux photos ont été prises en nicols croisés et sont x20; les échantillons venaient du Col del Pas.

Photo 3: Phénocrystal d'Albite avec de petites inclusions de feldspaths mâclés, à relief plus élevé; il s'agit sans doute de microlithes primitifs, avec accroissement postérieur du phénocrystal.

Nicols croisés; x20; Col del Pas



1



2



3

PLANCHE IIIBESIMAUDITES

Photo 1: Verrucano de l'Inferno; quartz et microcline dans un ciment quartzeux, chloriteux et séricitéux.

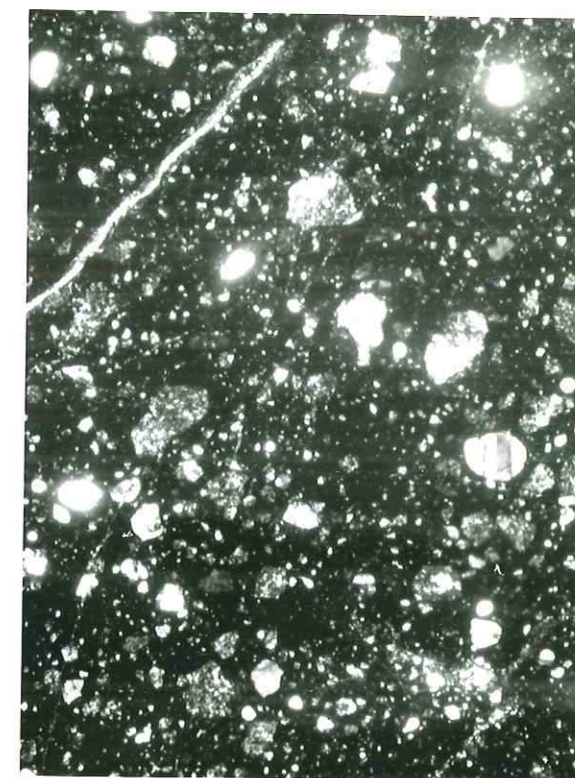
Photo 2: Laves, peut-être débris d'explosion du Paseo di Lapasse
On voit bien le verre et les débris de quartz et de feldspath.

Photo 3: Fragment de roche très feldspathique dans les bésimaudites du Col del Pas.

Les trois photos ont été faites en nicols croisés et sont
x20.



1



2



3

PLANCHE IV.Photo 1. (Salines N.).

x|

Dolomie de la fin du Virglorien, à patine jaune sale.
En surimpression dolomitique plus claire, on voit très
bien la faune du deuxième banc à silex :

Spiriferina fragilis à nombreuses côtes.
Spirigera trigonella à 3 ou 4 côtes épaisses
(*tetractinella*)
nombreuses entroques.

Photo 2. (Cars)

x|

Lumachelle à térébratules très mal conservées ;
ramassée en compagnie de M. ELLENBERGER, dans les
éboulis du Cars ; vient vraisemblablement d'un niveau
légèrement supérieur au deuxième niveau à silex.



1



2

PLANCHE V.Photo 1. (Salines N.)

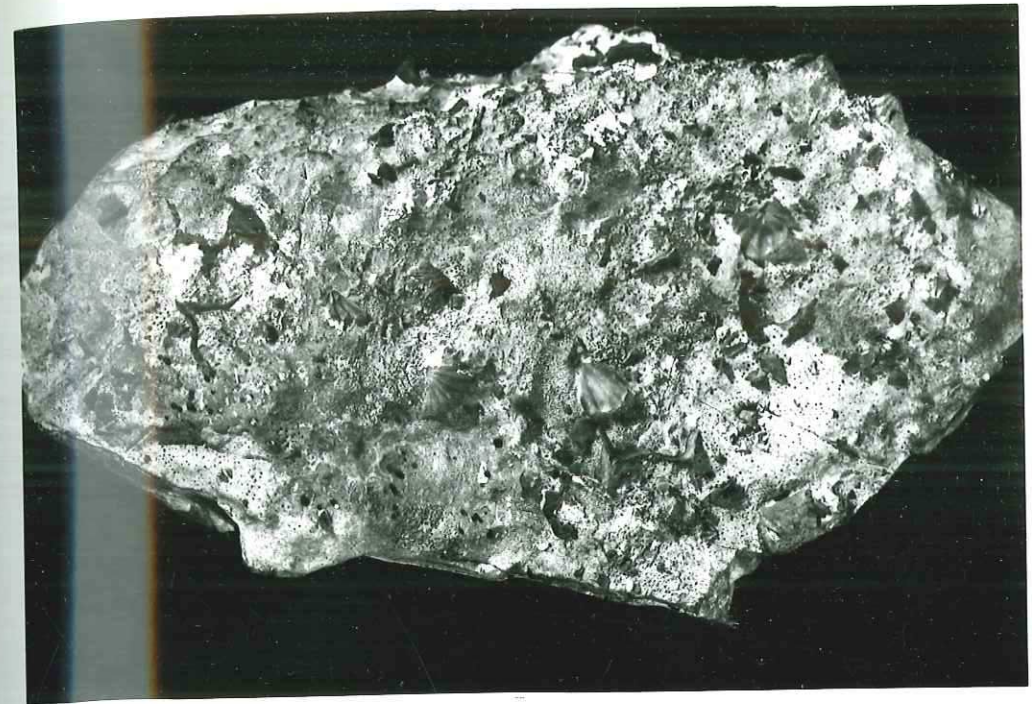
x1 Dolomie rose à patine jaune, avec la faune très riche à *Spiriferina fragilis*, du deuxième niveau à silex, ici complètement silicifiée.

Photo 2. x 20. (Salines N.)

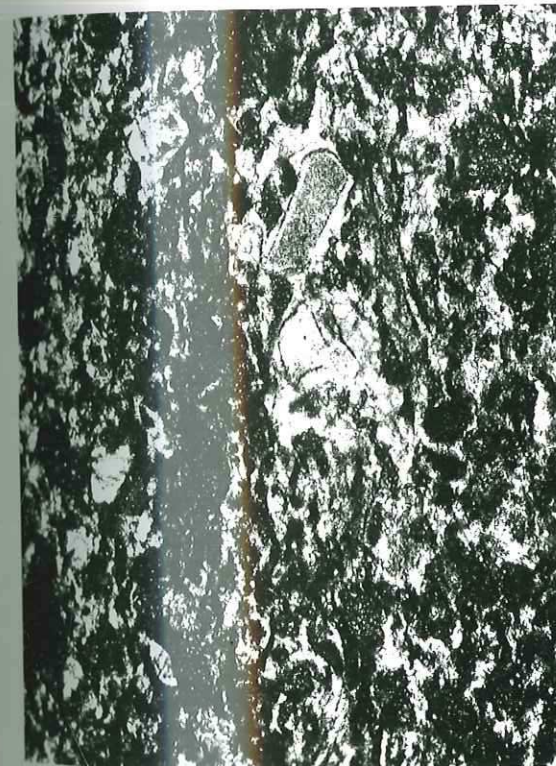
Dolomie grumeleuse, pseudo-oolithique macroscopiquement ; débris d'échinodermes ; niveau stratigraphique sous-jacent au deuxième niveau à silex.

Photo 3. (Salines N.)

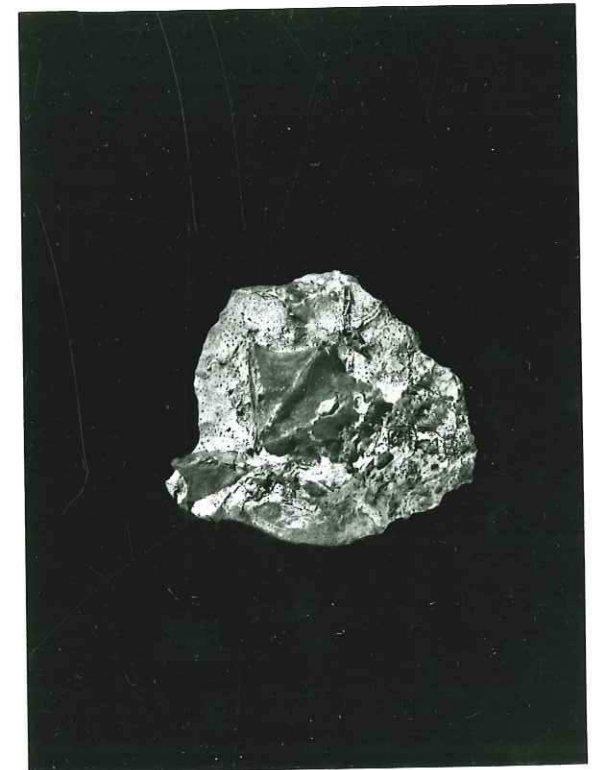
x1 Très belle *Spirigera* (Tetractinella) trigonella silicifiée, sertie comme un diamant sur la dolomie rose du deuxième niveau à silex.



1



2



3

PLANCHE VI.

Photos 1 et 2. (Seirasso ; versant Sud)

L'échelle est donnée par l'obturateur de Foca
(4 cm. de diamètre)

Les calcaires vermiculés vrais, avec de très nombreuses
traces de pistes.



1



2

PLANCHE VII.

LADINIEN

Les deux niveaux de brèches triasiquesPhoto 1. (Salines N.)Brèche intraformationnelle du sommet du Ladinien.

Ciment dolomitique gris

Eléments : dolomitiques de toutes les variétés de gris

Genèse : voir, dans le texte, l'hypothèse de E. GENGE.

Echelle : 1 cm. de la photo représente 4 cm. du terrain.



1

Photo 2. (Salines N.)Brèche se trouvant au deuxième niveau d'émersion ;
au passage donc Virglorien-Ladinien.Ciment : calcaire, mais faisant très faiblement
effervescence.

Eléments : dolomitique gris

Genèse : sans doute, la même que précédemment.

Echelle : 1 cm. de la photo représente 3 cm. du terrain.



2

PLANCHE VIII.

DOGGER

Les deux types de brèches du Dogger.Photo 1. (Salines N.)Brèche du Dogger terminal ("en mosaïque")

Ciment calcaire : il s'agit du banc de calcaire que l'on voit en dessous, qui devient ciment.

Éléments : dolomitiques (quelques-uns sont calcaires), qui semblent flotter dans leur ciment ; de façon très anthropomorphique, on pourrait penser à une lente descente de ces éléments dans une boue calcaire.

Echelle : 1 cm. de la photo représente 8 cm. du terrain.



1

Photo 2. (Pian Ballaur)Brèche du Dogger de base.

Ciment : calcaire à petits grains de dolomie ; les couches rouges remaniées lui ont donné une teinte rousse.

Éléments : dolomitiques assez bien roulés, de teinte rousse (oxydation durant le transport, diffusion du rouge du ciment durant la consolidation).

C'est le conglomérat de base du Dogger.

Echelle : 1 cm. de la photo représente 4 cm. du terrain.



2

PLANCHE IX.

Lumachelle à Nérinées de la Brignola

Les deux types sont représentés :

Nerinella bulsonensis

Nerinea bathonica

La graduation en cm. montre l'échelle.



PLANCHE X.

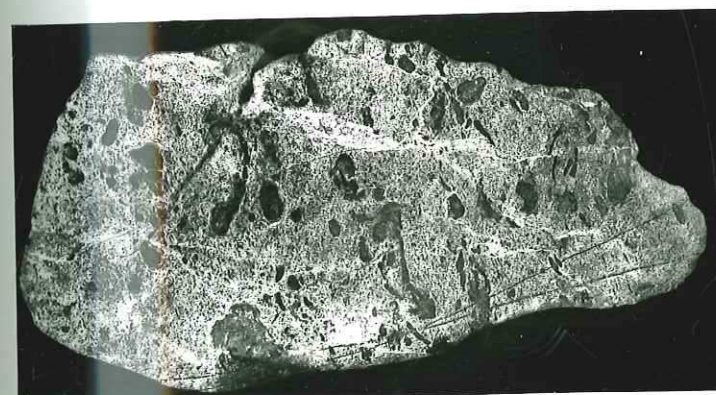
DOGGER

Photo 1. Lumachelles de *Nerinea Bathonica*
 x 1 ; la Brignola.
 (Note en cours sur le passage de *Nerinea bulsonensis* à
Nerinea Bathonica).

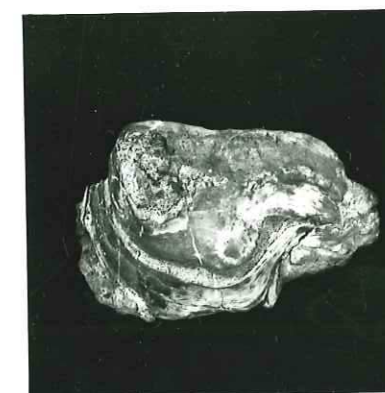
Photo 2 et 3. Lumachelles de mytilides
 x 1 ; la Brignola.



1



2



3

PLANCHE XI.

DOGGER

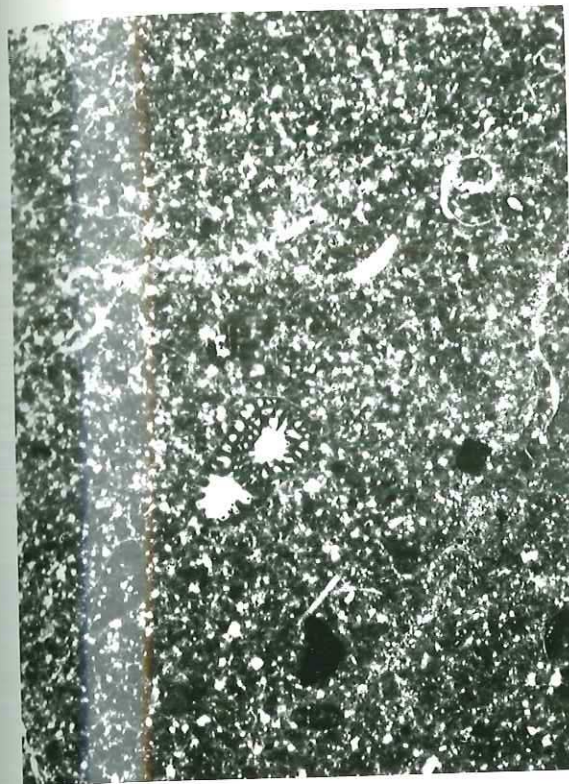
Faune du Dogger (voir les coupes décrites)

Photo 1. Pseudocyclamina, la Ma scha (niveau 8), x 20.

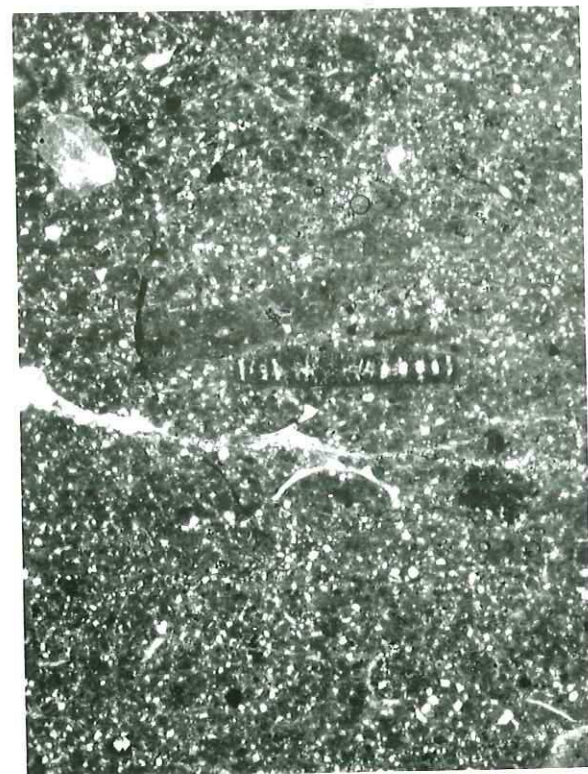
Photo 2. Orbitopsella, la Ma scha (niveau 8), x 20.

Photo 3. Kilianine (trop épaisse) dans un test de Nérinée ,
la Brignola (niveau 3), x 20.

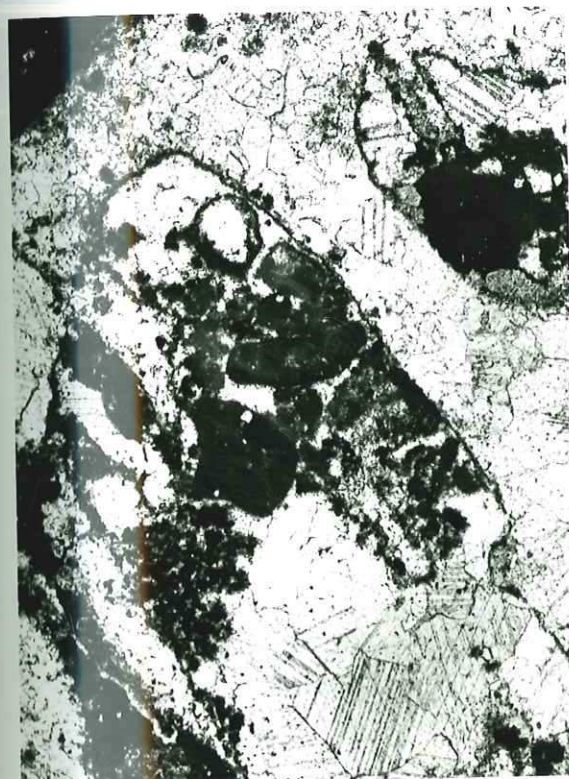
Photo 4. Polypiers en colonies, non déterminés, la Brignola,
(niveau 3), x 2 .



1



2



3



4

PLANCHE XII

DOGGER

La faune du Dogger (voir les coupes décrites)

Photo 1. Dans un calcaire pseudo-oolithique (quelques vraies oolithes), une Kilianine ; la Mascha (niveau 13) x 20.

Photo 2. Débris de Pseudocyclamine ; la Mascha (niveau 11) x 20.

Photo 3. Calcaire grumeleux compressé ; la Mascha (niveau 9) - x 20.

Photo 4. Radiole d'Oursin dans un calcaire micrograveleux : la Mascha (niveau 10¹) ; x 20.



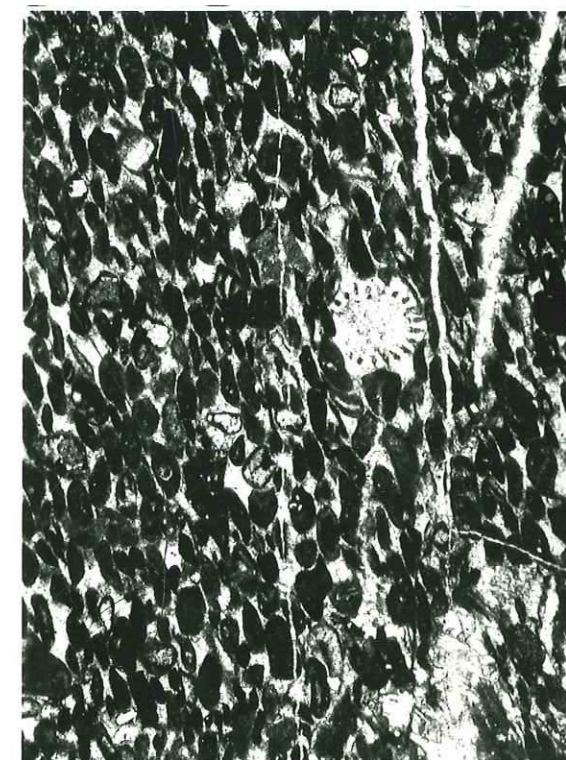
1



2



3



4

Photos 1 et 2.

Belemnites de l'Argovien rouge de la Mascha.
Il s'agit de calcaires rouges, à entroques et silex.
Sur la photo 2, la belemnite est silicifiée et comme
torsadée.

x 0

Photo 3.

Lame mince (x20) dans un niveau rose du Malm
supérieur ; on y voit de nombreux niveaux argileux et
des grains de quartz détritiques.

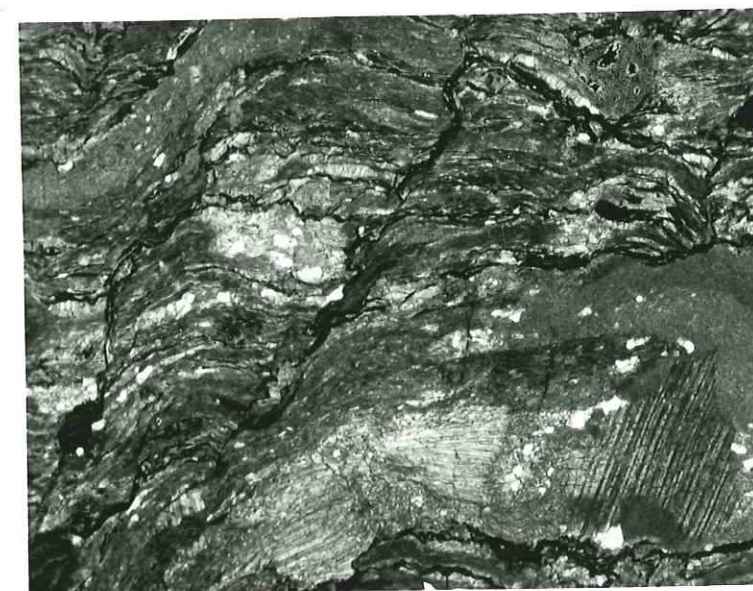
x 20.



1



2



3

PLANCHE XIV.

MALM

Photo 1.

Argovien rouge avec des lits de silex superposés ;
 la sacoche P. FALLOT de M. J. P. BLOCH donne
 l'échelle ; la Mascha.

Photo 2.

Lame mince dans le calcaire à entroques de
l'Argovien de la Mascha ;
 x 20.

Photo 3.

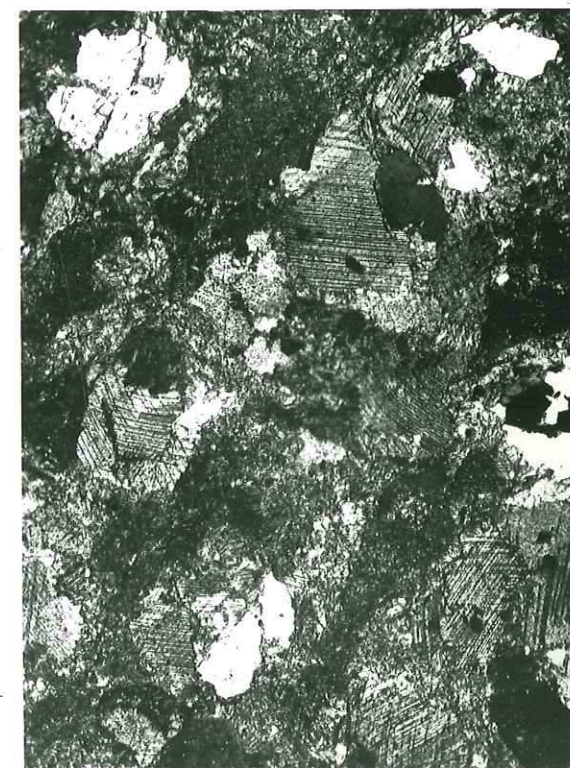
Dans ces calcaires à entroques, on trouve de
 nombreux quartz détritiques (voir le problème de
 la zone d'Acceglio dans le texte).
 Nicols croisés ; x 20.



1



2



3

Faune du Hard-Ground

Photo 1. Très belle Globotruncana en forme de lèvres bien dessinées, avec quelques globigérines sur un fond ferrugineux ; Bellino

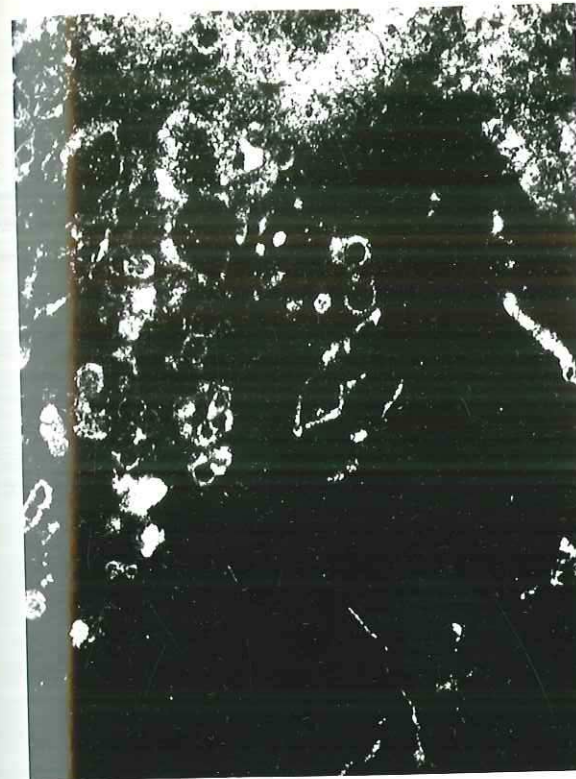
x 50.

Photo 2. Sur un fond plus calcaire (c'est dans de tels faciès que l'on trouve les Coccolithes) , une Globotruncana (en haut, au centre) et de très nombreuses globigérines ; Pian Ballaur.

x 20.

Photo 3. Faciès classique d'un Hard-ground en lame mince avec les globigérines, des radioles d'oursins, et les couches phosphatées en choux-fleurs (en haut, à gauche) ; Pian Ballaur .

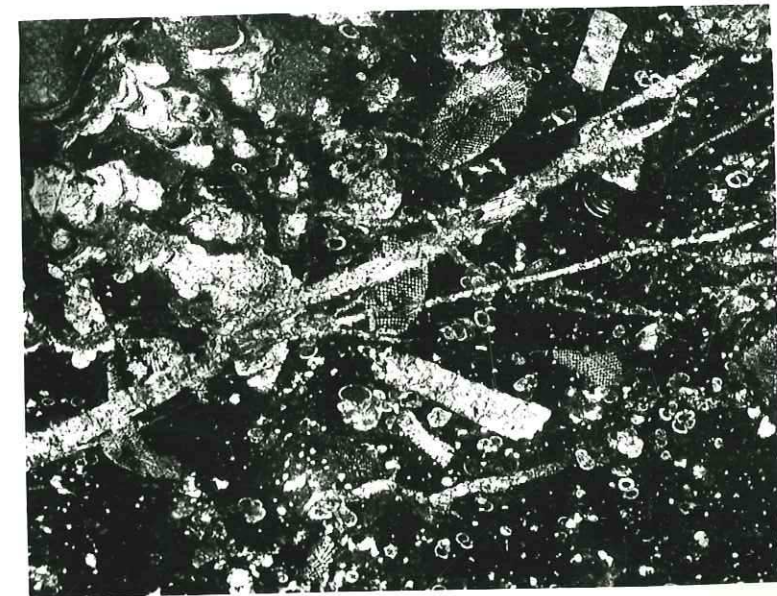
x 20.



1



2



3

PLANCHE XVI

HARD-GROUND

Faune du Hard-Ground.

Photo 1.

Radiolité à réseau en mailles polygonales :
Sauvagesiinés - Gruppetti.
x 1

Photo 2.

Dent de Squalé.
Gruppetti.
x 2.



1



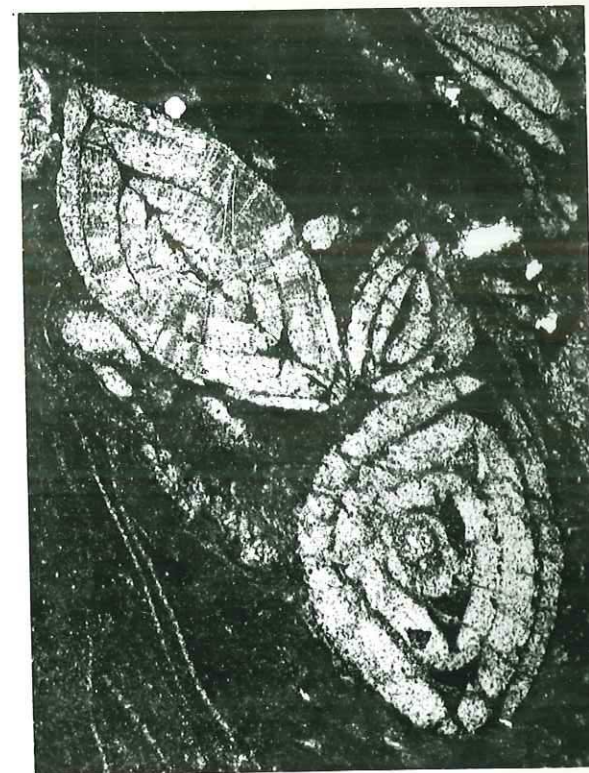
2

PLANCHE XVII

NUMMULITIQUE

Microfaune du Nummulitique.Photos 1 et 2.Nummulites striatus
Iaggho della Moglie, x 20.Photo 3.Algue lithothamniée, loc. id., x 20.Photo 4.Nummulites, loc. id., x 20
et Orbitoides (Orthophragmina sp.).

1



2



3



4

PLANCHE XVIII

NUMMULITIQUE et FLYSCH

Photo 1.

Microplis dans les bancs gréseux du flysch du Col del Pas.
 Echelle : 1 cm. de la photo représente 20 cm. du terrain.

Photo 2.

Microplis dans le Nummulitique à bandes gréseuses du Mondole.
 Echelle : 1 cm. de la photo représente 5 cm. du terrain.



1



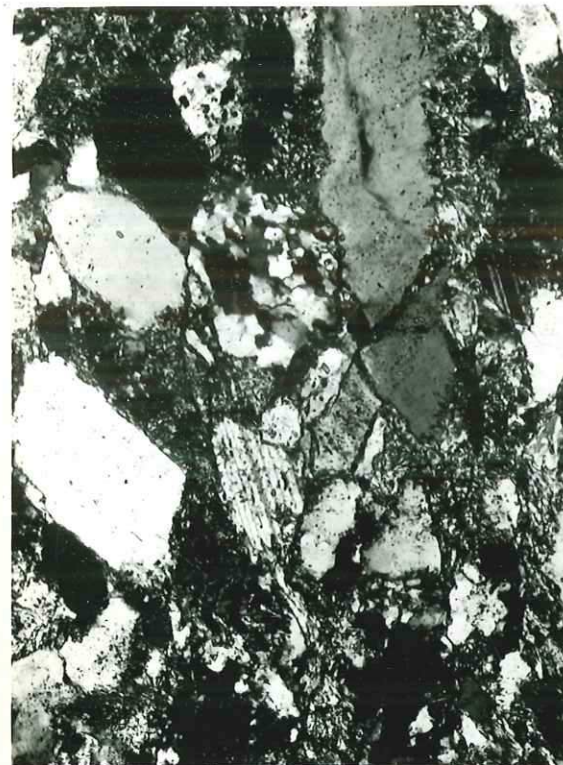
2.

Microphotos dans le flysch à Helminthoides

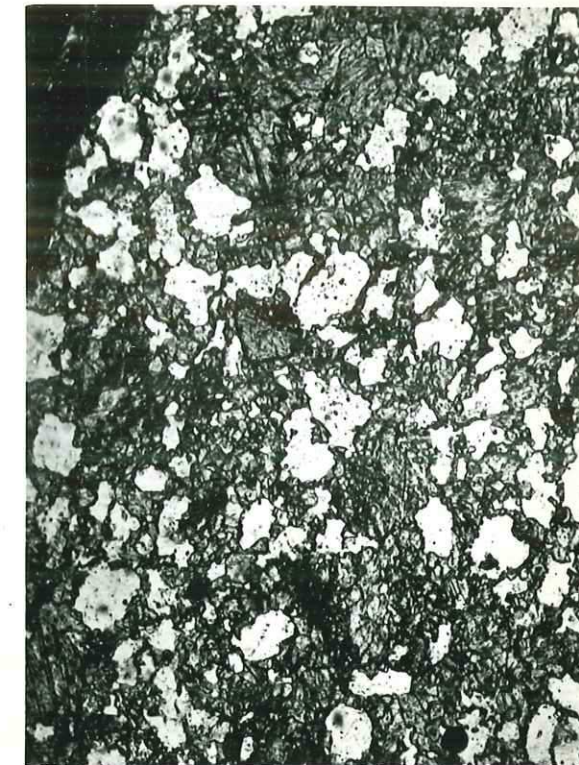
Photo 1. Ciment de séricite, de calcite et de quartz,
avec de très gros grains de quartz et de feldspaths
détritiques ; macroscopiquement on a affaire à un
grès.
Serre Negrin ; Nicols croisés ; x 20.

Photo 2. Ciment de séricite, de calcite et de quartz ;
gros grains de quartz et un grain de tourmaline
(au centre, en grisé)
Serre Negrin ; x 20 (Lumière naturelle)

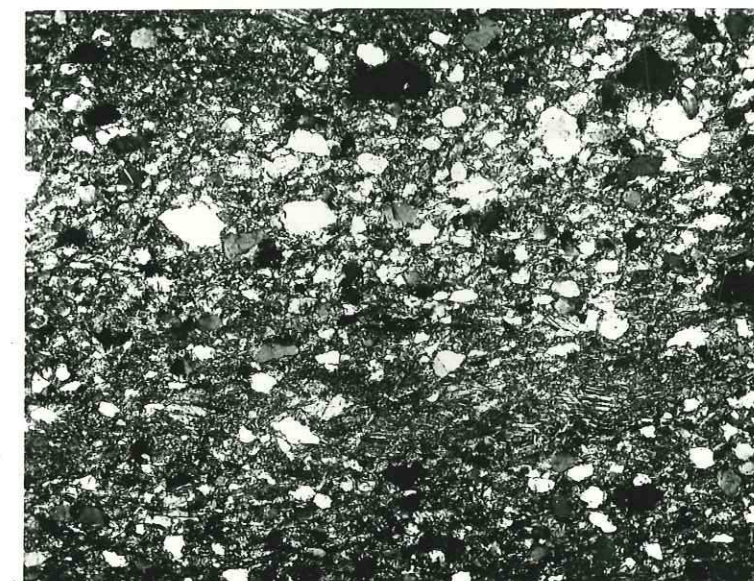
Photo 3. Alternance de lits sériciteux et de lits quartzeux ;
Serre Negrin ; Nicols croisés ; x 20.



1



2



3