



HAL
open science

The arsenic sulfides ore deposits of south-eastern France: stratabound mineralisations and vein-type deposits

Jean Feraud

► **To cite this version:**

Jean Feraud. The arsenic sulfides ore deposits of south-eastern France: stratabound mineralisations and vein-type deposits. Planète et Univers [physics]. Laboratoire de Geologie appliquée Université Pierre et Marie Curie, PARIS VI, 1974. Français. NNT: . tel-03112348

HAL Id: tel-03112348

<https://theses.hal.science/tel-03112348v1>

Submitted on 16 Jan 2021

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.

4310

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

LABORATOIRE D'ÉTUDE DES CONCENTRATIONS MÉTALLIFÈRES ET DE LEUR GENÈSE

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR DE SPÉCIALITÉ

mention

GÉOLOGIE APPLIQUÉE AUX GISEMENTS MINÉRAUX

par

Jean FERAUD

LES GISEMENTS DE SULFURES D'ARSENIC DU SUD-EST DE LA FRANCE MINÉRALISATIONS LIÉES-AUX-STRATES ET GÎTES FILONIENS

Soutenue en 1974 devant la Commission composée de :

MM. Jean NICOLAS Président

Jules GLAÇON Examineur

René DARS Membre invité, rapporteur

Guy TURCO Membre invité

Roland PIERROT Membre invité

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

LABORATOIRE D'ÉTUDE DES CONCENTRATIONS MÉTALLIFÈRES ET DE LEUR GENÈSE

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR DE SPÉCIALITÉ

mention

GÉOLOGIE APPLIQUÉE AUX GISEMENTS MINÉRAUX

par

Jean FERAUD

LES GISEMENTS DE SULFURES D'ARSENIC DU SUD-EST DE LA FRANCE MINÉRALISATIONS LIÉES-AUX-STRATES ET GÎTES FILONIENS

Soutenue en 1974 devant la Commission composée de :

MM. Jean NICOLAS Président

Jules GLAÇON Examineur

René DARS Membre invité, rapporteur

Guy TURCO Membre invité

Roland PIERROT Membre invité

AVANT PROPOS

Au terme de mes études universitaires, et avant de présenter le résultat de mes travaux, j'ai particulièrement à coeur de témoigner ma reconnaissance aux personnes qui m'ont apporté leur soutien scientifique, moral et matériel.

Le Professeur Jean Nicolas, Directeur du Département de Géologie appliquée de l'Université de Paris VI, m'a accueilli avec bienveillance dans son laboratoire. Il m'a fait bénéficier de son enseignement de Géochimie et a mis à ma disposition tous les moyens matériels nécessaires à mes recherches. Je l'en remercie bien sincèrement.

Tout au long de mes études, et particulièrement dans les moments difficiles, j'ai pu trouver soutien et compréhension auprès du Doyen René Dars, Vice-Président Scientifique de l'Université de Nice, où il dirige le laboratoire de Géologie structurale. Il m'a proposé le sujet de cette thèse et en a été le principal conseiller, tant sur terrain qu'au laboratoire. Son dynamisme et sa clairvoyance resteront pour moi des exemples.

Le Professeur Jules Glaçon m'a prodigué son enseignement de Métallogénie au Département de Géologie appliquée, et m'a fait bénéficier de sa grande expérience sur le terrain. Il a été pour moi un conseiller précieux et je lui suis particulièrement reconnaissant qu'il ait accepté de siéger à mon jury.

Mes remerciements très sincères s'adressent aussi au Professeur Claude Guillemain, Directeur du Service Géologique National et à M. Roland Pierrot, Adjoint au Chef du département Laboratoires du B.R.G.M.. Tous deux m'ont fait une grande joie en m'associant à l'Inventaire minéralogique des Alpes-Maritimes.

Ce travail, tout en me donnant les moyens matériels de poursuivre mes études, m'a permis d'élargir mon champ de vision et de mieux aborder les problèmes métallogéniques relatifs à mon sujet de thèse. Il a abouti, en outre, à la découverte d'une nouvelle espèce minérale, la *duranusite*, et à la mise en évidence de la *talmessite* de Lucéram. M. Pierrot a toujours été disponible pour s'entretenir avec moi de ces questions, et je lui en exprime ma profonde gratitude.

Le Professeur Guy Turco, Directeur du Laboratoire de Pétrologie et Minéralogie de l'Université de Nice, m'a initié aux méthodes des minéralogistes. Il a pris dès le début un grand intérêt pour mes travaux et je lui en sais gré. Les liens d'amitié que j'ai noués avec l'équipe qu'il anime auront été pour moi un précieux réconfort.

C'est également pour moi un devoir agréable de remercier toutes les personnes qui, sans avoir la responsabilité de la conduite de ce travail ni de ses prises de position, ont largement contribué dans l'ombre à sa réalisation, par leurs conseils et par leurs critiques bienveillantes.

Je garde un souvenir particulièrement ému d'une correspondance échangée avec le Professeur Pierre Routhier, alors que je préparais mes premiers certificats de maîtrise à Nice. Il se livra avec grand tact à une analyse pertinente de mes travaux préliminaires sur Duranus et Lucéram et me fit prendre conscience des efforts à accomplir. J'espère que les résultats ne décevront pas trop son attente.

Pierre Aicard, Jacques Geffroy et Jean Vernet ont toujours été disponibles pour me faire bénéficier de leur grande expérience, avec conscience et simplicité. Avec Bernard Blanchet, Robert Dreyfuss, Pierre Soléty et Auguste Thibon, ils sont à l'origine de ma vocation de géologue et je suis heureux de témoigner ici à tous ma profonde gratitude et mon amitié.

Alors que j'étais encore étudiant à Nice, Pierre Laffitte accepta de lire mes travaux préliminaires sur Lucéram et Duranus et, malgré ses nombreuses obligations professionnelles, il prit la peine de m'adresser une longue lettre dans laquelle il me faisait part avec bienveillance de ses observations et de ses conseils. J'ai conservé précieusement ces lignes, et je les ai relues de nombreuses fois par la suite.

Michel Moullade et Bernard Porthault ont apporté un soin particulier à la détermination des microfaunes, tandis que Louis Demay et Gérard Thome examinaient mes Ammonites. Je leur en exprime la plus vive reconnaissance.

Dans les moments d'hésitation, j'ai trouvé auprès de mes maîtres un accueil attentif et amical, tant au Département de Géologie appliquée à Paris, que dans les laboratoires de Géologie de l'Université de Nice. En particulier, que Marc Boucarut, Robert Campredon, Roland Delcey, Bernard Hieronymus et Alain Le Page veuillent bien agréer ici l'expression de ma vive gratitude.

Au B.R.G.M., Joseph Mantiene m'a accueilli dans son service et n'a cessé de me prodiguer ses encouragements. Jules Agard, Marc Bernatzky, Jean Bouladon, Zdeněk Johan, Claude Laforêt, Paul Picot, François Pillard, Pierre-André Poulain, Paul Sainfeld, Henri-Jean Schubnel et Jean Snoep m'ont fait bénéficier de leurs conseils et je les en remercie bien sincèrement.

J'ai trouvé en la personne de Pierre Bariand, Pierre Cotillon, Gabor Dessau, Claude Rousset, Borsi Sikošek, Jan Slàvik et René Weil des interlocuteurs attentifs et bienveillants. André Aubignat, Henri Belbeoch, Jean-Pierre Bois, Pierre Fluck, Jean Guigues, Jean-Pierre Prouhet et Raymond Pulou ont aimablement mis à ma disposition les renseignements dont ils disposaient et je les en remercie.

Je n'ai rencontré, au cours de mes missions en Corse et dans les Alpes-Maritimes, que des visages sympathiques et accueillants.

Au Service des Mines d'Ajaccio, M. Paul Cornu et Madame m'ont aimablement offert l'hospitalité, tandis qu'à la Subdivision de Nice, M. Jean Rabasse n'a ménagé ni son temps ni sa peine pour faciliter mes recherches. Avec MM. Antoine François et Félix Gal, et les familles Lanfranchi et Giordani, qu'ils soient assurés de ma reconnaissance et de mon cordial souvenir.

Parmi les personnes qui ont contribué aux études de laboratoire et à la mise en page de ce mémoire, j'ai à coeur de remercier particulièrement Jean-Marie Angot et Madame, Joseph Battestini, Marie-Thérèse Finidori, Monique Jiordano, Elisabeth Huche, Gabrielle Plessard et Eric Tanzer, dont le dynamisme et l'amitié ont été un réconfort permanent.

Enfin, j'adresse un grand merci à tous mes "collègues et néanmoins amis", qui ont souvent sacrifié une partie de leur temps pour m'épauler sur le terrain ou au laboratoire, et en particulier à Michel Alinat, Alain Carquet, Michel Fornari et Pierre Laville.

Je dédierai ce travail, malgré les imperfections qu'il peut présenter, à mes très chers Parents, en gage de mon affectueuse reconnaissance pour les sacrifices auxquels ils ont consenti, sans jamais dire mot, afin que je puisse le mener à bien.

R E S U M E

A la suite d'une revue des gîtes français de réalgar et d'orpiment, une recherche de terrain et de laboratoire a été entreprise sur les gisements des Alpes occidentales et de la Corse, dans le Sud-Est de la France, qui constituent une aire métallogénique originale et qui ont été exploités de 1860 à 1943 environ.

Le présent travail met en évidence le caractère lié-aux-strates des gisements de Lucéram et Duranus (Alpes-Maritimes), tandis que le gisement de Matra (Corse) apparaît comme un gros filon épithermal, qui doit être mis en relation avec les gisements de stibine bien connus du Cap Corse et peut-être avec ceux de Toscane.

Les gisements liés-aux-strates de Lucéram et Duranus sont localisés dans les chaînes subalpines méridionales, à 30 km au Nord de la ville de Nice (zone alpine externe).

Dans cette zone, la colonne stratigraphique s'étale du Paléozoïque au Plio-Quaternaire. De nombreux gisements de Pb-Zn-Cu-As apparaissent dans le socle cristallin paléozoïque et dans son tégument de Permo-Trias continental; les premiers sont d'origine hydrothermale tandis que les seconds appartiennent au type *red-beds*. Mais les gisements de réalgar et d'orpiment sont confinés dans les couches du Crétacé moyen (Albien et Cénomanién) de la couverture subalpine, qui a été décollée au niveau des couches à évaporites du Trias supérieur.

Les roches encaissantes, qui contiennent le réalgar et l'orpiment, sont des grès et calcaires glauconieux (Albien) et des marnes et calcaires argileux noirs (Cénomanién inférieur) qui sont tous riches en pyrites d'origine sédimentaire. La sédimentation semble avoir pris place dans des parties très peu profondes de la mer, avec des dépôts minces et réduits et des lacunes stratigraphiques; à Lucéram, des croûtes de barytine et fluorine ont même pu précipiter sur des hauts-fonds sous-marins dénudés, d'âge crétacé inférieur.

L'ensemble de la région présente une tectonique subalpine complexe, accompagnée de systèmes de fractures, laminages et écaillages. L'écaillage s'effectue souvent sur le flanc des hauts-fonds du Crétacé inférieur. La structure actuelle résulte d'une longue et complexe évolution tectonique, depuis le Crétacé moyen jusqu'à nos jours.

Le réalgar et l'orpiment sont localisés au-dessus et à proximité de la limite entre l'Albien et les hauts-fonds du Crétacé moyen, de telle manière que l'extension verticale du minerai n'excède pas 20 m environ. Ils constituent des mouchetures, veinules et masses irrégulières, avec calcite, barytine, fluorine, pyrite, marcasite, duranusite, arsenic natif, soufre natif, gypse et talmessite. A Lucéram, des blocs massifs d'orpiment pur d'au moins 50 kg furent autrefois extraits ; à Duranus, le réalgar est plus disséminé et à grain plus fin.

A l'affleurement, le minerai est essentiellement subparallèle aux strates, mais à l'échelle locale (du centimètre au mètre) la concordance avec la stratification se perd généralement, et le minerai remplit de petites fissures tectoniques et des plans de laminage.

L'origine de la calcite, du quartz, de la pyrite, de la marcasite et du soufre doit être trouvée dans les roches encaissantes. La barytine et la fluorine ont une origine sédimentaire crétacée, et ont été bréchifiées pendant l'orogénèse alpine. Le dépôt du réalgar et de l'orpiment est clairement épigénétique et son âge est alpin, mais l'origine de l'arsenic peut être trouvée également dans les roches encaissantes.

Le filon épithermal de Matra est localisé dans la zone alpine interne de la Corse orientale, à 47 km au Sud de la ville de Bastia.

Les roches encaissantes appartiennent aux "schistes lustrés" accompagnés d'ophiolites abondantes, qui peuvent s'étaler du Mésozoïque moyen au Cénozoïque inférieur. Elles présentent les effets complexes du métamorphisme et de l'orogénèse alpins.

Le gisement de Matra apparaît dans une zone de faille broyée entre des schistes quartzo-carbonatés sériciteux et des serpentinites massives.

La direction du filon est N 170° E, pendage E de 65° à 90°, et la puissance varie jusqu'à 10 m. Il est connu sur 500 m de long et plus de 100 m de profondeur.

Le quartz est le constituant principal du remplissage ; il y a aussi de la calcédoine recristallisée entre les grains de quartz. La dolomite est très abondante. Parmi les minéraux, le plus répandu est le réalgar, avec des quantités moindres de stibine, pyrite, marcasite, greigite, melnikovite, bravoïte, blende, orpiment et calcite.

Le réalgar constitue des lentilles ou colonnes qui atteignent 4 m de puissance, à pendage S. Le minerai est principalement rubané et par places bréchiques.

Le gisement de Matra doit être mis en parallèle avec les filons de stibine de Ersu, Luri et Meria dans le Cap Corse, qui recoupent les schistes lustrés et les ophiolites, et qui sont tardi-orogéniques, plus récents que le plissement et le charriage, alpins, des schistes lustrés.

En conclusion, les gisements de réalgar et d'orpiment du Sud-Est de la France sont tous liés à l'orogénèse alpine, et présentent des caractères épigénétiques, mais les gisements épithermaux d'allure filonienne de la Corse sont en relation avec l'évolution magmatique, tandis qu'au contraire, les gisements de type lié-aux-strates des Alpes-Maritimes sont en liaison étroite avec les phénomènes sédimentologiques et la paléogéographie. De tels gisements constituent un exemple remarquable pour un modèle métallogénétique qui peut être utilisé dans le cas de nombreux gîtes de réalgar et d'orpiment dans le monde.

A B S T R A C T

After a review of the french realgar and orpiment occurrences, a field and laboratory investigation has been undertaken about the realgar and orpiment mineral deposits of the western Alps and of Corsica, in the South-East of France, which form a particular metallogenetic area and which have been mined now and then between 1860 and 1943.

The present study emphasizes the strata-bound character of the Luceram and Duranus deposits (Maritime Alps), while the deposit of Matra (Corsica) appears as a big epithermal vein, which must be related to the well known stibnite deposits of Cape Corse and perhaps to those of Tuscany.

The strata-bound deposits of Luceram and Duranus are located in the southern subalpine mountain chains, 30 kilometers North of the town of Nice (external alpine zone).

In this area, the stratigraphic column extends from the Paleozoic to the Plio-Quaternary. Many Pb-Zn-Cu-As deposits occur in the paleozoic cristalline basement and in its continental permo-triassic overburden; the former are of hydrothermal origin, while the latter belong to the red-beds type. But the realgar and orpiment ore deposits are confined to the middle Cretaceous strata (Albian and Cenomanian) of the subalpine cover, which has been detached along evaporite-bearing upper-Triassic beds.

The country rocks containing realgar and orpiment are glauconitic sandstones and limestones (Albian) and black marls with argillaceous limestones (lower Cenomanian), which both are particularly rich in framboidal pyrite of clearly sedimentary origin. Sedimentation appears to have taken place in very shallow parts of the sea, with thin, reduced deposits and stratigraphic gaps; at Luceram, barite and fluorite crusts could even precipitate on a submarine barren shoal of lower Cretaceous age.

The whole area shows complex subalpine folding tectonics, together

with fault systems, laminated limbs and imbrication ; imbrication often takes place on the slope of the lower Cretaceous shoals. The present structure is the result of a long and complex tectonic evolution, from middle Cretaceous to nowadays.

Realgar and orpiment are located above and near the boundary between Albian and the lower Cretaceous shoals, so that the vertical extension of the ore doesn't exceed about 20 meters. They occur as nests, veinlets and irregular masses, with calcite, barite, fluorite, pyrite, marcasite, duranusite, native arsenic, native sulfur, gypsum and talmassite. At Luceram, blocks of pure orpiment weighing as much as 50 kilograms were formerly obtained; at Duranus, realgar is more disseminated and fine grained.

On the outcrop, the ore is mostly subparallel to the strata, but on the local scale (centimeter to meter) the strata-bound character is generally lost completely and the ore fills small tectonic fissures and laminated planes.

The origin of calcite, quartz, pyrite, marcasite and sulfur is to be found in the country rocks. Barite and fluorite have a cretaceous sedimentary origin, and they have been brecciated during the alpine orogenesis. The deposition of realgar and orpiment is clearly epigenetic and its age is alpine, but the origin of arsenic may be found in the country rocks too.

The epithermal vein of Matra is located in the internal alpine zone of eastern Corsica, 47 kilometers South of the town of Bastia.

The country rocks belong to the so-called "schistes lustrés" with abundant ophiolites, which may extend from the middle Mesozoic to the Lower Cenozoic. They show the complex effects of the alpine metamorphism and orogenesis.

The ore deposit of Matra occurs in a brecciated fault zone between quartz-carbonate-sericite schists and massive serpentinites. The strike of the ore vein is N 170° E, dipping E by 65-90°, and the thickness is up to 10 meters. It is known over 500 meters in length and more than 100 meters in depth.

Quartz is the main component of the ore vein; there is also chalcedony recrystallized between the quartz grains. Dolomite is very abundant. The most widely spread among the minerals is realgar, with minor amounts of stibnite, pyrite, marcasite, greigite, melnikovite, bravoite, sphalerite, orpiment and calcite.

Realgar forms columnar lenses up to 4 meters thick, dipping S. The ore is mostly banded, and it is often brecciated.

The Matra ore deposit must be connected with the stibnite ore veins of Ersa, Luri and Meria in Cape Corse, which cut the schists and the ophiolites, and which are late-orogenic, younger than the alpine folding and overthrusting phases.

Finally, the realgar and orpiment mineral deposits of the South-East of France are both linked with the alpine orogenesis and show an epigenetic character, but the epithermal vein-like deposits of Corsica are in relation with the magmatic evolution, while, on the contrary, the strata-bound deposits of the Maritime Alps are connected with sedimentary features and paleogeography. This type of deposit gives us a good example of a satisfactory metallogenetic model which can be used for many realgar and orpiment deposits in the world.

PLAN DE L'OUVRAGE

Le présent mémoire résume des observations de terrain et de laboratoire effectuées depuis plusieurs années sur les gîtes de réalgar et d'orpiment des Alpes-Maritimes et de la Corse, ainsi que des recherches métallogéniques plus générales, d'ordre bibliographique, sur les gîtes mondiaux de ces substances.

Dans un premier chapitre d'introduction, les gîtes des Alpes-Maritimes et de la Corse sont replacés dans le contexte des indices de réalgar et orpiment de la France, et leur individualité géographique, géologique et minière est dégagée.

Un deuxième chapitre rassemble les descriptions détaillées des gîtes de réalgar et orpiment des Alpes-Maritimes. Une introduction rappelle les données sur la stratigraphie, la tectonique, le volcanisme et la métallogénie de la région. Chaque gîte fait l'objet d'une description stratigraphique, tectonique, minière et minéralogique détaillée. En conclusion, les métallotectes sont mis en évidence et un paragraphe distinct rassemble les hypothèses génétiques.

Dans un troisième chapitre, les gîtes de réalgar et orpiment de la Corse sont décrits à leur tour.

Une conclusion générale récapitule les données nouvelles apportées. Un mode de gisement très particulier est mis en évidence pour ces substances; des exemples pris dans diverses parties du monde permettent de dégager la nature "liée-aux-strates" de nombreux gîtes de réalgar et d'orpiment.

CHAPITRE I

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

LES GITES DE REALGAR ET ORPIMENT EN FRANCE.

Sur proposition de M. Pierre Aicard, à la demande de M. Jules Agard et du département de Gîtologie du B.R.G.M., j'ai dressé dans le courant de 1970 un inventaire des données concernant les gîtes de réalgar et d'orpiment de la France.

Il rassemble les informations recueillies dans les bibliothèques spécialisées et auprès des chercheurs locaux, ainsi que des éléments d'étude préliminaires récoltés sur le terrain (O.M. n° 76.066 du 31 juillet 1970).

Un schéma de la gîtologie de ces deux substances sur le territoire français a pu être ainsi établi.

Un tel cadre est nécessairement artificiel, car il regroupe des aires métallogéniques fort différentes

Les minéralisations ont pu être regroupées par leur localisation géographique, par leur importance économique et par leurs modes de gisement respectifs.

I. 1.- CARACTERES GENERAUX DES INDICES.

On connaît en France un certain nombre d'indices de réalgar et d'orpiment. Dans la plupart des cas, ces deux sulfures ne dépassent pas le volume de simples curiosités minéralogiques secondaires à l'intérieur de paragenèses sulfurées complexes :

- Ste Marie-aux-Mines (Haut-Rhin);
- Les Sagnes (Haute-Vienne);
- Alzen (Ariège).

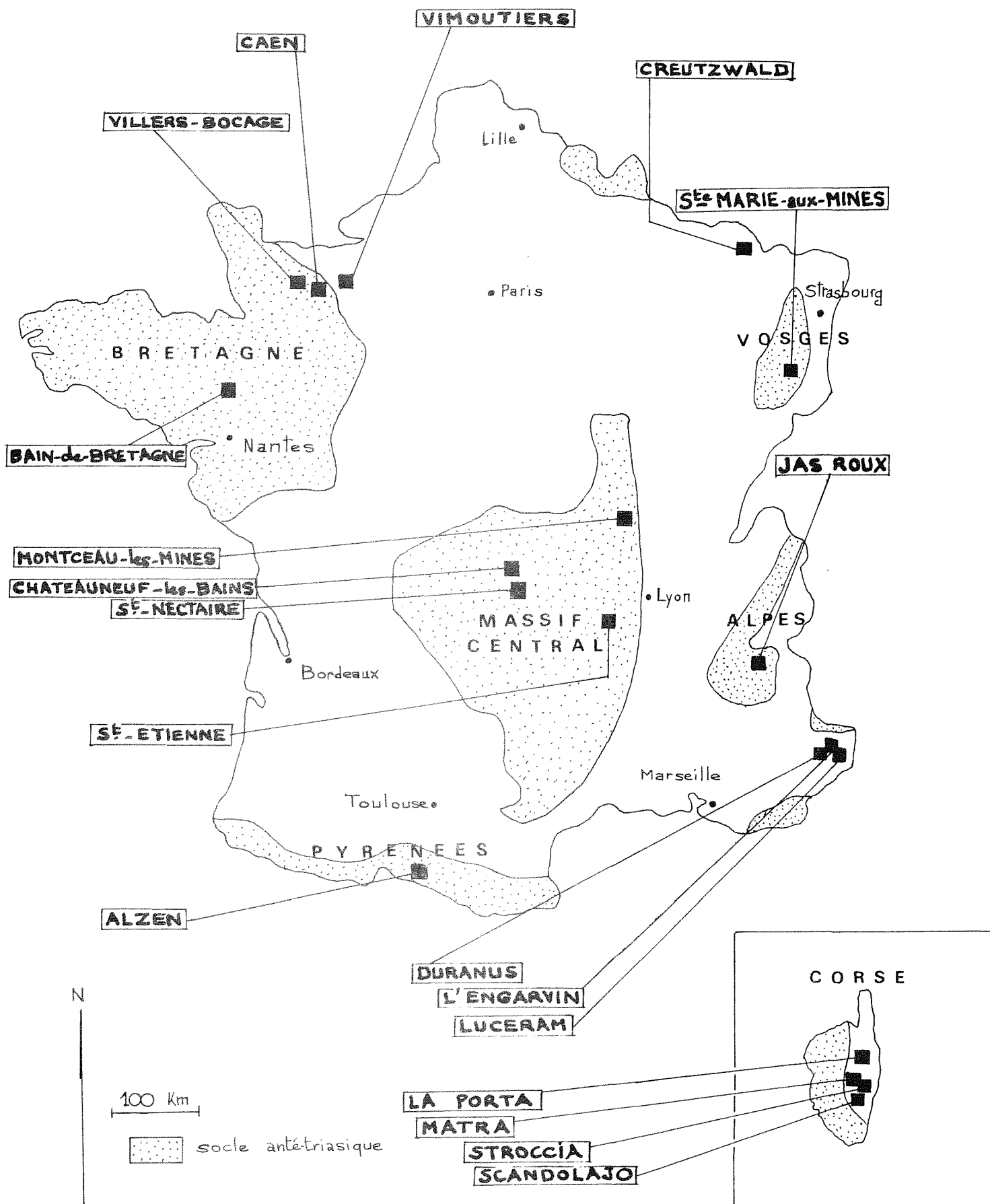
On connaît aussi des dépôts de sources thermales :

- St Nectaire (Puy-de-Dôme);
- Chateauneuf-les-Bains (Puy-de-Dôme);

et des indices alluvionnaires :

PLANCHE 1

LES INDICES DE REALGAR ET ORPIMENT DE LA FRANCE



- Bain-de-Bretagne (Ille et Vilaine);
- Villers-Bocage (Calvados);
- Vimoutiers (Orne);
- Caen (Calvados).

Enfin, les classiques dépôts des houillères embrasées ne présentent pas un véritable intérêt sur le plan géologique :

- La Ricamarie;
- Aubin;
- Montceau-les-Mines;
- St Etienne.

Nous citerons pour mémoire un indice dont l'existence est douteuse :

- Creutzwald (Moselle).

C'est dans le Sud-Est de la France que le réalgar et l'orpiment arrivent à constituer à eux-seuls de petits gisements, dont certains ont été exploités, au cours de la première moitié du XXème siècle essentiellement :

- Jas Roux (Hautes-Alpes);
- Lucéram (Alpes-Maritimes), exploité;
- Duranus (Alpes-Maritimes), exploité;
- L'Engarvin (Alpes-Maritimes);
- Matra (Corse), exploité;
- Strocchia (Corse);
- Scandolajo (Corse);
- La Porta (Corse).

Le rassemblement géographique remarquable de ces derniers indices le long de l'arc des Alpes occidentales permet de les distinguer des autres indices, dont la répartition est moins claire.

Nous examinerons successivement les indices des massifs hercyniens et des Pyrénées, puis les indices de l'arc des Alpes occidentales.

I. 2. - LES INDICES DES MASSIFS HERCINIENS ET DES PYRENEES.

I.2.1. - LES INDICES DE SAINTE-MARIE-AUX-MINES (HAUT RHIN).

La présence du réalgar et accessoirement celle de l'orpiment sont connues depuis longtemps à Ste-Marie-aux-Mines et Ste-Croix-aux-Mines.

Les gisements métallifères de cette région ont été étudiés récemment par J.P. von Eller et R. Weil (1962) puis par P. Fluck (1968).

Une synthèse des données bibliographiques anciennes et des recherches de terrain en cours, a été effectuée par P. Fluck (comm. pers., 3 août 1970).

Le réalgar ne se rencontre dans les Vosges qu'à Ste-Marie et Ste Croix-aux-Mines.

A Ste-Marie-aux-Mines, dans le filon de Gabe-Gottes (mines Gabe-Gottes, Giftgrube, St-Jacques, Tiefstollen) il se présente sous forme massive, pulvérulente ou en beaux groupes composés de cristaux prismatiques de l'ordre de plusieurs millimètres. Le filon présente la paragenèse principale tétraédrite et arsenic natif (en boules), avec proustite, smaltine, löllingite et rammelsbergite accessoires, les gangues étant le quartz, la calcite et la dolomite (\pm Fe). L'orpiment accompagne le réalgar sous forme pulvérulente; dans la mine du Wilhelmstollen, l'orpiment a été signalé en enduits sur la löllingite et l'arsenic natif.

Le réalgar, de formation supergène accompagne parfois la pharmacolite et les autres arseniates de calcium.

I.2.2. - LES INDICES DES SAGNES (HAUTE VIENNE).

Des cristaux de réalgar bien formés ont été signalés dans le gisement d'uranium des Sagnes (J. et J.A. Sarcia, 1962, p. 238).

Il est probable qu'il s'agit d'un produit de décomposition secondaire des "pyrites arsénicales" qui accompagnent l'uranium dans ce gisement.

I.2.3. - L'INDICE D'ALZEN (ARIEGE).

A. Lacroix (1896) signale la présence de réalgar à la mine de "panabase" de Lina, à un ou deux kilomètres à l'Est de la chapelle Ste-Croix à Alzen. L'exploitation, qui a porté sur un filon de "panabase" à gangue de quartz et sidérite, aurait rencontré un petit croiseur, qui renfermerait des masses grenues de réalgar; ces masses imprèneraient aussi les schistes dévoniens voisins.

Les études récentes n'ont pas permis de retrouver le réalgar à Alzen. Le laboratoire de Minéralogie et Cristallographie de Toulouse possède en collection un échantillon de roche ancien, étiqueté "trouvé le long du chemin d'Alzen à Montels", et qui présente un enduit de réalgar (R. Pulou, comm. pers., 13 février 1970).

Les gîtes métallifères d'Alzen ont fait l'objet des études de J. Glaçon (1965) et J.P. Bois (1967). Ces auteurs ont montré que la minéralisation de Lina se localise à une couche dolomitique fracturée, d'une puissance d'environ 10 m, comprise entre des calcschistes gris au mur et des calcaires massifs au toit, et attribuée au Dévonien moyen. Elle est conditionnée par une fracturation de direction N 110 à 140°, et l'amas métallifère consiste en une brèche tectonique minéralisée en cuivre gris argentifère et nickelifère, calcite, sidérose et quartz, longue de 30 à 40 m en horizontale, large de 2 à 3 m et reconnue sur un peu plus de 100 m de haut.

A Alzen-haut, les cuivres gris ont livré de la linneite, de la siegenite et un peu de proustite (J. Glaçon, 1965).

Le réalgar pourrait résulter de l'altération supergène des cuivres gris.

I.2.4. - LES INDICES DU PUY-DE-DOME.

I.2.4.1. St Nectaire.

La présence de réalgar au voisinage des sources thermominérales de St Nectaire (carte des gîtes minéraux au 1/320.000, feuille Clermont, fiche N° 233) est signalée par A. Lacroix (1896). Cet auteur en donne une description intéressante, mais qui doit être révisée pour tenir compte de certains faits nouveaux.

En l'état actuel des connaissances (A. Aubignat, Ing. T.P.E. à Clermont, comm. pers., 21 août 1970) le réalgar et l'orpiment se présentent à l'état d'enduits sur les lèvres des diaclases du granite où l'eau minérale a autrefois circulé. Mais on ne peut pas dire que les deux minéraux s'y présentent de manière distincte : ils sont pratiquement en mélange car le produit final est d'une teinte intermédiaire entre le rouge du réalgar et le jaune de l'orpiment.

Le dépôt de ces minéraux a été très généralement précédé d'une précipitation de silice sous forme de calcédoine, de sorte que les sulfures d'arsenic s'y trouvent en enduit sur cette dernière.

Jusqu'à ce jour, A. Aubignat n'a pas rencontré de cristallisations.

Il est à remarquer que les diaclases colmatées par ces dépôts, qui résultent manifestement d'une précipitation de l'eau minérale véhiculant ces sels dissous, sont toutes actuellement stériles en eau minérale.

D'ailleurs, les eaux minérales bicarbonatées calco-sodiques qui alimentent les sources actuelles de St Nectaire, ne contiennent de l'arsenic - comme toutes les autres sources minérales de la région, sauf celles de la Bourboule - qu'à l'état de traces détectables par les seuls examens spectrographiques. Aussi, dans aucun des griffons actuels et dans les cheminées d'ascension de l'eau minérale correspondante, ne trouve-t-on trace de réalgar, pas plus que d'orpiment.

Il faut donc en déduire que la composition de l'eau minérale de St Nectaire a changé au moins par perte presque totale d'arsenic.

Ce fait n'a absolument rien d'anormal bien au contraire. A. Aubignat l'a observé en bien d'autres points : par exemple, à Chatel-Guyon, où des sources ont autrefois véhiculé du sulfate de baryum en quantité nécessairement très grandes pour donner lieu à la formation de beaux filonnets de barytine blonde, alors qu'actuellement le baryum ne se trouve dans les sources qu'à l'état de traces.

Récemment, à la faveur de l'exécution de travaux de terrassements pour l'ouverture d'une route, on a recoupé à St Nectaire un massif de granite gris affecté de nombreuses diaclases, avec de beaux enduits de réalgar et d'orpiment. Quelques échantillons ont été déposés par A. Aubignat au Service des Mines de Clermont. Des échantillons beaucoup plus anciens conservés à la collection du B.R.G.M. (B.S.S.) ont probablement la même origine.

I.2.4.2. Chateauneuf-les-Bains.

Pendant l'hiver 1971-1972, un indice analogue a été découvert par A. Aubignat à la station hydro-minérale de Chateauneuf-les-Bains (canton de Manzat) en bordure de la rivière "la Sioule". Des travaux de recaptage sur la source bicarbonatée calco-sodique des "bains tempérés" ont mis à découvert des enduits d'orpiment sur opale ; ces dépôts se sont formés sur la lèvre inférieure d'une grande diaclase, inclinée à environ 30°, qui affecte des granites à amphibole et biotite (A. Aubignat, comm. pers., 17 janvier 1974).

Ces enduits sont moins importants et moins étendus qu'à St Nectaire.

Comme à cette station, l'eau minérale qui est captée actuellement à Chateauneuf-les-Bains ne renferme l'élément arsenic qu'à l'état de traces. Le même phénomène a été observé par B.G. Weissberg (1969) au cours de l'étude des dépôts sulfurés métallifères des sources thermales de Nouvelle-Zélande. Cet auteur montre qu'il y a compatibilité entre la

rareté des éléments métalliques contenus dans les eaux et leur abondance dans les dépôts solides qui leur sont liés; il insiste sur l'importance considérable du facteur "temps" dans les processus de formation de ces dépôts, et suggère qu'ils peuvent aboutir dans certains cas à de véritables gisements de réalgar.

Divers facteurs peuvent cependant perturber ces phénomènes minéralisateurs :

- d'une part, l'épuisement de la "source" des éléments chimiques. Cette "source" (au sens métallogénique du terme) peut être un magma en évolution, mais aussi des roches indurées présentant une préconcentration en un ou plusieurs éléments chimiques mobilisables par les eaux thermales;

- d'autre part, le régime hydrodynamique, la pression et la température des fluides peuvent varier. Le trajet des fluides peut également être modifié.

I.2.5. - LES INDICES ALLUVIONNAIRES DE LA BRETAGNE.

Au cours de la prospection à la batée du Massif Armoricaïn, deux indices alluvionnaires de réalgar ont été trouvés près de Bain-de-Bretagne, en Ille-et-Vilaine (J. Guigues et P. Devismes, 1969).

Par la suite, ces auteurs ont porté à 4 le nombre des indices armoricains. Les données sur ces indices sont les suivantes (J. Guigues et P. Devismes, comm. pers., 18 novembre 1970).

I.2.5.1. A Bain-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine), le réalgar est assez abondant (environ 4 centigrammes pour 10 litres), en cristaux de l'ordre du millimètre, brisés, dans les alluvions du ruisseau qui descend de l'étang de Bain pour se jeter dans le Semnon. Le point se situe au lieu-dit "la Tannerie", à 600 m au NE de Bain. On trouve encore des microtraces de réalgar à 1500 m plus bas, en amont du Moulin de Rolland.

Le réalgar de Bain est associé à très peu d'orpiment, des traces de blende, galène, chalcopryrite, cinabre, pyrite, marcasite, arsénopyrite, stibine et barytine. En outre, des débris minuscules de scories ont été

recueillis par lavage à la batée. M. Devismes pense qu'il pourrait s'agir de débris de minerai apportés dans cette vallée par un fondeur, à une époque ancienne. Mais il y a aussi l'origine du nom "Bain" qui n'est pas encore expliquée, et de l'étang dont l'existence remonte très loin. Il convient de rechercher des renseignements dans les archives locales. Les eaux thermales sont rares en Bretagne, généralement froides et peu minéralisées en As. Il n'y a aucune manifestation volcanique post-hercynienne.

L'indice de Bain se situe dans les schistes d'Angers de l'Ordovicien moyen, non loin du contact de l'Arenig (grès armoricain) passant en amont.

I.2.5.2. Dans la région de Villers-Bocage (Calvados), un micro-fragment a été récupéré dans les alluvions de l'Odon, à 10 km au SSE de Villers-Bocage ou 2 km en aval d'Aunay-sur-Odon, près du lieu-dit "Beauvais". Les terrains sont précambriens (schistes). Aucun accompagnateur sulfuré, carbonaté ou sulfaté n'a été trouvé dans le concentré.

I.2.5.3. Dans la région de Vimoutiers (Orne), un micro-fragment de réalgar a été recueilli dans les alluvions d'un sous-affluent de la Vie, à 2500 m au NW de Camembert, près du lieu-dit "le Val Postel", les terrains sont cénomaniens. Aucun minéral sulfuré, carbonaté ou sulfaté n'est associé au réalgar.

I.2.5.4. Dans la région de Caen, du réalgar a été recueilli dans les alluvions de la Laize, entre Bretteville et Laize-la-Ville, au lieu-dit "Pont à la Housse". Le minéral est accompagné de barytine, mais ce sulfate est aussi présent dans les alluvions de toute la région. Des schistes précambriens traversés par des filons de dolérite (permien?) constituent le fond de la vallée, les versants étant formés par le Pliensbachien transgressif (calcaires marneux) surmonté de l'Aalénien, du Toarcien, du Bajocien et du Bathonien.

Aucun travail de recherche n'a été effectué en vue de décaper les indices primaires, qui semblent insignifiants, sauf peut-être à Bain-de-Bretagne.

I.2.6. - LES INDICES DES HOUILLERES EMBRASEES.

Le réalgar et l'orpiment sont connus dans les houillères du Massif Central, où ils apparaissent comme des néoformations sur le charbon, lors des incendies en mine.

De très beaux échantillons sont encore recueillis (et commercialisés), les plus célèbres localités étant La Ricamarie, Aubin, Montceau-les-Mines et St Etienne.

I.2.7. - L'INDICE DE CREUTZWALD (MOSELLE).

Selon A. Lacroix (1896), M. Jacquot aurait "signalé l'existence d'orpiment dans un filon d'hématite des environs de Creutzwald (Desc. Géol. et Min. du département de la Moselle, 411, 1968)".

Toutefois, A. Lacroix précise qu'il ne s'agissait que d'un échantillon remis à M. Jacquot, sans que celui-ci ait visité personnellement l'indice.

Il n'existe pas, à ma connaissance, de renseignements plus précis et, jusqu'à plus ample information, la réalité du gisement paraît douteuse.

I.3. - LES INDICES DE L'ARC DES ALPES OCCIDENTALES.

Le réalgar et l'orpiment sont actuellement connus, dans les Alpes françaises, en 8 points qui constituent trois districts individuellement homogènes :

- les minéralisations des Hautes-Alpes;
- les minéralisations des Alpes-Maritimes;
- les minéralisations de la Corse.

I.3.1. - LES MINERALISATIONS DES HAUTES-ALPES.

L'indice de Jas Roux (commune de La-Chapelle-en-Valgaudemar) fut découvert en 1961 au cours de la prospection des minéralisations du Valgau-

demar (J. Meloux et P.A. Poulain, 1969). En 1968, R. Pierrot y identifiait le réalgar pour la première fois. Par la suite, des examens minéralogiques mettaient en évidence dans ce gîte une paragenèse extrêmement originale (C. Guillemin, Z. Johan, C. Laforet, P. Picot, 1970).

Les données publiées à ce jour et les observations fragmentaires que j'ai réalisées sur place lors d'une visite rapide du gîte en 1971 permettent de réunir un certain nombre d'éléments et de poser le problème métallogénique.

L'indice apparaît à la bordure S du massif cristallin externe des Ecrins-Pelvoux, dans une zone synclinale EW comportant du Trias et du Lias pincés dans le socle cristallophyllien (J. Vernet, 1966).

La minéralisation se niche dans deux bandes triasiques qui enserrent le Lias. Dans la bande occidentale, des dolomies rousses bréchiées sont minéralisées en barytine (amas et filonnets). Dans la bande orientale, les dolomies rousses bréchiées et des grès très écrasés, blancs et pyriteux, sont sillonnés de filonnets de quartz à réalgar et pierrotite.

La paragenèse comporte (R. Pierrot, P. Picot, P.A. Poulain, 1972) réalgar, pyrite, pierrotite, stibine, blende, smithite, valentinite, kermesite, orpiment, graphite, pharmacosidérite, dans une gangue de quartz et barytine. D'autres minéraux de thallium associés à la pierrotite sont actuellement en cours d'étude (J. Mantiene, travaux en cours).

Cette minéralisation extrêmement originale s'insère dans un ensemble de gîtes cuprifères et plombo-zincifères connus en Valgaudemar. Ils sont tous contrôlés par la proximité de zones synclinales écrasées, alpines, à coeur de Trias et Lias (J. Meloux et P.A. Poulain, 1969). La présence de minéraux d'Ag, As, et Sb y est fréquente (R. Pierrot *et al.*, *op. cit.*).

I.3.2. - LES MINERALISATIONS DES ALPES-MARITIMES.

Le réalgar et l'orpiment sont connus dans les Alpes-Maritimes depuis le début du XIX^{ème} siècle. A. Lacroix (1893) et J. Orcel (1918, 1922) ont signalé la paragenèse originale de ces gisements, mais c'est seulement par les travaux de J. Vernet (1958, 1962) qu'a été amorcée pour le compte

du B.R.G.M. une étude détaillée. J'ai donné antérieurement (J. Féraud, 1970) une description sommaire de ces minéralisations. J'en reprendrai ici les données essentielles, telles qu'elles se résumaient au terme de l'étude préliminaire.

Les minéralisations sont localisées dans la couverture subalpine du massif cristallin externe de l'Argentera-Mercantour (arc de Nice). Les indices de Lucéram occupent une position relativement interne dans l'arc subalpin, alors que le gisement de Duranus se place en position sensiblement plus externe. Entre ces deux localités se situe l'indice de l'Engarvin, que je n'ai pas retrouvé.

Dans les trois cas, la présence du réalgar et de l'orpiment est contrôlée à la fois par un horizon stratigraphique (Albien glauconieux et Cénomaniens inférieur calcaréo-argileux) et par de petits accidents tectoniques d'âge alpin.

La paragenèse, telle qu'on la connaissait alors, comprenait réalgar, orpiment, calcite, barytine, fluorine, soufre natif et picroparmacolite.

La minéralisation est épigénétique mais apparaît liée aux strates. Les problèmes que soulevait mon étude de 1970 étaient donc les suivants :

- la minéralisation est-elle précoce (âge crétacé) ou tardive (âge alpin)?
- Dans ce dernier cas, peut-on trouver l'origine des métaux dans les roches encaissantes, ou bien doit-on la rechercher ailleurs?

I.3.3. - LES MINÉRALISATIONS DE LA CORSE.

Le réalgar est connu en Corse depuis les travaux de A. Lacroix (1893) et E. Nentien (1897). La note de J. OrceI (1921) est la première monographie importante consacrée au beau filon de réalgar de Matra. Par la suite, le réalgar de ce filon a été l'objet de diverses études de cristallographie (H. Ungemach, 1930; L.P.G. Koning, 1947) mais il faut attendre le rapport préliminaire de P. Sainfeld (1960) pour que soit fait le point des connaissances sur la structure du gisement. Dans un

rapport préliminaire (J. Féraud, 1970), j'ai tenté de synthétiser ces données et quelques observations recueillies sur le terrain; J. Geffroy y a ajouté le résultat d'une étude métallographique du minerai de Matra.

Les minéralisations sont localisées dans le domaine des schistes lustrés (zone alpine interne) et sont contrôlées par la tectonique cassante post-villafranchienne.

Les indices de Stroccia (commune de Moita), Scandolajo (commune de Tallone) et La Porta n'ont pas été retrouvés. Seul le gîte de Matra a pu être alors étudié.

Il s'agit d'un filon localisé dans une faille N 170° E qui met en contact des serpentines et des calcschistes. Il est connu sur 500 m de longueur et plus de 100 m de profondeur.

Le remplissage du filon est rubané et, par places, bréchiq. La gangue est principalement quartz. La paragenèse comprend réalgar, stibine, pyrite, marcasite, melnikovite, orpiment, quartz, dolomite, calcite, picroparmacolite.

Hormis quelques affleurements de l'ordre du mètre, la minéralisation est actuellement inaccessible.

I.4. - CONCLUSIONS.

Le réalgar et l'orpiment ne sont pas des substances très rares en France. Mais un nombre important d'indices correspond à de simples curiosités minéralogiques.

L'ensemble des gîtes de l'arc des Alpes occidentales françaises présente au contraire un grand intérêt sur le plan gîtologique.

A l'échelle de l'Europe, ils constituent le prolongement des gîtes de la Suisse, qui ont récemment fait l'objet d'études très intéressantes (Binnatal). On relève cependant la rareté de Ag et l'absence d'Au.

A l'échelle du gisement, la forme des corps minéralisés se révèle

localement très originale (opposition entre gîtes filoniens et gîtes liés-aux-strates).

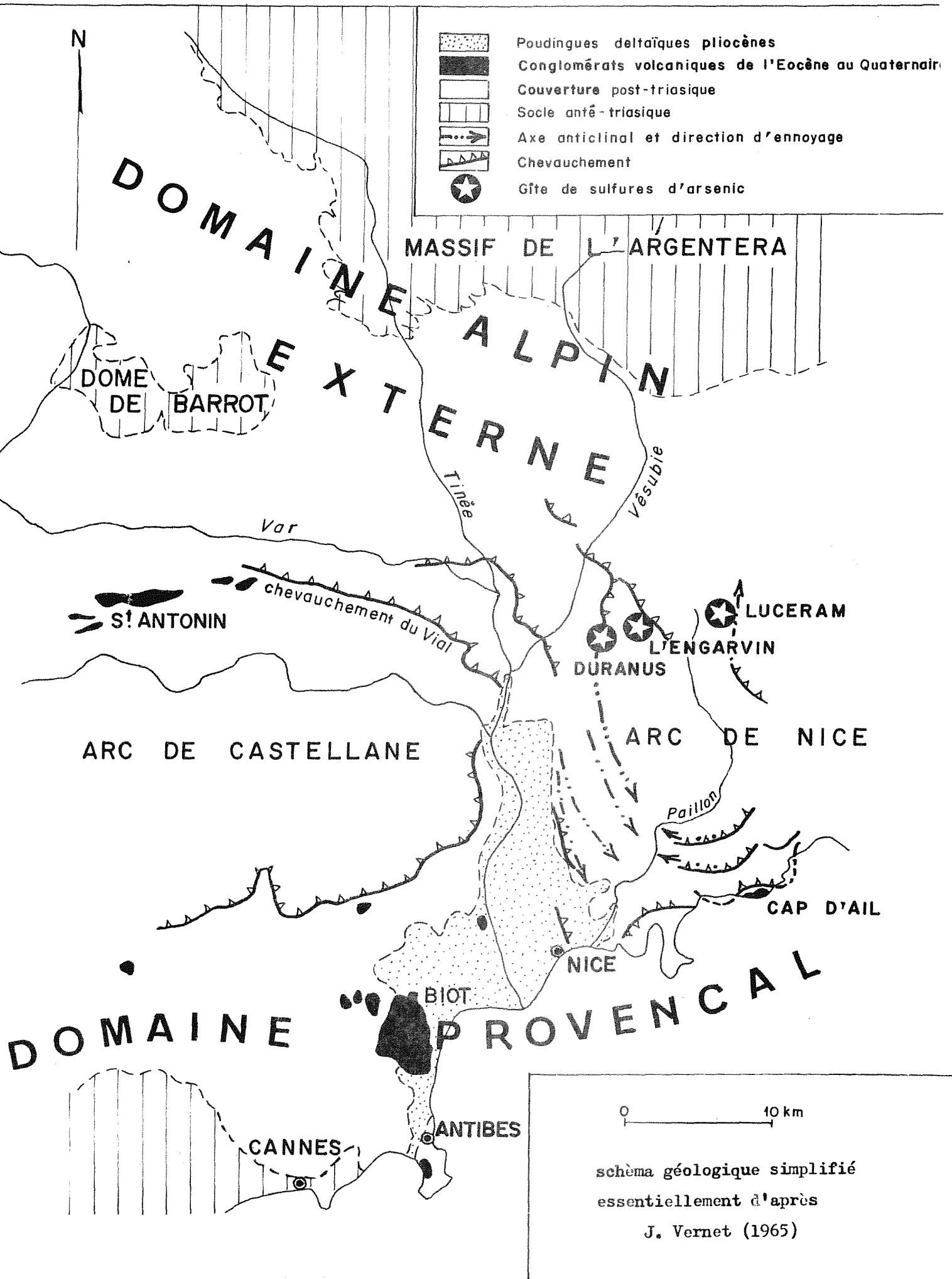
Pour ces diverses raisons, une étude détaillée de cet ensemble était souhaitable.

L'indice de Jas Roux et sa paragenèse originale font l'objet de la thèse de Doctorat de J. Mantiene (travaux en cours) tandis que je me suis plus particulièrement attaché à l'étude des gisements des Alpes-Maritimes et de la Corse.

CHAPITRE II

LES GISEMENTS DE REALGAR

ET ORPIMENT DES ALPES-MARITIMES.



II. 1. - CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.

Les gisements de sulfures d'arsenic des Alpes-Maritimes se situent dans des niveaux albiens et cénomaniens de la couverture du massif cristallin externe de l'Argentera et, plus précisément, dans les chaînons subalpins de l'arc de Nice (planche 2).

II. 1.1. - STRATIGRAPHIE.

Un ensemble complexe de granites et de migmatites recouvert en discordance par une série continentale de conglomérats, grès et pélites du Carbonifère, du Permien et du Trias basal, constitue le socle de l'arc de Nice. Il affleure largement au Nord, dans le massif de l'Argentera-Mercantour. Plus au Sud, sous les festons de la couverture subalpine, la présence d'un socle paléozoïque avec son tégument de grès cuprifères et pélites de la base du Trias, analogues à ceux de l'Argentera et du Dôme de Barrot, est attestée par des lambeaux emballés tectoniquement dans les gypses du Keuper de Levens, à la base d'une des écailles les plus externes (donc les moins déplacées) de l'arc (J. Vernet, 1967).

- Le Muschelkalk et le Keuper constituent généralement la semelle plastique des écailles, et, parfois, le coeur d'anticlinaux (diapirs). En raison des bouleversements tectoniques, leur stratigraphie n'a pu être précisée qu'en quelques points seulement de la région, où le Muschelkalk et le Keuper ont été caractérisés paléontologiquement (P. Fallot, 1943; J. Ricour, 1948; P. Bordet, 1950; A. Faure-Muret et P. Fallot, 1954, 1957; A. Faure-Muret, 1955; O. de Villoutreys, 1958; J. Vernet, 1961; J.P.H. Caron et L. Roux, 1966; B. Manigault, 1971).

Il s'agit de marnes bariolées (le plus souvent rouges), de cargneules jaunes très vacuolaires et cloisonnées, avec bancs dolomitiques, et de gypses rubanés, gris à délit schisteux, et blancs saccharoïdes.

- Le Rhétien est représenté par un gros banc dolomitique lité et des calcaires en plaquettes à *Avicula contorta*, alternant avec des marnes bariolées localement lignitifères. Sa puissance varie de 10 à 50 m.

- L'Hettangien est constitué de calcaires dolomitiques et de dolomies litées grisâtres ou jaunâtres, parfois avec des cargneules, et alternant avec des marnes. Sa puissance varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

- Au Lias moyen et supérieur, la lacune est totale dans l'arc de Nice. Ce n'est qu'à sa limite occidentale, près de Plan du Var, que ces étages s'individualisent, sous le faciès subdauphinois, pour se développer largement plus à l'Ouest, dans l'arc de Castellane. Il s'agit des calcaires à Entroques et *Gryphaea arcuata* du Sinémurien, et des calcaires bruns dolomitiques, zoogènes, du Charmoutien et du Toarcien (et peut-être de l'Aalénien inférieur). Dans cette zone, leur puissance est d'une soixantaine de mètres.

- Le Bajocien-Bathonien se présente sous des faciès très diversifiés à l'intérieur de l'arc de Nice. Dans le NW, il s'agit de calcaires gris foncé devenant plus marneux vers le haut (continuation du faciès subdauphinois). Vers le Sud et l'Est, ces formations passent latéralement à des calcaires oolithiques plus clairs ou bruns, surmontés de calcaires massifs en très gros bancs de teinte rousse, souvent dolomitisés, puis passent à plusieurs alternances de bancs calcaires blancs et de barres dolomitiques gris clair, ou même à un seul ensemble dolomitique (faciès provençaux).

La base de la formation, qui correspond peut-être à l'Aalénien supérieur, renferme fréquemment des chailles. Elle se montre souvent détritique, grossièrement noduleuse, et un petit poudingue y souligne, dans le Sud et le Sud-Est, la transgression du Dogger sur le Lias inférieur.

La puissance totale, de l'ordre de 30 à 150 m, paraît plus réduite dans le NW que dans le SE, contrairement à ce qui se passe pour les étages précédents (B. Gèze, 1968).

Les fossiles sont rares : débris d'Entroques, Lamellibranches, Echinodermes, *Rhynchonella decorata*, niveaux à *Cancellophycus*.

- Au Callovien et à l'Oxfordien inférieur appartiennent, dans le NW, des calcaires argileux et des marno-calcaires un peu schisteux (faciès subdauphinois). Vers le S et vers l'E, ces formations passent latéralement à des calcaires grumeleux avec lits marneux, puis à des dolomies en plaquettes (faciès provençaux). La teinte est généralement gris-bleu, quelquefois plus jaunâtre à la base. L'Oxfordien inférieur est marqué en particulier dans le N de l'arc de Nice, par un niveau de calcaires argileux et noduleux un peu glauconieux, très fossilifère. La puissance varie de 200 m environ au NW jusqu'à une dizaine de m au SE, où l'on arrive même peut-être à une lacune totale.

La macrofaune est abondante, tant dans le Callovien (*Peltoceras*, *Hecticoceras*) que dans l'Oxfordien inférieur (*Phylloceras tortisulcatum*, *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras transversarium*, *Perisphinctes*, etc...).

- L'Oxfordien moyen et l'Oxfordien supérieur sont représentés par des calcaires clairs sublithographiques, café au lait à la cassure, en bancs assez épais mais bien réglés et comportant parfois des chailles; ils passent parfois à des calcaires en plaquettes, à *Perisphinctes*, Bélemnites, Lamellibranches et Brachiopodes en débris peu déterminables. La puissance varie de 50 à 100 mètres environ.

- Le Kimméridgien est représenté par des calcaires en très gros bancs bruns ou noirs, passant généralement à de grandes masses de dolomie grise à cassure blanche. A la base, se rencontrent souvent des chailles alignées, même dans les zones très dolomitiques. La puissance varie de 50 m à environ 200 m.

- Le Portlandien s'individualise par des calcaires généralement en gros bancs, parfois grisâtres (NW), mais le plus souvent blancs, subcoralligènes et parfois crayeux, souvent dolomitisés, en particulier dans le Sud de l'arc de Nice. La macrofaune est rare : Polypiers, Nérinées, *Heterodiceras* sp. La puissance est de l'ordre de 50 à 150 m.

Il passe, en continuité ou non, selon les endroits, à des calcaires à pâte fine, en petits bancs régulièrement lités, d'une puissance totale de 30 m environ.

M. Lanteaume (1962) les attribue au Berriasien et au Valanginien inférieur sous faciès purbeckien (niveau à Characées).

- Le Crétacé inférieur présente une grande variabilité de faciès. Avec B. Gèze (1960), il est permis de dire "que l'on doit entièrement refaire sa stratigraphie dans chacun des chaînons, et même le long des chaînons, car les lignes isopiques ne sont pas superposables aux lignes tectoniques".

D'une manière générale, ces faciès correspondent à des zones de haut fond à sédimentation réduite, faisant transition entre le domaine provençal au Sud, et le domaine dauphinois, au Nord (planche 3).

Ainsi le Néocomien (Berriasien à Barrémien) est représenté, dans le NW de l'arc de Nice, par environ 300 m de marno-calcaires monotones, analogues au faciès de la bordure SW du Mercantour (La Tour-sur-Tinée). Au contraire, en allant vers le S et le SE, ces formations se réduisent à quelques dizaines de mètres de calcaires argileux, ferrugineux et glauconieux, avec lacunes nombreuses, puis à quelques mètres de calcaires.

- L'Aptien marneux, puissant de 10 à 20 m dans le NW, se réduit de même à quelques mètres dans la région centrale, jusqu'à lacune totale.

- L'Albien se présente partout sous le faciès des "grès glauconieux" verts, en fait véritable béton de glauconie presque pure, à empreintes de plantes, avec horizons de calcaire phosphaté plus ou moins glauconieux à Ammonites. La puissance, de 10 à 20 m dans le N et le NW, se réduit à quelques décimètres, ou lacune totale, dans l'ensemble de la moitié sud de l'arc de Nice. La macrofaune est localement abondante, mais le plus souvent les fossiles sont brisés et roulés (*Hoplites interruptus*, *Douvilleiceras lyelli*, etc...).

- Le Vraconien est représenté par un horizon de calcaires grésoglaucieux de quelques mètres de puissance.

- Le Cénomanién franc marque le retour à une sédimentation continue, dans une mer largement transgressive.

Sa puissance atteint plus de 100 m dans le Nord de l'arc de Nice, mais

PLANCHE 3 - PALEOGEOGRAPHIE

PLANCHE 3-a LES MARNES NOIRES DE L'APTIEN AU CENOMANINIEN INFERIEUR DANS LES ALPES-Mmes.

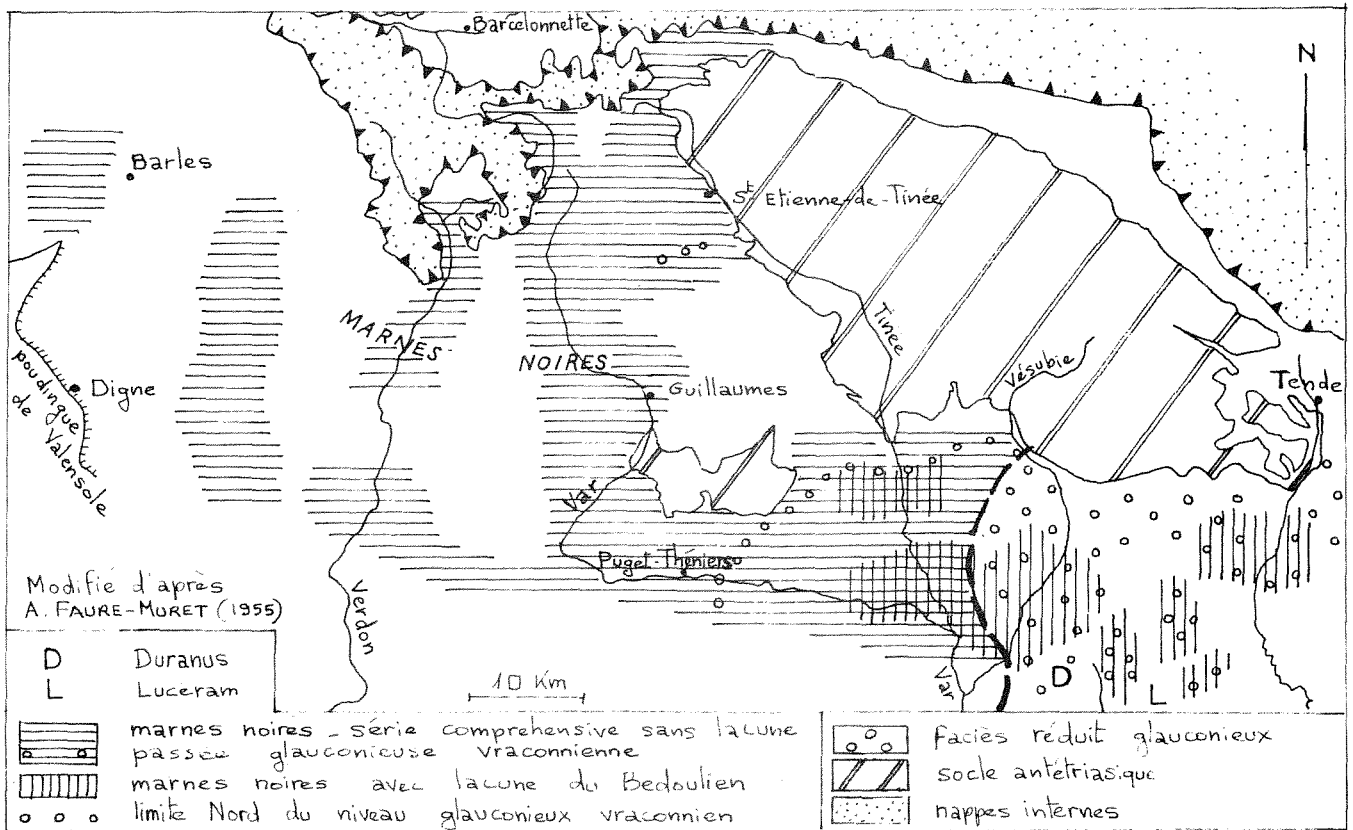


PLANCHE 3-b LE CENOMANINIEN INFERIEUR DU SUD EST DE LA FRANCE

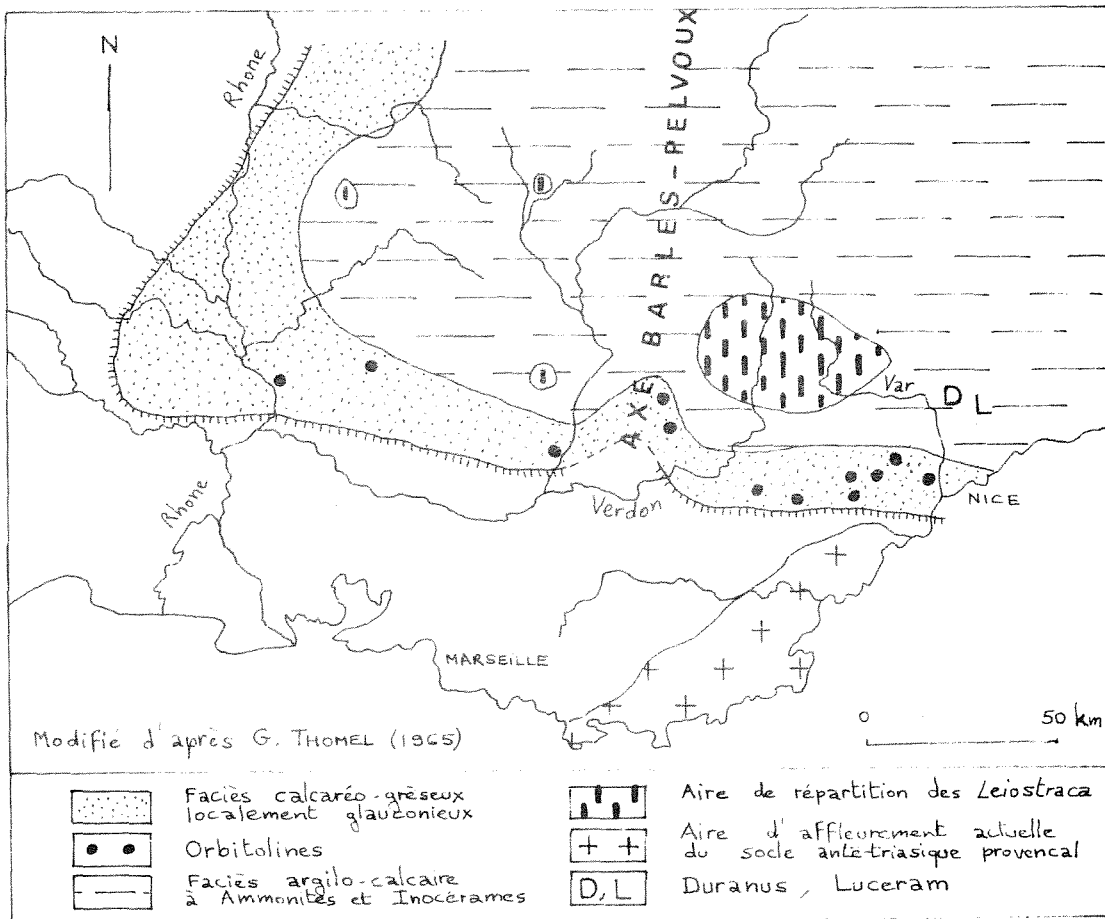
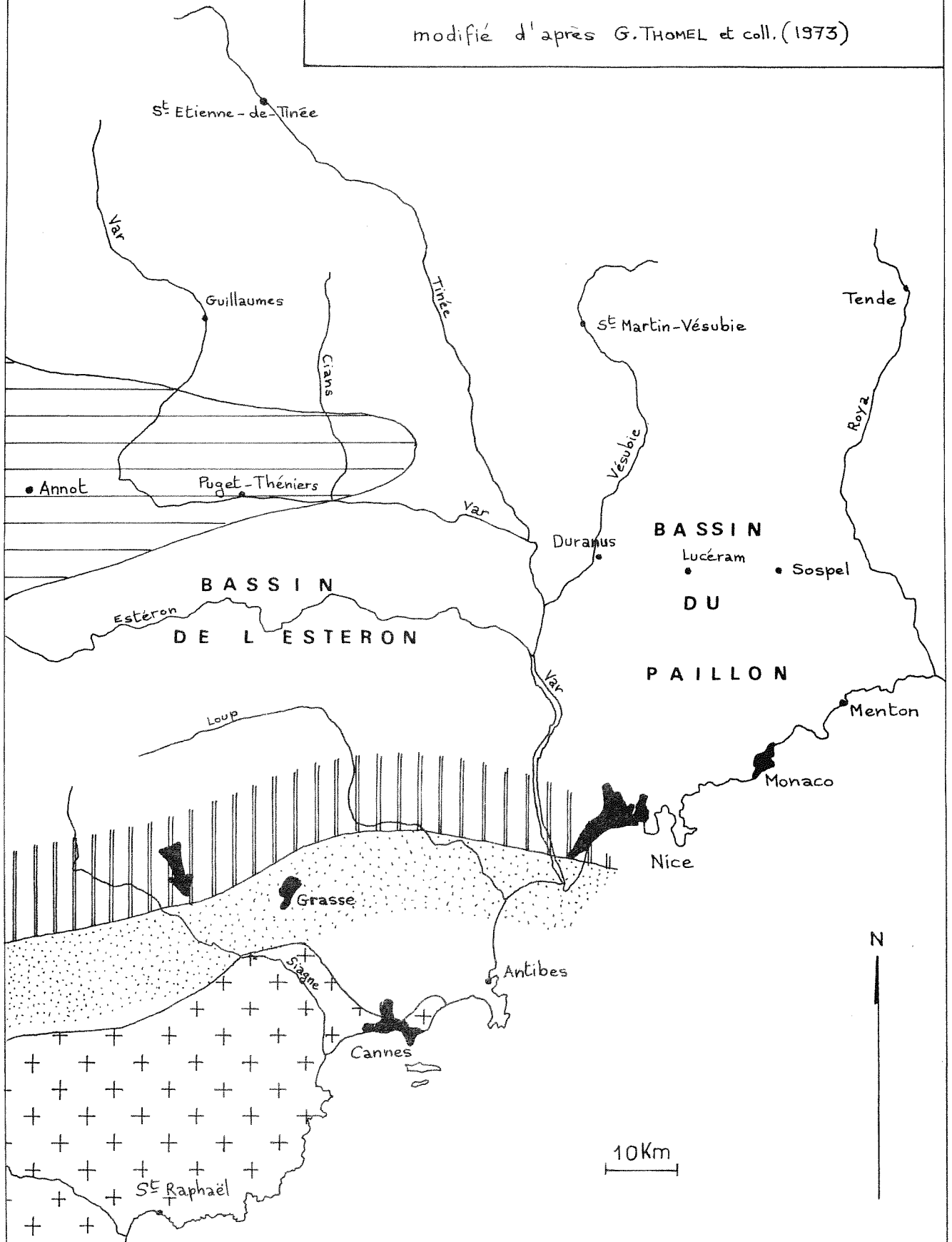






PLANCHE 3-c
 LE CENOMANIEN INFÉRIEUR
 DES ALPES-MARITIMES
 modifié d'après G. THOMEL et coll. (1973)



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
|  | aire subsidente à <i>Leiostraca</i> |  | poussées transgressives |
|  | limite présumée du rivage |  | affleurements actuels du socle provençal |

se réduit beaucoup jusqu'à devenir nulle dans le Sud et le Sud-Est. Dans l'ensemble, la région montre d'ailleurs des puissances considérablement réduites par rapport à celles que l'on connaît à cette époque dans le domaine de l'arc de Castellane, plus à l'Ouest.

La faune d'Ammonites est extrêmement abondante et une stratigraphie très fixe a pu être établie (G. Thomel, 1962).

Sur cette base, G. Thomel (1965, 1972), puis G. Thomel, A. Bidar, R. Eigenheer, J. Sornay et O. de Villoutreys (1973), ont proposé pour cet étage une esquisse paléobiogéographique qui couvre l'ensemble du domaine des chaînes subalpines méridionales (planche 3). J'en retiendrai un certain nombre de données.

- Au Cénomanién inférieur, le bassin du Paillon (comme celui de l'Estéron, dans l'arc de Castellane) correspond à un domaine de sédimentation vaseuse et carbonatée, peu profond (sans toutefois constituer un véritable haut-fond). Il s'y dépose une formation de marnes bleutées coupées de bancs calcaréo-argileux irrégulièrement lités.

Les faunes sont abondantes et variées. Tous les taxons mineurs de *Mantelliceras* sont abondamment représentés, avec de rares *Sharpeiceras*; il s'y associe une population monotone de *Schloenbachia* (*S. subtuberculata* Sharpe, *S. subvarians* Spath) et quelques Hétéromorphes. Les Inocérames sont très abondants (*Inoceramus virgatus* Schluter et *Inoceramus crippsi* Mant.). Le benthos, relativement pauvre, comporte des Brachiopodes lisses (Térébratulidés) et un Echinide : *Discoïdea cylindrica* Lmk.

- Au Cénomanién moyen, la mer marque un mouvement général de recul vers le Nord. La sédimentation demeure vaseuse et carbonatée, les marnes bleutées étant coupées de bancs et de cordons de miches de nature calcaréo-argileuse, extrêmement indurés; on remarque la présence constante d'un horizon calcaréo-glaucanieux plus ou moins puissant selon les points.

Sur le plan faunistique, le caractère dominant est l'extrême richesse en *Acanthoceratidae*, en particulier dans le banc glaucanieux; au genre *Acanthoceras*, largement représenté, s'adjoignent des taxons moins

diversifiés, tels *Euomphaloceras*, *Dunveganoceras*, *Calycoceras* du groupe *gentoni* Brgt., etc... De très rares apports exotiques y ont été notés (coquilles d'Ammonites vraisemblablement flottées, provenant de la zone à *Leiostraca* située plus au NW). En revanche, aux *Acanthoceratidae* s'ajoutent de rares *Schloenbachia*, et quelques Hétéromorphes : *Turrilites acutus* Passy et *Scaphites aequalis* Sow. notamment. Tandis que subsistent quelques exemplaires d'*Inoceramus crippsi* Mantel et d'*I. virgatus* Schlut., on note l'apparition d'*I. longobardicus* Heinz et *I. atlanticus* Heinz. Les Echinides sont abondants, en particulier *Holaster subglobosus* Leske, tandis que subsiste *Discoïdea cylindrica* Lmk.

- Au Cénomanién supérieur, la mer marque une nouvelle transgression vers le Sud, regagnant à peu près ses rivages du Cénomanién inférieur. La sédimentation de type semi-profond subsiste, sous la forme de marnes coupées de cordons de miches irrégulièrement litées. La faune, extrêmement riche par endroits, comporte des genres homéomorphes de *Mantelliceras* avec de riches populations d'Inocérames. Parmi les Echinides, qui restent abondants, subsistent *Holaster subglobosus* Leske et *Discoïdea cylindrica* Lmk.

- Le problème de la limite Cénomanién-Turonien a fait l'objet d'études récentes (B. Porthault, G. Thomel et O. de Villoutreys, 1966; G. Thomel, 1972, 1973; G. Thomel, A. Bidar, R. Eigenheer, J. Sornay et O. de Villoutreys, 1973).

Dans le cadre de mon travail, j'ai utilisé pour mes levés la zone de variation des faciès, bien visible dans la morphologie, qui constitue en première approximation un guide convenable, à l'échelle de la précision souhaitée.

- Au Turonien inférieur, la sédimentation se poursuit en effet par 50 à 150 m de calcaires argileux en petits bancs durs, de l'ordre du centimètre, très bien lités, avec des intercalations marneuses. Il s'y insère quelques bancs très glauconieux.

- Le Turonien supérieur se marque dans le modelé du terrain par une barre caractéristique de 50 à 100 m de calcaires en bancs plus épais

(plusieurs décimètres), avec apparition de chailles à la base de la série.

Inoceramus labiatus et *Inoceramus lamareki* indiquent l'âge essentiellement turonien de la série, mais la limite supérieure ne peut être généralement précisée que par une nuance dans le faciès.

- Le Sénonien est caractérisé en effet par une série de 100 à 300 m de calcaires argileux et marno-calcaires. Vers la base, des bancs plus calcaires renferment quelques silex. La macro et la microfaune attestent la présence du Coniacien, du Santonien et du Campanien (*Mortoniceras texanum*, *Pachydiscus levyi*, *Micraster coranguinum*, *Echinocorys conicus*, Inocérames, Spongiaires, *Globotruncana linnaei*, etc...). Très localement, le Maestrichtien a pu être aussi caractérisé (R. Campredon et B. Porthault, 1971); il est d'ailleurs souvent remanié, sous formes de galets, dans les premiers termes de la série sus-jacente (R. Campredon, 1972).

- Au cours du Paléocène et de l'Eocène inférieur, la région subit une émergence générale.

- La mer revient progressivement à partir de l'Eocène moyen selon le sens Nord-Sud (R. Campredon, 1972).

Le Paléogène débute par des niveaux lenticulaires à faciès continental et laguno-marin (formations à *Microcodium* et Cérithes ou à Gastéropodes Pulmonés). La transgression nummulitique est marquée par 15 à 70 m de calcaires généralement gréseux ou sableux, à Nummulites et Discocyclines; la base de ce niveau est localement conglomératique. Au-dessus, 50 à 200 m de marnes blanches, coupées de petits bancs de calcaires argileux, se caractérisent par une riche microfaune pélagique. Enfin, le complexe détritique des "grès d'Annot", d'une puissance de 350 à 600 m, couronne l'ensemble de la série.

Conformément aux idées de J. Boussac (1912), et à la suite de nombreux travaux, dont certains en collaboration avec d'autres auteurs, J. Bodelle (1971) et R. Campredon (1972) ont montré le caractère hétéro-

chrone de tous ces faciès. Leur âge varie dans l'espace, de l'Est vers l'Ouest, depuis l'Eocène moyen jusqu'à l'Oligocène.

- Le Miocène est discordant sur tous les terrains précédents. Il débute par des grès à galets (Roquebrune) ou des molasses (Vence) datés du Burdigalien et de l'Helvétien (*Chlamys praescabriuscula* et *C. tournali*). Il se termine par des brèches, poudingues, molasses et marnes légèrement discordants sur les précédents, et attribués au Tortonien (L. Ginsburg, 1960; G. Iaworsky et M. Curty, 1960; L. Feugueur et Y. Le Calvez, 1961; R. Anglada, J.P. Folacci et J.P. Méneroud, 1967).

C. Grandjacquet et D. Haccard (1973) ont avancé l'hypothèse d'un âge néogène pour certaines séries de cargneules et de gypses des chaînes subalpines méridionales. Il s'agirait de formations détritiques continentales présentant de nombreuses figures de sédimentation, et constituées principalement à partir du démantèlement d'affleurements triasiques.

- On attribue au Mio-Pliocène les paquets d'éboulis consolidés des "brèches de Carros et de Castagniers", qui s'enfoncent sous les poudingues plio-quaternaires.

Ils sont vraisemblablement connexes de la surrection pontienne, mais beaucoup de dépôts analogues sont en fait des brèches de pente d'âge quaternaire (F. Irr, 1971).

La série s'achève par les marnes bleues et les poudingues pliocènes de la basse vallée du Var (F. Irr, 1971). La masse de ces poudingues constitue le delta du Var, sans doute en grande partie marin, établi sur un fossé tectonique N-S. Une synthèse a été récemment entreprise sur cet ensemble (F. Irr, travaux en cours).

II. 1. 2 - VOLCANISME.

On retrouve dans les Alpes-Maritimes plusieurs témoins d'une activité volcanique au Tertiaire et au Quaternaire (planche 2).

Dans la plupart des cas, il s'agit de produits de type explosif, de conglomérats marins (tuffites) et de cendres éoliennes. Dans quelques cas on a identifié des brèches volcaniques, correspondant à un point d'émergence précis (J. Goguel, 1952; J. Vernet, 1964; J. Bodelle, 1971); mais ces points restent localisés et, dans l'ensemble, c'est en mer, au large d'Antibes, que l'on situe les centres éruptifs principaux (depuis E. Haug, 1914).

Les recherches océanographiques récentes (G. Pautot, 1970) confirment cette situation. A 30 km au S du Cap d'Antibes, au pied de la faille N-S du Cap d'Antibes, à la cote -2000 environ, une anomalie magnétique positive circulaire de l'ordre de 300 γ , signale vraisemblablement la partie profonde d'un volcan (H. Bellon et R. Brousse, 1971).

Des centres éruptifs secondaires ont été localisés près de Tourrettes sur Loup et à la Villa Maure, près de Grasse (J. Bourcart et F. Ottman, 1954).

Il est possible qu'un appareil éruptif priabonien auquel appartiendraient les brèches et tuffites de l'Estéron ait été oblitéré par l'avancée des écailles subalpines (J. Vernet, 1964, 1966).

Au point de vue pétrographique, il s'agit d'andésites, dacites et labradorites au Cap d'Ail et dans la région d'Antibes (H. Bellon et R. Brousse, 1971). Selon ces auteurs, ces roches sont à rapprocher des basaltes riches en alumine (H. Kuno, 1960) intermédiaires entre les tholéiites à olivine et les basaltes alcalins. Dans la région de St Antonin et de Barrême, il s'agit également d'andésites et dacitoïdes (C. Alsac, J. Bocquet, J. Bodelle, 1969; J. Bodelle, 1971). Ce dernier auteur insiste sur la nature explosive du volcanisme, et sur son caractère pré et syn-orogénique, en partie contemporain du stade principal de la surrection des Alpes.

L'âge de ce volcanisme, longtemps controversé, varie de l'Eocène au Pliocène, selon les points.

C'est dès l'Eocène inférieur qu'en apparaissent des témoins indirects sous la forme de minéraux lourds caractéristiques dans les sédiments marins (S. Duplaix et M. Gennessaux, 1966).

Les formations sédimentaires interstratifiées dans les tufs de la vallée de l'Estéron ont livré des microfaunes du Priabonien et de l'Oligocène inférieur (J. Vernet, 1966; J. Bodelle, J. Vernet, A. Blondeau et Y. Le Calvez, 1966).

Les tufs du Cap d'Ail ont livré de même une microfaune aquitaniennne (Y. Le Calvez et J. Vernet, 1966).

Les formations de la région de Biot-Antibes ont été rattachées au Burdigalien inférieur et à la limite Miocène inférieur - Oligocène (L. Ginsburg, 1960, 1964; F. Irr, 1973).

C'est à cette conclusion que sont parvenus H. Bellon et R. Brousse (1971) qui indiquent un âge de $26,2 \pm 1,0$ MA (méthode K/A) pour une labradorite des environs de Biot.

II. 1. 3. - TECTONIQUE.

On retrouve dans l'arc de Nice la trace de quatre phases tectoniques alpines principales, et des mouvements d'importance secondaire peuvent aussi être distingués. Dans le détail, la deuxième phase (fin de l'Oligocène et début du Miocène) et la troisième (fin du Miocène ou extrême début du Pliocène) sont à l'origine des traits les plus marquants de la région. La quatrième a provoqué après le Pliocène le gauchissement des plages marines tyrrhéniennes, et semble responsable encore actuellement de la sismicité importante des Alpes-Maritimes.

L'ensemble de ces phénomènes a été étudié en détail par de nombreux auteurs et, en particulier, par B. Gèze (1960) qui en a démontré les caractères originaux et la chronologie. Nous emprunterons à sa notice de la feuille au 1/50.000 Menton-Nice (1968) l'essentiel des données ci-dessous, tout en discutant les points qui méritent un examen détaillé.

La transgression du Bajocien sur des niveaux variés du Lias peut être interprétée comme la conséquence des discontinuités de sédimentation qui l'ont précédée.

En revanche, celle du Cénomaniens sur des niveaux allant du Néocomien à l'Albien suggère l'existence d'une véritable phase de déformation antécénomaniens. Dans le détail, de nombreux petits accidents pourraient lui être attribués (régions de Lucéram et Duranus *pro parte*).

Cette phase est à mettre en parallèle avec l'émersion généralisée, à cette époque, de la basse Provence occidentale.

L'émersion de la région niçoise entre le Maestrichtien et le Lutétien s'est accompagnée d'une phase de déformation importante, comparable par son âge et ses directions de plis à celle qui a affecté le domaine pyrénéo-provençal (R. Campredon et B. Porthault, 1971). Cette structuration a été suivie d'une période d'érosion intense.

Il semble que la première phase alpine nette soit anté-burdigaliens. Dans la zone de Vence, elle se traduit par des plissements et gauchissements de direction N-S à NW-SE. Dans l'arc de Nice, elle pourrait expliquer l'orientation d'un certain nombre de plis de la zone autochtone côtière (Cap Ferrat, région de Menton) et aussi de la zone parautochtone, à l'intérieur de l'arc lui-même. En particulier, c'est vraisemblablement alors que se sont individualisés les grands synclinaux (Contes, Peira Cava, Menton, *etc...*) où seront conservés les sédiments nummulitiques tout au long du Miocène, tandis que les aires anticlinales décapées par l'érosion livreront passage aux écaillés et noyaux jurassiques.

La mise en place des rides frontales des arcs de Castellane et de Nice s'annonce au Tortonien par les brèches, à éléments jurassiques gigantesques, qui sont intercalées dans les formations de cet âge à Vence et à Roquebrune.

Néanmoins, d'après le contexte tectonique et faute d'éléments de datation trouvés sur place, on s'accorde à attribuer au Pontien la phase majeure ayant entraîné le dessin général de l'arc de Nice (B. Gèze, 1961). La Tyrrhénide s'affaissait alors dans le Sud, tandis que la surrection de l'Argentera-Mercantour, au Nord, déterminait le décollement généralisé de sa couverture et son refoulement vers le Sud.

L'arc de Nice présente ainsi un dispositif tectonique original, l'autochtonie se réalisant, au front, à la partie la plus externe, contre l'axe Maures-Tyrrhénide, tandis que la partie la plus interne correspond au maximum de déplacement.

L'ampleur du raccourcissement de la couverture a fait l'objet de nombreuses estimations (P. Fallot et A. Faure-Muret, 1949; P. Bordet, 1950; B. Gèze, 1960). En dépliant sur diverses coupes transversales les plis de la couverture subalpine, ils s'accordent à ramener à 18 km plus au Nord, le lieu de sédimentation des séries crétacées de N.D. de la Menour et de la Cime Linière, près de Lucéram.

Ce nombre assez élevé, même compte tenu du raccourcissement tectonique reconnu pour le socle (5 à 6 km selon A. Faure-Muret, P. Fallot et E. Bolelli, 1956) a amené B. Gèze (1960) à envisager le rôle de la progression des nappes alpines internes dans le refoulement, devant elles ou sous elles, de la couverture de l'Argentera. Toutefois, il semble que le raccourcissement du socle, non seulement aux affleurements reconnus, mais aussi sous sa couverture, ait été très sous-estimé (J. Vernet, 1965, 1966, 1967). Dans ces conditions, le rôle des nappes internes n'est plus à envisager.

Le glissement de la couverture au-dessus des niveaux plastiques du Trias s'accompagne parfois d'un rabotage basal très accusé (Sospel). Ailleurs, il y a continuité entre le Lias et le Trias (Mt Férion *pro parte*).

Les masses dures du Jurassique, alignées en vastes festons, se chevauchent fréquemment lorsqu'elles sont entièrement dégagées, mais présentent au contraire un style extrusif au milieu des niveaux plus souples du Crétacé. L'incompétence des calcaires jurassiques est aussi à l'origine d'écaillés intercutanées, nettement chevauchantes vers la base et s'amortissant au contraire en ondulations plus souples dans le Crétacé qui les surmonte.

Enfin, l'accentuation des poussées vers le Sud a entraîné la formation de décrochements importants, notamment entre Peille, Eze et la Turbie, ainsi que le long de la cicatrice triasique allant du Col de Brouis à

Monte Carlo. J. Cogné, B. Gèze et J. Goguel (1966) ont avancé l'hypothèse qu'il s'agirait de décrochements senestres. En fait, si cette considération paraît justifiée pour l'accident du Col de Brouis, il n'en est pas de même pour celui de la basse Vésubie, qui est dextre, comme l'attestent les levés de B. Gèze (1968) et les mesures de thermoluminescence de J.P. Ivaldi (1973).

Tout ceci était déjà en place à l'aube du Pliocène : les brèches de Carros et de Castagniers ne sont que d'énormes éboulis formés à partir de falaises jurassiques arrivées à leur emplacement actuel.

Le mouvement général de bascule s'est poursuivi ensuite, amenant avec le démantèlement des premiers reliefs alpins les sables et galets du Var, de la Vésubie et de la Roya. Ces dépôts ont été eux-mêmes basculés au Villafranchien puisqu'ils plongent de 1030 m au Collet d'Huesti (Utelle) jusqu'au-dessous du niveau de la mer, près de Nice à 23 km au Sud.

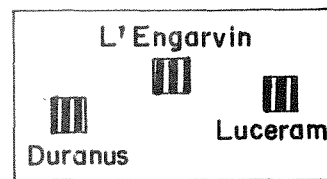
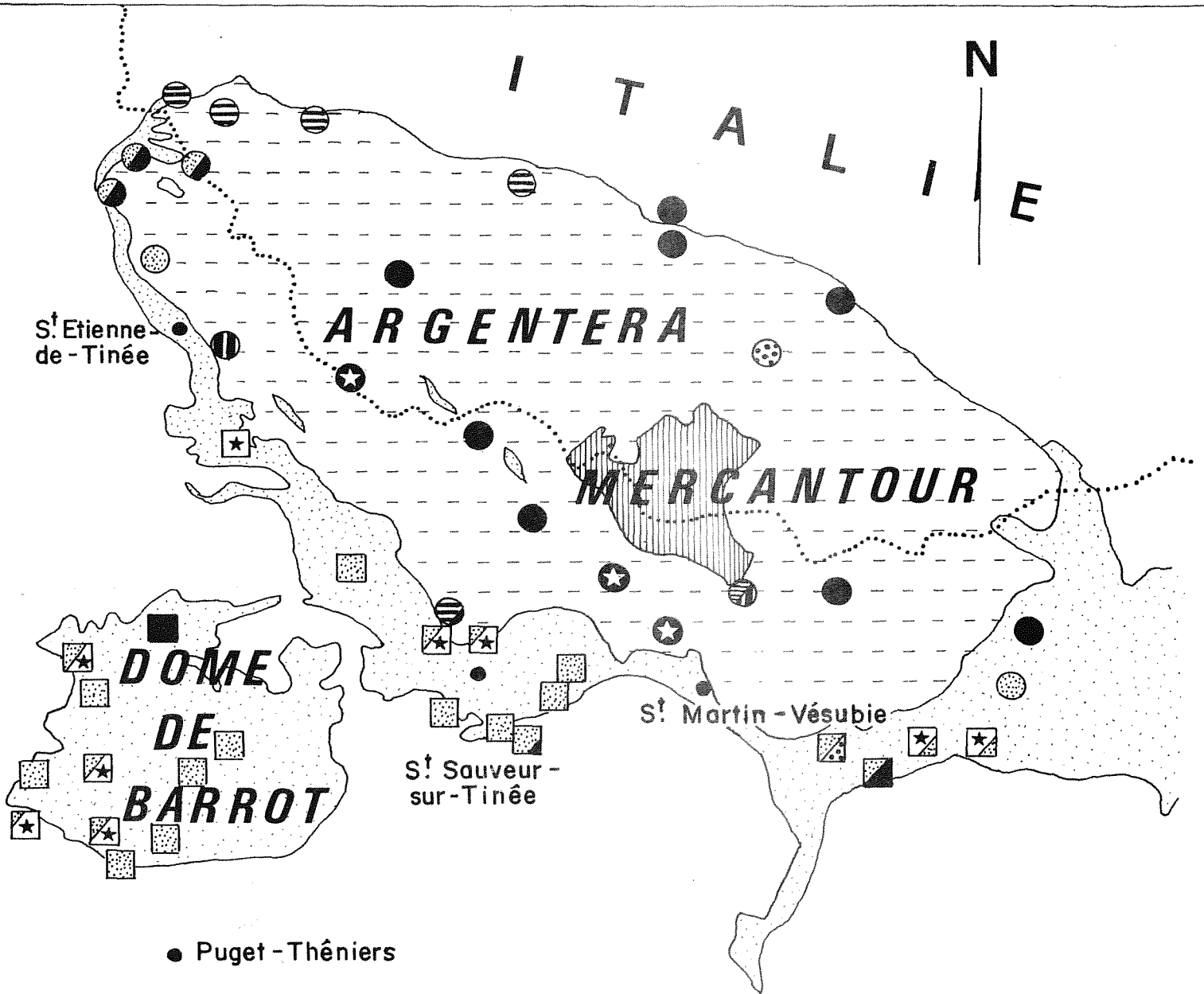
Un intense serrage E-W s'est produit enfin, déversant le Jurassique du Mt Cima sur les poudingues plio-quatérnaires, et désorganisant probablement un réseau hydrographique primitivement établi. La surélévation des extrusions jurassiques (Férion, *etc...*), la formation des diapirs (Sospel) et certains décoiffements et chevauchements d'apparence aberrante (vers l'intérieur de l'arc) sont à rattacher à l'ensemble de ces phénomènes tardifs, que l'on peut qualifier d'"épiglyptiques", réalisés à l'air libre.

II. 1.4. - METALLOGENIE.

L'accord des tectoniciens est réalisé sur l'existence au Pontien d'un glissement généralisé vers le S et le SW de la couverture post-triasique décollée sur son substratum.

On peut alors tenter une reconstitution rétrotectonique de l'évolution de l'arc de Nice, en tenant compte de ce phénomène. A partir de la zone côtière présumée autochtone, le dépliage de la couverture subalpine aboutit à ramener le lieu de sédimentation des séries crétacées de Lucéram et Duranus à une vingtaine de kilomètres plus au Nord par rapport à leur

(le district de Luceram et Duranus a été encadré)



- | | | | |
|--|---------------------------|--|--------|
| | Socle cristallophyllien | | As |
| | Granite de l'Argentera | | Sn, Bi |
| | Permo-Trias | | Py |
| | Couverture post-triasique | | Mn |
| | Cu | | As |
| | Pb-Zn | | Sn, Bi |
| | U | | Py |
| | F - Ba | | Mn |
| | Fe | | |
| | Gîte lié-aux-strates | | |
| | Gîte filonien | | |

Echelle 1/320.000

0 10km

Nice

emplacement actuel (cf. paragraphe précédent).

On peut alors estimer, avec une bonne approximation, que le secteur de Lucéram et Duranus se trouvait, avant le Pontien, à l'aplomb, *grosso modo*, de l'actuel massif cristallin externe de l'Argentera-Mercantour.

Ce massif présente lui-même de nombreux indices métallifères.

L'étude des gîtes de Duranus et Lucéram ne peut donc être dissociée de celle de l'ensemble des minéralisations régionales.

Dans une monographie en collaboration avec R. Pierrot, P. Picot et J. Vernet (1974) j'ai donné une description minéralogique détaillée des Alpes-Maritimes. Parallèlement, diverses informations d'ordre métallogénique ont été obtenues par les études de thermoluminescence (R. Mazeran et J. Féraud, 1974). Une synthèse métallogénique a pu être élaborée pour l'ensemble de la région (J. Vernet, à paraître, 1975).

Le premier épisode de minéralisation connu correspond à la mise en place de filons de type hypothermal (au sens de P. Routhier, 1963) dans les migmatites situées au toit du granite de l'Argentera (Salèse), avec notamment arsénopyrite, cassitérite, bismuthinite, bismuth natif et molybdénite. G. Ferrara et R. Malaroda (1969) ont attribué un âge de 285 à 293 MA au granite de l'Argentera; la minéralisation pourrait donc s'être mise en place au Carbonifère moyen ou supérieur.

- Le fer, sous la forme d'hématite, constitue de nombreux lacis filoniens dans le socle cristallogénique, notamment dans les gneiss migmatitiques riches en biotite. Si la majeure partie de ces gîtes est à classer dans le type des "fentes alpines", d'autres ont pu s'individualiser de façon précoce.

- Un troisième épisode correspond à la formation de nombreux gisements et indices de type "red beds" : dans l'Autunien, le gisement et les indices d'uranium de Roya; dans le Saxonien, les indices de cuivre de la Clue de Rocca, et de Rancels St Sauveur, ceux de cuivre et d'uranium de la région du Col de Roua, et ceux d'uranium de la région des granges du Colonel; dans le Trias basal, la majeure partie des indices de cuivre

situés autour du Dôme de Barrot et à la bordure Sud de l'Argentera (1).

Ce sont des gîtes "liés-aux-strates", à minéralisation "familiale" épigénétique; l'importance des remaniements alpins a été notée partout.

L'élément arsenic y apparaît souvent, sous la forme d'arseniures de cuivre et de cuivre gris-tennantite.

- Un quatrième épisode se manifeste par les gîtes de manganèse (à oxydes prédominants) de Biot, dans l'autochtone provençal calcaire. Ces gîtes sont associés aux sables continentaux de l'Eocène inférieur et colmatent les fissures karstiques du calcaire jurassique immédiatement sous-jacent. Leur origine sédimentaire ne fait pas de doute.

- Le cinquième et dernier épisode couvre l'ensemble des minéralisations de plomb-zinc et de cuivre du socle de l'Argentera-Mercantour et de son tégument permo-triasique. Dans l'ensemble, elles se présentent comme des filons de type épithermal à mésothermal (au sens de P. Routhier, 1963) à remplissage B.P.G.C. dominant.

L'élément arsenic y apparaît souvent sous forme de tennantite et d'arsénopyrite. Le bismuth, le cobalt et le nickel sont présents en quantité notable dans certains filons.

Il s'y adjoint des filons de fluorine (Baume des Rances), surtout abondants en territoire italien (E. Martina, 1967).

L'origine des métaux n'est pas connue. P. Aicard, A. Autran, J. Gérard et J. Lougnon (1968) ont montré que la formation du gisement de Vallauria est synchrone de la tectonique et du métamorphisme alpins.

Mais il n'est pas exclu que certaines minéralisations relèvent aussi de la métallogénie hercynienne.

(1) - Le gîte de plomb-zinc de St Pierre de Péone, à encaissant carbonaté du Trias moyen, est actuellement inaccessible.

R. Malaroda (1973) a montré que les indices de Claï, de Duminière et du Rivet pourraient entrer dans cette dernière catégorie.













En territoire italien, il en est de même pour le corps minéralisé de Ruâ, près de Bagni-di-Vinadio (H. Huttenlocher, 1934; G. Cevaes, 1961).

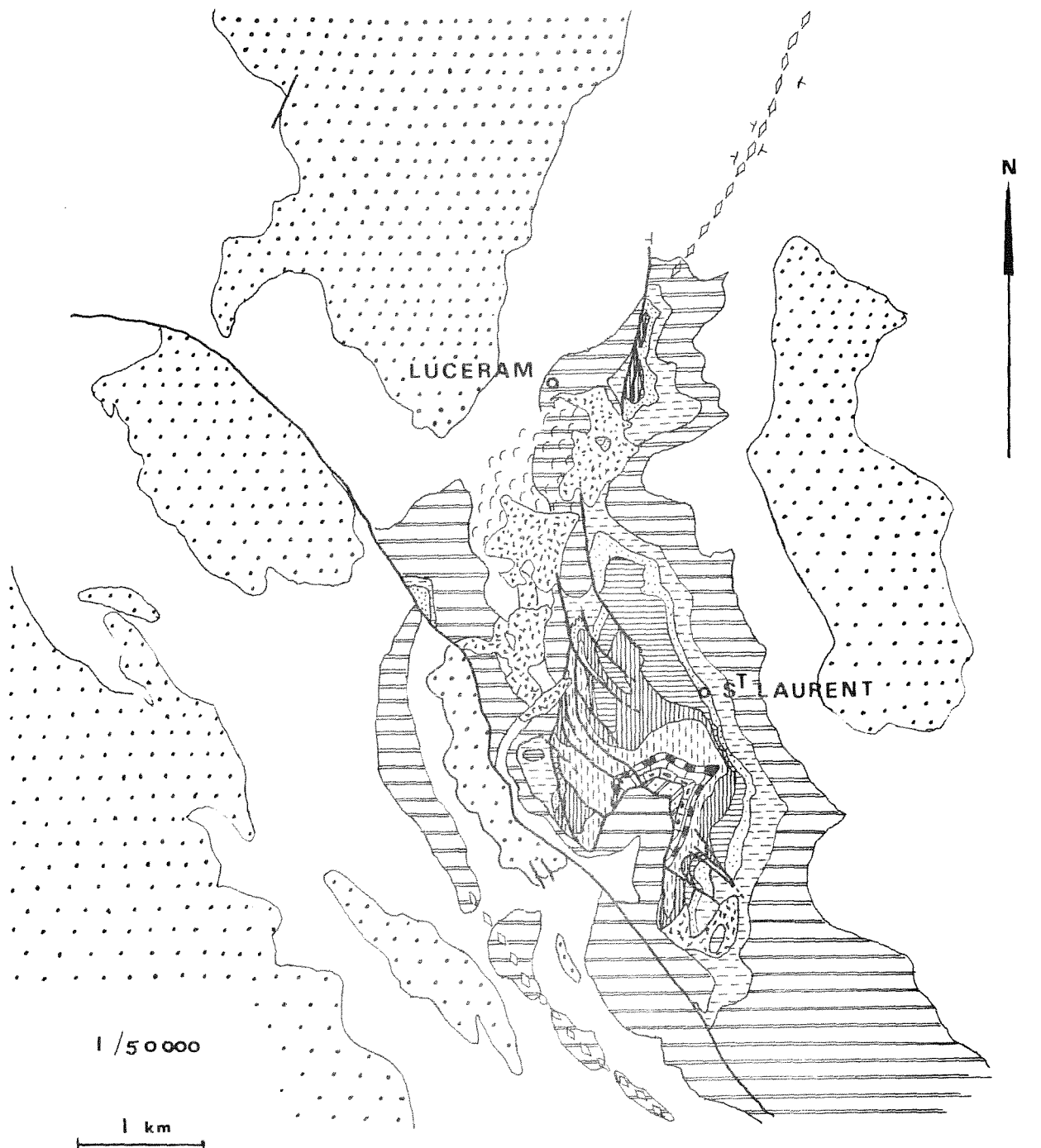
Par ailleurs, comme le remarque J. Vernet (à paraître, 1975), de nombreux filons apparaissent au voisinage du contact du socle cristallophyllien avec le Permien ou le Trias.

En collaboration avec R. Pierrot *et al. (op.cit)*, j'ai pu noter, en particulier, que le filon de quartz de l'Ouest du Mont Aiga, stérile dans le socle, s'enrichit notablement en Pb-Zn-Cu au passage du Trias, avant de s'y amortir. Dans ce cas précis, l'origine des métaux pourrait être recherchée dans les roches environnantes.

On peut rattacher à la métallogénèse alpine la mise en place, dans la couverture, de rares indices de barytine-sidérite associés aux gypses triasiques (Lantosque), et des gisements de sulfures d'arsenic de Lucéram, Duranus, l'Engarvin, tout au moins en ce qui concerne la dernière phase de leur cristallisation, comme je le démontrerai ci-après.

PLANCHE 5 - GISEMENT DE LUCERAM
L'ÉCAILLE INTERCUTANÉE DE LA GRAYE

 Tertiaire	 Cénomanién	 Valanginién Berriasien	 Oxfordien supérieur
 Sénonien	 Albien	 Tithoniqué	 Oxfordien inférieur
 Turonien	 Barrémién Hauterivién	 Kimméridgién	 Bathonien Bajocién



Modifié d'après B. GEZE et coll. (1968)

 masses glissées	 Eboulis	 Charnière anticlinale
--	---	---

II. 2. - LE GISEMENT DE LUCERAM

Les minéralisations de Lucéram s'insèrent au flanc d'un des festons les plus internes de l'arc de Nice, l'écaillie intercutanée de la Graye (planche 5).

Cette structure subméridienne, chevauchante vers l'Ouest, au niveau du Dogger, sur un Crétacé supérieur fortement tourmenté, s'amortit au contraire au niveau du Crétacé, jusqu'à ne montrer qu'une simple ondulation anticlinale.

Elle montre un ennoyage général vers le Nord, et le sommet du Berriasien qui culmine à plus de 1.000 m à la Cime de la Graye, près de St Laurent, ne dépasse pas la cote 850 au Nord, dans la boutonnière de Lucéram.

Les minéralisations apparaissent précisément au fond de cette boutonnière, dans les niveaux de l'Albien et du Cénomaniens inférieur.

II. 2. 1. - STRATIGRAPHIE DÉTAILLÉE.

Au-dessus du Portlandien, le Crétacé inférieur débute, à l'Est de la Cime de la Graye, par un niveau microconglomératique de quelques centimètres, suivi de 30 m de calcaires clairs à pâte fine, en petits bancs, à faciès purbeckien (M. Lanteaume, 1962). Cet auteur attribue ces niveaux au Berriasien et au Valanginien inférieur.

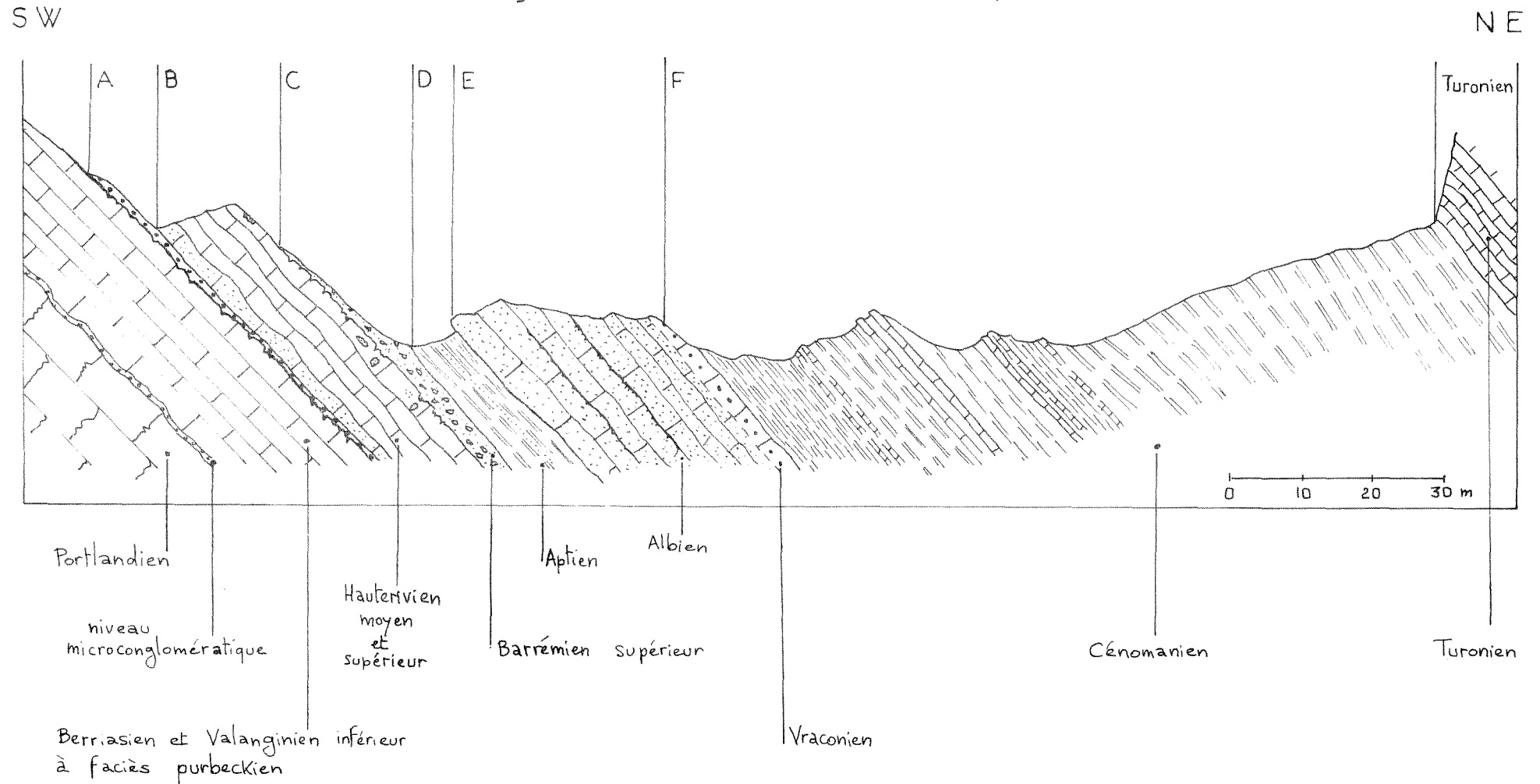
A la suite des travaux de D. Comte (1972), on sait que ces calcaires sont de type intrarécifal, et qu'ils appartiennent à un système récifal qui a intéressé au Jurassique supérieur l'ensemble de la région.

A leur toit, le retour à une sédimentation de mer un peu plus profonde, ou tout au moins plus ouverte, est marqué par les dépôts calcaires, plus ou moins glauconieux, ferrugineux ou argileux de l'Hauterivien moyen. Ces caractères subsisteront jusqu'au Cénomaniens.

La présence de minéralisations à contrôle lithostratigraphique net,

PLANCHE 6 — LA COUPE DE SAINT-LAURENT-DE-BRAUS

(Légende dans le texte)



Modifié d'après M. Lanteaume (1962)

dans cette série néritique, m'a encouragé à y effectuer des coupes banc par banc, en divers points de l'écaille de la Graye, en dehors des zones fortement laminées (planches 6 et 7).

II.2.1.1.- La Coupe de St Laurent (planche 6)

Coordonnées Lambert III Zone Sud :

$$x = 1004,5$$

$$y = 186,5$$

Elle a été décrite par de nombreux auteurs, et en particulier G. Thomel et M. Lanteaume (1967). J'ai pu la revoir en détail en compagnie de G. Thomel.

A) - Le toit du niveau de calcaires purbeckiens présente une surface corrodée avec des encroûtements de goethite.

Au-dessus, un premier banc à faciès condensé de 0,30 m est constitué de calcaires fins à oolithes et débris ferrugineux, Brachiopodes et Lamelli-branches. Ce niveau a livré *Acanthodiscus radiatus* en plusieurs points de l'arc de Nice.

On distingue au microscope (L.M. n° 140) trois familles de constituants.

- la pâte comporte de très abondants cristaux xénomorphes de calcite (65% du volume de la roche), de taille inférieure à 10 μ (micrite); quelques grains de quartz; de très rares Ostracodes et débris crinoïdiens de 50 μ environ.

- Il s'y adjoint (35% de la roche) des Brachiopodes et Lamelli-branches ferruginisés et des oolithes de goethite de 0,2 à 3 millimètres; la pyrite est rare.

- Enfin, des veinules de calcite recourent la pâte micritique ou pseudomorphosent les oolithes ferrugineuses.

B) - Une série de 11 m de calcaires gris sombre à patine claire succède à ce niveau. Ces calcaires sont disposés en bancs à stratification parallèle ondulée, avec parfois des interlits argileux. Ils ont livré des Ammonites

de l'Hauterivien moyen et supérieur, ce qui permet de penser que la formation condensée du niveau A correspond à la lacune de l'Hauterivien inférieur, et peut-être même du Valanginien supérieur.

La glauconie est abondante dans les deux premiers mètres de la série, puis diminue régulièrement jusqu'à disparaître.

Un échantillon prélevé dans le premier banc, glauconieux, de ce niveau, a été étudié au microscope (L.M. n° 141).

- La pâte est constituée (65% de la roche) par des cristaux de calcite xénomorphes de taille inférieure à 10 μ (micrite).

- Il s'y adjoint des grains de glauconie (20%) de 0,1 à 0,6 millimètre, parfois altérés; des oolithes ferrugineuses et galets bréchifiés de goethite (10%) de 0,2 à 0,3 millimètre; des radioles brisés d'Echinodermes, de l'ordre de 0,1 millimètre et des grains de quartz anguleux de 30 à 40 μ (5% du volume de la roche).

On trouve assez fréquemment, dans toute la série, des débris crinoïdiens peu roulés, de rares Foraminifères et quelques grains de quartz régulièrement disséminés (D. Comte, 1972).

Le dernier banc montre des perforations et des infiltrations de glauconie provenant du niveau sus-jacent.

C) - Une surface corrodée marque la lacune du Barrémien inférieur. Le Barrémien supérieur est représenté par 1 mètre de calcaire glauconieux bréchoïde, très fossilifère.

On y distingue des fragments de calcaire beige, non glauconieux, et de calcaire gris piqueté de glauconie. Nous y avons trouvé des débris lignifiés, qui témoignent de la proximité du continent. La faune est extrêmement abondante et variée (détermination G. Thome) :

Ancyloceras audouli (d'Orb.)

Costidiscus recticostatus (d'Orb.)

Hemihoplites feraudianus (d'Orb.)

Barremites difficilis (d'Orb.)
Heteroceras astieri (d'Orb.), etc...

D) - Au-dessus d'une surface de discontinuité correspondant au sommet du Barrémien, une série de marno-calcaires bleutés, régulièrement lités, se développe sur une puissance de 8 mètres. Il y apparaît des discontinuités de sédimentation (*hard-ground* des bancs 3 et 5) et une passée glauconieuse médiane.

La macrofaune devient très riche dans les bancs sommitaux avec *Plicatula radiola* Lmk., *Cheloniceras cornuelianum* (d'Orb.), *Ancyloceras* sp., *Nautilus plicatus* Sowerby. Elle atteste la présence du Bédoulien supérieur.

Le dernier banc de la série est induré et présente des perforations dues à des activités animales. Ce *hard-ground* correspond à la lacune du Gargasien.

E) - La coupe se termine par 15 à 20 m de grès et calcaires glauconieux.

G. Thomel et M. Lanteaume (1967) y distinguent des subdivisions et, en particulier, à la base, un banc grés-glauconieux (0,80 m) à Ammonites roulées et galets phosphatés. Des débris d'*Hypacanthoplites* sp. témoignent de dépôts du Clansayésien ou de l'Albien inférieur, antérieurement érodés et détruits.

Au-dessus de ce banc, des calcaires argileux bleutés, légèrement glauconieux, ont livré *Douvilleiceras inaequinodum* (Quenst.), qui indique le sommet de l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen.

L'Albien moyen, très glauconieux, présente lui-même de nombreuses discontinuités de sédimentation et traces de remaniement.

Nous y avons prélevé des échantillons à deux niveaux différents, dans les lacets du Col de Braus, pour étude en lame mince.

L'échantillon n° 137, prélevé dans la partie inférieure de la série, montre au microscope les caractères suivants :

- la glauconie prédomine (45%) en grains de 50 à 200 μ , à degrés d'usure et de sphéricité moyens;

- la pâte de la roche (35%) est constituée de calcite en cristaux de quelques μ (micrite). Elle est localement recristallisée en agrégats de 100 à 300 μ entre les grains de glauconie qu'elle pseudomorphose parfois;
- il s'y adjoint des fragments de quartz (10%) brisés, de 30 à 100 μ et des constituants sporadiques (10%) comme la muscovite (fragments de 100 μ), des débris d'oolithes ferrugineuses (400 μ) des Foraminifères et Brachiopodes (100 à 200 μ) et des grains de glauconie altérée, limonitisée.

L'échantillon n° 136, prélevé à un niveau supérieur, montre les mêmes constituants, en proportions légèrement différentes :

- 40% de grains de glauconie de 60 à 200 μ
- 30% de grains de quartz de 30 à 100 μ
- 30% de ciment calcitique (micrite).

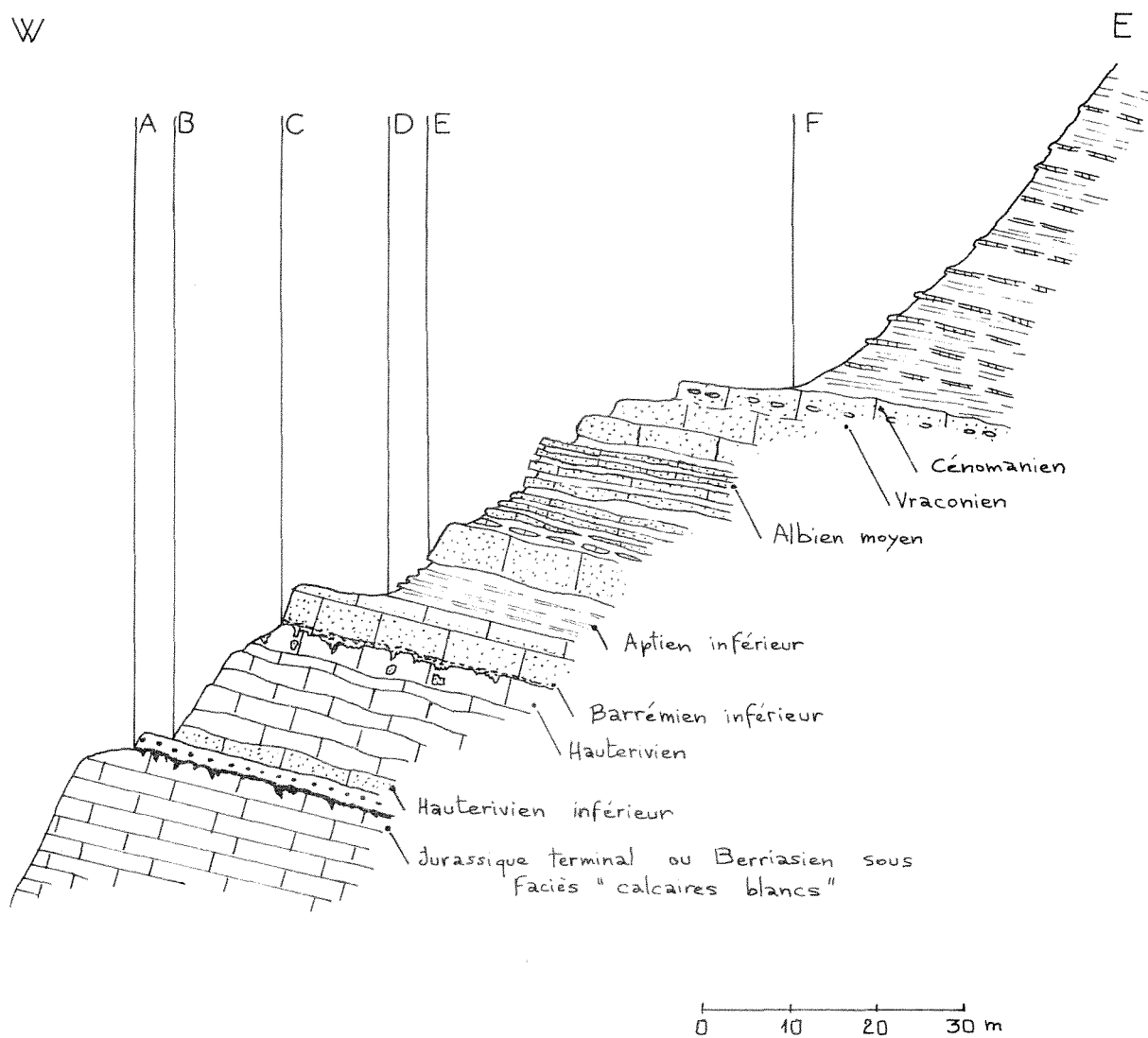
La pyrite est parfois abondante, selon les échantillons.

La présence de muscovite dans ces grès glauconieux est intéressante. P. Cotillon (1968) a émis l'hypothèse que dans l'arc de Castellane, les glauconies anté-aptiennes s'étaient formées à partir d'argile, et que les glauconies post-barrémiennes ou post-aptiennes s'étaient différenciées totalement (ou en partie seulement) à partir de muscovite. Dans l'arc de Nice, il semble que la glauconie albiennaise se soit différenciée de même à partir de muscovite. Celle-ci n'a pu être empruntée qu'à un socle cristallophyllien émergé, à proximité du bassin de sédimentation.

F) Au sommet de la série, les grès glauconieux du Vraconien s'individualisent grâce à leur macrofaune caractéristique (*Stoliczkaia dispar* d'Orb.). Au-dessus de cet ultime niveau de condensation, les faciès franchement néritiques du Cénomaniens s'amorcent avec les marnocalcaires de la zone à *Mantelliceras mantelli*, et se développent ensuite sur une puissance de 100 m environ.

PLANCHE 7 —

LA COUPE DE LUCERAM



(Légende dans le texte)

II.2.1.2.- La coupe de Lucéram (planche 7)

Coordonnées Lambert III Zone Sud :

$$x = 1004,2$$

$$y = 188,4$$

On y retrouve à peu près les mêmes faciès, les mêmes successions, des arrêts de sédimentation équivalents.

Toutefois, le mur de la série diffère sensiblement de celui de la coupe précédente. Le faciès purbeckien n'est plus exprimé.

A sa place apparaissent des calcaires dolomitiques blancs en bancs de l'ordre de 0,5 à 1 m de puissance. Il s'agit d'une micrite calcitique à tendance localement pseudobrêchique, plus ou moins recristallisée, à rares débris de quartz. Ces calcaires m'ont livré en lame mince (détermination M. Moullade) de rares *Trochamminidae* et *Miliolidae*, des *Verneuilinidae*, des Ostracodes, un Gastéropode et des débris d'Algues clypeines (L.M. n° 126, 126 *bis* et LU.01.01).

Cet ensemble de caractères permet d'attribuer le niveau au faciès "calcaires blancs", pour lequel un âge jurassique terminal à berriasien est classiquement admis.

A) - Un premier niveau condensé, constitué par 1 m de calcaire à oolithes ferrugineuses, à patine rousse, apparaît au sommet des calcaires blancs. J'ai recueilli dans ce niveau un Nautilé, malheureusement indéterminable.

A la base, un encroûtement de goethite de 3 centimètres de puissance souligne le contact avec les "calcaires blancs". La goethite semble envahir *per descensum* (L.M. n° 126 *bis*) la micrite calcitique du mur, en en disjoignant des grumeaux qu'elle finit par entourer d'une fine pellicule.

La masse du niveau à oolithes ferrugineuses permet des observations extrêmement intéressantes au point de vue sédimentologique (L.M. n° LU.01.02).

On y remarque la grande abondance des oolithes ferrugineuses, mais aussi de rares débris anguleux de glauconie. Les oolithes, dans leur grande majorité, sont simples mais certaines sont des oolithes composées et pluri-nucléées; le *nucleus* peut être un agrégat de débris de goethite, ou de petits cristaux de quartz associés à de la glauconie, ou encore des fragments ferrugineux bréchiques comportant eux-mêmes des oolithes simples ou pluri-nucléées. Beaucoup d'oolithes sont aplaties, déformées, impressionnées. Enfin, elles sont fréquemment entourées par un dépôt de calcite.

Les divers aspects évoqués montrent que la genèse de ces oolithes s'est effectuée en plusieurs stades, dans un milieu de sédimentation agité. L'étude en lame mince rappelle les descriptions données par J.Nicolas (1968) pour les oolithes des bauxites de Provence.

B) - Au-dessus reposent successivement un banc (0,50 m) très glauconieux à débris limonitisés, puis 16 m de calcaires gris sombre à patine claire, avec une stratification ondulée soulignée parfois par des joints argileux.

Les premiers bancs (2 m) sont particulièrement riches en glauconie, avec Bélemnites et empreintes végétales; j'y ai récolté de nombreux exemplaires (déterminations L. Demay) de :

Crioceratites gr. *nolani* (Kilian)

Neocomites neocomiensiformis (Uhl.)

Neocomites sp.

plusieurs Neocomitines indéterminables.

Ce niveau correspond à l'Hauterivien inférieur. Dans les faciès moins condensés de l'arc de Castellane, cette faune se retrouve dans la passe glauconieuse qui surmonte le niveau à *Acanthodiscus radiatus* (L.Demay, comm. pers., 16 octobre 1973).

Au microscope (L.M. n° LU.01.03) la glauconie, prédominante, voisine avec des oolithes et des débris ferrugineux et de rares grains de quartz anguleux, dans un ciment micritique de calcite. Les gros grains de glauconie, parfois ferruginisés, sont cassés et usés, tandis que les petits sont rarement ferruginisés et possèdent un degré de sphéricité plus élevé.

Au-delà de 3 m, la glauconie semble disparaître complètement. Elle ne réapparaît, épisodiquement, que dans un banc isolé à 2 m au-dessous du toit de ce niveau, qui est lui-même perforé par des infiltrations glauconieuses provenant du niveau sus-jacent.

Le dernier banc, qui présente en lame mince une structure de calcaire à micro-débris, m'a livré (L.M. n° 128.4 et L.U.01.05) une microfaune qui confirme l'âge hauterivien de la série, avec (déterminations M. Moullade) des fragments d'*Epistominae*, diverses variétés (en rares exemplaires) de *Nodosariidae* dont *Lenticulina* sp., et *Dorothia hauteriviana* (Moullade).

C) - Les dépôts condensés du Barrémien inférieur sont représentés par un niveau à galets de calcaire phosphaté et débris ferruginisés. J'ai pu y récolter (déterminations L. Demay) :

Crioceratites sp.

Raspailliceras charrieri (d'Orb.)

Valdedorsella sp.

Holcodiscus perezii (d'Orb.)

Cette faune est caractéristique du Barrémien inférieur (zone à *Nicklesia pulchella* du stratotype de la route d'Angles).

Au-dessus, le Barrémien supérieur probable se marque par un banc (1,50 m) de calcaire très glauconieux à Bélemnites, suivi de 2,50 m de calcaires de moins en moins glauconieux. Un petit arrêt de sédimentation avec débris phosphatés et Bélemnites est visible près du toit de ce niveau dont la puissance totale est de 5,50 m.

D) - Au-dessus d'une ultime surface indurée, des faciès marno-calcaires se développent sur une puissance de 7 m.

L'examen de la fraction argileuse aux rayons X montre qu'elle est essentiellement constituée de micas et de smectites avec, rarement, un peu de kaolinite.

Au milieu de cette formation, un banc de calcaire argileux légèrement glauconieux (L.M. n° L.U.01.08) m'a livré (déterminations M. Moullade) de

fréquents exemplaires d'*Hedbergella intracretacea* (Glaessner) et de rares spécimens d'*Hedbergella sigali* Moullade, qui caractérisent les dépôts du Barrémien à l'Aptien inférieur. Dans le contexte régional, la présence de cette association milite en faveur d'un âge bédoulien pour ces faciès.

Vers le sommet, la glauconie devient abondante. En lame mince (L.M. n° L.U.01.10), elle apparaît souvent de degrés de sphéricité et d'usure faibles; il s'y adjoint des fragments anguleux de calcaire phosphaté glauconieux, remaniés. *Nodosariidae*, Ostracodes et *Hedbergella* sp. sont fréquents dans les fragments remaniés comme dans le ciment de la roche.

E) - Au-dessus de ces faciès bédouliens, les formations glauconieuses attribuées classiquement à l'Albien constituent dans le paysage un ressaut caractéristique de 25 m de puissance. On peut y discerner trois subdivisions lithologiques.

- A la base, une barre de 5 m de puissance, comportant un banc inférieur de 3 m de puissance, extrêmement glauconieux et une série supérieure constituée d'alternances de grès glauconieux, marnes et cordons de miches calcaires. Le banc inférieur (L.M.n° L.U.01.12) est riche en glauconie, quartz, débris phosphatés et pyrite. On y rencontre des oolithes ferrugineuses cassées et d'autres impressionnées. La présence de *Gavelinella* sp. (groupe *flandrini* Moullade) atteste l'âge aptien ou albien de la série, sans qu'il soit possible de le préciser davantage (détermination M. Moullade, L.M. n° L.U.01.13).

- En position intermédiaire, 6 m d'alternances de calcaires gréso-glauconieux et de marnes, en bancs de 0,20 à 0,60 m de puissance, m'ont livré, vers le sommet, une microfaune riche avec (déterminations M. Moullade, L.M. n° L.U.01.14) :

Globigerinelloides caseyi (Loeblich et Tappan)

Hedbergella sp.

Dorothia oxycona (Reuss)

Hedbergella planispira (Tappan)

divers *Nodosariidae*.

Cette microfaune atteste la présence de l'Albien moyen à ce niveau.

L'examen de la fraction argileuse aux rayons X révèle la présence de smectites et de micas.

- La partie supérieure de la série est constituée par une barre de 14 m de grès et calcaires glauconieux entrecoupés, vers le milieu, par des cordons de miches calcaires.

A la glauconie et au quartz, très abondants, s'ajoutent de rares oolithes ferrugineuses, de la biotite et de la muscovite.

Les derniers mètres de la série m'ont livré une microfaune très intéressante :

- deux mètres sous le sommet, dans un cordon de miches calcaires (L.M. n° L.U. 0.1.18) *Pithonella sphaerica* Kaufmann, associée à *Globorotalites* sp. et à des fragments d'*Hedbergella*, caractérise la présence du Vraconien (détermination M. Moullade);

- le dernier banc glauconieux (1 m), particulièrement induré, m'a livré, à la base (L.M. n° L.U. 01.19) une microfaune du Vraconien, avec *Rotalipora* sp., associée à diverses *Buliminidae*. En revanche, au sommet (L.M. n° L.U. 01.20), la microfaune caractériserait plutôt le début du Cénomaniens, avec *Globorotalites subconicus* (Morrow), *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., divers *Buliminidae*, et *Rotalipora* sp., groupe *appenninica* (Renz) (déterminations M. Moullade).

La récolte de *Schloenbachia* gr. *subvarians* Spath (avec *Hypoturritites* sp.) au toit de ce banc confirme la présence du Cénomaniens inférieur franc (déterminations L. Demay).

F) - Au-dessus, les marno-calcaires à nodules de marcasite du Cénomaniens débutent par la zone à *Mantelliceras mantelli* et se développent sur environ 50 m de puissance. *Holaster subglobosus* est fréquent dans le Cénomaniens moyen.

L'examen de la fraction argileuse aux rayons X montre qu'elle est essentiellement constituée de kaolinite, de smectites et de micas. La

kaolinite, qui semblerait rare dans les séries crétacées plus anciennes, apparaît ici en quantité relativement importante, et de manière à peu près constante d'un banc à l'autre.

II.2.1.3.- Comparaisons sédimentologiques.

Les deux coupes (pl. 6 et 7) sont aisément comparables et montrent en particulier une remarquable identité dans la succession des faits sédimentologiques.

La base des faciès néritiques du Crétacé est soulignée par l'apparition massive d'oolithes et de pisolithes de goethite. Puis, en l'espace de quelques décimètres, ces éléments ferrugineux tendent à disparaître, tandis que la glauconie apparaît et devient de plus en plus abondante, se manifestant ensuite à divers niveaux, pour prédominer au sommet.

Oolithes et glauconie soulignent les arrêts et discontinuités (particulièrement nombreux) de la sédimentation; les intercalations calcaires et marneuses semblent marquer des périodes de sédimentation néritique plus calme.









Dans une étude sur la sédimentation marine actuelle au large du Gabon, P. Giresse (1965) a montré que les oolithes ferrugineuses apparaissent vers 30 m de profondeur, et la glauconie, vers 50 m (avec entre les deux, une zone d'interpénétration).

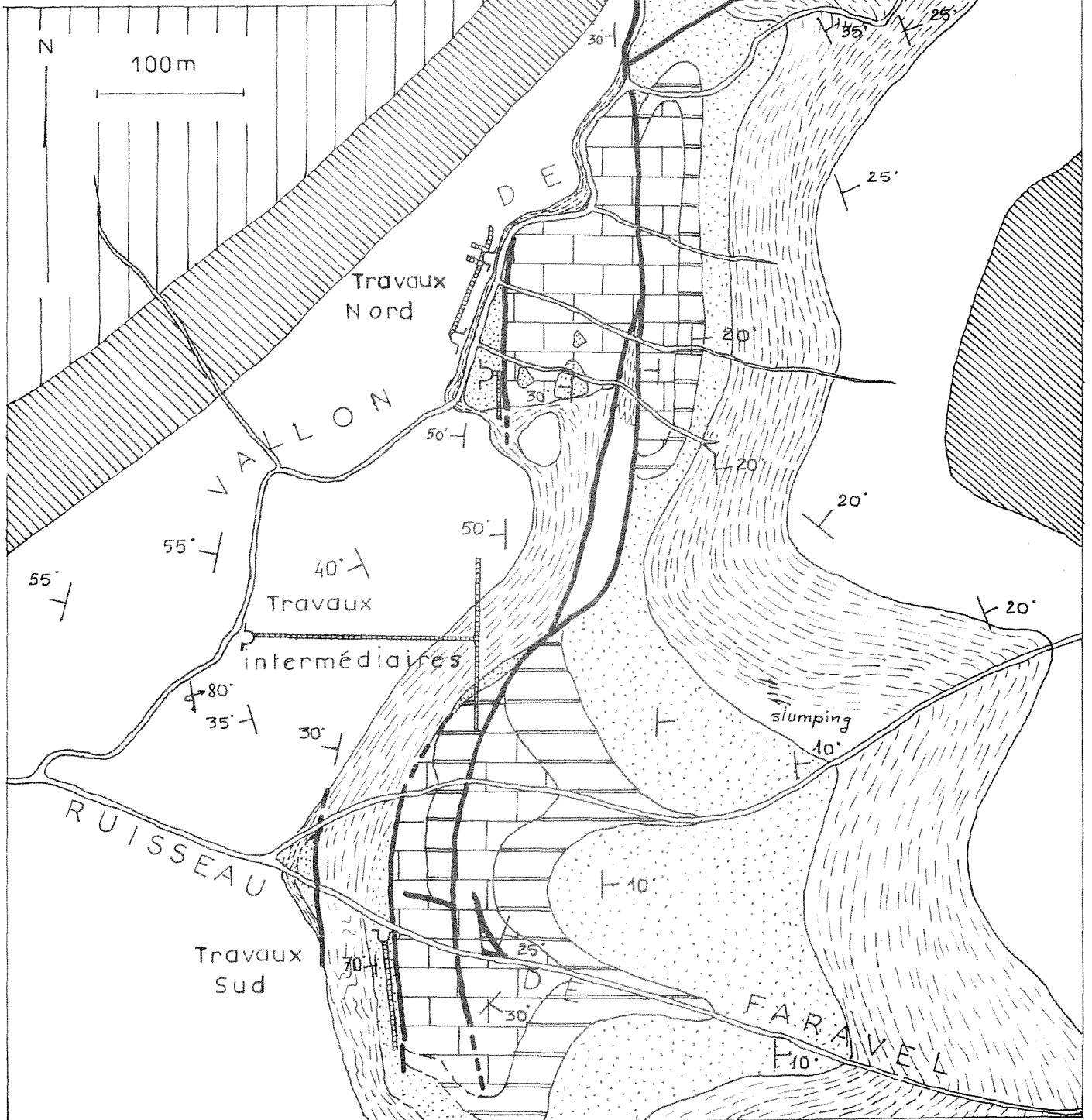
Ceci est en parfait accord avec la géochimie du fer, qui s'exprimera sous forme oxydée (goethite-limonite) dans la zone oxydante près de la surface, et sous forme réduite (glauconie et pyrite associée) dans la zone plus réductrice en profondeur.

En dehors des zones de haut-fond, le fer s'exprimera également sous forme réduite (pyrite, marcasite) dans les faciès franchement néritiques (marno-calcaires).

Notons dès maintenant que la localisation des sulfures d'arsenic de Lucéram (et de Duranus) dans ces niveaux à caractère réducteur, riches en glauconie, en pyrite et en marcasite, (glauconitite albiennaise, marnes

- PLANCHE 8 -
GITE DE LUCERAM
CARTE GEOLOGIQUE
à 1/4000

-  Galeries horizontales
-  Sénonien
-  Turonien supérieur
-  Turonien inférieur
-  Cénomanién
-  Albien - Aptien - Barrémien
-  Hauterivién (+ Valanginién p.p.)
-  Malm et "calcaires blancs"



cénomaniennes), est assez remarquable au point de vue géochimique.

Les diverses observations effectuées sur ces deux coupes permettent d'avancer l'interprétation suivante :

- Après une émergence au Berriasien supérieur, le retour d'une sédimentation marine, mais très littorale et de type "haut-fond", est marqué par les calcaires à oolites ferrugineuses de l'Hauterivien inférieur. Ces formations sont lenticulaires et semblent correspondre à des remplissages de chenaux.

- La tranche d'eau augmentant, ces formations se chargent de glauconie qui disparaît au fur et à mesure de l'approfondissement du bassin (sédimentation néritique de l'Hauterivien moyen et supérieur).

- La diminution de la tranche d'eau crée au Barrémien des conditions de sédimentation ralentie, avec réapparition de la glauconie. Des bois flottés témoignent de la proximité du continent.

- L'approfondissement de la mer au Bédoulien ne sera qu'un épisode. L'Albien marque le retour des conditions de haut-fond, avec de nombreuses pulsations (marnes intercalées).

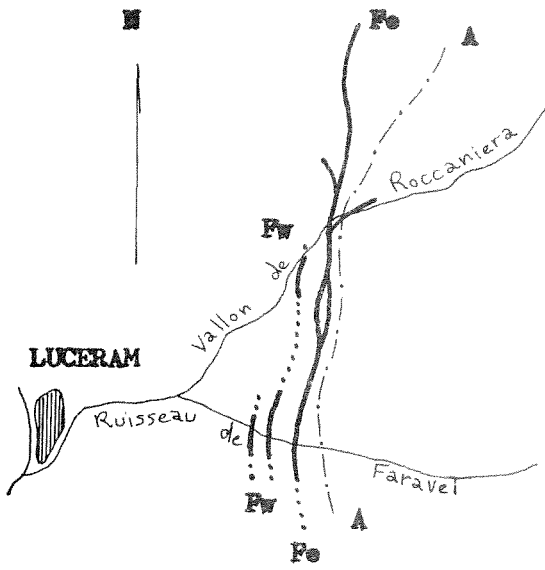
- Avec la transgression cénomanienne, la sédimentation néritique s'affirme enfin définitivement.

II.2.2. - TECTONIQUE.

La tectonique de la boutonnière de Lucéram, où apparaissent les minéralisations, a été étudiée à l'aide d'une cartographie géologique au 1/4000 (carte h.t. 1 et pl. 8). Certains détails des déformations profondes ont été mis en évidence après le dénoyage de la galerie Faraut (pl. 9).

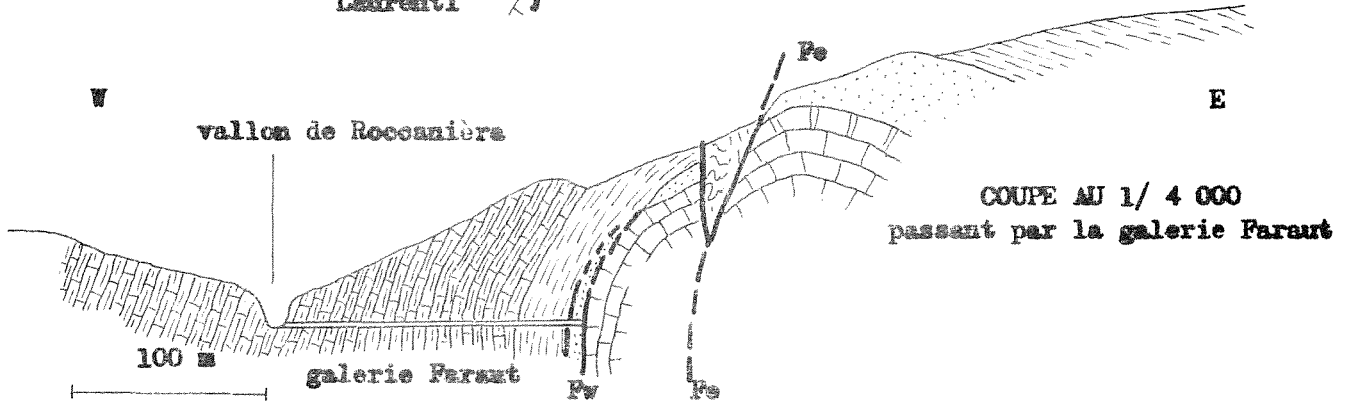
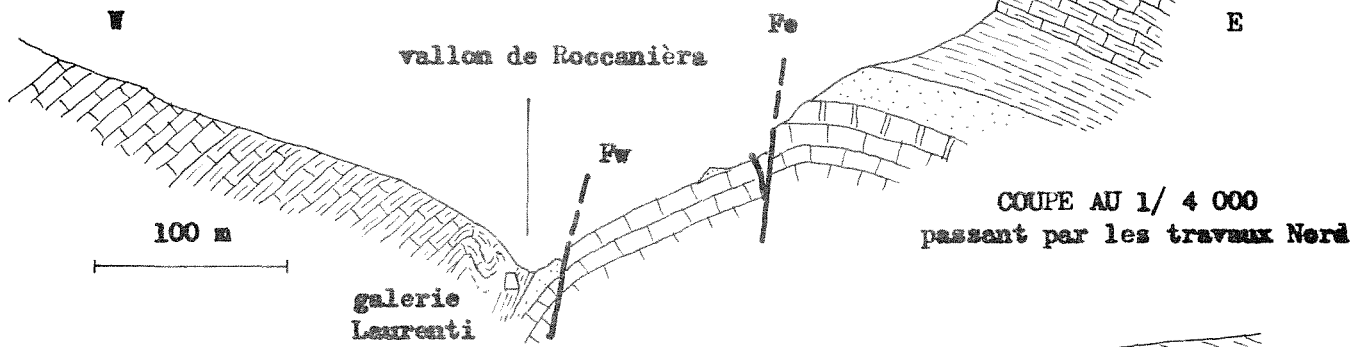
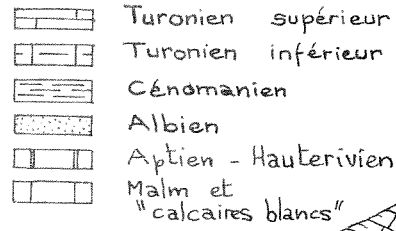
II.2.2.1.- Caractères généraux.

La boutonnière créée par les ruisseaux de Roccaniera et de Faravel découvre la charnière sommitale et le flanc W d'un anticlinal subméridien rompu par deux failles directionnelles normales. J. Vernet (1962) en a décrit les grandes lignes, mais les nouvelles observations amènent des

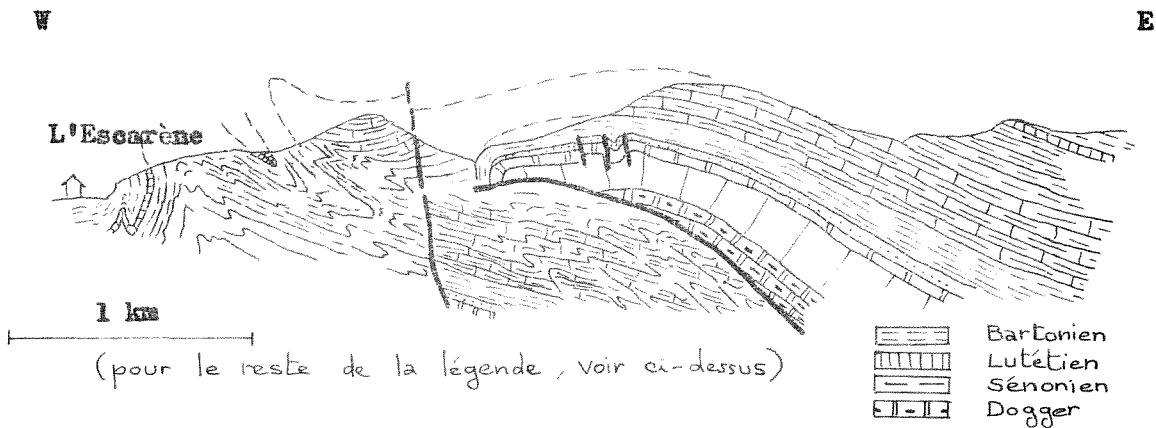


SCHEMA STRUCTURAL AU 1/ 20 000

AA - axe anticlinal
Fe - grande faille orientale
Fw - grande faille occidentale



COUPE DE L'ÉCAILLE INTERCUTANÉE DE LA GRAYE AU NIVEAU DE L'ESCARÈNE
(d'après B. Gèze, 1960, modifié)



remarques complémentaires.

II.2.2.2. - La tectonique souple.

L'anticlinal montre une structure déjetée vers l'Ouest, le pendage de 10-20°E du flanc oriental passant à la verticale sur le flanc occidental (barre turonienne, sous le village de Lucéram) et se renversant même localement à 80°E (près de l'entrée de la galerie Faraut).

La charnière montre des effets de bourrage disharmonique, en particulier au niveau du Cénomanién (versant S du Mt l'Ablé). Son axe, S-N, à la traversée du ravin de Faravel et dans la zone des galeries nord, se dirige franchement vers le NE à partir du confluent des ruisseaux de Roccaniera et du Clauset (pl. 9).

Indépendamment du rôle joué par la fracturation, le flanc W de l'anticlinal montre par rapport au flanc E (coupes décrites pl. 6 et 7) une nette réduction du Crétacé inférieur glauconieux, et même du Cénomanién. Il n'est pas possible d'exclure l'éventualité de réductions purement sédimentaires.

P. Cotillon (1968) a montré dans l'arc de Castellane comment de telles réductions avaient favorisé le plissement de l'arc Gourdan-Vial, structure anticlinale chevauchante assez analogue à l'écaille de la Graye.

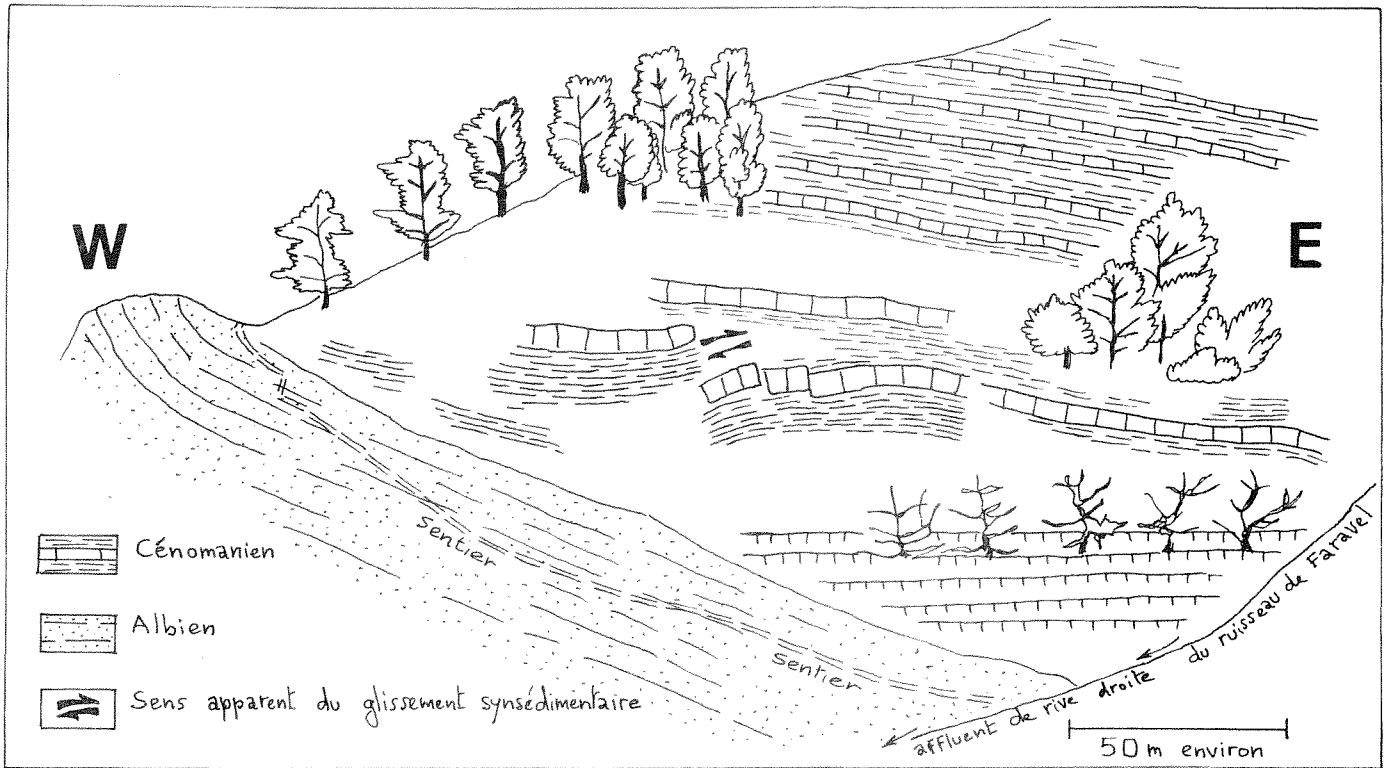
A Lucéram, le plissement s'accompagne, dans le flanc W de l'anticlinal, d'un laminage général, par étirement différentiel, du Crétacé inférieur glauconieux contre la masse rigide du Malm et des "calcaires blancs".

Mais l'idée d'une importante lacune stratigraphique s'impose à l'esprit. Elle est déduite du mode de dépôt des grès glauconieux albo-vraconiens qui reposent directement sur les "calcaires blancs" par l'intermédiaire d'une surface légèrement karstifiée (cf. *infra*, description des travaux miniers).

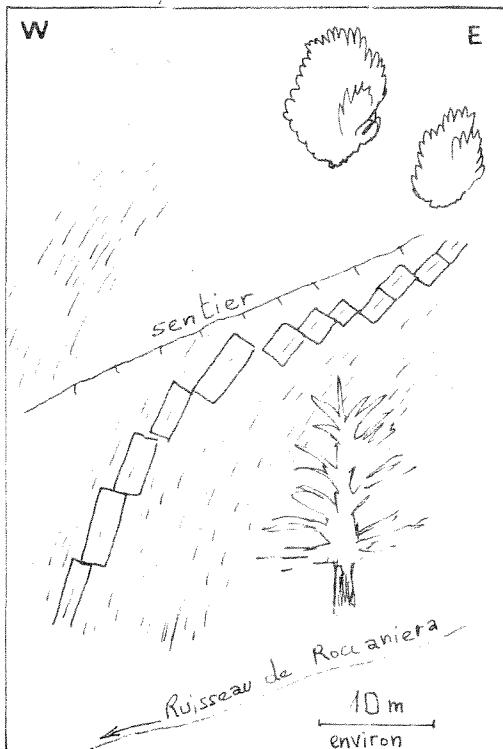
C'est précisément dans le flanc W qu'apparaît la minéralisation arséniée et fluoro-barytique stratoïde, il est vrai soumise aussi à des contrôles par laminages très nets.

PLANCHE 10 - LES DEFORMATIONS SYN-SEDIMENTAIRES ET LA TECTONIQUE ALPINE

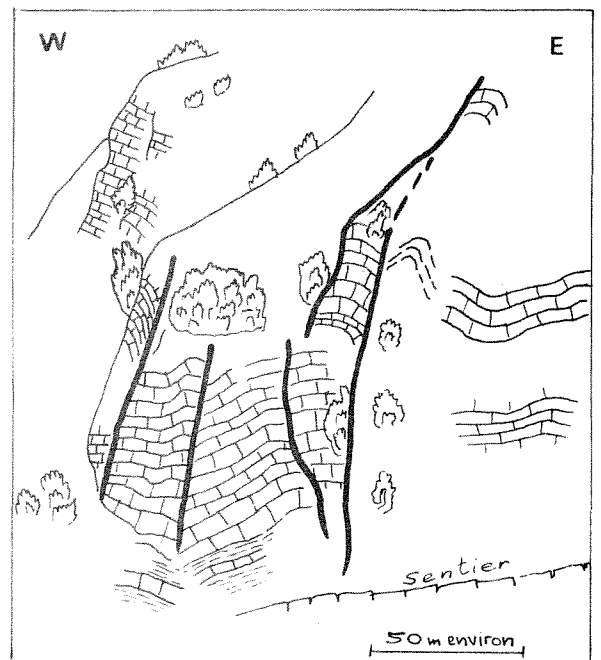
a - Figure de glissement syn-sédimentaire dans le Cénomaniens, flanc E de l'anticlinal, à l'appui de l'hypothèse d'un haut-fond plus à l'Ouest



b - Schistosité de fracture alpine au niveau du Turonien inférieur (rive droite du ruisseau de Roccaniera, au Nord de la galerie Faraut, flanc W de l'anticlinal)



c - Déformation tectonique souple se traduisant de façon cassante dans le Turonien supérieur (Flanc Est de la charnière anticlinale versant Sud du Mont l'Ablé)



La persistance d'un haut-fond dans cette zone au début du Cénomaniens pourrait être à l'origine de la structure en *slumping* qui affecte les marnocalcaires cénomaniens du flanc E de l'anticlinal, en un point de coordonnées Lambert III, zone Sud, $x = 1004,32$; $y = 188,48$; $z = 855$ (planche 10).

II.2.2.3.- La tectonique cassante.

A petite échelle, dans des niveaux compétents, le plissement souple se traduit par une schistosité de fracture bien développée (travers-bancs de la galerie Faraut, et quartier du Clauset), voire par de petites cassures (contrefort de l'Ablé) (pl. 10).

A grande échelle, l'ensemble de la boutonnière de Lucéram révèle le passage de deux grandes failles-flexures, sub-méridiennes normales, avec des accidents satellites (pl. 9).

A) - La faille la plus orientale, subverticale W, affecte le flanc W de l'anticlinal, très près de la charnière, sauf dans la zone Nord, où celle-ci s'écarte vers le NW. Son rejet, de l'ordre de 100 m dans la zone nord, paraît s'amortir au Sud, dans la traversée du ravin de Faravel. Elle est associée au mur (E) à un laminage du Cénomaniens et un étirement du Turonien (versant S de l'Ablé), et au toit (W), à un étirement de la couche glauconieuse (Faravel, pl. 12).

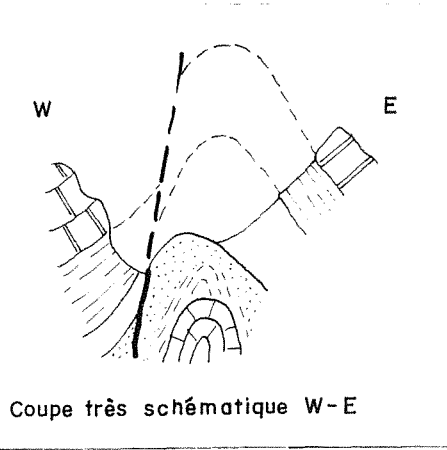
Elle s'accompagne, tout au long de son tracé, de petits accidents secondaires.

- Au Nord, à son toit, une branche satellite dirigée NNW, subverticale, délimite un petit panneau effondré, contre lequel s'écrasent les marnocalcaires cénomaniens et les grès albiens, extrêmement laminés (pl.11).

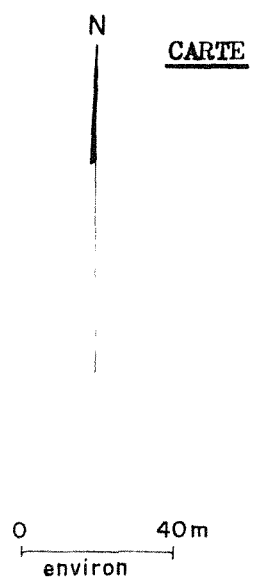
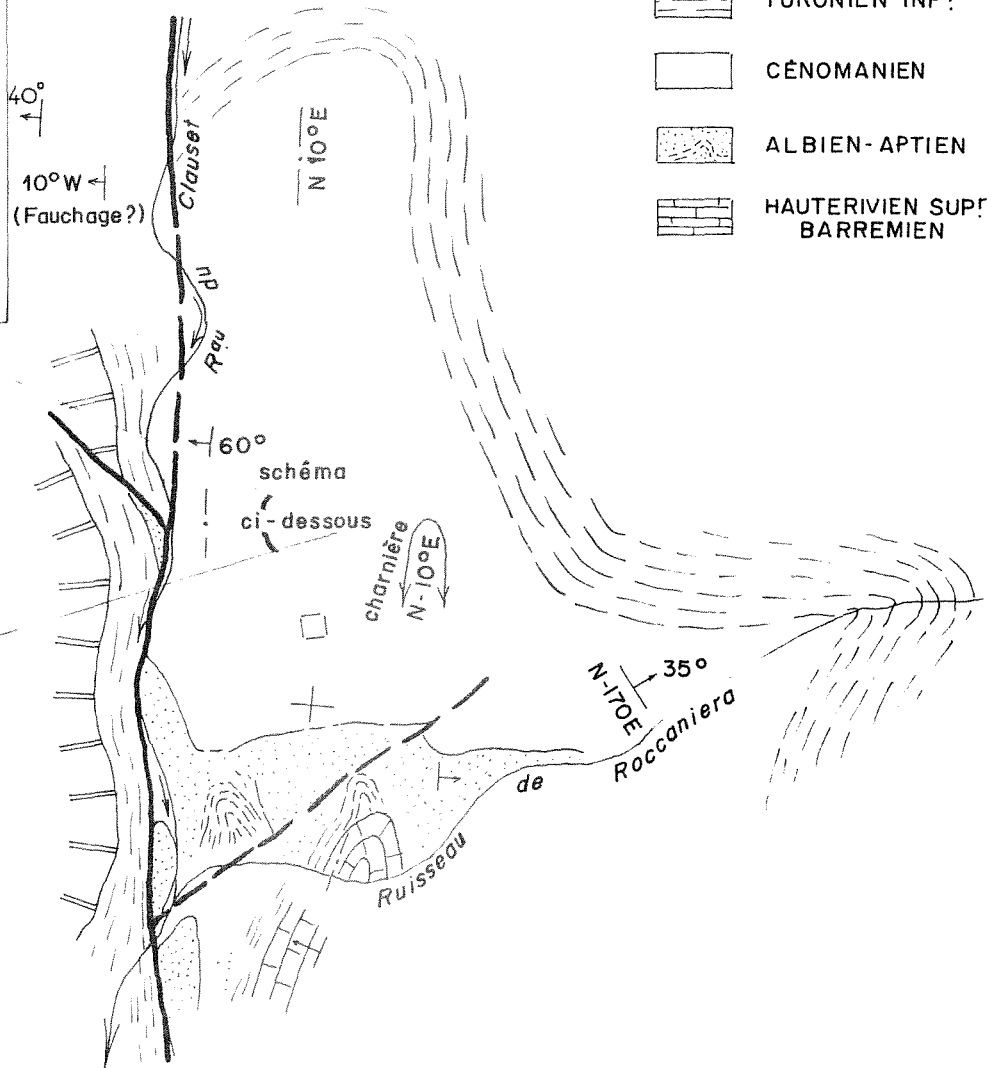
- Un peu plus au Sud, à son mur, au confluent des ruisseaux de Roccaniera et du Clauset, une faille subverticale dirigée ENE est déduite du redoublement de l'Albien glauconieux et des marnes intercalées (pl.11). Elle semble coïncider avec le brusque changement de direction de l'axe anticlinal et avoir guidé le cours du ruisseau de Roccaniera.

- Dans la zone très méridionale, enfin, un accident très particulier apparaît au toit de la faille; il s'agit d'un panneau effondré directement

Planche 11 - LA FAILLE ORIENTALE ET SES ACCIDENTS SATELLITES
 AU CONFLUENT DES RUISSEAUX DE ROCCANIERA ET DU CLAUSET (NORD)
 carte schématique générale et détail de l'accident W du toit

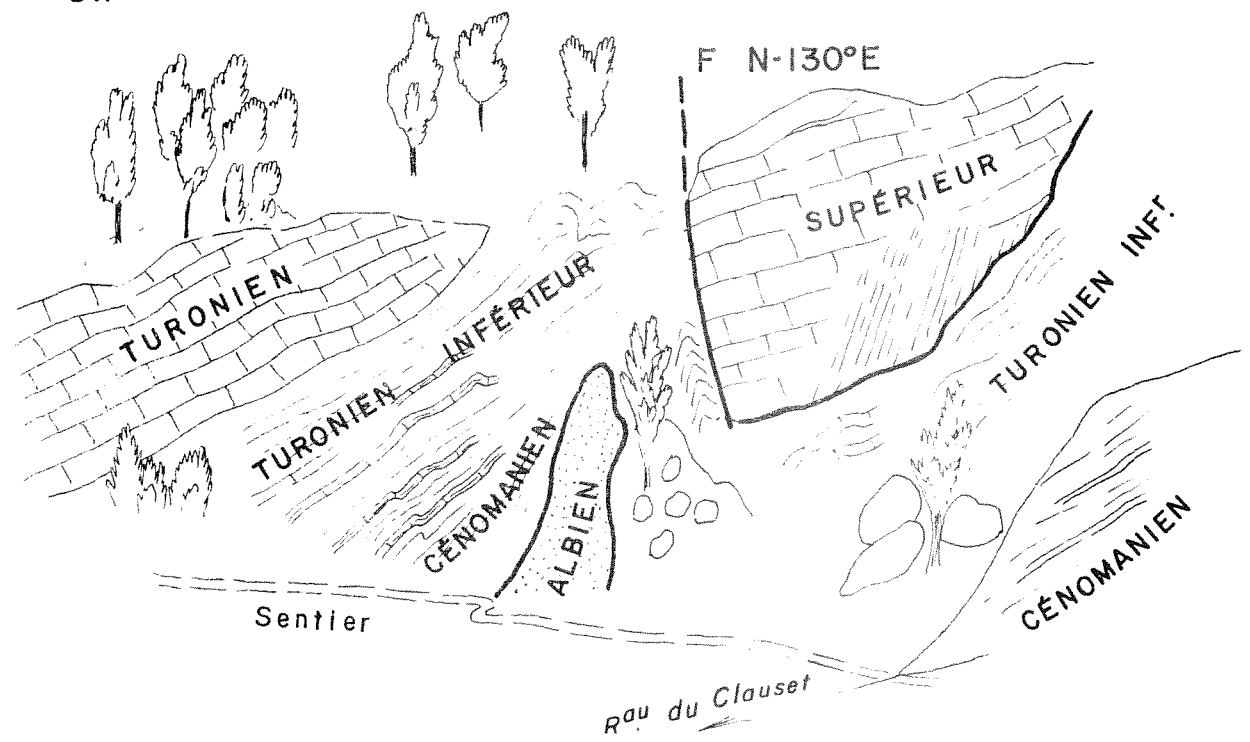


- TURONIEN SUP!
- TURONIEN INF!
- CÉNOMANIEN
- ALBIEN-APTIEN
- HAUTERIVIEN SUP!
BARREMIEN



COUPE SW

NE



contre l'escarpement de faille, et extrêmement effilé vers le bas (pl.12). Il montre, dans les zones hautes, un remplissage de calcaires argileux du Turonien inférieur, extrêmement broyés, dans lequel, à l'éponte Est, des fragments de calcaires de l'Hauterivien inférieur peuvent être emballés; ces fragments ont été arrachés à la lèvre Est de l'accident. Les affleurements plus profonds dévoilent un coeur de marno-calcaires cénomaniens, avec un étirement considérable de la couche glauconieuse contre la faille, jusqu'à une simple pellicule. Les stries de glissements que l'on y observe sont verticales.

B) - La faille occidentale accidente le bas-versant W de l'anticlinal. Son rejet vertical, de l'ordre de 5 m dans la zone des travaux Nord, s'amplifie vers le Sud et atteint près de 50 m dans la traversée du ravin de Faravel. Le pendage est de l'ordre de 75° W en ces deux points, mais semble s'inverser et devenir subvertical-E dans la galerie Faraut, à un niveau intermédiaire.

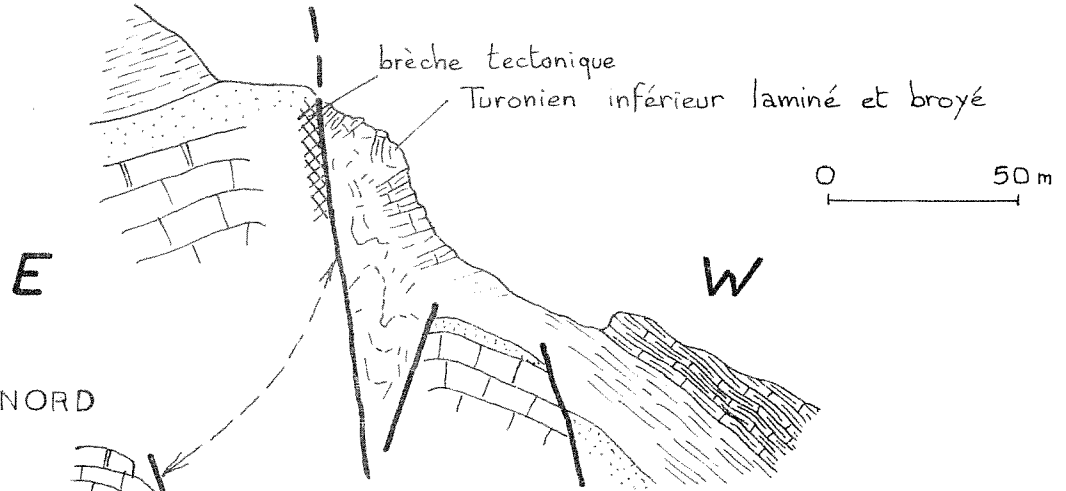
La montée relative du compartiment E par rapport au compartiment W supposé fixe, se traduit très différemment selon la compétence des terrains situés au toit du plan de fracture. Au niveau des calcaires massifs du Malm et du Crétacé inférieur, la cassure est franche; les grès glauconieux albiens sont extrêmement laminés, selon le plan de faille et selon la stratification (pl. 14); les marno-calcaires du Cénomaniens sont laminés et broyés. *Il est remarquable que la minéralisation se localise dans ces zones de laminage.*

C) - Il existe entre la faille orientale et la faille occidentale plusieurs autres accidents de 1 à 2 m de rejet, en particulier sur la transversale des travaux nord (pl. 12).

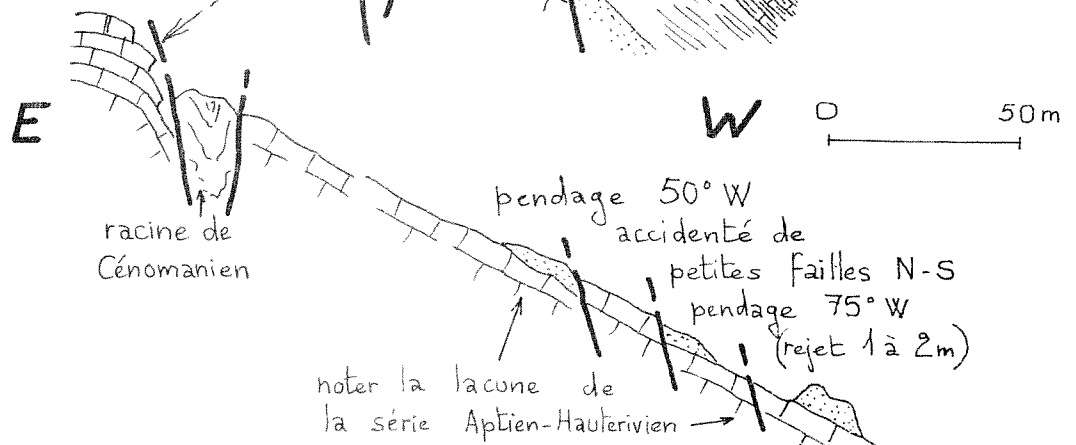
II.2.2.4.- Indices d'un serrage E-W.

Dans la zone des travaux nord, sur le tracé de la galerie Laurenti, les calcaires argileux de la base du Turonien dessinent deux petites charnières anticlinales sub-méridiennes, déjetées vers l'Est, et séparées par un court synclinal broyé. Ces replis semblent buter contre la faille occi-

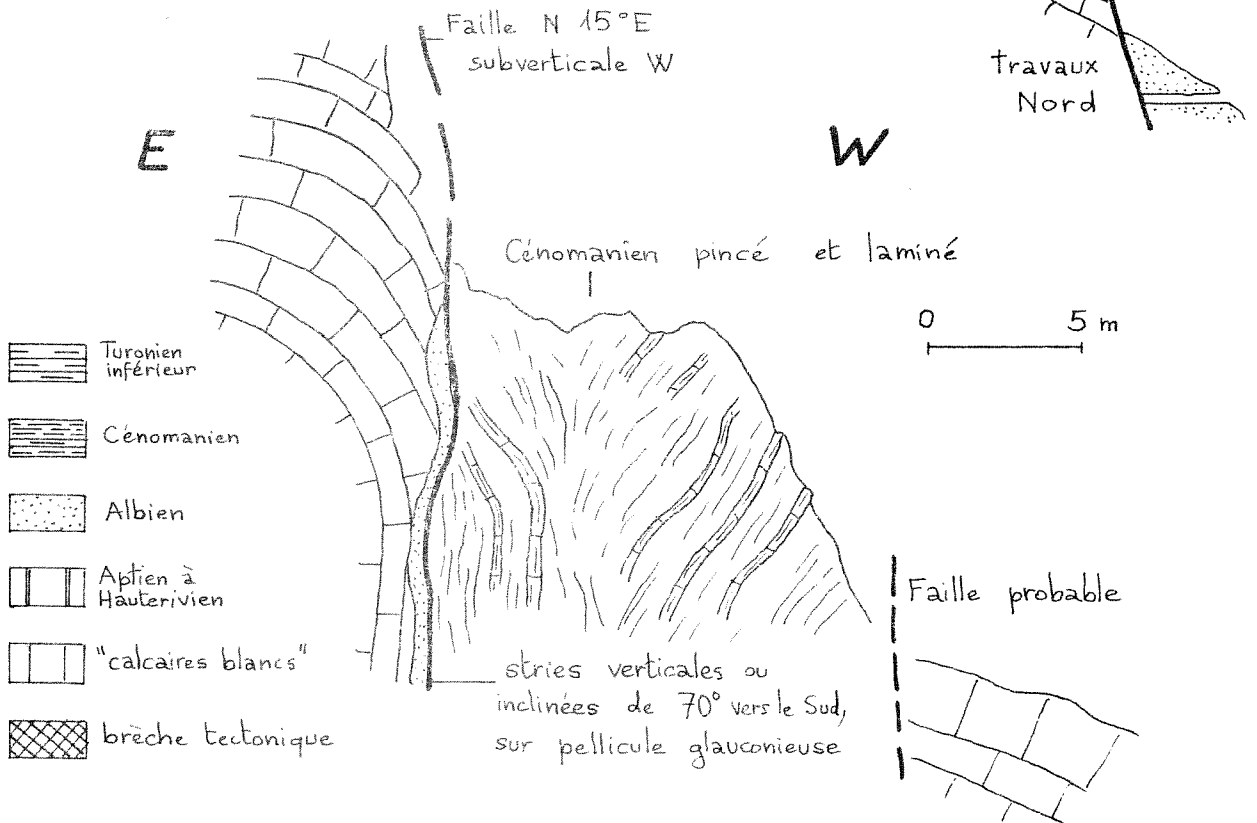
- AFFLEUREMENTS SOMMITAUX SUD









- RACINE NORD



- DETAIL



-  Turonien inférieur
-  Cénomanién
-  Albien
-  Aptien à Hauterivién
-  "calcaires blancs"
-  brèche tectonique

dentale. Leur déversement vers l'Est exclut l'hypothèse d'un simple repli d'écoulement sur le flanc de l'anticlinal. Il est possible que l'on ait là un témoin du serrage majeur que l'on connaît dans l'arc de Nice.

Les effondrements notés le long de la faille orientale pourraient se rattacher aux accidents tardifs épiglyptiques induits par ce serrage.

II.2.3. - TRAVAUX MINIERS.

Les travaux de Lucéram qui remontent à la fin du XIXème siècle ont mis à découvert une minéralisation très sporadique. Les observations effectuées en galerie permettent d'en dégager les guides structuraux et lithostratigraphiques, et de poser le problème métallogénique.

II.2.3.1. - Historique







Le gisement est sans doute connu depuis le début du XIXème siècle. Il est cité par E. Galvagno en 1837.

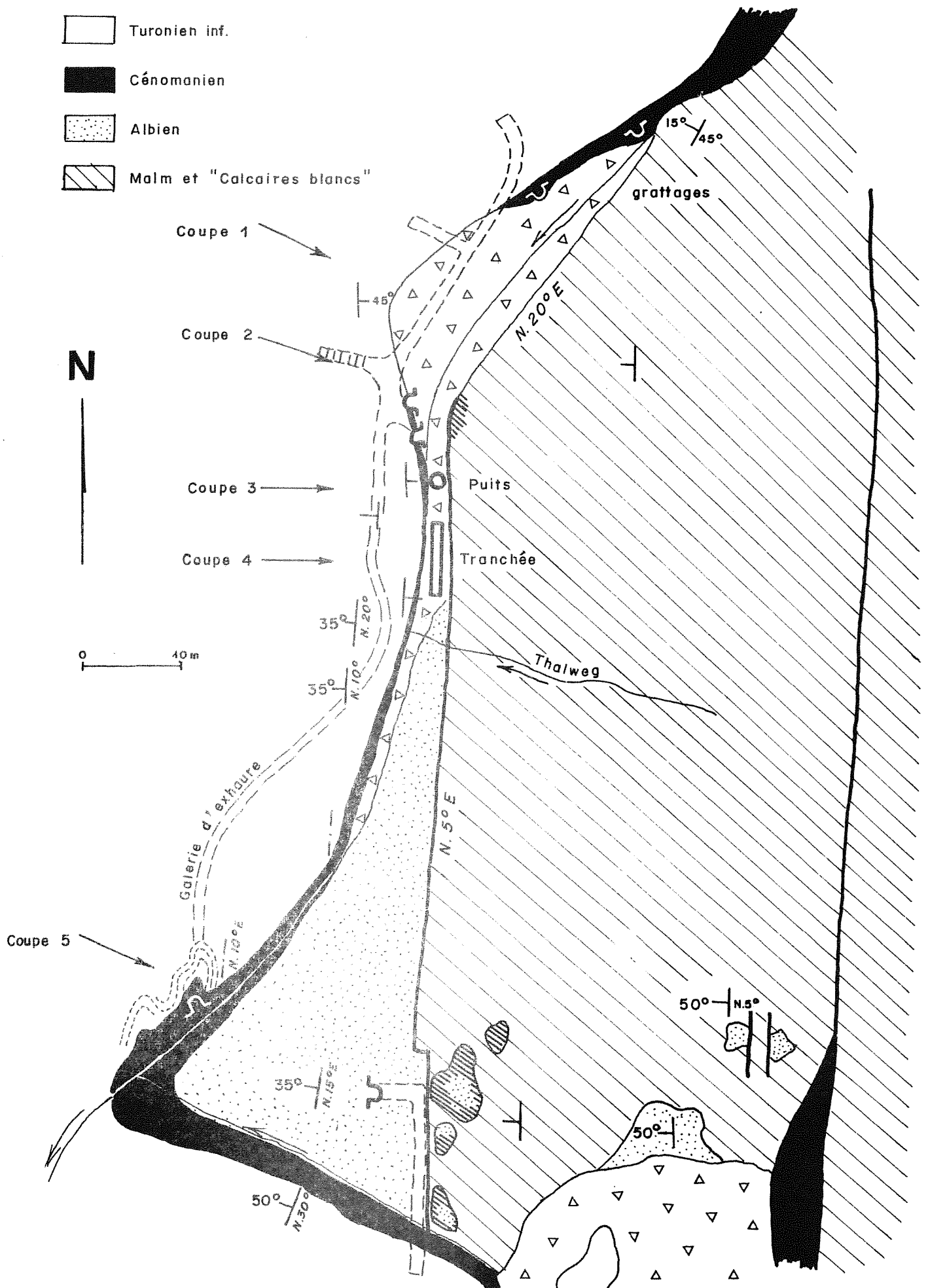
De 1859 à 1867, il fut l'objet des permis de recherche successifs de MM. Cabanis et Emile Thomas et de la Comtesse Alexandrine de Pankretieff.

De 1901 à 1908, des recherches importantes furent entreprises successivement par MM. Jean Fouques et Arthur Rédier, pour le compte de la Société "l'Arsenic".

Les travaux furent définitivement arrêtés vers 1916, après un éboulement en galerie.

Il est probable que l'exploitation n'a jamais dépassé un stade très artisanal, bien que des masses d'orpiment de près de 50 kg d'un seul tenant aient été parfois extraites à diverses époques (V. Juge, rapport annuel du Service des Mines, 1864; J. Orce1, 1918). Selon G. Caux (1919), l'orpiment était descendu par des femmes, dans des corbeilles portées sur la tête, jusqu'à la grand'place de Lucéram, où se trouvait encore, en 1919, un vieux moulin dans lequel on séparait par broyage et lavage le minerai de sa gangue.

-  Eboulis Alluvions
-  Barytine
-  Turonien inf.
-  Cénomanién
-  Albien
-  Malm et "Calcaires blancs"



II.2.3.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des travaux miniers.

On connaît actuellement trois niveaux de travaux miniers, échelonnés du Nord au Sud le long de la faille occidentale, et totalisant 500 m de traçages et travers-bancs, avec quelques grattages de surface (pl. 8).

II.2.3.2.1.- Les travaux Nord

Coordonnées Lambert III Zone Sud :

x = 1004,13

y = 188,73

z = 768

(pl. 13, 14, 15).

Ils comportent :

- une galerie en allongement de 80 m, la galerie Laurenti; elle se compose d'une galerie principale (Nord) dans la zone minéralisée, avec 2 recou- pes et une descenderie, et d'une galerie d'exhaure (Sud) qui la prolonge dans des formations stériles, en général;
- une tranchée de 8 m de longueur et 5 m de profondeur;
- un puits de 2 m de diamètre et 3,50 m de profondeur;
- une galerie de reconnaissance de 24 m.

A) - La galerie en allongement :

Elle est parallèle au lit du ruisseau de Roccanièra, dont elle explore la rive droite. L'accès a lieu soit par l'entrée de l'extrémité Sud (galerie d'exhaure, avec chatière à mi-parcours), soit par l'entrée Nord qui permet de pénétrer directement dans la zone minéralisée par l'intermédiaire d'un escalier fortement incliné, taillé dans le roc, le sol de la galerie se trouvant à 3 m en contrebas du lit du torrent.

A l'aplomb de l'entrée Nord, à l'intérieur, se trouve une petite chambre d'abattage, avec cloche, dans la charnière anticlinale faillée de l'un des deux replis de serrage signalés *supra* (repli Est). La minéralisation actuelle- ment visible comporte calcite et orpiment, avec un peu de réalgar, et constitue, dans les marno-calcaires du Cénomanién, le remplissage de plans

de laminage subparallèles à la stratification, ainsi que celui de petites cassures en échelon et de fractures qui sont franchement discordantes par rapport à la stratification.

La puissance de ces filonnets varie de 1 millimètre à une dizaine de centimètres, pour une extension de l'ordre du mètre ou du décimètre.

Cette chambre donne accès à divers travaux de reconnaissance.

- Vers l'Ouest, on a percé une recoupe de 4 m de longueur, suivie d'un puits incliné de 4 m de profondeur. Au fond du puits a été trouvé (archives) un rognon de minerai de 0,10 m d'épaisseur.

Il y avait aussi une seconde recoupe de 7,50 m vers l'Ouest, aujourd'hui obstruée. Elle n'aurait donné (archives) aucun résultat.

- Vers le Sud, la galerie d'exhaure, déjà citée, a reconnu les marno-calcaires de la base du Cénomaniens et, localement, le sommet des grès glauconieux sous-jacents. Les marno-calcaires présentent sur un allongement d'environ 8 m, au parement Est et en couronne, 4 ou 5 petits filonnets (0,10 m d'épaisseur maximum) de calcite à orpiment et réalgar, qui soulignent les plans de laminage et de boudinage des strates.

- Vers le Nord, la galerie principale, de 12,50 m a été tracée sur le banc de calcaire gréso-glauconieux extrêmement réduit (0,30 m) intercalé entre les "calcaires blancs", au mur, et les marno-calcaires du Cénomaniens, au toit. Ce banc semble constituer le piège principal de la minéralisation.

Dans l'extrémité Nord, aujourd'hui éboulée, de cette galerie, la "couche de minerai" présenterait (archives) sur le parement Est une puissance moyenne de 0,30 m pour 4 m en allongement. Le minerai extrait a pu être évalué à 3 tonnes (rapport de l'ingénieur des Mines).

Dans la zone encore accessible, la minéralisation est sans doute relativement plus ténue, mais présente une disposition remarquable (parement Est).

Le sommet du banc de "calcaires blancs" présente ici une surface légèrement ondulée.

Au toit, moulant ces ondulations, apparaît un encroûtement de barytine de 10 centimètres de puissance environ. Sur un gros échantillon scié, on y distingue au moins cinq dépôts successifs, les deux derniers se chargeant de fragments bréchiques de calcaire grésoglaucouneux. Chaque dépôt ravine légèrement le précédent.

Au-dessus, la barytine n'est plus visible à l'oeil nu; la roche est constituée d'un calcaire grésoglaucouneux dans lequel apparaissent, de place en place, des mouchetures, filonnets et petits amas d'orpiment, de quelques millimètres à quelques centimètres; leur gangue, rare, est de la calcite.

Ce banc a une puissance moyenne de 0,30 m.

Au toit, les calcaires argileux du Cénomaniens apparaissent tectoniquement laminés; des filonnets de calcite à réalgar se localisent dans les joints marneux qui moulent les contours des "boudins" de calcaires argileux subparallèlement à la stratification.

Cet ensemble de caractères démontre tout d'abord que le contact entre les "calcaires blancs" et les calcaires grésoglaucouneux est d'origine stratigraphique.

En deuxième lieu, il y transparaît une importante lacune stratigraphique.

En troisième lieu, des encroûtements successifs de barytine soulignent cette surface de discontinuité.

Enfin, il s'y adjoint une minéralisation en sulfures d'arsenic.

Par ailleurs, il apparaît un contrôle tectonique de la minéralisation arseniée.

Pour être complet, il faut mentionner la présence, en un point, d'une lentille de calcite stérile blanche, à grands clivages rhomboédriques, qui s'allonge entre l'encroûtement de barytine et les "calcaires blancs" du mur.

B) La tranchée.

Située sur la rive gauche du ruisseau, elle est dirigée N-S, au pied de l'escarpement de faille (calcaire massif). Il en a été extrait une lentille de minerai de 4 m environ de côté, avec une épaisseur variant de 0,30 m à 1 m, en contact avec les calcaires blancs dolomitiques. Deux tonnes environ ont été extraites de cette recherche.

Cette tranchée est actuellement comblée. On trouve ses déblais un peu au Sud (petite plateforme). Il s'agit d'orpiment, associé à de la barytine, dans les calcaires grésoglaucieux; l'orpiment est localement accompagné de fluorine mauve et de réalgar.

C) - Le puits.

Entre la tranchée et l'entrée Nord de la galerie se trouve, sur la berge gauche du ruisseau, un puits creusé dans un petit amas de calcite. Il n'aurait pas rencontré de minéralisation.

Actuellement, ce puits est comblé. On trouve ses déblais en contrebas de la plateforme de la tranchée (nombreux rhomboèdres de calcite, avec fragments d'épontes (calcaires grésoglaucieux et "calcaires blancs"). A la lumière des observations réalisées en d'autres points du gisement, on peut penser que cette concentration de calcite affectait l'allure d'une lentille disposée dans le contact calcaires grésoglaucieux - "calcaires blancs" du mur.

D) - Grattages.

Quelques grattages insignifiants en amont de l'entrée Nord, rive droite, sont à noter. Ils sont en partie oblitérés par un éboulement récent.

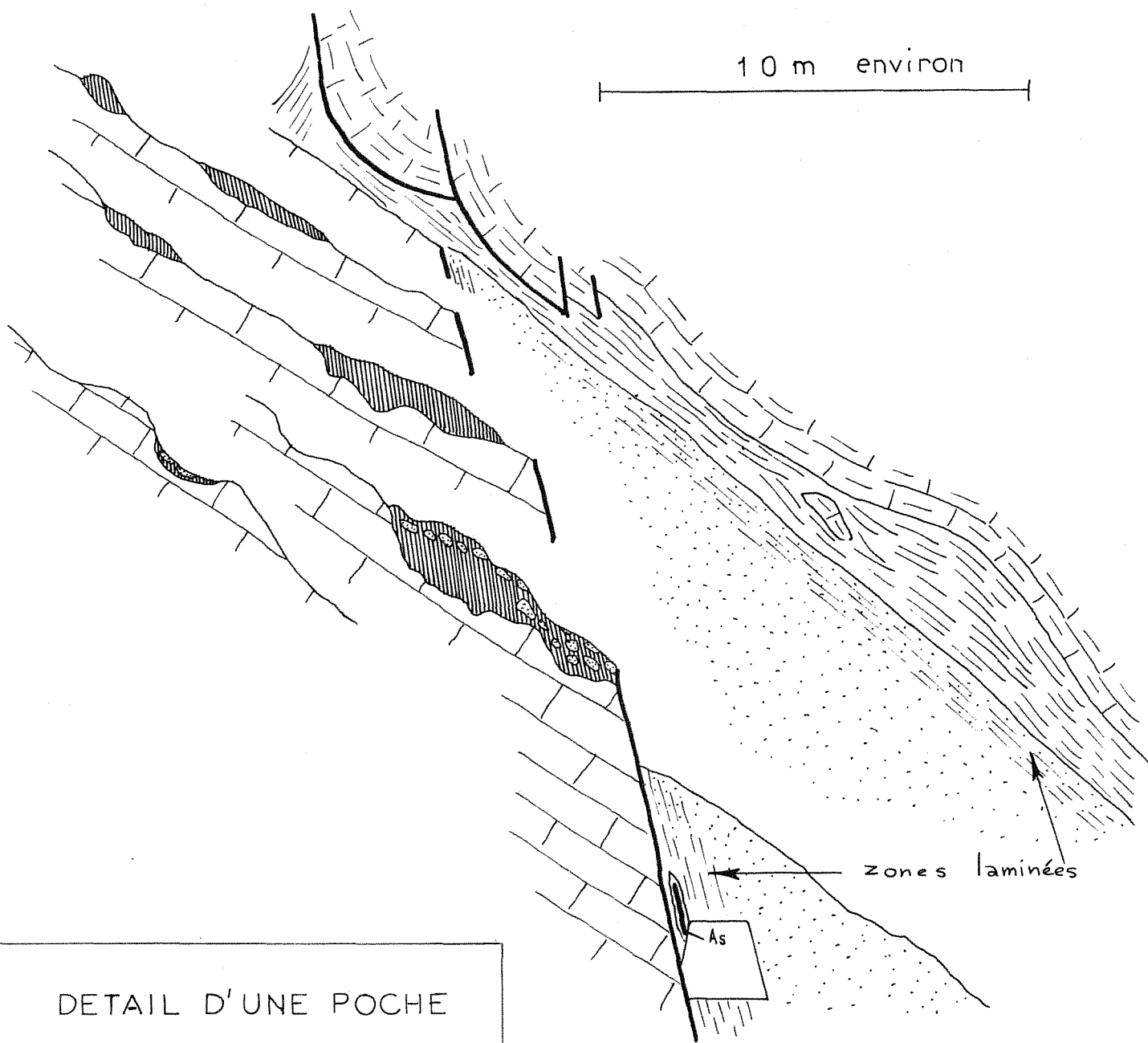
E) - Galerie de reconnaissance des affleurements Sud.

Située sur la rive gauche du ruisseau de Roccanièra, elle trace les calcaires grésoglaucieux et les marno-calcaires du compartiment laminé à l'W de la faille. Elle a été suivie sur 24 m vers le Sud, jusqu'à une zone d'effondrement. La minéralisation reconnue se réduit sur ce tronçon

PLANCHE 14 — ZONE DES TRAVAUX NORD
AFFLEUREMENTS SUD : LE KARST MINERALISE

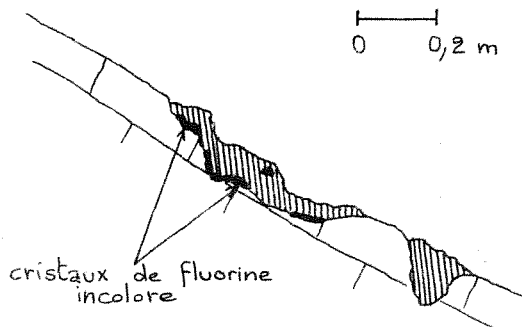
E




W











DETAIL D'UNE POCHE

0 0,2 m



-  barytine à talmessite
-  fluorine
-  "calcaires blancs"

-  zones laminées
-  faille
-  filonnet de calcite à réalgar
-  barytine à talmessite
-  Turonien inférieur
-  Cénomanién
-  Albien
-  "calcaires blancs"

à un filonnet isolé de calcite à réalgar, dans les calcaires gréso-glaucou-nieux laminés, près du miroir de faille (Pm 16, couronne gauche).

Il semble toutefois que ce traçage eût été implanté avec plus de bonheur 1 ou 2 m seulement plus bas (en gardant en sole les "calcaires blancs" effondrés à l'Ouest de la faille).

En effet, à l'Est de la faille, le toit des "calcaires blancs", dégagé en surface structurale par l'érosion, supporte de très beaux placages de calcaires gréso-glaucou-nieux altérés, extrêmement riches en barytine, puisque minéralisés sur une puissance de 0,30 à 1 m (d'autres placages de barytine étant visibles aussi face à l'entrée Nord de la galerie Laurenti).

Il s'agit de toute évidence de la formation riche reconnue par la tranchée de 8 m, simplement décalée par la faille qui apparaît ainsi postérieure à la minéralisation.

L'affleurement présente des caractères remarquables.

La surface structurale des calcaires blancs est fortement bosselée, avec même des poches de 1 m de profondeur, irrégulièrement distribuées.

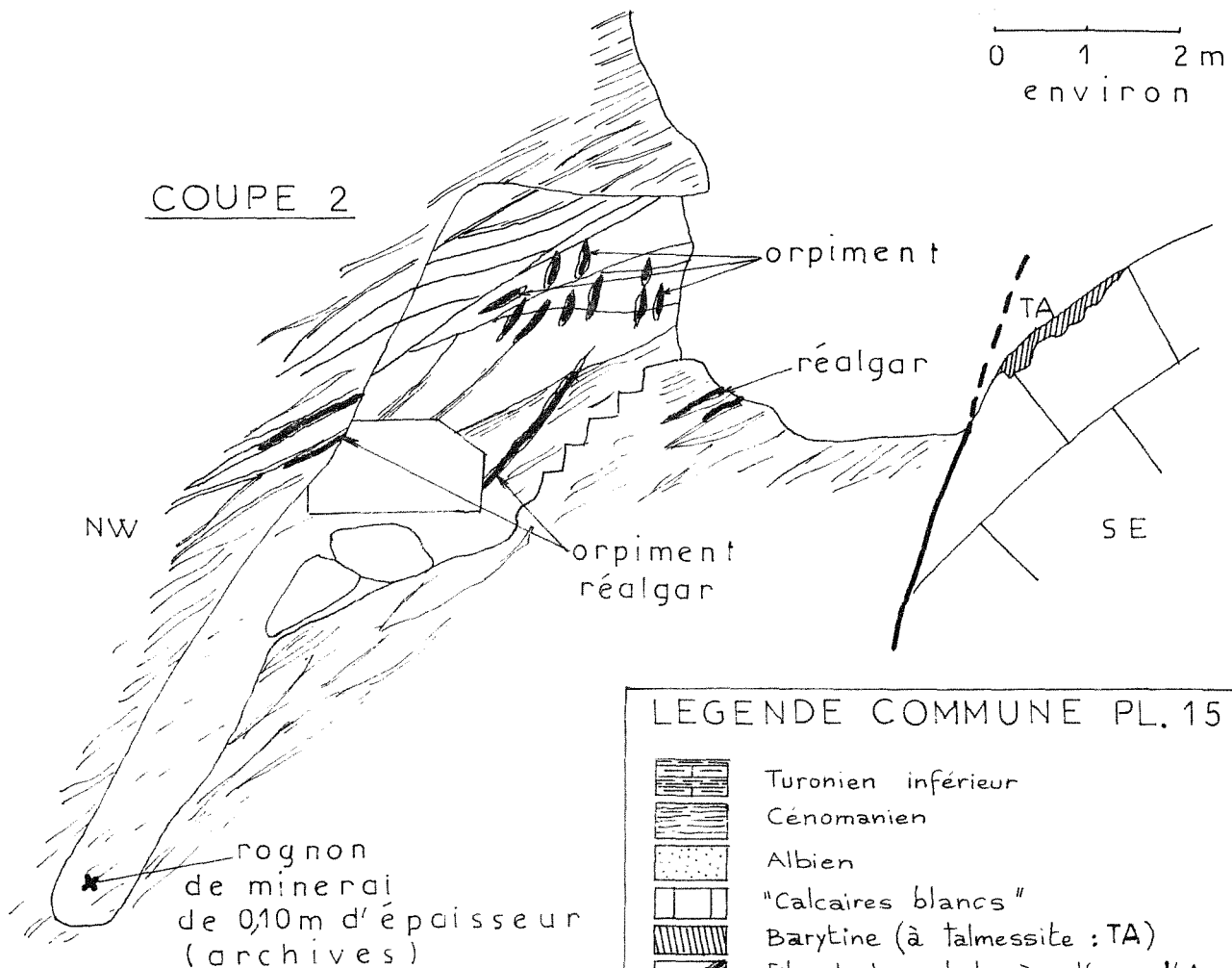
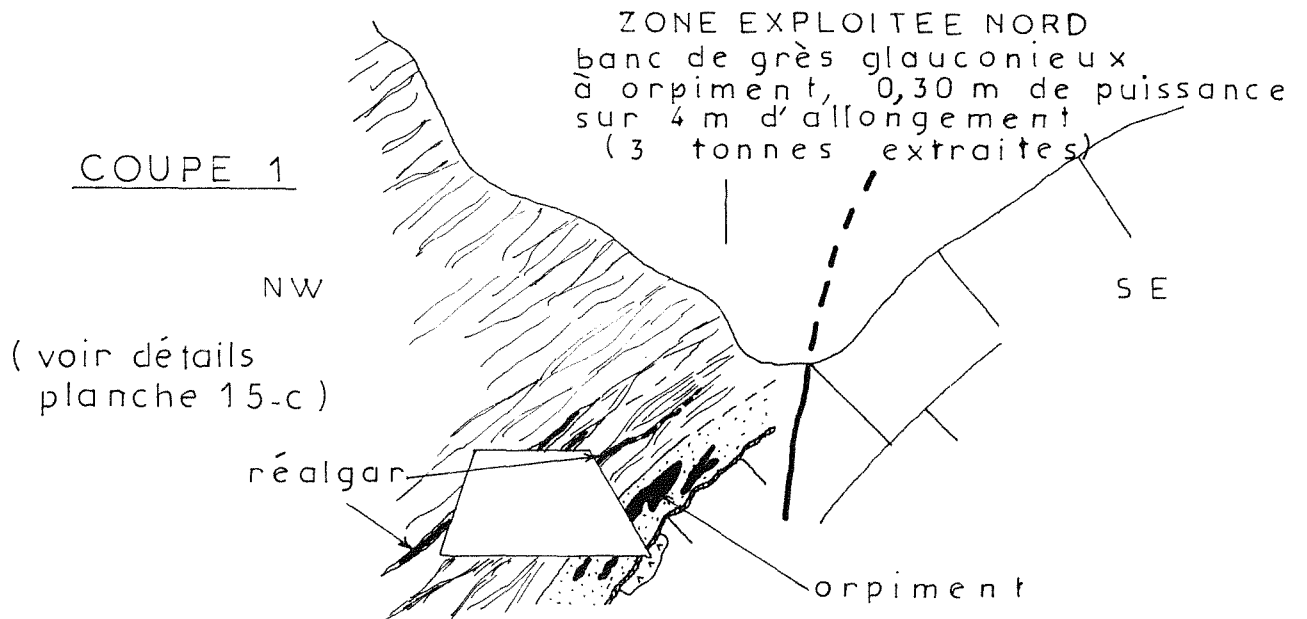
Il s'agit d'un karst.

La barytine constitue le remplissage essentiel du karst; elle emballe localement des fragments de calcaires gréso-glaucou-nieux; ceux-ci prédominent toutefois à la partie supérieure du karst, le fond des poches étant rempli généralement de barytine pure.

Dans le détail, la structure de l'affleurement apparaît bréchique. Les lamelles de barytine sont fréquemment tordues et brisées.

La fluorine, en masses cristallines de 1 millimètre à quelques centimètres, constitue de rares placages à la surface du calcaire dolomitique du mur, et des cristaux disposés entre les lamelles de barytine. On remarque aussi, entre les lamelles de barytine, des masses pulvérulentes et des agrégats fibro-radiés blancs, de quelques millimètres, constitués de talmessite (arséniat de calcium et de magnésium très stable) et qui témoignent peut-être de l'altération de sulfures d'arsenic primaires sous l'effet des agents atmosphériques.

PLANCHE 15-a : ZONE DES TRAVAUX NORD
 COUPES DETAILLEES (voir planche 13)

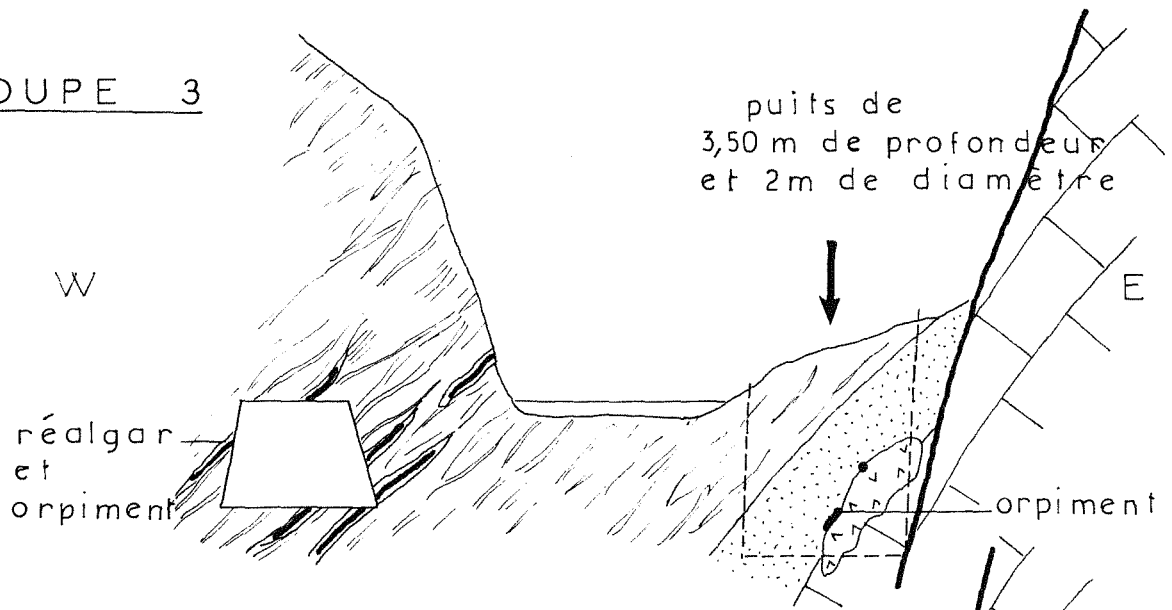


LEGENDE COMMUNE PL. 15

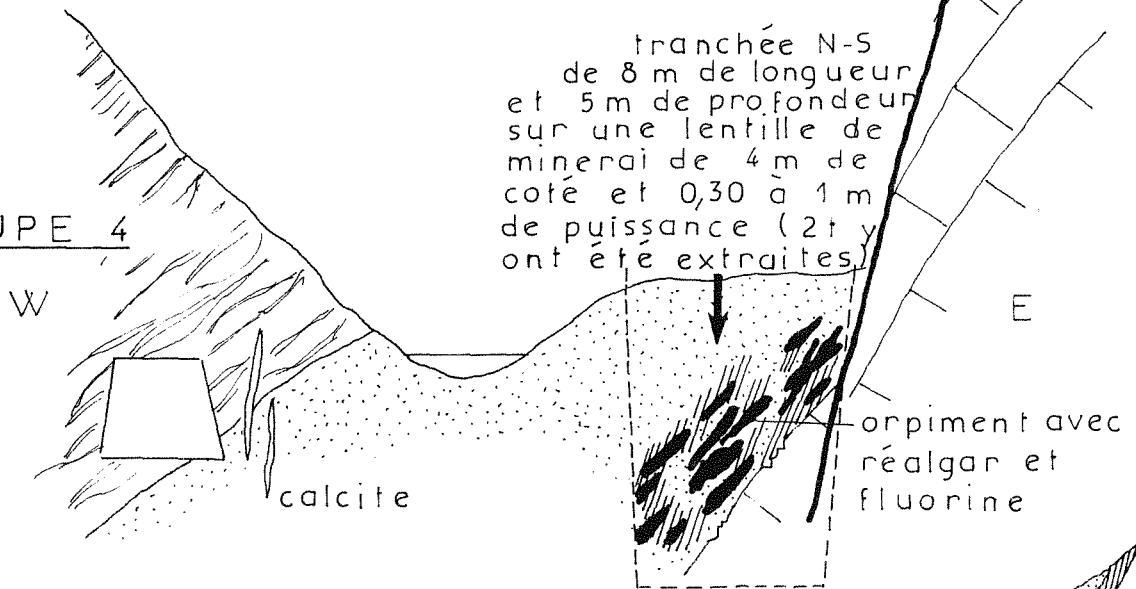
	Turonien inférieur
	Cénomaniens
	Albien
	"Calcaires blancs"
	Barytine (à talmessite ; TA)
	Filonnet de calcite à sulfures d'As
	Lentille de calcite
	Sulfures d'As massifs

PLANCHE 15 - b

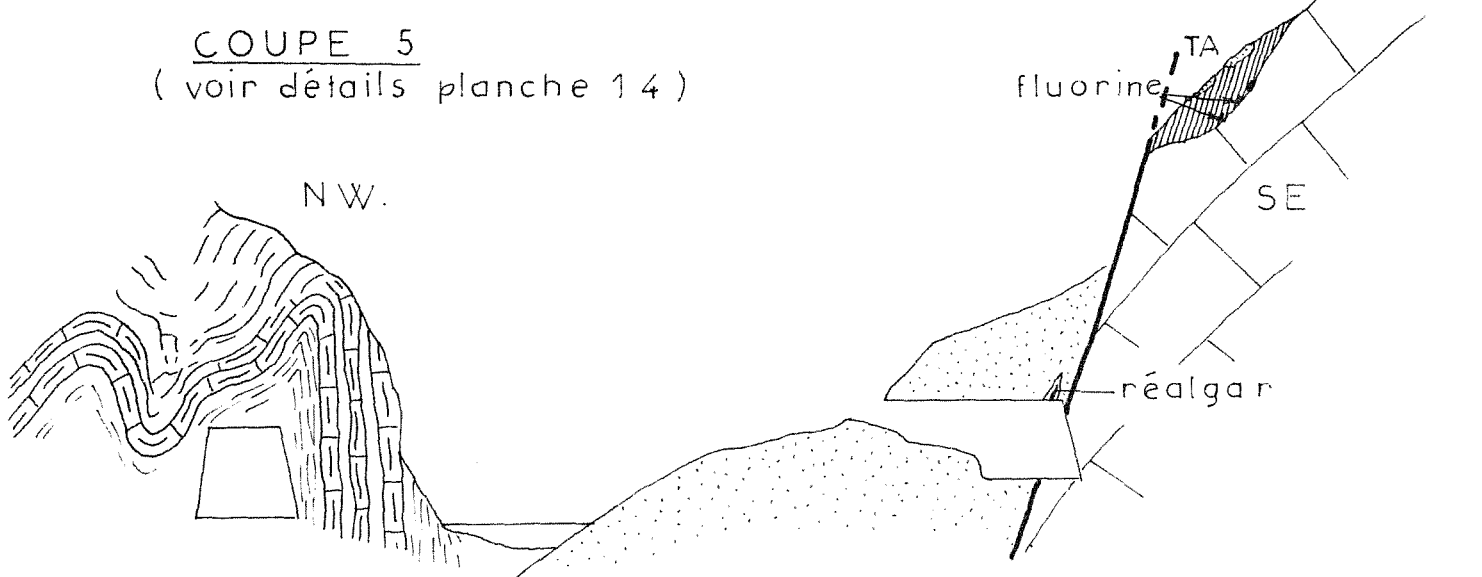
COUPE 3



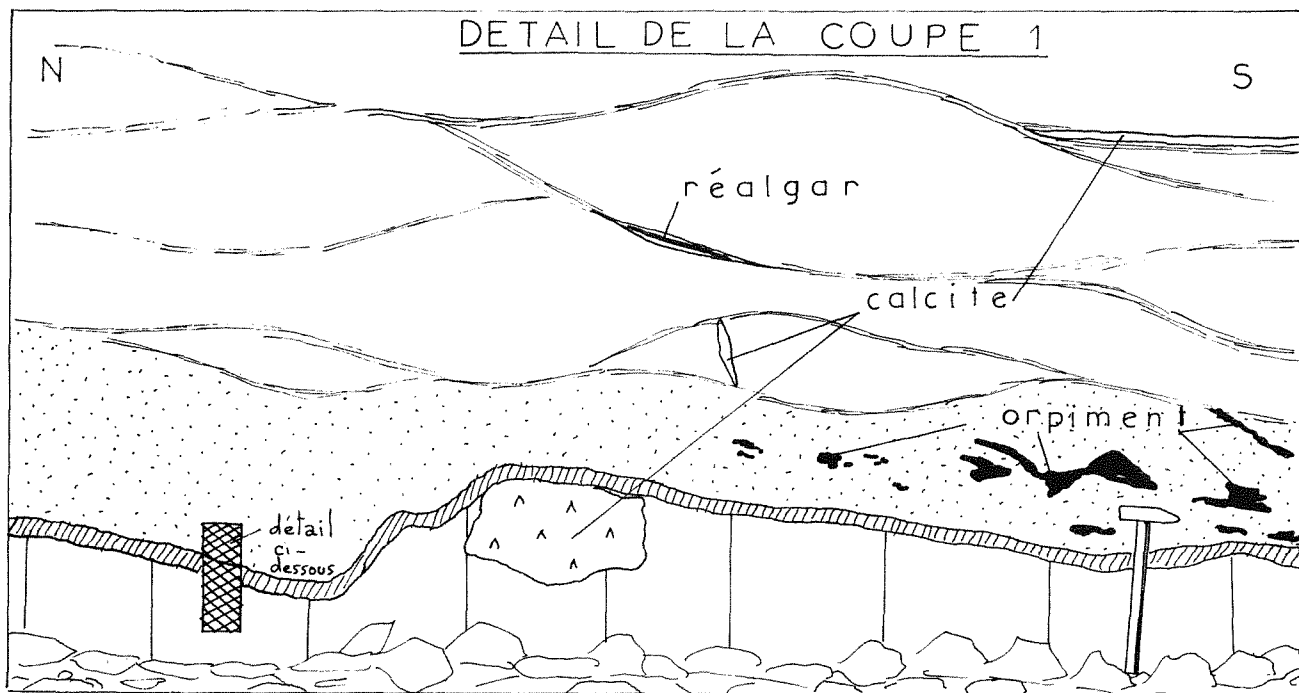
COUPE 4



COUPE 5
(voir détails planche 14)

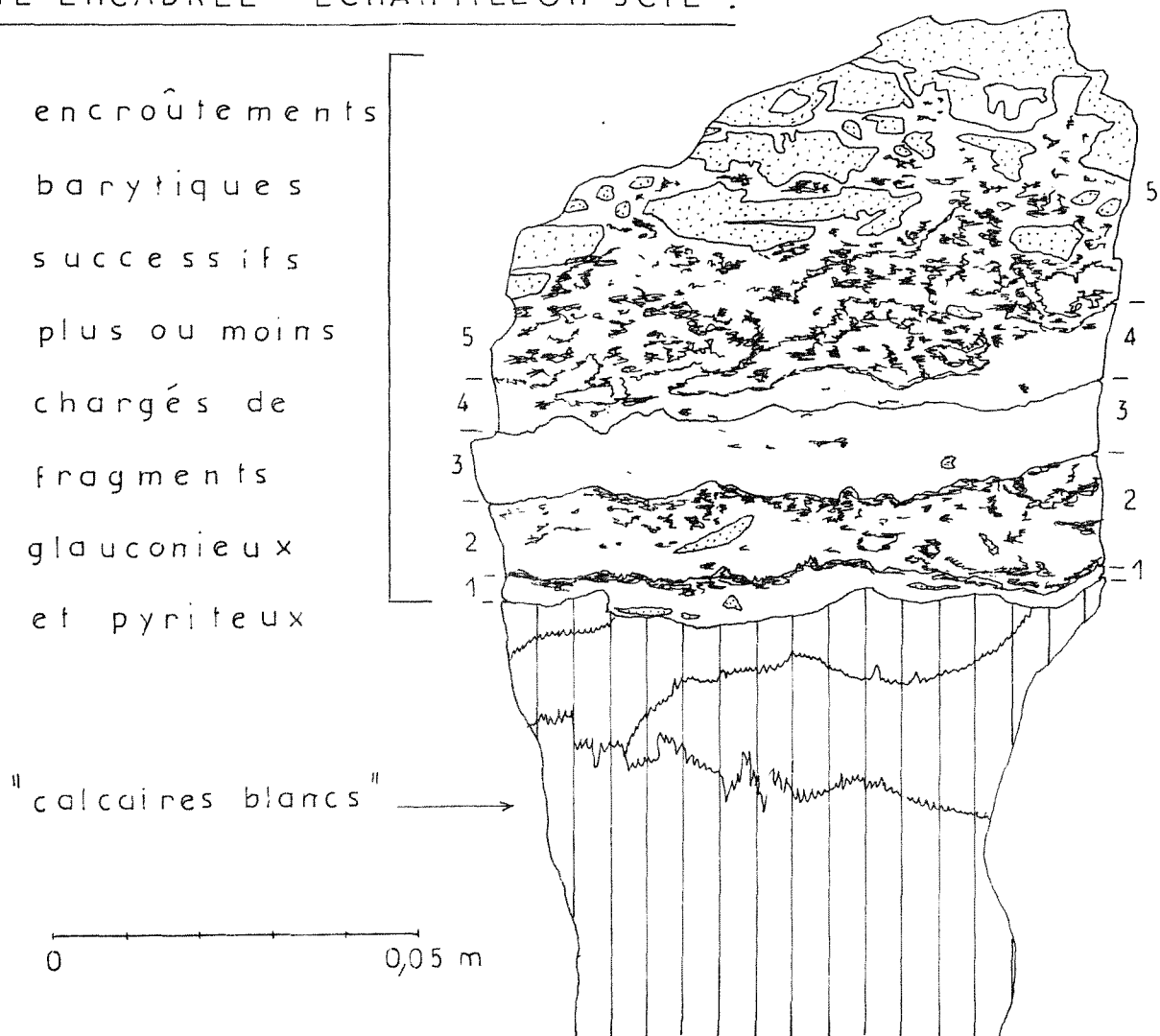


0 1 2 m
environ



(d'après croquis en mine, Nord de la galerie Laurenti bas du parement Est)

ZONE ENCADREE - ECHANTILLON SCIE :



II.2.3.2.2.- Les travaux intermédiaires.

Coordonnées Lambert III Zone Sud

x = 1003,93

y = 188,48

z = 705

(Pl. 8, 16 et 17).

L'ensemble de ce niveau est connu sous le nom de "galerie Faraut". Il est inondé sur presque toute sa longueur.

Un travers-banc , dirigé W-E, recoupe successivement les calcaires argileux du Turonien inférieur, les marno-calcaires du Cénomanién, puis les formations extrêmement étirées, faillées et même localement broyées et bréchifiées du Vraconien et de l'Albien, ce dernier lui-même extraordinairement laminé, reposant sur les "calcaires blancs" à 160 m de l'entrée.

A partir de là, une galerie en allongement de 100 m trace le contact "calcaires blancs" - formations glauconieuses, qui s'effectue par faille (traçage Nord) et laminages (traçage Sud).

Les calcaires gréso-glauconieux qui sont en contact avec les "calcaires blancs" ont fait l'objet d'une étude en lames minces, pour recherche de microfaune.

Au Pm 157 du travers-banc , la présence, dans le ciment, de *Gavelinella* sp., de *Bulimina* sp., et d'une loge de *Favusella washitensis* (Carsey) fixent une limite d'âge allant de l'Albien moyen au Cénomanién inférieur; mais la présence de Pithonelles dans un galet emballé dans le ciment trahit l'existence d'un remaniement de niveaux d'âge au moins vraconien, et assigne un âge vraconien ou cénomanién inférieur à la formation (déterminations M. Moullade).

Au Pm 159, la présence d'*Heterohelix* sp. dans le ciment de la roche indique un âge au moins vraconien, mais des galets à petites Hedbergelles attestent d'un remaniement de niveaux barrémiens ou aptiens.

Les "calcaires blancs" ont livré au Pm 5 du traçage Sud, *Clypeina* gr. *jurassica* (Fabre) sous deux types de sections (L.M. n° 121) ce qui indique un âge jurassique terminal à berriasien.

PLANCHE 16 — LES TRAVAUX INTERMÉDIAIRES

PLAN DE LA GALERIE FARAUT

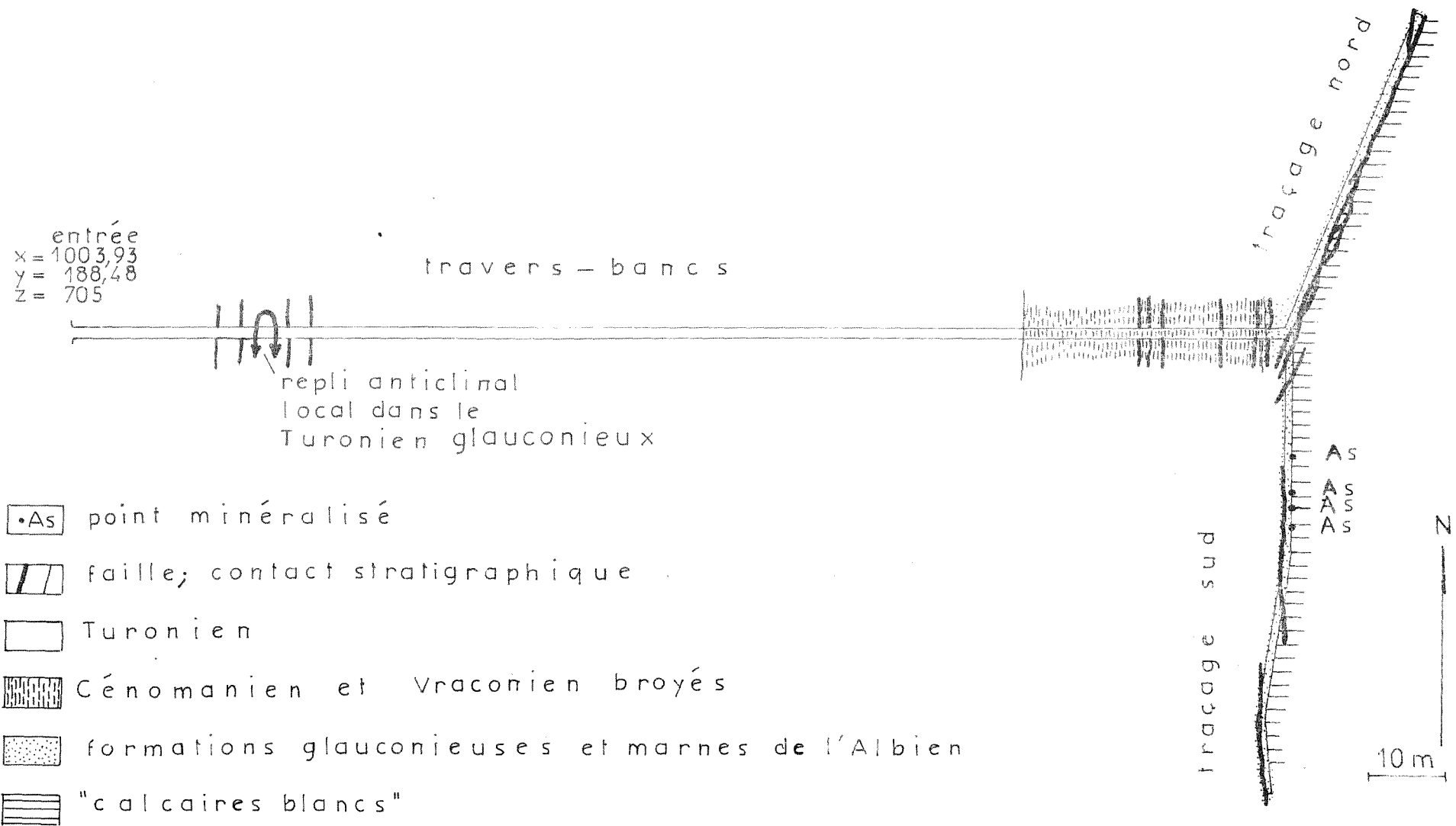
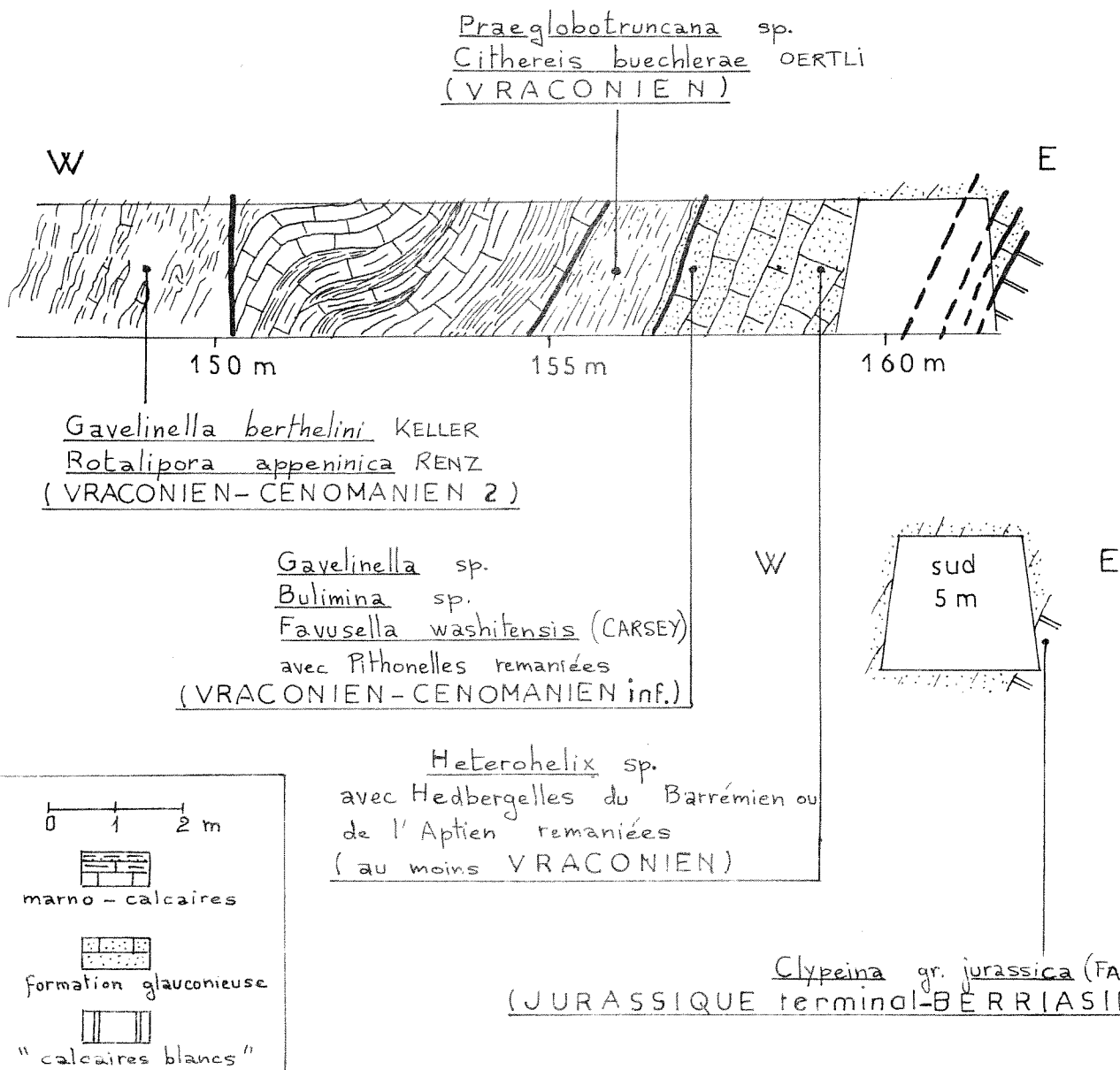
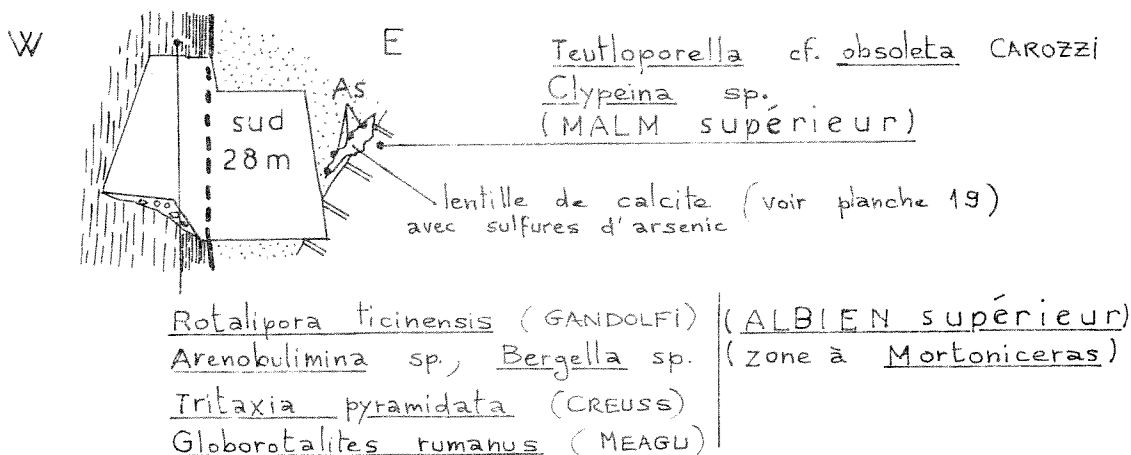


PLANCHE 17 — GALERIE FARAUT : COUPES

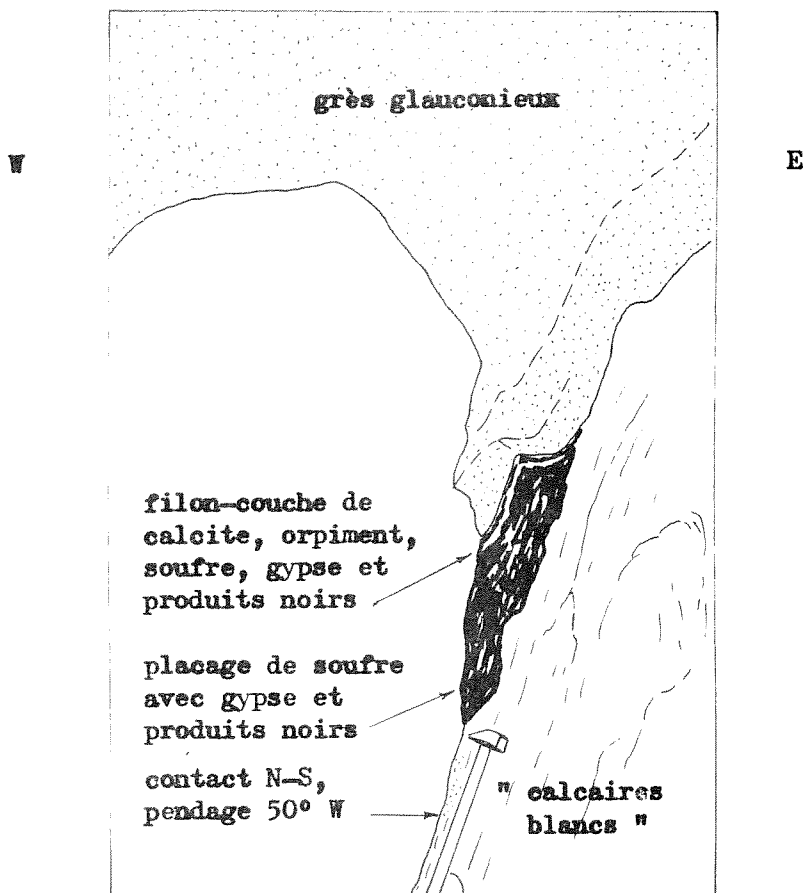
⊠ EXTREMITÉ EST DU TRAVERS-BANCS



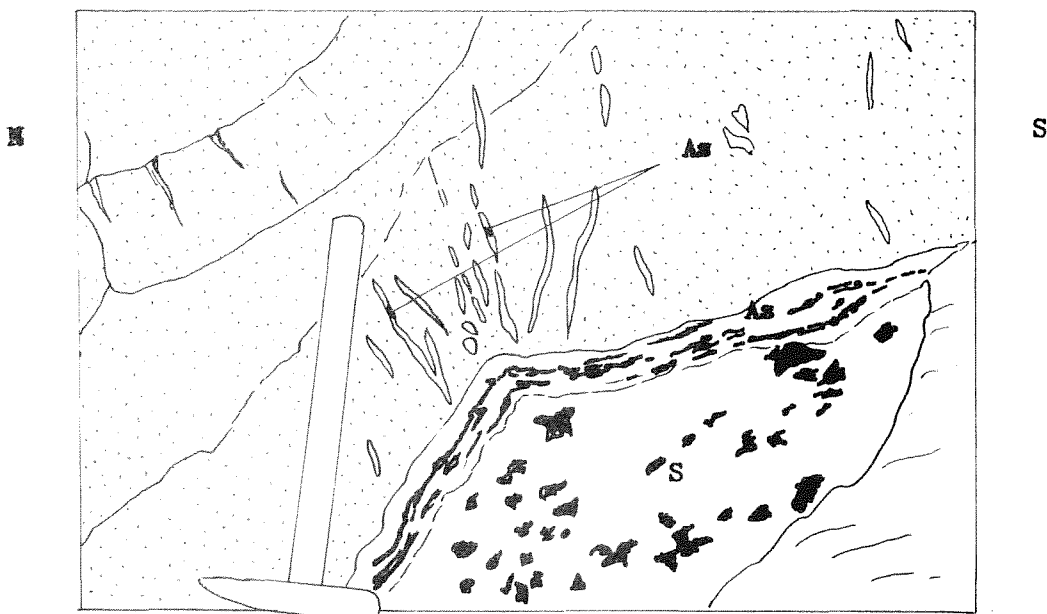
⊠ TRACAGE SUD — Pm 28



minéralisation du Pm 26

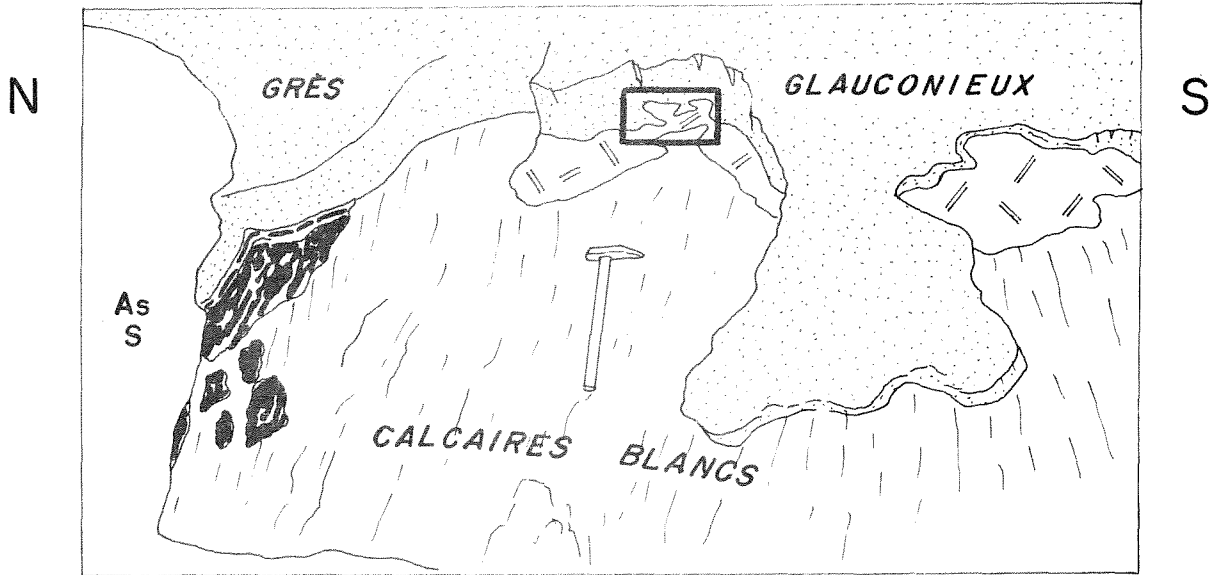


DETAIL - Présence d'orpiment dans la calcite fissurale

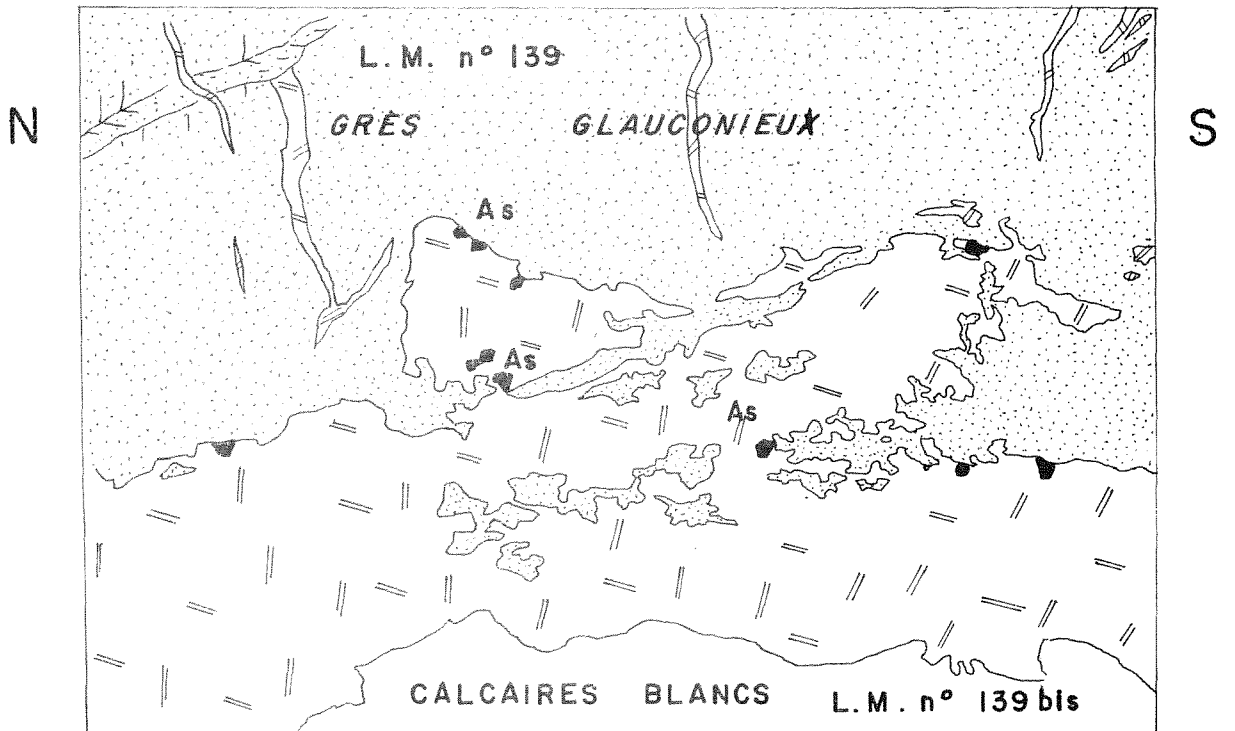


En noir : gypse et produits noirs
 En blanc : orpiment et calcite du filon-couche, soufre du placage sous-jacent

Amas lenticulaire de calcite



détail de la zone encadrée



0 0,10m



CALCITE (AMAS ET FISSURES)



ORPIMENT, REALGAR (As)
SOUFRE NATIF (S)

A une distance de 23 m plus au Sud, au Pm 28 (planche 19), cette formation a livré (L.M. n° 139 bis) une microflore essentiellement constituée d'une Algue Dasycladacée. Il s'agit de *Teutloporella* cf. *obsoleta* Carozzi (détermination M. Moullade). Cette forme a été décrite dans le Portlandien du Mont Salève et, d'après certains auteurs, serait restreinte au Malm supérieur. L'échantillon a livré aussi un fragment de *Clypeina* sp., et l'ensemble de ces caractères permet d'exclure l'hypothèse d'un âge berriasien et d'attribuer ici la formation des "calcaires blancs" au Malm supérieur.

La minéralisation apparaît sporadiquement au parement Est du traçage Sud :

- au Pm 20, dans la formation glauconieuse albienne, orpiment diffus et filonnets épigénétiques, de quelques millimètres d'épaisseur, de calcite à orpiment, avec rares cristaux de réalgar;

- au Pm 26,5 (pl. 18), soulignant le contact "calcaires blancs" - formation glauconieuse, placage de soufre natif (5 centimètres) sur le calcaire, avec amas gypseux noir (de l'ordre du centimètre); au-dessus, filonnets de calcite à orpiment, intercalés sur 5 centimètres de puissance avec des lits de gypse noir et de soufre. Au toit, dans la formation glauconieuse, discordants sur la direction N-S de la stratification (ou du laminage), filonnets de quelques millimètres, E-W subverticaux, de calcite à orpiment semblant émaner du contact minéralisé, et s'évanouissant dans le toit au bout de quelques décimètres;

- aux Pm 28 et 30, lentilles ramifiées de calcite largement cristallisée, s'allongeant dans le contact "calcaires blancs" - formation glauconieuse sur une longueur de 1 m et une puissance de 0,1 à 0,2 m. Au toit, contre la formation glauconieuse, apparition de réalgar et orpiment en cristallisations isolées à la périphérie de la lentille (pl. 19).

II.2.3.2.3.- Les travaux Sud.

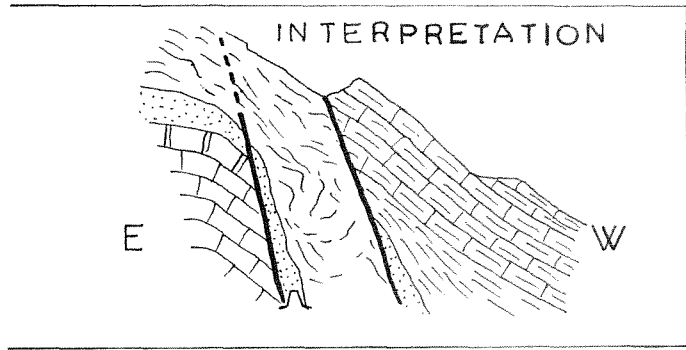
Coordonnées Lambert III Zone Sud :






x = 1004,07

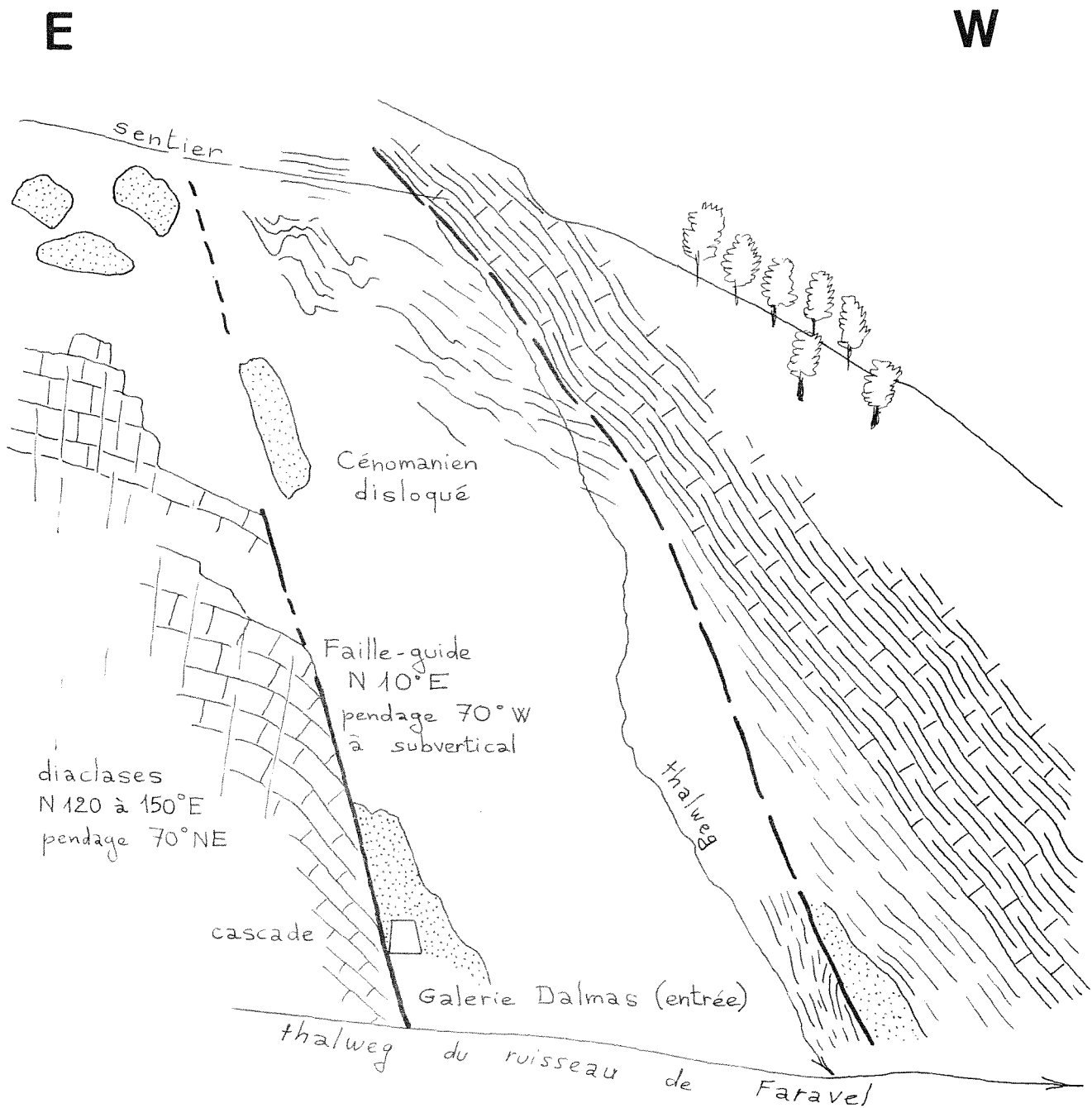
y = 188,29

z = 725

PLANCHE 20 - LA GALERIE DALMAS PANORAMA



-  TURONIEN INFÉRIEUR
-  CÉNOMANIEN
-  ALBIEN
-  APTIEN-HAUTERIVIEN
-  MALM et "calcaires blancs"



0 ————— 50 m environ

Ils consistent en une galerie de 90 m connue dans les archives sous le nom de "galerie Dalmas". L'entrée en a été retrouvée et dégagée en avril 1972, mais elle semble entièrement inondée et n'a pu être explorée.

Elle paraît reconnaître le niveau glauconieux laminé situé au toit de la grande faille occidentale, qui est dirigée ici N-10° E, avec pendage de 70° à 90° W (pl. 20). Vers 1916, une cheminée très redressée aurait fait communiquer cette galerie avec le jour vers la cote 770, et aurait recoupé une très belle minéralisation, essentiellement en réalgar (témoignage oral de M. Félix Gal, Maire de Lucéram); mais à la suite d'un éboulement dans la galerie de base, les travaux ne furent jamais poursuivis.

II.2.3.3.- MINERALISATION.

Dans le gisement de Lucéram, la minéralisation et sa répartition sont très uniformes.

II.2.3.3.1.- Nature, étude métallographique.

A) - Il convient de distinguer deux sortes de minerai, à l'échelle de la mine.

- A la base de la formation glauconieuse albiennne, la minéralisation est très sporadique, avec des intercalaires totalement stériles; elle est d'allure pénéconcordante par rapport à la stratification (et aux plans de laminage associés) mais nettement épigénétique.

Il s'agit, soit de filonnets de calcite minéralisée en orpiment et réalgar, avec localement soufre natif et gypse, soit de barytine à talmessite⁽¹⁾ aux affleurements, soit, surtout, d'orpiment à barytine, réalgar, fluorine

(1)- Lucéram constitue le 5ème gîte connu de ce minéral dans le monde, les autres étant Tuvinskaya en Sibérie (E.I. Nefedov, 1953), Talmessi en Iran (P. Bariand et P. Herpin, 1960), Irhtem et Arhbat au Maroc (J.P. Bonnici et R. Pierrot, 1965; F. Cesbron, G. Pallix, F. Permingeat et H. Vachey, 1972). Le minéral de Lucéram se présente (pl.photos II h.t.) en croûtes mamelonnées, en groupements fibro-radiés et en concrétions stalactiformes blanches, qui constituent des plages de quelques dixièmes de millimètres à plusieurs cm² (J. Féraud, R. Pierrot et F. Pillard, travaux en cours).

mauve, en profondeur.

Du gypse supergène, en aiguilles transparentes de plusieurs centimètres de long, cristallise aux parements des galeries, notamment sur la glauconitite de la galerie Faraut. Son origine réside vraisemblablement dans la pyrite et la marcasite sédimentaires qui sont abondamment disséminées dans ce type de roche.

- A la base des marno-calcaires cénomaniens, de rares filonnets de calcite à orpiment et réalgar, sub-concordants par rapport à la stratification, sont les seuls équivalents du type de minerai qui fit naguère la fortune de la mine de Duranus. Leur cristallisation est nettement épigénétique; l'orpiment y revêt fréquemment ses formes propres.

Il est à noter que seul le premier type de minerai fut valorisé par les exploitants successifs. Le second type est très localisé (travaux Nord) et représente un tonnage de l'ordre du 1/20 du précédent.

La cristallisation des lentilles de calcite qui s'allongent dans le contact "calcaires blancs" - formations glauconieuses en divers points de la mine est également épigénétique. Il est frappant de constater que seules les parties de ces lentilles directement au contact des formations glauconieuses sont minéralisées.

B) - Un certain nombre d'échantillons ont été prélevés dans les travaux Nord et 7 d'entre eux ont été examinés en section polie.

- A la base de la glauconitite albienne

(S.P. 22 153, 22 154, 22 155, 22 156, 22 157, 22 158, collection du Laboratoire du B.R.G.M. à Orléans).

Le réalgar est rare.

L'orpiment, très abondant et fortement mâclé, forme des plages entre les lamelles de barytine; dans certains cas, il constitue des mouchetures de quelques millimètres dans la masse de la barytine, et des filonnets de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur qui semblent remplir de petites fractures de la barytine. Il forme une frange autour des plages de réalgar.

La barytine en grandes lamelles apparaît le plus souvent automorphe dans l'orpiment (pl.-photo I et II h.t.).

La fluorine est localisée entre les lamelles de barytine. A l'intérieur de cette trame barytique, elle présente souvent avec l'orpiment des limites à contours mutuels.

Le quartz est automorphe dans la fluorine, la barytine et l'orpiment.

La pyrite assez fortement anisotrope est abondante et se répartit dans tous les minéraux, sous la forme de petits cristaux fréquemment automorphes et, surtout, de pyritosphères. Ceux-ci montrent souvent un début de recristallisation en pyrite sub-automorphe (pl. Photo III h.t.). Un peu de marcasite s'y associe, en petits agrégats indépendants, parfois automorphe et incluse dans l'orpiment.

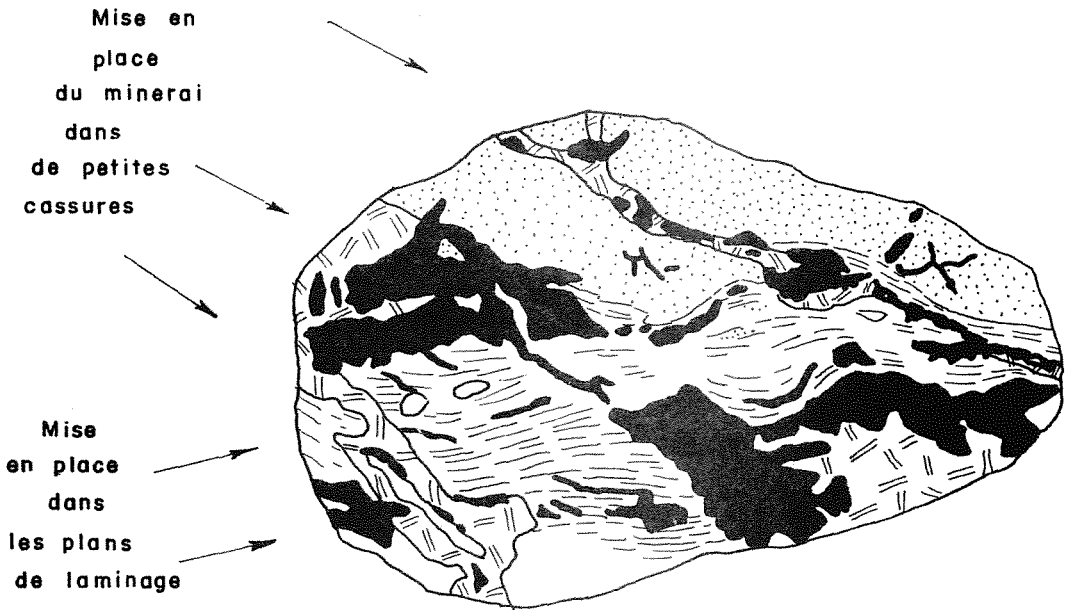
Localement, des grains de glauconie se rencontrent dans la fluorine; ils sont parfois corrodés par elle. Ailleurs, des grains de glauconie arrondis apparaissent intacts, leurs contours intersectant les lamelles de barytine et de fluorine. Il convient de souligner qu'avec la glauconie, le quartz détritique est abondant dans les roches encaissantes, de même que les pyritosphères.

- A la base des marno-calcaires cénomaniens.

(S.P. 22 152, collection du Laboratoire du B.R.G.M. à Orléans).

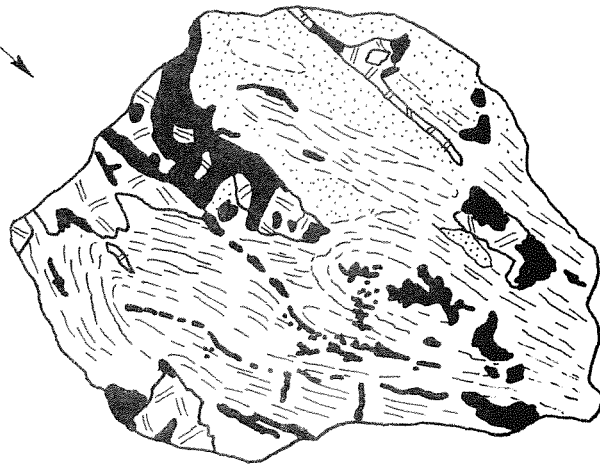
Le calcaire argileux cénomaniens, laminé selon la stratification, présente des filonnets anastomosés de calcite à orpiment et réalgar, de quelques millimètres de puissance, parallèles au litage.

Au microscope, les filonnets montrent une structure rubanée, avec calcite automorphe se développant, à partir des épontes, dans l'orpiment axial. L'orpiment forme des liserés autour des plages de réalgar. La pyrite est abondante dans le calcaire argileux, en flammèches étirées selon le plan de laminage. Elle apparaît dans la masse de l'orpiment, sous forme de



Mise en place dans de petites cassures discordantes sur le plan de laminage

0 4 cm



Grès glauconieux



Faciès gris



Faciès vert

Minérai



Barytine - Fluorine



Orpiment lamellaire

Echantillons prélevés sur stock
Galerie Faraut - T.B. Pm 160
(non orientés)

de pyritosphères de 0,2 millimètre de diamètre. Pyrite et marcasite se présentent en gerbes de cristaux aciculaires dans l'orpiment.

II.2.3.3.2.- Répartition de la minéralisation.

L'ensemble des observations effectuées à ce jour permet de distinguer deux métallotectes principaux :

- la minéralisation se localise dans une zone de laminages qui ne paraît pas excéder une dizaine de mètres de part et d'autre de la grande faille occidentale (qui est elle-même absolument stérile);
- l'extension verticale de la minéralisation est limitée à un horizon stratigraphique de moins de 20 m de puissance (compte-tenu des laminages) et qui comprend les grès glauconieux de l'Albien (comprenant le Vraconien) et la base des marno-calcaires du Cénomaniens : la caractéristique réducteur du milieu ne semble pas déterminant à lui seul car il n'y a pas seulement contrôle lithologique mais aussi contrôle stratigraphique.

Il faut souligner que c'est uniquement une prospection rapide basée sur ces deux hypothèses qui m'a permis de retrouver la galerie Dalmas, dans une région d'accès très difficile.

On notera enfin qu'un karst anté-albien sert de piège à une partie de la minéralisation (encroûtements barytiques à fluorine et talmessite).

II.2.3.3.3.- Etude pétrographique de la gangue.

Les grès glauconieux albiens présentent dans les zones minéralisées un aspect très particulier; au contact des sulfures et de la gangue fluorobarytique, ils prennent en effet une couleur grise, semblable à celle d'un calcaire argileux du Cénomaniens, mais l'attaque à HCl est négative; on y distingue sporadiquement des grains de glauconie, et il n'est pas rare de noter plusieurs alternances, conformes au laminage général, de faciès vert à réseau serré de glauconie, et de faciès gris (pl. 21).

Dans le but d'étudier minéralogiquement ces variations de faciès, j'ai effectué 12 lames minces, dont 3 dans les niveaux minéralisés à proximité de filonnets de calcite (n° 139 et 143) et 7 dans la gangue des amas fluoro-

barytiques à orpiment (n° 142, 144, 145, 146, 146 bis, 147 et 148).

Par rapport aux faciès verts des zones non minéralisées (cf. paragraphe II.2.1.) les grès verts et gris de la zone minéralisée s'individualisent :

- a) par la disparition quasi-totale du ciment de calcite micritique;
- b) par la présence d'un ciment argileux brun-verdâtre ferrugineux très fin;
- c) par l'existence de zones extrêmement laminées dans lesquelles les grains de glauconie sont étirés entre les grains de quartz détritique anguleux; localement, on peut voir les termes de passage entre la glauconie saine, verte, des boules de glauconie ferruginisée, brune, et des amas étirés bruns, argileux; les faciès gris résultent de cette profonde altération de la glauconie, entièrement transformée;
- d) par la cristallisation des minerais, qui apparaît légèrement postérieure à ces étirements; barytine, orpiment et fluorine s'insèrent dans les plans de laminage entre faciès verts et faciès gris; ailleurs, ils sont franchement discordants sur ces plans de laminage et occupent de petites cassures de détente postérieures (pl. 21); dans les faciès verts, ils se rassemblent également entre les grains de glauconie, en les corrodant;
- e) par une recristallisation du quartz détritique, en plages à contours flous et agrégats de cristaux sub-automorphes dans la gangue, et en manchons de cristaux sub-automorphes autour de filonnets d'orpiment.

La calcite ne présente un développement important que dans les échantillons 139 et 143, prélevés dans des zones à filonnets de calcite minéralisés, ainsi que dans l'échantillon 142 où elle est associée à un filonnet de barytine, avec des recristallisations de calcite et de pyrite aux épontes.

II.2.4. - CONCLUSION.

La minéralisation de Lucéram, épigénétique, subit à la fois un contrôle lithostratigraphique et un contrôle tectonique. Elle est "liée-aux-strates" mais le rôle de drain joué par la faille-guide n'est pas exclu, même si elle est elle-même exempte de minéralisation; il est en effet remarquable que la zone métallifère ne semble pas s'en écarter beaucoup, alors que les laminages ont une extension latérale beaucoup plus grande. Il faut souligner

aussi que les zones laminées associées aux autres failles de la région ne semblent pas minéralisées.

Ceci permet d'avancer une hypothèse cohérente quant à l'âge de la minéralisation. L'examen des travaux Nord, en effet, pose le problème d'une minéralisation antérieure à la fracturation, puisque décrochée par elle, mais paradoxalement liée aux laminages qui lui sont associés, et s'écartant d'ailleurs très peu de sa zone d'influence. La fracturation est elle-même antérieure au serrage E-W, les replis induits par celui-ci venant buter contre la faille.

La mise en place de la minéralisation de Lucéram est donc alpine, comprise entre le Pontien (décollement de la couverture subalpine) et le Plio-Quaternaire (serrage E-W). Mais il n'est pas du tout exclu que l'arsenic, le soufre, le fluor et le baryum aient préexisté, sous une forme minéralogique ou non, dans les roches environnantes, les macro- et micro-structures dues à la tectonique alpine jouant longtemps après un rôle collecteur.

Ces problèmes feront l'objet du paragraphe II.5, après la description des autres indices de même type.

II.3.- LE GISEMENT DE DURANUS.

Le gisement de Duranus s'insère au flanc de l'unité du Mont Férion, à la bordure occidentale de l'arc de Nice. Il occupe une position plus externe que les indices de Lucéram.

L'unité subméridienne du Mont Férion (pl. 22) constitue un des festons majeurs de l'arc de Nice. Au droit du gisement de Duranus, elle se présente comme une écaille chevauchant vers l'Ouest, et redressée transversalement, au Sud, par une extrusion de gypses triasiques. La minéralisation se localise dans un petit graben NNE, au bord de la zone de rebroussement maximal (carte h.t. 2). Elle est étroitement liée à la base des marno-calcaires du Cénomanién.

II.3.1.- STRATIGRAPHIE DÉTAILLÉE.

La succession stratigraphique présente de nombreuses analogies avec la coupe de Lucéram (§ II.2.1.2); elle s'en distingue par la contraction (ou l'absence?) du puissant niveau à faciès marneux et calcaréo-argileux du Bédoulien. La présence de minéralisations à contrôle lithostratigraphique net m'a encouragé à effectuer des coupes banc par banc du Crétacé inférieur et moyen en divers points de l'écaille du Mont Férion, de part et d'autre du gisement, en dehors des zones fortement laminées (pl. 23, 24 et 25).

Je décrirai successivement la coupe la plus caractéristique (Rochers de Miamande), puis ses variations latérales, et enfin j'en proposerai une interprétation sédimentologique et paléogéographique.

II.3.1.1.- La coupe des Rochers de Miamande (planche 23)

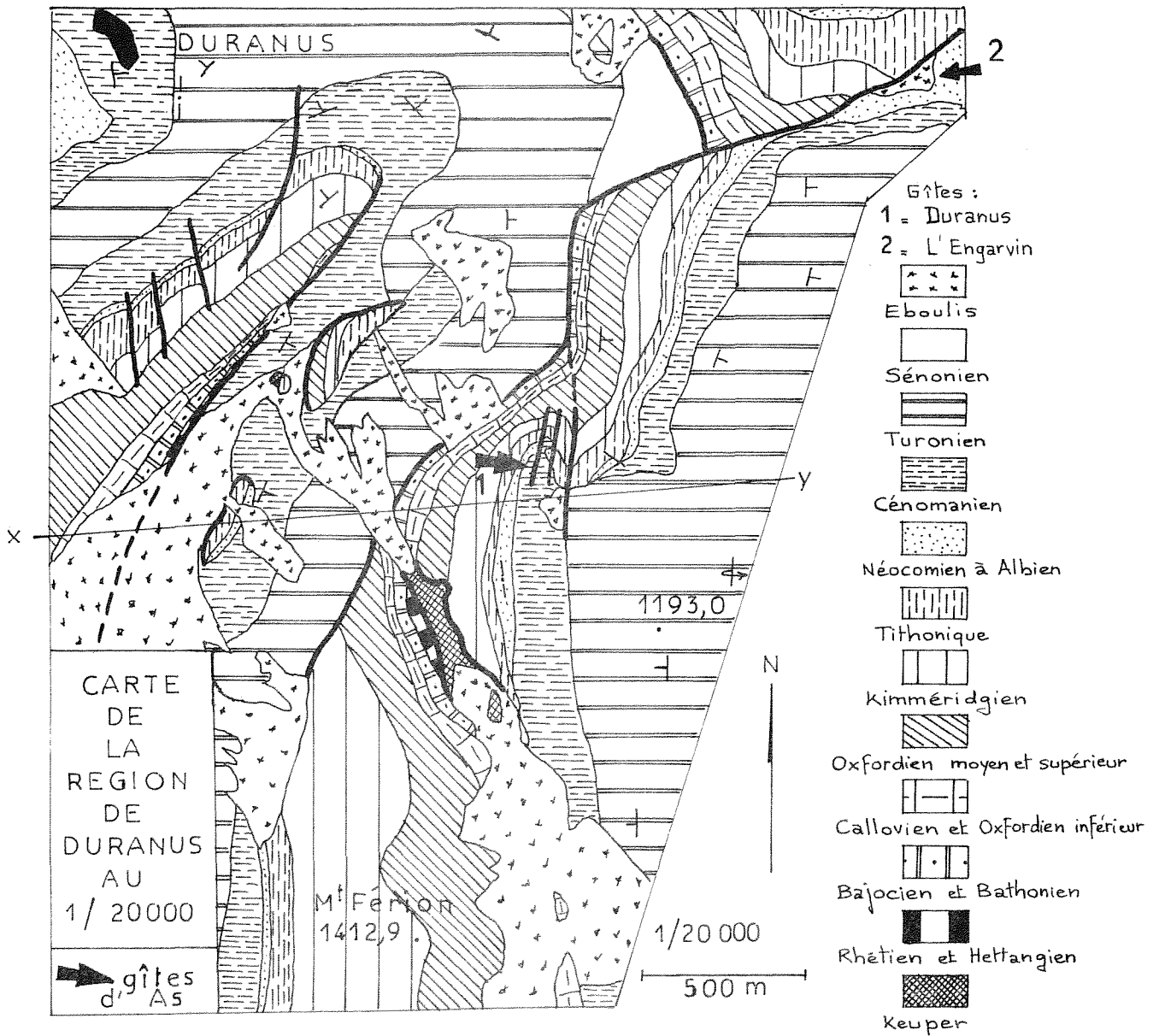
Coordonnées Lambert III Zone Sud :

x = 997,2

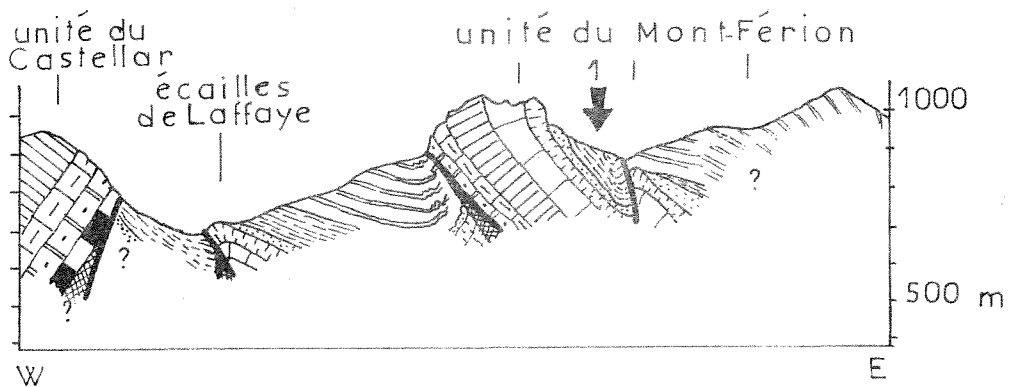
y = 187,9

A) - A la base, reposant sur les "calcaires blancs" en bancs de l'ordre du mètre, un premier niveau condensé est constitué de calcaire fin à débris de goethite-limonite de un à plusieurs centimètres de côté, et à oolithes ferrugineuses de 0,2 à 3 millimètres de diamètre. Ce niveau qui a livré ailleurs *Acanthodiscus radiatus*, présente une allure très lenticulaire; sa puissance maximale est de 1,50 m environ; elle s'amenuise latéralement jusqu'à disparition totale, l'affleurement ne dépassant pas un allongement de l'ordre de 20 mètres. Cette disposition évoque le remplissage de chenaux.

PLANCHE 22 - LA REGION DE DURANUS



COUPE SUIVANT x-y



Ce niveau à oolithes ferrugineuses se retrouve en de nombreux points de l'arc de Nice. Afin de juger de sa valeur en tant qu'indice métallifère, j'ai prélevé sur la coupe un échantillon de 3 kg représentatif du calcaire à oolithes ferrugineuses, que j'ai soumis, après broyage et quartage, à l'analyse:

Echantillon DU.03.03. - LAB.A.2602

Analyste : A.M. de Kersabiec

SiO ₂	3,70 %	
Al ₂ O ₃	0,84 %	
Fe ₂ O ₃ + FeO	19,50 %	
TiO ₂	0,95 %	
CaO	38,85 %	
MgO	0,90 %	
Na ₂ O	0,04 %	
K ₂ O	0,60 %	
perte au feu	33,80 %	
<hr/>		
Total	99,18 %	
Fe ₂ O ₃	19,06 %	} Détermination complémentaire
FeO	0,21 %	

La teneur en fer, quoique très supérieure au clarke, est en définitive relativement faible.

Cet échantillon ne peut pas être considéré comme un minerai de fer exploitable.

B) - Au-dessus de ce niveau lui succèdent 10 m de calcaires gris sombre à patine claire, en petits bancs à stratification parallèle, correspondant probablement à l'Hauterivien.

Le dernier banc montre des perforations et des infiltrations de glauconie provenant du niveau sus-jacent.

C) - Les dépôts condensés du Barrémien inférieur constituent un banc de 0,5 m de puissance, à grains de glauconie et galets de goethite-limonite et de calcaire provenant du substratum.

J'y ai récolté (détermination L. Demay) :

Acrioceras tabarelli (Astier)

Barremites gr. difficilis (d'Orb.)

Crioceratites (Emericiceras) thiollierei (Astier)

Holcodiscus sp.

Nautilus neocomiensis (d'Orb.)

Raspailliceras charrieri (d'Orb.)

Spitidiscus sp.

Spitidiscus cf. *gastaldi* (d'Orb.)

Comme à Lucéram, cette faune est caractéristique du Barrémien inférieur (zone à *Nicklesia pulchella* du stratotype de la route d'Angles).

Il est classiquement admis que, dans l'ensemble de l'arc de Nice, ce niveau condensé est particulièrement riche en phosphates. Toutefois, la nature minéralogique et la teneur n'en ont jamais été précisées.

Dans le but de lever cette indétermination, j'ai prélevé sur cette coupe un échantillon de 6 kg, représentatif du niveau glauconieux à galets, que j'ai soumis, après broyage et quartage, à l'analyse.

Echantillon DU.03.05. - LAB. A. 2604

Analyste : A.M. de Kersabiec

SiO ₂	10,78 %
Al ₂ O ₃	2,10 %
Fe ₂ O ₃ + FeO	5,24 %
TiO ₂	0,25 %
CaO	43,76 %
MgO	1,00 %
Na ₂ O	0,16 %
K ₂ O	0,27 %
P ₂ O ₅	17,35 %
perte au feu	18,72 %
<hr/>	
Total	99,63 %

Détermination complémentaire :

Fe ₂ O ₃	3,57 %
FeO	1,50 %

Un examen par diffractométrie des rayons X a permis de préciser que cette forte teneur en P_2O_5 est exprimée minéralogiquement sous la forme d'hydroxy-apatite $Ca_5(PO_4)_3(OH,F)$.

D) - Au-dessus, les dépôts de l'Aptien et de l'Albien indifférenciés constituent des alternances de calcaires glauconieux plus ou moins gréseux et de marnes glauconieuses, sur une puissance totale de 30 à 40 m.

La base et le sommet de cette série sont plus particulièrement indurés et riches en glauconie.

J'ai pu récolter, à la partie supérieure du banc gréso-glauconieux sommital, de grands exemplaires de *Puzosia* sp. et, surtout, un exemplaire remarquable de *Mortoniceras (Subschloenbachia) rostrata* (Sow.) (détermination L. Demay, G. Thome).

Cette Ammonite caractérise sans discussion possible le Vraconien supérieur (1).

C'est la première fois qu'elle est signalée dans l'arc de Nice.

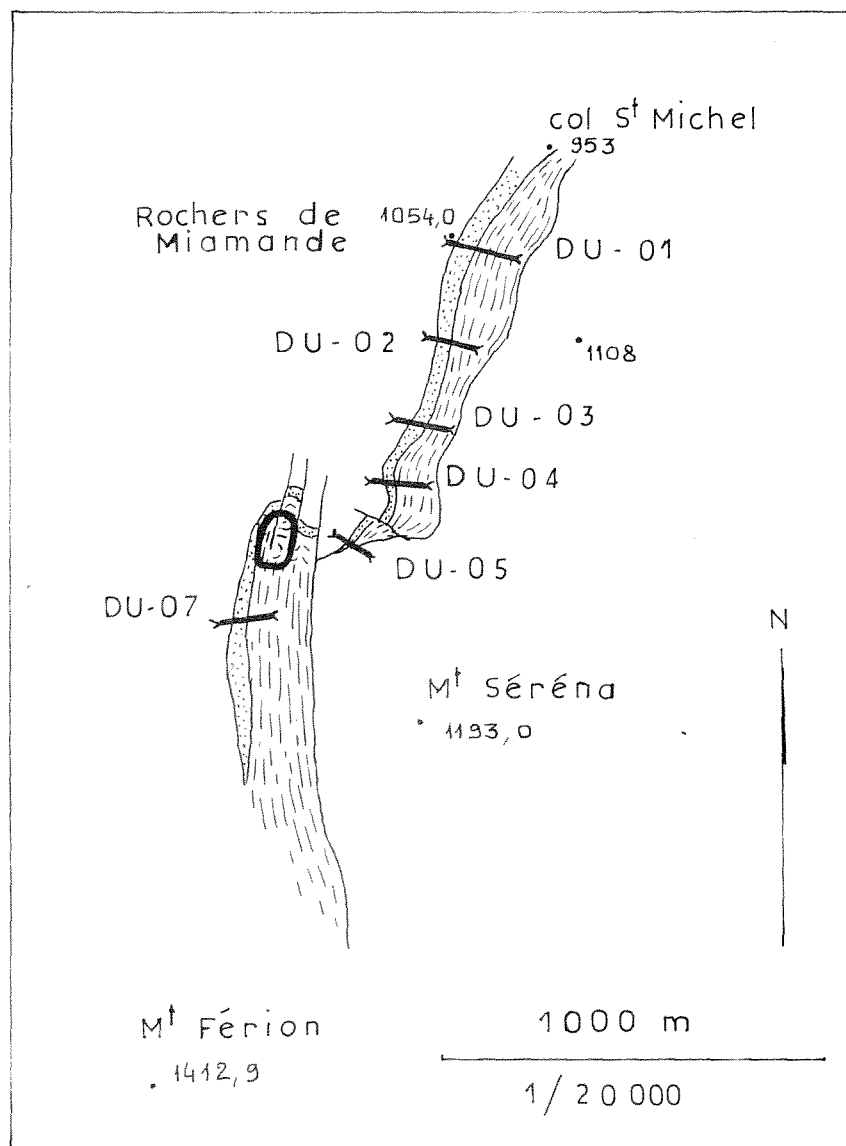
E) - Un niveau condensé de 0,10 m de puissance, lenticulaire, souligne ensuite le passage à la série sus-jacente. Il renferme des débris de goethite-limonite et des Bélemnites.





F) - Au-dessus, 1,70 m de marnes glauconieuses, avec un interlit de 0,20 m de calcaire argileux glauconieux, marquent le passage au Cénomaniens franc.

G) - Celui-ci débute par la zone à *Mantelliceras mantelli* et se développe sur environ 40 à 50 m de puissance. Il se caractérise par des marno-calcaires à nodules de marcasite. Le Cénomaniens moyen m'a livré, entre autres,

(1) - Le toit des grès glauconieux de Duranus n'est donc pas synchrone de celui de Lucéram qui présente une macrofaune et une microfaune d'âge cénomaniens inférieur franc.

CARTE DE SITUATION DES
COUPES STRATIGRAPHIQUES
EFFECTUEES A DURANUS



- | | | | |
|---|----------------------|---|----------------------|
|  | Cénomaniens |  | Coupe échantillonnée |
|  | Valanginien à Albien |  | Zone minéralisée |

Schloenbachia subtuberculata, *Scaphites aequalis* et de nombreux exemplaires d'*Holaster subglobosus*.

II.3.1.2.- Variations latérales (pl. 22)

Grâce à une disposition linéaire favorable des affleurements, de part et d'autre de la zone minéralisée, j'ai effectué 6 coupes banc par banc, à des intervalles de 200 à 240 m les unes des autres, le long d'une ligne NE-SW allant du Col St Michel au ravin NW du Mont Férion (pl. 24 et 25).

Ces coupes mettent en évidence une légère réduction du niveau glauconieux albo-aptien à l'approche de la zone minéralisée.

Ce schéma se complète par l'étude de la zone minéralisée elle-même.

Elle est, certes, le siège d'importants laminages et broyages d'origine manifestement tectonique. Toutefois, certains détails d'ordre sédimentologique peuvent être mis en évidence :

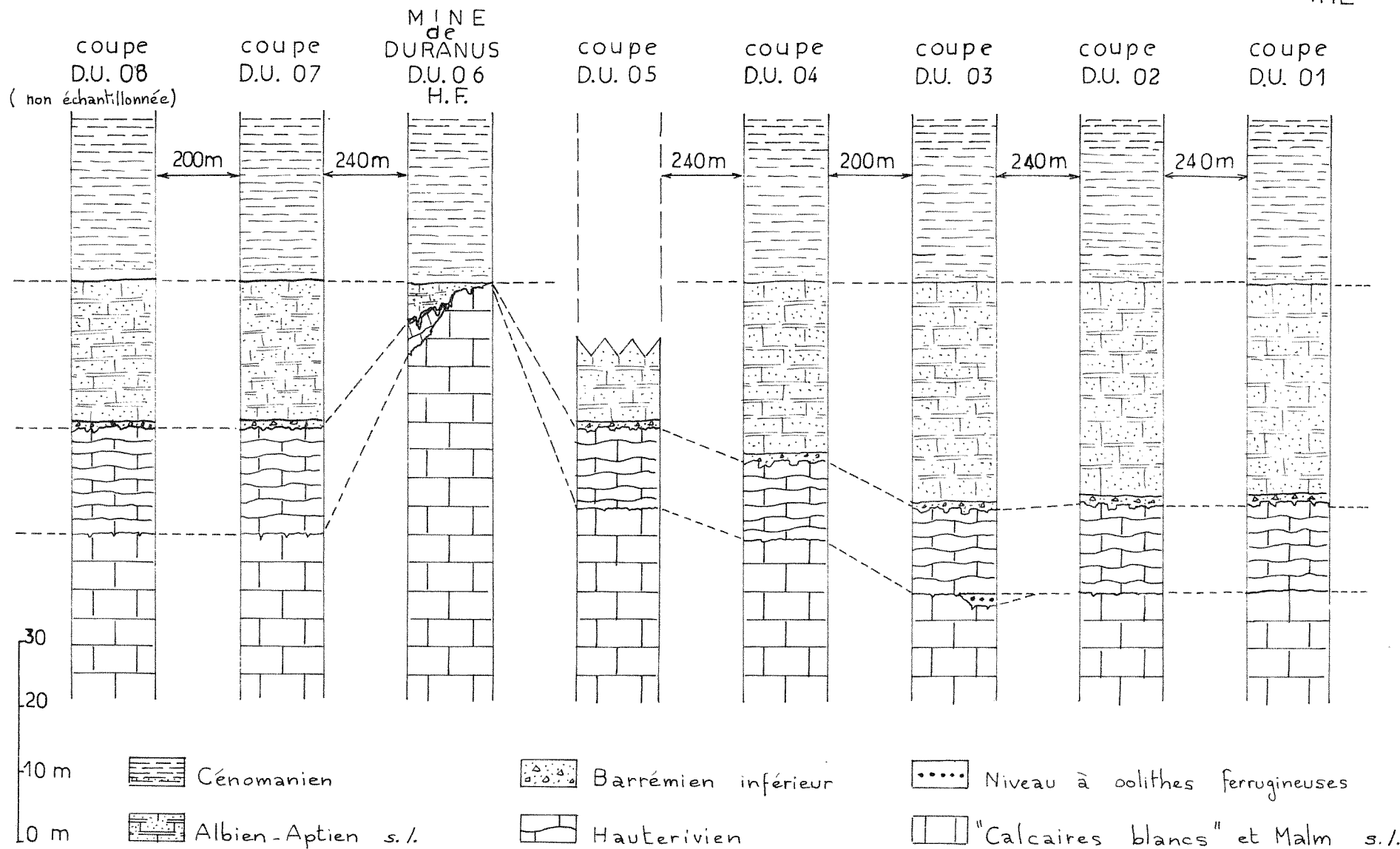
- la zone minéralisée coïncide avec une lacune des calcaires gris sombre à patine claire de l'Hauterivien.
- Les "calcaires blancs" sont localement le siège d'une légère karstification, avec chemisage de calcite et remplissage calcaréo-glauconieux (en particulier rive droite du *thalweg*, à une distance de 100 m en amont du réservoir en maçonnerie noté sur la carte de l'I.G.N. au 1/20.000).
- Enfin, dans l'axe de ce *thalweg*, à une distance de 30 m en aval du réservoir, au rebord même de la falaise jurassique, apparaît un affleurement de calcaire jaune beige, légèrement glauconieux et gréseux. Son contact avec les "calcaires blancs" est extrêmement irrégulier, et l'ensemble est recoupé par des filonnets anastomosés de calcite.

Au microscope (L.M. n° H.F. 1 à H.F. 6) ce calcaire gréso-glauconieux présente une structure extrêmement hétérogène; on peut discerner des zones à contours flous, de l'ordre de quelques dizaines de centimètres de côté, où la glauconie est fréquente, et d'autres où elle est beaucoup plus rare. Le ciment, constitué de quartz fréquemment sub-automorphe ou automorphe

PLANCHE 25 — LE HAUT-FOND DE DURANUS

SSW

NNE



et de calcite recristallisée en grandes plages sub-automorphes, présente les mêmes variations irrégulières. Il s'y adjoint de rares débris phosphatés et de la muscovite.

II.3.1.3.- Interprétation sédimentologique et paléogéographique.

La succession lithologique et stratigraphique présente de nombreuses analogies avec la succession mise en évidence à St Laurent et Lucéram (cf. paragraphe II.2.1.3.) et évoque les mêmes considérations d'ordre sédimentologique et paléogéographique.

En outre, une zone de haut-fond avec lacune de l'Hauterivien est mise en évidence à l'aplomb de la zone minéralisée de Duranus.

Le fait que cette zone coïncide également, comme on le verra ci-après, avec un *graben* et un champ de failles complexe, introduit une contradiction qui n'est qu'apparente, les failles bordières synsédimentaires du haut-fond ayant pu rejouer lors de l'orogénèse alpine, comme P.Aicard *et al.* (1968) l'ont démontré pour le paléo-relief de Vallauria (massif de l'Argentera).

II.3.2. - TECTONIQUE.

La tectonique de la région de Duranus a été étudiée à l'aide d'une cartographie géologique au 1/4000 (carte h.t. 2 et pl. 26, 27) complétée par une cartographie au 1/1000 du gisement (carte h.t. 3).

L'unité du Mont Férion, qui renferme le gisement, a fait l'objet d'observations particulièrement détaillées (écaïlle des Rochers de Miamande, accident du Mont Férion) mais d'autres unités, plus à l'Ouest, ont également retenu mon attention (écaïlles de Laffaye, unité du Castellar), l'ensemble représentant pour le gisement un environnement tectonique complexe.

La description de cet ensemble sera effectuée en progressant du NW vers le SE, de manière de plus en plus détaillée, pour terminer par l'étude de la zone minéralisée.

II.3.2.1.- L'unité du Castellar.

Cette unité qui culmine au Castellar (1196,0) constitue à 1 km à l'Ouest du gisement une écaille d'axe NE-SW comportant des terrains allant du Crétacé au Lias, et qui chevauche vers le SE le Cénomaniens et l'Albien. Elle s'ennoie progressivement vers le NE, pour constituer une belle terminaison péri-anticlinale au droit du moulin à huile de Duranus (carte h.t. 2).

II.3.2.2.- Les écailles de Laffaye.

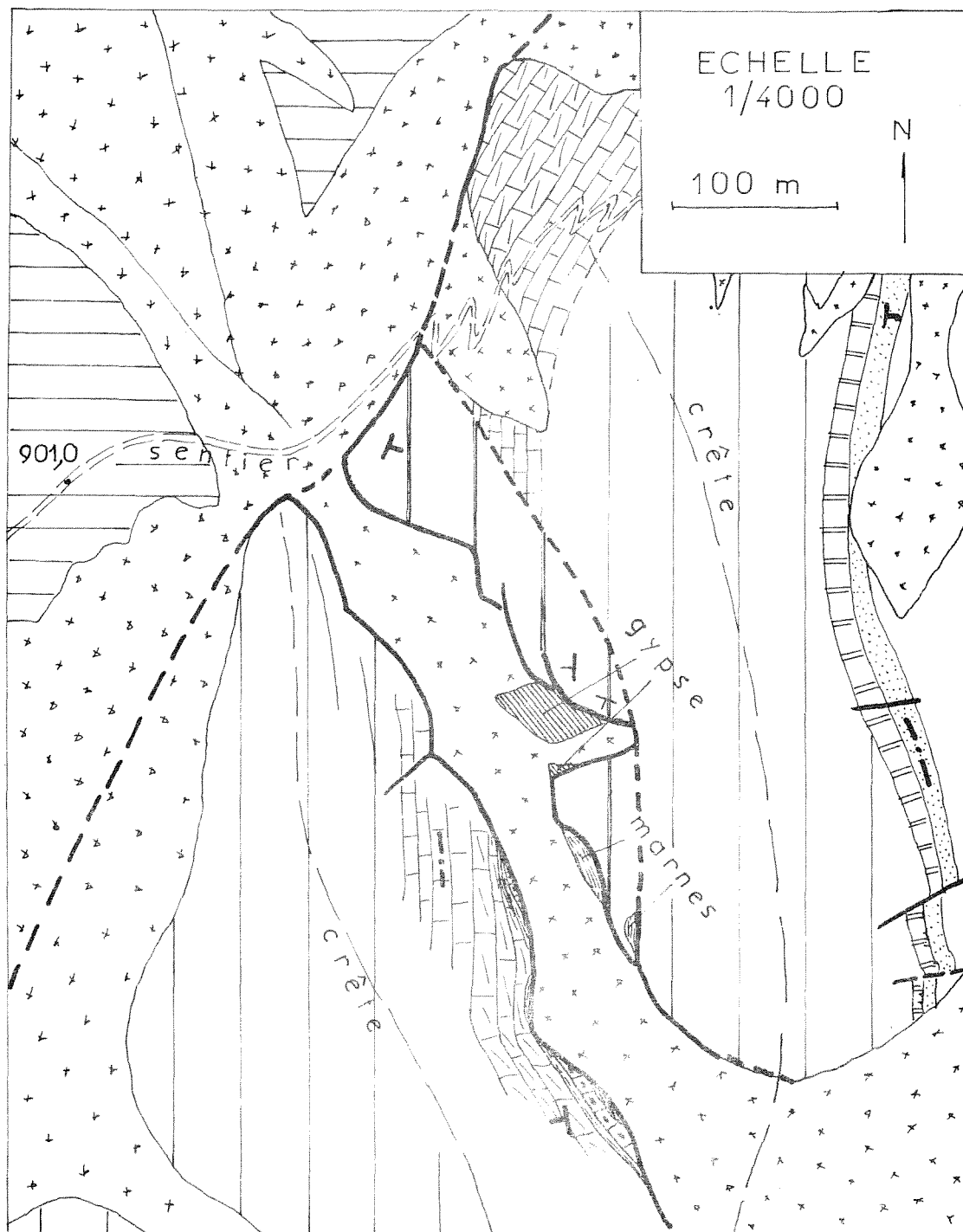
En vis à vis de l'unité du Castellar, en bas versant NW du Mont Férion, un chapelet d'écailles axé NE-SW émerge du Crétacé. Il s'agit de noyaux de calcaires jurassiques, chevauchants vers le NW sur le Cénomaniens (carte h.t. 2).

Localement (par exemple au droit des granges Carton) une pellicule de Crétacé inférieur est adhérente au sommet du Jurassique et établit la continuité stratigraphique avec le Crétacé moyen et supérieur du sommet de l'écaille. Mais ailleurs les noyaux jurassiques sont en contact anormal de tous côtés avec le Crétacé encaissant, et s'apparentent à des extrusions.

Des mouvements en décrochement le long de ces extrusions ne sont pas exclus, comme l'attestent, au droit du moulin à huile de Duranus, de beaux replis à axes verticaux à l'éponte E d'un panneau étroit de Turonien allongé N-S et bien en relief dans la topographie.

Du gypse apparaît à la semelle d'une de ces écailles (x = 995,98;

PLANCHE 26 — CARTE DE L'ACCIDENT
DU MONT FERION



- | | | | |
|--|----------------------|--|------------------------------------|
| | Eboulis | | Berriasien à Kimmeridgien |
| | Turonien | | Callovien - Oxfordien |
| | Cénomaniens | | Bajocien - Bathonien |
| | Albien - Aptien s.l. | | Hettangien - Rhétien |
| | Hauteriviens | | Keuper |
| | | | Jurassique ou Trias indifférenciés |

y = 187,88; z = 595) au toit du Cénomaniens chevauché. Il s'agit d'un gypse d'aspect lité, emballant des fragments anguleux de gypse rouge et de gypse blanc lité, de quelques centimètres de côté, qui semblent résulter de remaniements tectoniques.

L'affleurement (20 x 30 m) n'est pas porté sur la carte géologique "Menton-Nice" au 1/50.000 (éd. 1968).

II.3.2.3.- L'unité du Mont Férion.

L'Unité sub-méridienne du Mont Férion a été étudiée en détail par B. Gèze (1959) qui en a souligné la structure très particulière au droit de Duranus.

Vers le Nord de l'unité, la série jurassique est chevauchante vers l'Ouest, conformément à la configuration générale de la branche W de l'arc de Nice. C'est l'écaïlle des Rochers de Miamande (1054,0).

Vers le Sud, en revanche, à partir du Mont Férion (1412,9) la série jurassique est chevauchante vers l'Est.

B. Gèze (1959) a montré que le passage du premier régime tectonique au second se réalise à la faveur d'un accident transversal qui tient à la fois de l'axe anticlinal et de la déchirure, et où le Trias, surtout gypseux, joue un rôle important. Il a désigné cet accident sous le nom de "diapir triasique du Mont Férion". Je lui préférerais le terme plus général d'"accident du Mont Férion".

A) - L'ACCIDENT DU MONT FERION.

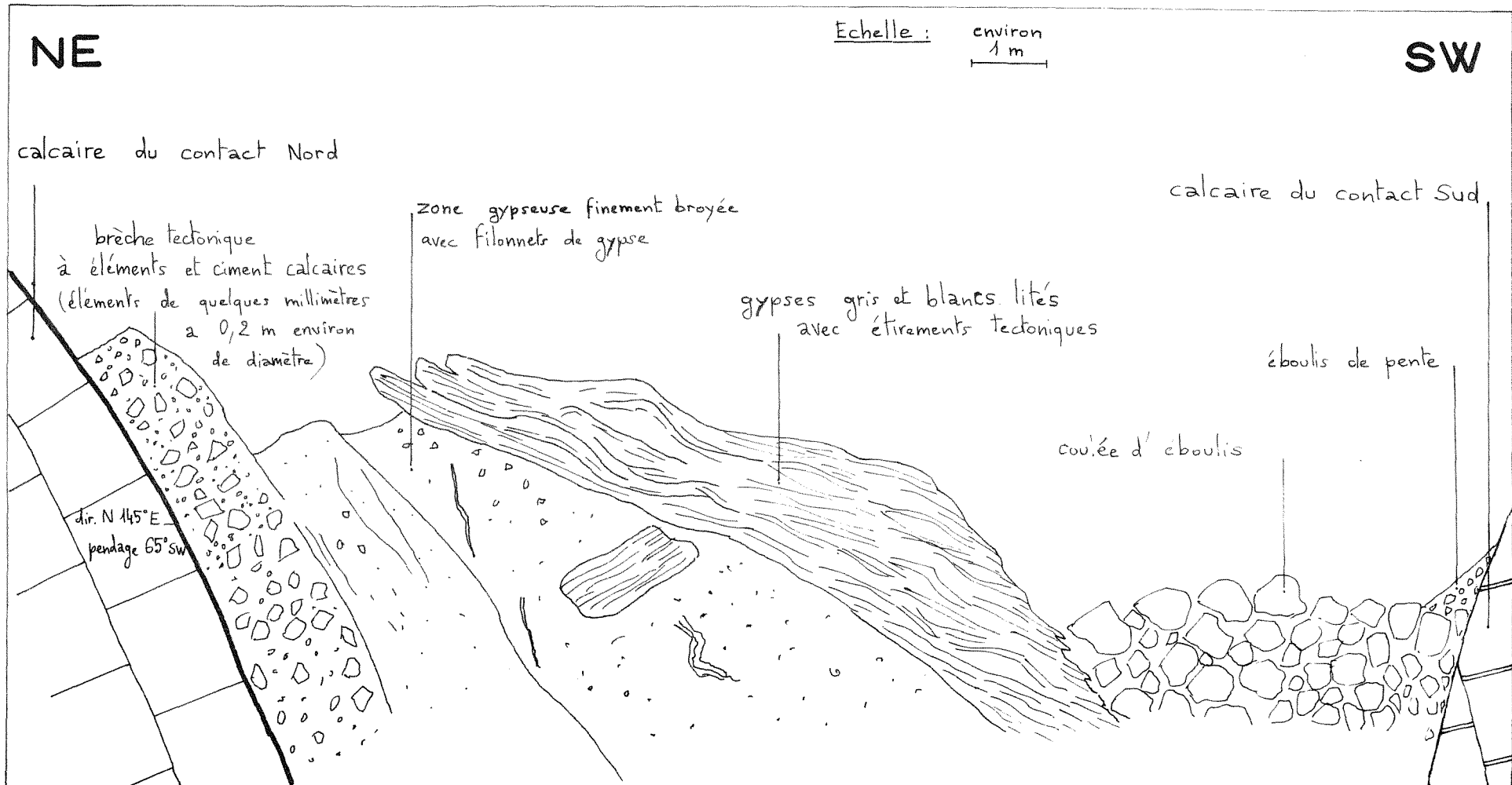
Il coïncide avec le grand ravin situé au NW du point 1188,0, dans le versant N du Mont Férion (pl. 26).

Il s'agit d'une déchirure d'axe N 140° E, large de 50 m, avec bourrage de gypses et de cargneules empâtés d'éboulis récents.

La lèvre SW de l'accident forme la falaise de la rive gauche du ravin. Elle est constituée par les calcaires du Dogger et du Lias; vers le haut du

PLANCHE 27 - GYPSES DE L'ACCIDENT DU MONT-FERION

COUPE SCHEMATIQUE VERS LE MILIEU DU RAVIN N-W DU MONT-FERION



ravin, le Rhétien apparaît, sous l'Hettangien, en parfaite continuité stratigraphique, avant de disparaître sous les éboulis de pied de falaise.

Des gypses blancs d'aspect lité, des calcaires dolomitiques et des cargneules jaunes cloisonnées émergent en plusieurs points des éboulis récents qui encombrant le fond du ravin.

Ils apparaissent ainsi, aux broyages et laminages près, en continuité stratigraphique avec la série du Lias et du Dogger de la lèvre SW de l'accident. Leur âge triasique ne peut donc faire de doute.

Vers le NE, ces formations de gypses, calcaires dolomitiques et cargneules du Trias, associées à des marnes jaunes et des marnes noires, constituent une pellicule laminée et localement broyée qui adhère aux calcaires jurassiques de l'écaille des Rochers de Miamande; cette pellicule jalonne la lèvre NE de l'accident (pl. 27).

Elle est hachée de failles légèrement obliques par rapport à la direction de l'accident; vers le haut du ravin, un miroir N 130° E subvertical présente des stries et de larges cannelures inclinées à 35° vers le SE; vers le bas du ravin, un miroir N 135° E, de pendage 55° SW, montre des stries inclinées à 65° vers le NW.

L'accident du Mont Férion ne peut être considéré comme un diapir qui serait à l'origine du changement de polarité de l'écaillage dans l'unité du Mont Férion.

L'ensemble, avec ses deux lèvres jurassiques, chevauche en effet le Crétacé supérieur, immédiatement au débouché NW du ravin. La surface de chevauchement est continue, d'une lèvre à l'autre de l'accident; celui-ci ne l'affecte pas.

L'accident du Mont Férion est donc ancien, au moins antérieur à la mise en place de l'écaille des Rochers de Miamande, dont il fait partie intégrante.

Dans la partie SE de l'arc de Nice, à 15 km de ce secteur, M. Cornacchia,

Y. Travi et J. Vial (1972) ont mis en évidence une phase de structuration précoce analogue.

B) - L'ECAILLE DES ROCHERS DE MIAMANDE.

De direction sensiblement N-S, elle comporte des terrains allant du Lias au Crétacé, qui chevauchent vers l'Ouest le Crétacé supérieur (pl. 28).

Elle est décrochée, au Nord, par la grande faille NE-SW du Col St Michel, limite de mon étude.

Les niveaux compétents sont affectés de multiples décrochements à rejet de l'ordre du mètre, et de direction sensiblement E-W.

Vers le Sud, les terrains sont rebroussés à la verticale, et localement renversés, contre l'accident du Mont Férion. Ce rebroussement et ce renversement affectent tous les étages, du Lias au Sénonien, sur les pentes SE et NW du Mont Séréna (1193,0).

C'est dans ce dernier secteur que se situe la zone minéralisée.

Elle coïncide avec une gouttière N-S de terrains crétacés, réalisée à la faveur du rebroussement général et accidentée d'un petit *graben* NNE-SSW, large de 50 m, bien visible dans l'abaissement morphologique du sommet de la falaise jurassique à son passage (carte h.t. 3).

L'ensemble de cette gouttière est haché de petites failles transversales, de faible rejet, comme en témoignent, d'ailleurs, les anciens plans de galeries.

Des brèches tectoniques avec lacis calcitique soulignent les deux failles bordières principales du *graben*.

II.3.3. - TRAVAUX MINIERS.

Les travaux de Duranus qui remontent à la fin du XIXème siècle, ont mis à découvert une minéralisation très sporadique, mais toutefois plus abondante qu'à Lucéram. Les données d'archives et les observations effec-

PLANCHE 28 – CARTE DU GISEMENT DE DURANUS
 AU 1 / 4000

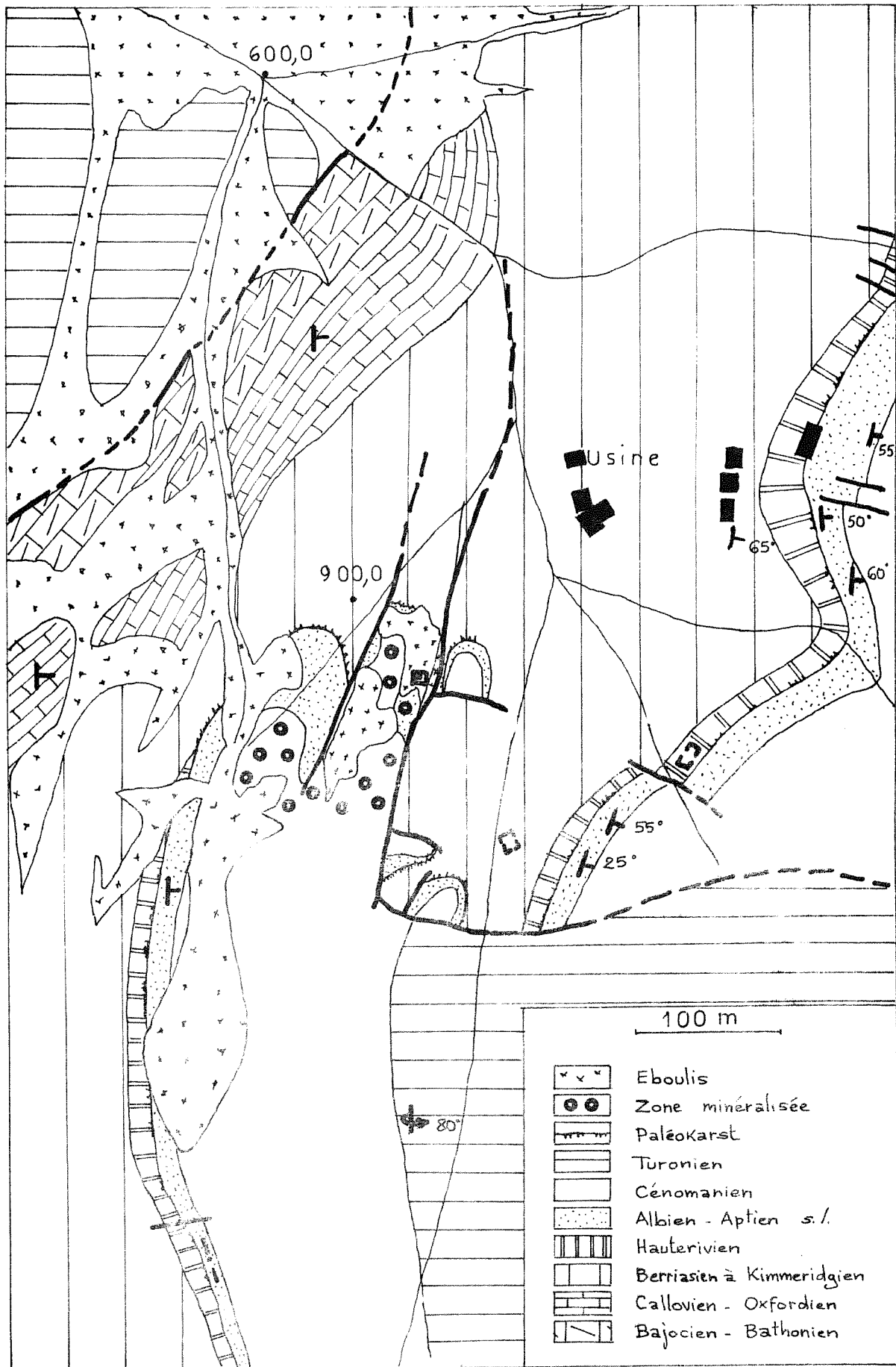
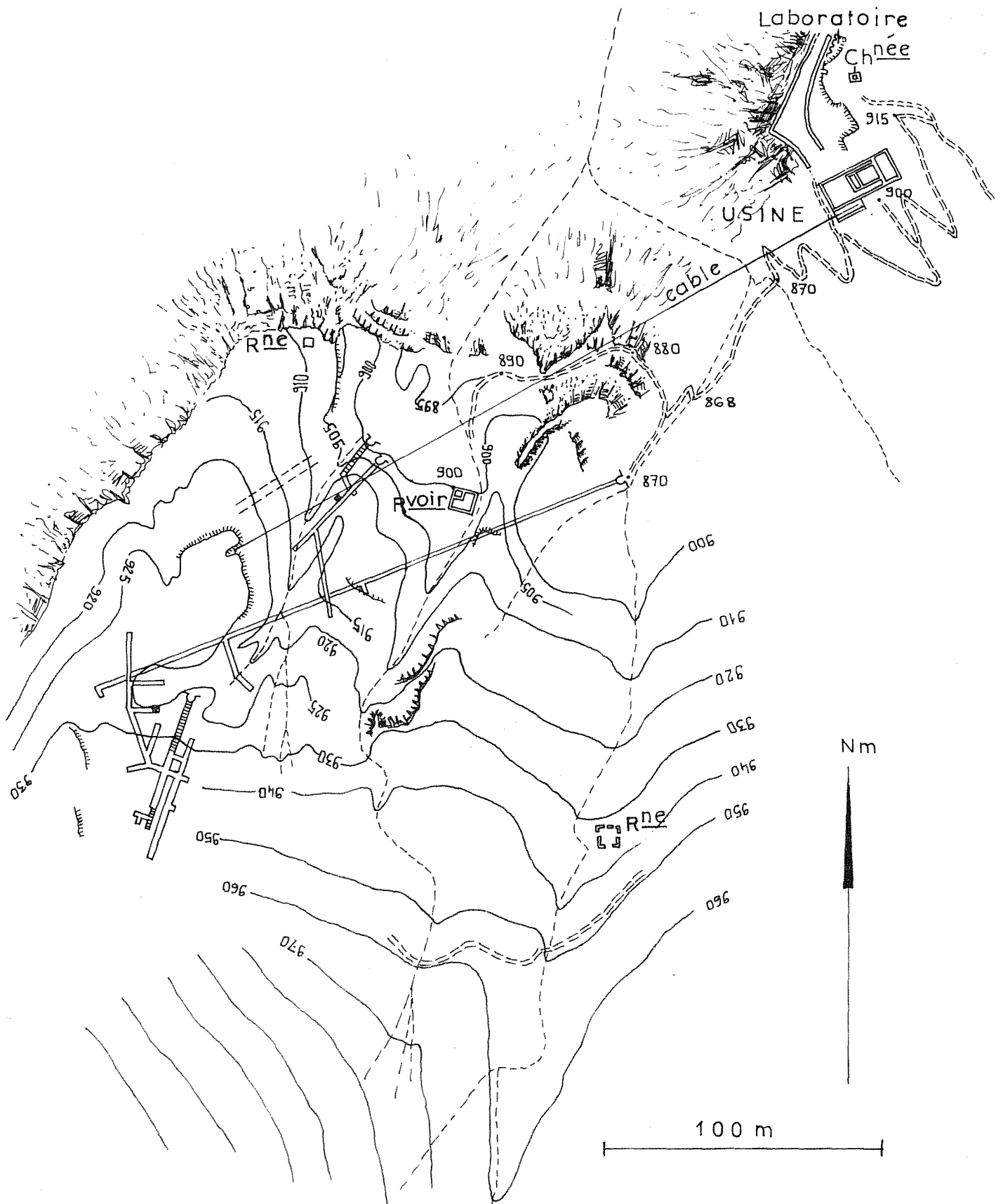


PLANCHE 29 — LA MINE DE DURANUS
RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES



tuées en galerie et, surtout, en surface, permettent d'en dégager les guides structuraux et lithostratigraphiques, et de poser le problème métallogénique.

II.3.3.1.- Historique.

Le gisement est mentionné pour la première fois, à notre connaissance, par Victor Juge, dans le rapport du Service des Mines pour l'année 1864.

De 1864 à 1866, il fut l'objet du permis de recherche de M. Gaston Castanier. En 1866, une demande de la Comtesse Alexandrine de Pankretieff fut rejetée, et les travaux tombèrent à l'abandon.

En 1901, le gisement était redécouvert par M. Jean Fouques, qui devait obtenir un permis de recherche de 1902 à 1910.

En 1910, la Compagnie Minière et Métallurgique d'Auzon ⁽¹⁾, bénéficiant de la cession des droits de Jean Fouques en sa faveur, déposait une demande de concession.

L'exploitation ne fut jamais poussée à une cadence industrielle. De 1902 à 1911, le tonnage extrait fut de 1475t à 2-3 % As. Le nombre d'ouvriers s'élevait à 18 et l'extraction journalière a atteint au maximum 3 t environ. Une petite usine de grillage, à caractère expérimental, avait été construite par la C.M.M. d'Auzon, en vue d'essais de traitement des différents types de minerai.

Le 4 juillet 1913, la Compagnie Minière et Métallurgique d'Auzon obtint la concession du gisement. Celle-ci demeura cependant inactive de 1914 à 1923. A partir de 1923, elle fut remise en très faible activité; le travers-banc de la cote 870 fut percé vers 1925, peu après la réunion des concessions de Duranus et de Matra (Corse).

Les travaux furent définitivement abandonnés en 1931. La concession a été renoncée le 23 mai 1961.

(1) Filiale de la Société l'Arsenic, qui exploita aussi Matra et Sainte-Marie-aux-Mines.

PLANCHE 30 - a

CONJUGAISON DE GUIDES LITHO-STRATIGRAPHIQUES ET STRUCTURAUX

LES TRAVAUX DU PLATEAU DE L'EGUISE

1/1000

10 m

Petites cavités paléokarstiques

Cénomaniens (minéralisés par places)

Albien, en général stérile.

Hauterivien.

"calcaires blancs stériles"

D: Descenderie
M: Montage.

Puits:
☒ au jour
☐ intérieur.

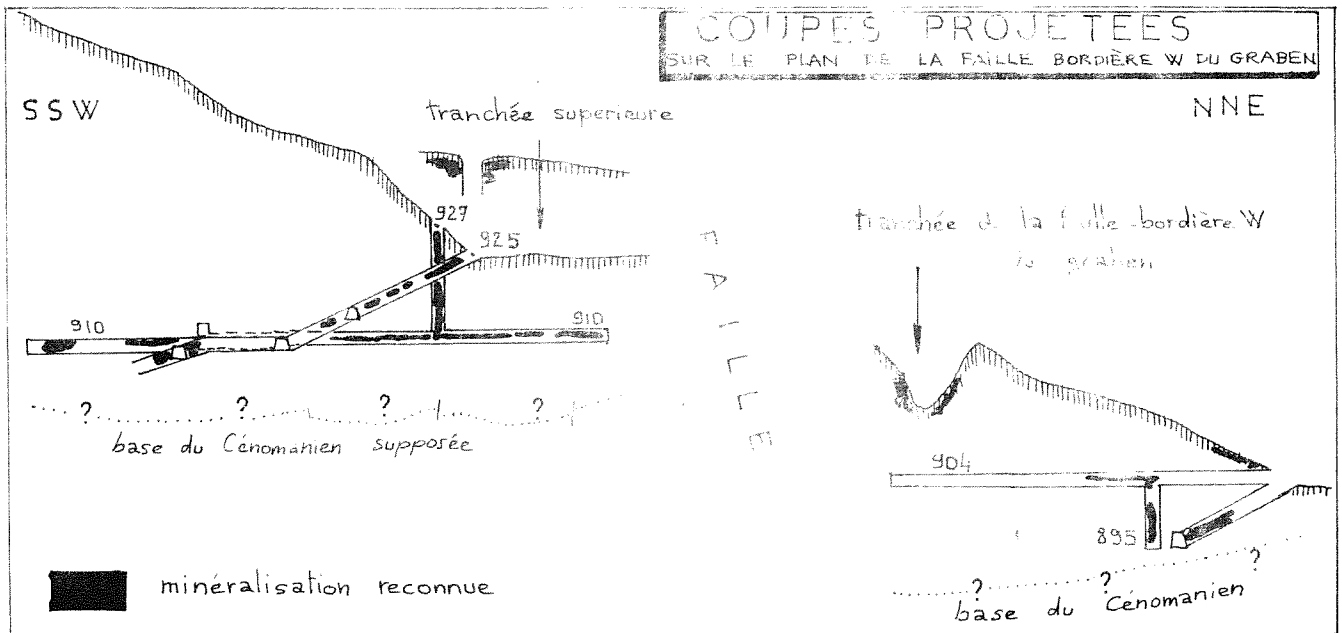
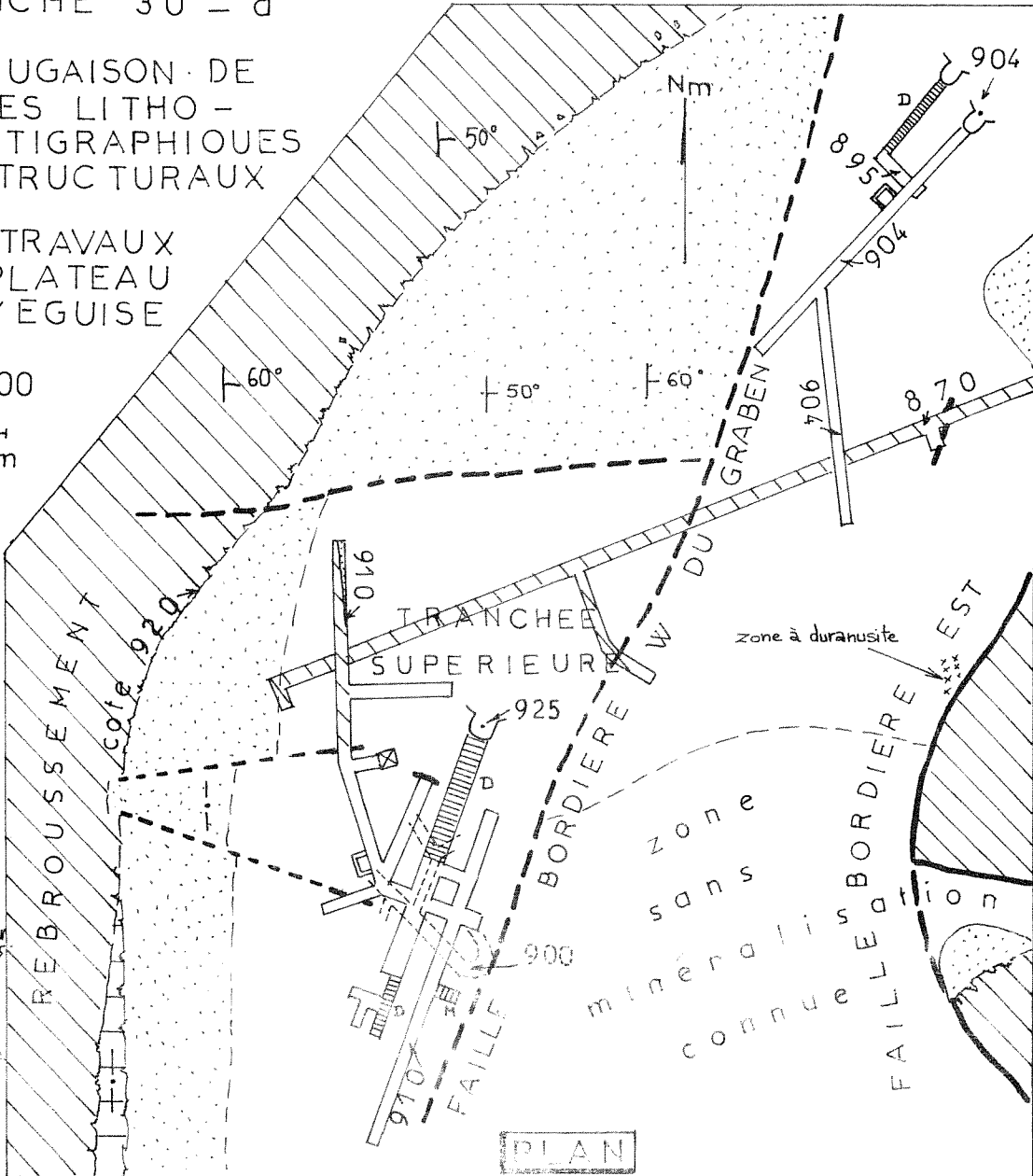
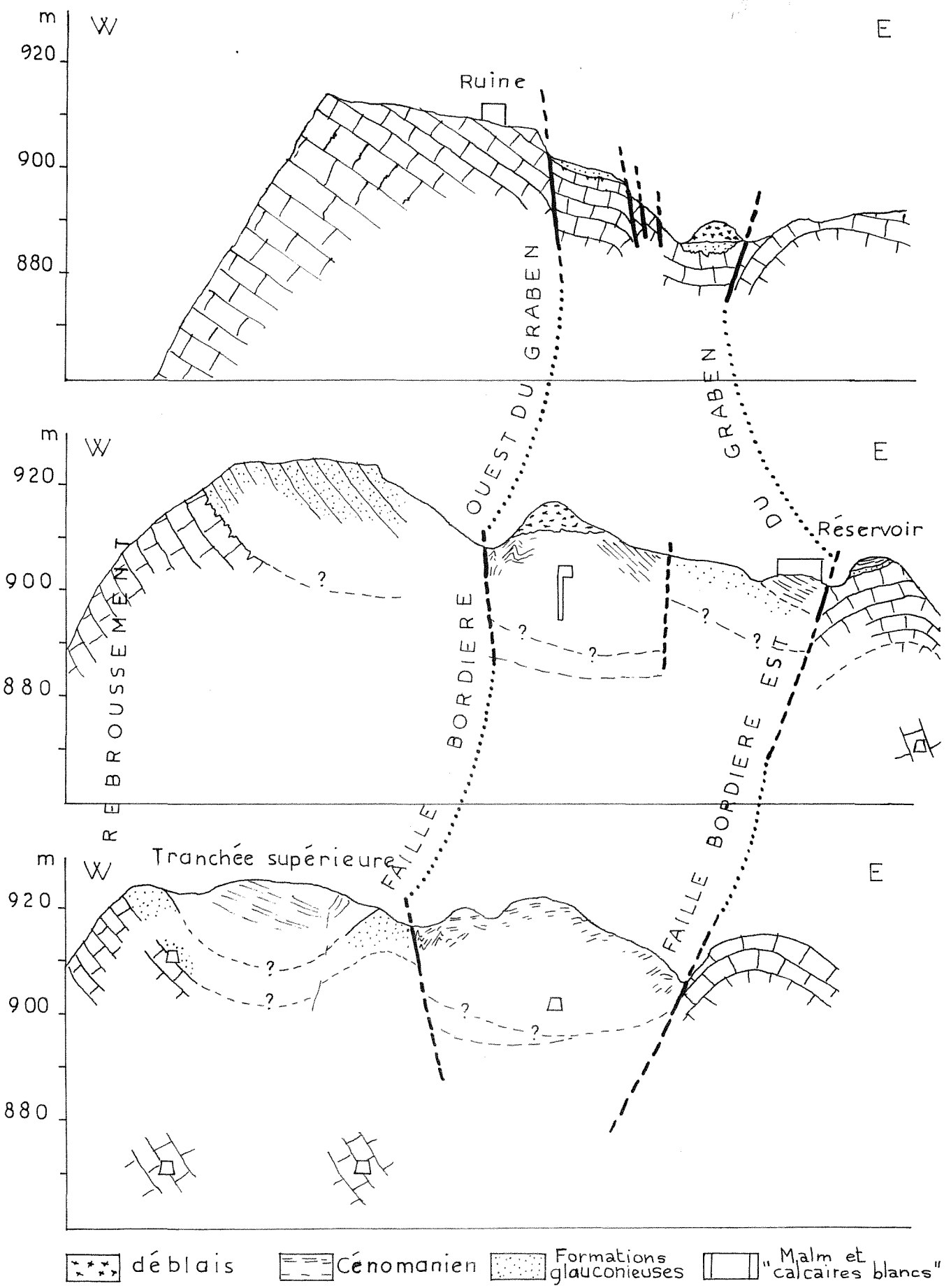


PLANCHE 30-b COUPES AU 1/1000
DE LA ZONE MINERALISEE



II.3.3.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des travaux miniers.

Par suite de l'insuffisance du fond topographique de l'I.G.N. dans la zone des travaux miniers, il m'est apparu nécessaire de dresser un plan au 1/1000 (au décamètre et à la boussole) sur lequel je puisse reporter convenablement mes observations de terrain. Par ailleurs, je disposais (archives) de divers plans de la mine dressés au début du siècle, c'est-à-dire antérieurement au lever par l'I.G.N. de la carte topographique au 1/20.000 de la région; par rapport à cette carte, les cotes indiquées sur les plans de la mine étaient manifestement entachées d'erreur, et j'ai dû les relever systématiquement de 30 m (avec contrôle à vue et à l'altimètre).

Les travaux miniers comprenaient essentiellement (pl. 29, 30) des recherches par tranchées et galeries sur le plateau de l'Eguise. Un travers-banc de reconnaissance fut également percé dans le ravin de l'Eguise, à la cote 870.

II. 3.3.2.1.- Les travaux du plateau de l'Eguise.

Coordonnées Lambert III Zone Sud

x = 996,81

y = 187,63

z = 920

Ils comportaient 100 m de tranchées entre les cotes 905 et 940, et et 240 m de traçages avec 3 puits et 2 descenderies. Actuellement, seules les tranchées peuvent être visitées, les galeries étant éboulées ou inaccessibles.




A) - La tranchée supérieure :

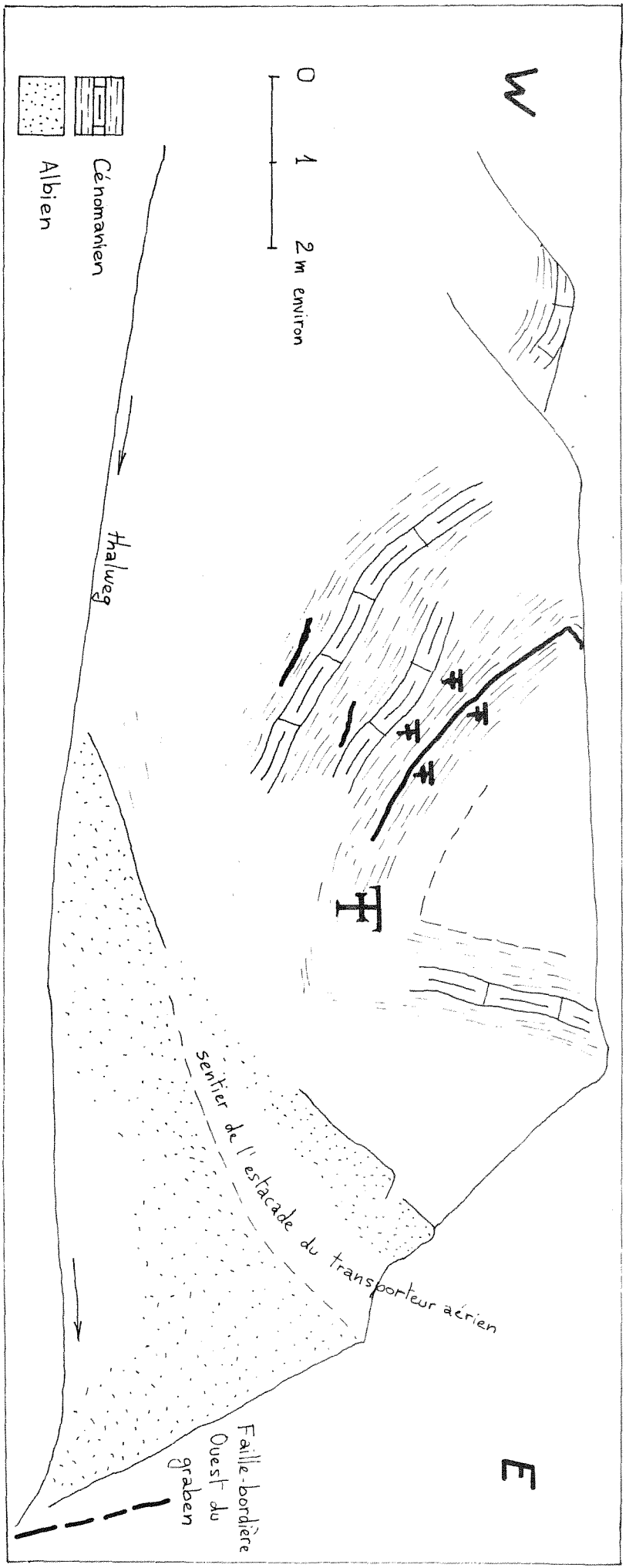
De direction ENE-WSW, elle est limitée à l'Ouest par le rebroussement des couches à la verticale et à l'Est par la faille bordière W du *graben*.

Creusée dans les marno-calcaires du Cénomanién inférieur, elle atteint le toit du calcaire grésoglaucouneux sous-jacent; dans la masse de ce dernier, on observe des filonnets de calcite stérile, en tous sens; par contre, dans les marnes au-dessus, on note de petits filonnets de calcite à réalgar, de l'ordre de 1 centimètre de puissance, ainsi que des filonnets

PLANCHE 31 — PRELEVEMENTS DE FOSSILES DANS LA ZONE MINERALISEE

Mine de Duranus, tranchée supérieure, parement Nord

-  Macrofaune (*Mantelliceras mantelli*; Cénoomanien inférieur, zone 2 non sommitale)
-  Microfaune (détail dans le texte; même âge que ci-dessus; prélèvements situés au toit et au mur d'un filonnet noté  de rhyolite et calcite, interstratifié dans les marnes)



de réalgar seul, de l'ordre de 1 millimètre de puissance; leur allure générale est celle de filons-couches, mais il existe aussi des remplissages de diaclases nettement discordantes sur la stratification.

A partir de la base des marno-calcaires du Cénomaniens, l'extension verticale de la zone à réalgar n'excède pas une dizaine de mètres. Il apparaît nettement que seule, donc, la zone basale de la série des marno-calcaires cénomaniens est métallifère.

Le prélèvement d'un *Mantelliceras mantelli* dans un banc calcaire, en place, de cette zone, m'a permis de la dater avec précision du Cénomaniens 2 de B. Porthault, G. Thomel et O. de Villoutreys (1966). Deux prélèvements de marnes ont été effectués (pl. 31) au-dessus de ce banc, au mur et au toit d'un petit filon-couche de calcite à réalgar affleurant sur une longueur de 10 m dans les marnes. L'étude de la microfaune confirme la datation du Cénomaniens inférieur, zone 2 non sommitale (zone à *Mantelliceras mantelli*) pour le mur comme pour le toit du filon (détermination B. Porthault).

B) - La tranchée de la faille bordière W du graben.

Elle est creusée dans les marno-calcaires pincés dans le graben, très près de la faille qui les met en contact, à l'Ouest, avec le calcaire grésoglaucieux. Perpendiculaire à la précédente, elle permet de se faire une idée "dans l'espace" de l'allure de la minéralisation.

Les marnes du Cénomaniens m'y ont livré (dét. G. Thomel) *Neohibolites ultimus*, qui désigne l'Albien terminal et le début du Cénomaniens, ainsi que *Schloenbachia* aff. *subtuberculata* (Sharpe) et *Holaster subglobosus*, qui correspondent à des niveaux plus élevés du Cénomaniens. L'allure des bancs marneux indique d'ailleurs que cette zone est extrêmement broyée. Le calcaire grésoglaucieux est également localement broyé (brèche tectonique à ciment de calcite) et faillé.

La minéralisation est constituée, dans les marnes du Cénomaniens, de filons de calcite à réalgar, dont la puissance peut atteindre 10 centimètres;

ces filons sont extrêmement irréguliers et s'entrecroisent, ou encore s'interrompent brusquement. Leur structure est à la fois rubanée, bréchique et géodique (pl. 32); le réalgar forme des mouchetures de l'ordre de quelques millimètres dans la masse de la calcite, et des amas de quelques centimètres dans les géodes. On note aussi dans la masse de la calcite des mouchetures de pyrite et marcasite qui soulignent le rubanement.

Le réalgar, seul ou avec la calcite, constitue également des filonnets de l'ordre de 1 millimètre de puissance dans les multiples plans de fracture des marnes. Il s'insinue dans des nodules de calcaire argileux résultant d'un boudinage.

C) - La tranchée de la faille bordière E du *graben*.

Cette tranchée orientée N-S est empruntée par un ruisseau affluent du ravin de l'Eguise, qui passe au pied d'une citerne en maçonnerie notée sur le 1/20.000 (réservoir).

Sur son parement E se trouve l'éponte E de calcaire ("calcaires blancs") de la faille (soulignée par une brèche tectonique à ciment de calcite); sur le parement W se trouvent les formations du Cénomanién et, dans la partie Sud, le calcaire grésoglaucónieux sous-jacent, le tout constituant l'éponte W de la faille. Parmi les déblais et éboulis, *Schloenbachia subvarians* et *Submantelliceras gr. martimp~~reyi~~-saxbii* suggèrent la présence du Cénomanién 1 de B. Porthault *et al.* (1966).

L'observation des formations du Cénomanién en place sur le parement W de la tranchée permet, en remontant le thalweg vers le Sud, de noter divers faciès et types de minéralisations.

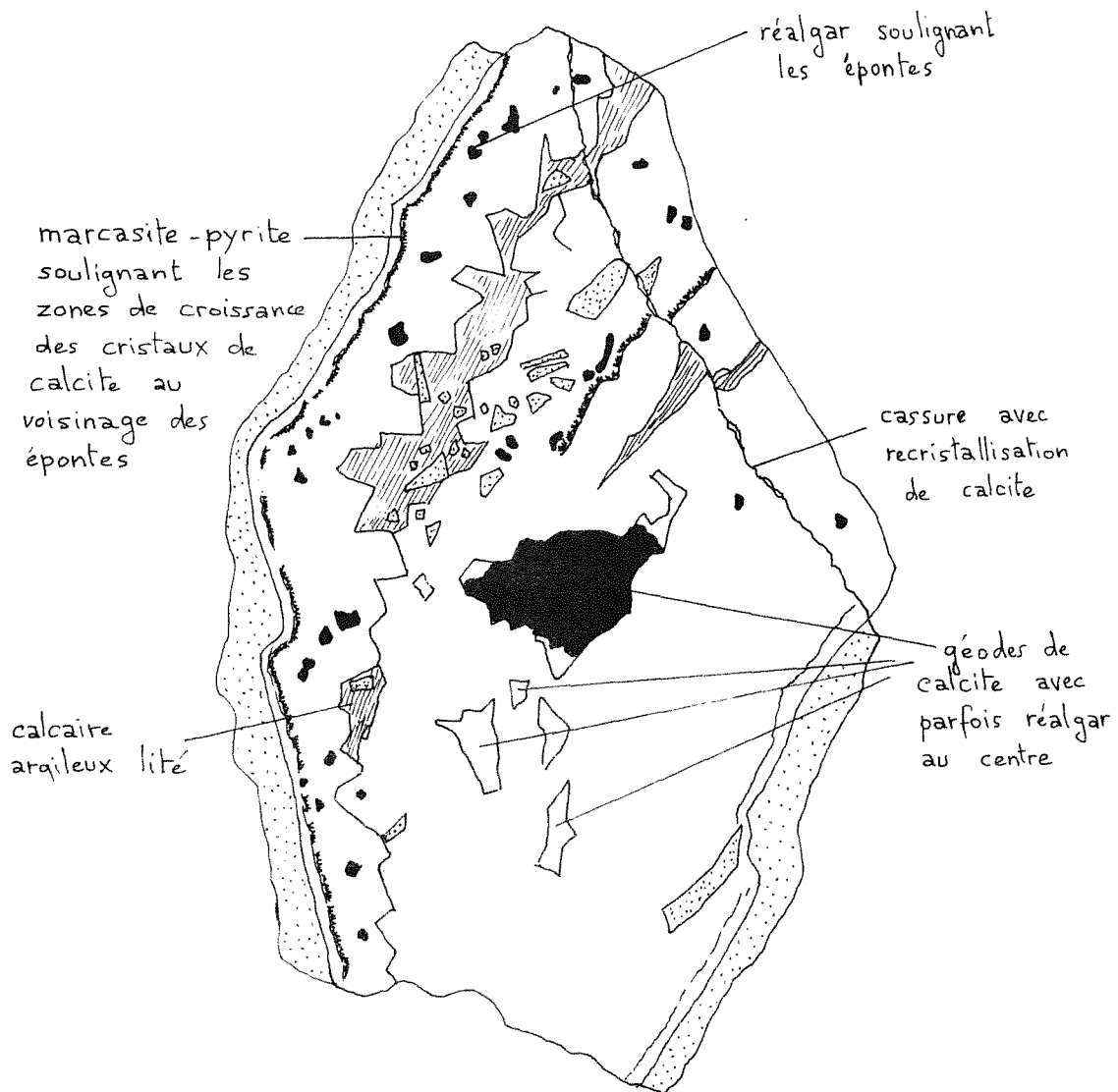
Immédiatement au Sud du réservoir se différencie un affleurement (20 x 30 m) de calcaire argileux grésoglaucónieux.






Je l'attribue au Vraconien supérieur ou à l'extrême base du Cénomanién.

Il présente une faible minéralisation fissurale en réalgar (petits amas et veinules de quelques millimètres d'extension).

PLANCHE 32
REPLISSAGE BRECHIQUE ET GEODIQUE

FILONNET DANS LA ZONE DE LA FAILLE BORDIERE
OUEST DU GRABEN : ECHANTILLON SCIE



-  calcaire argileux finement lité
-  calcaire argileux plus massif en fragments bréchiques ou aux épontes
-  réalgar
-  marcasite - pyrite dans la calcite
-  calcite blanche

0 0,05 m

Au-delà, vers le Sud, affleurent sur 50 m des marno-calcaires extrêmement tectonisés, parcourus de filonnets de calcite (15 centimètres parfois) enchevêtrés et stériles. Les marnes présentent une schistosité bien développée, légèrement oblique par rapport à la faille, et déterminant avec la stratification un débit en "crayons".

Enfin, à 70 m au Sud du réservoir réapparaissent des formations minéralisées. Ce sont des marno-calcaires admettant de nombreuses passées de calcaire argileux à faciès très particulier :

Il s'agit d'un sable calcitique, au sens de S. Krylatov (1971). La roche présente à l'oeil nu une multitude de grains de calcite de l'ordre du millimètre, dans un ciment gris bleu finement cristallisé; il s'y adjoint des nodules de marcasite sporadiques de l'ordre de 1 centimètre de diamètre. Au microscope, on dénombre dans le ciment quelques grains de quartz et de glauconie, noyés dans une micrite polycristalline de calcite qui constitue le fond de la roche; pyrite et marcasite y sont abondantes sous la forme de petits cristaux et de pyritosphères.

Ces passées de sable calcitique et les marnes encaissantes sont minéralisées en réalgar. Celui-ci, soit seul, soit en association avec de la calcite, constitue des filonnets de quelques millimètres de puissance dans les diaclases et les fissures de la roche. En collaboration avec Z. Johan, C. Laforêt et P. Picot (1973), j'y ai identifié, dans les passées de sable calcitique, en association avec le réalgar, des plages de quelques millimètres carrés d'arsenic natif et des grains sub-microscopiques de duranusite, avec un peu de barytine microscopique.

D) - Les chantiers souterrains.

Les diverses galeries de recherche et d'exploitation ont confirmé l'allure générale des minéralisations de surface.

La formation métallifère est constituée par les marno-calcaires du Cénomaniens inférieur, tandis qu'au mur, les calcaires grésoglaucosieux et les "calcaires blancs" sont stériles.

Les anciens plans de mine montrent (pl. 29, 30) le développement de

la minéralisation, en profondeur,

- d'une part, dans le secteur de la faille bordière W du *graben*;
- d'autre part, dans le secteur compris entre cette faille et le rebroussement général du mur plus à l'Ouest : dans cette zone, les chantiers ont révélé la poursuite de la minéralisation sur plus de 50 m au Sud des derniers affleurements connus.

II.3.3.2.2.- Le travers-banc de la cote 870.

Coordonnées Lambert III Zone Sud :

x = 996,91

y = 187,68

z = 870

Il a été percé à partir du ravin de l'Eguise. L'entrée s'ouvre sur la rive gauche du fond du ravin, en face de l'ancienne usine de grillage. Il est dirigé vers l'Ouest-Sud-Ouest et est long de 200 m, avec 2 recoupes de 30 et 7 m.

Il semble que l'on ait voulu créer une galerie de roulage principal et d'exhaure pour desservir les descenderies et puits du chantier du plateau de l'Eguise, au-dessus. Toutefois, il a été arrêté avant que ce but ait été atteint et sans qu'aient été rencontrés les hypothétiques "filons d'alimentation" qui émaillent les anciens rapports, et dont les ingénieurs de l'époque avaient l'espoir.

Implanté à la cote 870, il reconnaît en effet (pl. 29 et 30) l'aval pendage de toutes les structures métallifères définies en surface et dans les galeries du plateau de l'Eguise, 30 à 50 mètres au-dessus. Or, il est entièrement stérile.

Il recoupe les calcaires dolomitiques du Malm (localement teintés de rose ou rouille par des oxydes de fer) dont les bancs, épais de 3 à 10 m, sont dirigés NE-SW et très redressés, comme on peut le voir aussi à l'extérieur, dans la falaise.

Localement, des filonnets de calcite stérile de quelques millimètres à 30 centimètres de puissance, s'observent en parement dans la masse des bancs.

L'ensemble du Malm y subit une fracturation très intense, accompagnée localement de broyages.

L'une des failles mérite l'attention. Elle apparaît à 104 m de l'entrée, au bout de la première recoupe de gauche.

De direction N 50° E et pendage 70° NW, elle présente un miroir avec des stries de glissement sub-verticales et d'autres plongeant à 50° vers le SW dans le plan de faille. Au toit apparaît une zone broyée et micro-bréchique.

Or, au parement gauche de la galerie principale, de part et d'autre de la recoupe (du Pm 103 au Pm 107), des fragments de quelques millimètres à quelques centimètres de grès glauconieux apparaissent au sein d'une puissante brèche tectonique qui semble jalonner la faille.

Je serais tenté d'y voir le passage, à ce niveau profond, de la faille bordière E du *graben*, qui affleure 35 m au-dessus.

A noter que cette faille est stérile.

II.3.3.3.- MINERALISATION.

Dans le gisement de Duranus, la nature de la minéralisation est très uniforme, comme sa répartition.

II.3.3.3.1.- Nature de la minéralisation.

A) - Dans les marno-calcaires du Cénomanién :

Il convient d'y distinguer trois types de minerais.

- D'une part, des filons et filonnets de calcite de quelques millimètres à plusieurs centimètres de puissance, comportant des mouchetures de réalgar et, plus rarement d'orpiment, de l'ordre de 1 millimètre à quelques centimètres, et des agrégats de pyrite et de marcasite de

l'ordre de quelques millimètres. La structure est rubanée, bréchique et géodique.

D'une manière très générale à Duranus, la calcite présente dans les géodes les formes du scalénoèdre.

Certains filons et filonnets sont concordants par rapport à la stratification, d'autres sont discordants. Tous sont épigénétiques.

L'orpiment a tendance à former des agrégats fibro-radiés disposés de préférence dans l'axe des filonnets, tandis que le réalgar se dispose aux épontes.

- D'autre part, il faut distinguer des mouchetures et des filonnets de réalgar de 1 à quelques millimètres de puissance, encaissés directement dans les marnes. Certains sont concordants sur la stratification, d'autres sont discordants. Tous sont épigénétiques.
- Enfin, les anciens rapports de la Cie M.M. d'Auzon, faisant état d'une centaine d'analyses effectuées sur les zones faiblement minéralisées, signalent une faible teneur en arsenic (inférieure à 1%) dans des marnes où le réalgar n'est pas visible à l'œil nu. Ce type de minerai représenterait en poids 57% du tout-venant-mine. Il n'était pas valorisé.

A noter que, dans les marno-calcaires du Cénomanién, certains nodules de marcasite (classiques à ce niveau) comportent à leur surface un dépôt de réalgar. Leurs pointements ne montrent pas de modification au contact du réalgar, ce qui rend improbable une réaction de cémentation.

B) - Dans le calcaire argileux grésoglaucconieux de la base du Cénomanién ou du Vraconien supérieur :

Le réalgar y constitue de petits amas et veinules de quelques millimètres d'extension, discordants sur la stratification et épigénétiques.

A noter que ce type de minerai qui n'était pas valorisé représente à vue, en tonnage, une infime partie (de l'ordre de $1/10^6$) par rapport aux tonnages exploités et restant à vue des minerais du type A.

A l'inverse, ce type de minerai est largement représenté à Lucéram.

II.3.3.3.2.- Etude métallographique.

En section polie, le minerai de Duranus présente en général une analogie parfaite avec le minerai qui affecte le Cénomaniens inférieur à Lucéram (pl. photo. I h.t.) ⁽¹⁾.

Toutefois, une minéralisation plus particulière se développe contre la faille bordière Est du *graben* (Z. Johan, C. Laforêt, P. Picot et J. Féraud, 1973).

La duranusite, As_4S , y apparaît en effet, dans des niveaux de calcaires argileux et siliceux, très localisés. Le réalgar se présente en plages de plusieurs millimètres, parfois de l'ordre du centimètre, rarement en cristaux subautomorphes liés à des venues de calcite. La calcite des filonnets se distingue aisément de celle du calcaire argileux par son grain beaucoup plus grossier. En outre, la calcite du calcaire argileux renferme d'abondantes petites plages quartzeuses et elle est fréquemment minéralisée en pyrite et marcasite, soit sous forme de petits cristaux, soit sous forme de pyrito-sphères.

Le réalgar, qui paraît s'être déposé le premier, se trouve le plus souvent en contact direct avec la roche encaissante. En effet, les plages de réalgar, souvent cataclasées, sont cimentées et fréquemment en partie remplacées par la calcite des veinules. Cependant, les contours de l'ancien cristal de réalgar sont soulignés par de nombreuses plages de duranusite, auxquelles s'associe un peu d'arsenic natif. Un peu de barytine fait partie de cet épisode minéralisateur.

(1) Des aiguilles et efflorescences blanches de picopharmacolite se forment actuellement sur un stock de minerai de ce type, à l'usine.

II.3.3.3.3.- Répartition de la minéralisation.

L'ensemble des observations réalisées à ce jour permet de distinguer trois métallotectes principaux :

- la minéralisation se localise dans une zone à tectonique particulièrement complexe, avec laminages et broyages;

- le minerai est concentré dans un horizon stratigraphique de moins de 30 m de puissance qui comprend l'extrême sommet des calcaires argileux grésoglaucieux du Vraconien supérieur et, surtout, la base des marno-calcaires du Cénomaniens (zone à *Mantelliceras martimpreyi* et zone à *Mantelliceras mantelli*);

- la zone minéralisée coïncide avec une lacune de l'Hauteriviens moyen et supérieur qui est soulignée par une légère karstification.

Le gisement se présente comme un panneau de 100 m de largeur E-W sur 200 m de longueur N-S, extrêmement gauchi, broyé et faillé. Les réserves possibles peuvent être évaluées à 50.000 ou 100.000 t de tout-venant à 1 % As.

II.3.4. - CONCLUSION.

La minéralisation de Duranus, épigénétique, subit à la fois un contrôle lithostratigraphique et un contrôle tectonique. Elle est "liée-aux-strates".

L'âge de sa mise en place ne peut être déterminé avec certitude. La localisation de la zone minéralisée dans une gouttière, localement effondrée, adossée à l'accident du Mont Férion, milite en faveur d'un âge contemporain de la formation de cet accident précoce, vraisemblablement entre l'Eocène et le Miocène. Toutefois, les mouvements tectoniques se sont poursuivis jusqu'à nos jours et la tectonique complexe de la zone minéralisée suggère l'éventualité de remaniements ultérieurs.

La mise en place de la minéralisation de Duranus est donc alpine. Mais il n'est pas du tout exclu que l'arsenic, le soufre et le baryum aient préexisté, sous une forme minéralogique ou non, dans les roches environnantes,

les macro- et micro-structures dues à la tectonique alpine jouant longtemps après un rôle collecteur.

Ces problèmes feront l'objet du paragraphe II.5, après la description du dernier indice de ce type.

II. 4. - L'INDICE DE L'ENGARVIN.

Coordonnées Lambert III Zone Sud :

x = 998,02

y = 188,86

z = 735

Un indice fut découvert entre 1910 et 1913 au hameau de l'Engarvin, entre Duranus et Lucéram, par M. Arthur Rédier, fondateur de la Société l'Arsenic.

Il serait situé (archives départementales) dans le vallon du Campon, sur les propriétés de M. Joannis Isnard et de Mme Vve Massiera, et serait constitué d'un filon de calcite, orpiment et réalgar. Une petite tranchée de moins de 4 m avait été creusée par M. Rédier, mais elle n'avait pu recouper le filon du fait de sa faible longueur.

Son existence fut mise en doute à l'époque. M. Rédier n'a jamais (archives) produit d'échantillons de ce gîte, et les ingénieurs du Service des Mines qui ont visité la zone, peu après cette découverte, n'ont pu retrouver aucune trace de minerai.

Toutefois, une enquête auprès des habitants du hameau de l'Engarvin m'a permis d'accorder un certain crédit à la découverte d'Arthur Rédier.

Des grattages furent effectivement entrepris à l'époque, dans ce secteur, mais ils furent ensuite masqués par un éboulement⁽¹⁾.

Leur emplacement, qui a pu m'être indiqué avec précision sur le terrain, correspond à un affleurement de calcaires grésos-glauconieux de l'Albien supérieur et de marno-calcaires du Cénomaniens inférieur, à proximité de la

(1)

La petite carrière de calcaires jurassiques située plus à l'Ouest a été ouverte beaucoup plus récemment, pour l'empierrement de la route du Col St Roch.

grande faille NE-SW du Col St Michel.

On retrouve donc là l'indice d'une minéralisation arsenifère dans une situation stratigraphique et tectonique analogue à celles de Lucéram et Duranus.

A noter que la grande faille du Col St Michel est localement jalonnée par un filon de calcite stérile, encaissé dans les calcaires du Jurassique (affleurement sur le chemin stratégique de Duranus à Peira Cava; $x = 997,70$; $y = 188,93$; $z = 940$).

II.5.- DEFINITION DU TYPE DES GISEMENTS DES ALPES-MARITIMES.

II.5.1.- CARACTERES COMMUNS DES GISEMENTS DECRITS.

Dans chacun des gisements, la minéralisation apparaît nettement liée-aux-strates. Elle est localisée dans un horizon stratigraphique bien précis. Les failles qui affectent les zones minéralisées ne sont pas minéralisées. Il existe une tectonique complexe au voisinage des gisements, mais celle-ci étant la règle pour toute la région, il est délicat d'en éclaircir l'éventuel rôle métallogénique. La même remarque s'applique d'ailleurs à la situation en haut-fond de la région, au Crétacé inférieur et moyen.

Le contenu minéralogique des gisements est assez uniforme : calcite, réalgar, orpiment, barytine, pyrite dans chacun des gîtes, avec en outre, fluorine, duranusite, arsenic natif dans tel ou tel seulement. La calcite se présente en scalénoèdres à Duranus et en rhomboèdres de clivage à Lucéram, ce qui trahirait une température de formation plus élevée dans ce dernier gîte (faciès typomorphes de la calcite).

Il convient de souligner la propension des sulfures d'arsenic à s'exprimer surtout sous forme d'orpiment (As_2S_3) dans les grès glauconieux (Lucéram) et sous forme de réalgar (As_4S_4) dans les marno-calcaires (Lucéram *pro parte*, Duranus).

II.5.2. - HYPOTHESES GENETIQUES

Compte-tenu des similitudes entre les divers gîtes, il paraît souhaitable d'avancer une hypothèse génétique unique pour l'ensemble de la région.

II.5.2.1.- Hypothèse "hydrothermale magmatique".

La minéralisation serait liée au magmatisme andésitique tertiaire ou quaternaire.

Toutefois, les témoins de ce magmatisme sont éloignés de plusieurs dizaines de kilomètres des gisements, et leur cortège de minéralisations est pratiquement inexistant (rares sulfure et oxydes de fer, avec blende et

galène, dans l'estérellite de Boulouris; rare barytine signalée par L. Deverin (1923) dans les tufs andésitiques du Cap d'Ail).

II.5.2.2.- Hypothèse "hydrothermale syntectonique"

Les gisements seraient liés à la mise en place des écailles de l'arc de Nice. Le véhicule des métaux serait constitué par des solutions hydrotogènes circulant dans la semelle triasique plastique des écailles, voire même dans le socle sous-jacent, remobilisant éventuellement ses minéralisations.

A l'appui de cette hypothèse, on peut signaler le thermalisme important des Alpes-Maritimes et la présence de l'élément arsenic dans diverses paragenèses du socle cristallin et de son tégument permo-triasique (Argentera-Barrot).

L'allure "liée-aux-strates" de la minéralisation dans les gîtes de réalgar et d'orpiment étudiés serait alors due au rôle d'"écran" joué par certains niveaux de la couverture sédimentaire, vis-à-vis des solutions percolatrices. De tels processus ne sont pas sans analogie avec la notion d'"influences topominérales" qui a été surtout mise en valeur par H. Schneiderhöhn (1941, 1955, 1958) et dont P. Routhier (1963) a donné une critique objective.

L'hypothèse "hydrothermale syntectonique" a été suggérée par E. Brandenberger et R.U. Winterhalter (1929) pour les filons de calcite à réalgar et quartz du calcaire portlandien de Walenstadt (Suisse); ces auteurs proposent une relation d'héritage entre ces filons et les indices arsénifères du Verrucano sous-jacent.

S. Graeser (1965) émet l'hypothèse que les indices de réalgar de la Binnatal (Suisse) dont la paragenèse est complexe résulteraient d'une remobilisation de minéralisations B.G.P. anciennes par des solutions liquides riches en As et Sb, vers la fin du métamorphisme alpin.

J. Slávik (1968, et comm. pers., 14 avril 1970) a suggéré de même que les indices de réalgar et orpiment du flysch des Externides de Slovaquie occidentale sont liés à l'orogénèse et au métamorphisme alpins, contrairement à l'opinion de V.B. Merlić (1957) qui les attribuait au volcanisme néogène.

En ce qui concerne les minéralisations des Alpes-Maritimes, cette hypothèse a longtemps retenu mon attention. Elle est toutefois très diffi-

cile à manier, en raison de l'absence apparente de "cheminées minéralisatrices", ces voies "alimentatrices" vainement invoquées.

En outre, ni cette hypothèse, ni la précédente ne rendent compte de la localisation particulière des minéralisations qui coïncident avec une importante lacune stratigraphique, soulignée par des dépôts à faciès condensé, avec encroûtements successifs de barytine (Lucéram).

Elles doivent donc être rejetées.

II.5.2.3.- Hypothèse "persédimentaire"

Tous les faits s'éclairent au contraire si l'on admet la possibilité pour l'arsenic de se concentrer par voie sédimentaire dans des milieux marins.

A) - La zone minéralisée est située (dans un cas au moins) à l'aplomb d'un haut fond (Duranus).

B) - La minéralisation est localisée dans des roches à caractère réducteur, riches en sulfures de fer d'origine sédimentaire et en glauconie.

C) - La nature de la gangue de la minéralisation arsénifère reflète la composition minéralogique des roches encaissantes : la calcite prédomine dans la gangue du minerai à encaissant calcaire, le quartz se développe dans la gangue du minerai à encaissant gréseux.

D) - Une partie de la minéralisation sulfurée résulte de la remobilisation d'éléments empruntés aux roches encaissantes : les pyritosphères, qui sont inclus dans tous les minéraux hypogènes et qui y présentent des stades de recristallisation plus ou moins avancés.

E) - Dans un cas, la minéralisation sulfurée est associée à une croûte de barytine et fluorine d'allure stratiforme qui coïncide avec une importante lacune stratigraphique (Lucéram *pro parte*).

Si la dernière phase de mise en place des minéralisations est alpine, l'origine des métaux, elle, serait à rechercher dans les roches environnantes.

Il est frappant de constater, en effet, que les sédiments glauconieux sont généralement riches en arsenic (V.M. Goldschmidt et C. Peters, 1934; K. Rankama et T.G. Sahama, 1955). Or, les gîtes d'arsenic des Alpes-Maritimes sont encaissés dans des grès et calcaires glauconieux (parfois véritable glauconitite) ou bien à leur toit, dans des marnes.

Le gisement de Duranus qui présente le plus fort tonnage correspond à ce dernier type et, dans l'hypothèse d'une genèse per-sédimentaire à partir de concentrations arsenicales dans le bassin marin au Cénomaniens, j'ai d'abord pensé qu'une teneur en arsenic, suffisante pour aboutir à un tel gisement, n'avait pas pu ne pas influencer la vie des organismes marins de cette époque, et qu'il devait être possible d'en retrouver la marque.

Deux prélèvements de microfaunes ont été effectués dans les marnes au mur et au toit d'un filonnet de calcite à réalgar qui y est interstratifié sur plus de 20 m d'allongement. Les échantillons lavés ont été examinés par M. Bernard Porthault. Les espèces rencontrées sont très variées et les exemplaires nombreux

1°) mur

Rotalipora appenninica (Renz)
R. montsalvensis Mornod
Praeglobotruncana stephani (Gandolfi)
Hedbergella delrioensis (Carsey)
H. planispira (Tappan)
Globigerinelloides caseyi (Bolli, Loeblich et Tappan)
Gavelinella baltica (Brotzen)
G. cenomanica (Brotzen)
Flourensina nov. sp.
Lenticulina sp.
Astrorhiza sp.
Dorothia sp.
Arenobulimina sp.
Miliolidés
Ostracodes,

etc...

Age : Cénomaniens inférieur, zone 2 non sommitale (zone à *Mantelliceras mantellii*).

2°) Toit

Rotalipora appenninica
R. montsalvensis
Praeglobotruncana stephani
Hedbergella delrioensis
H. planispira
Globigerinelloides caseyi
Gavelinella baltica
G. cenomanica
Orostella sp. aff. *aumalensis* (Sigal)
Globorotalites sp.
Flourensina nov. sp.
Ostracodes
Débris de Lamellibranches et de Gastéropodes pyritisés

Age : même que ci-dessus.

On n'observe pas d'anomalies dans la distribution des espèces ni de malformations dans la morphologie des tests (déterminations B. Porthault).

Ceci me conduit à penser que la minéralisation pourrait être issue des grès glauconieux sous-jacents aux marno-calcaires du Cénomaniens.

La grande mobilité de l'élément arsenic est une notion bien établie (K. Rankama et T. Sahama, 1955; L.G. Carpenter et D.Y. Garret, 1961).

Cet élément serait à l'origine disponible en traces dans les grès. Sa localisation dans tel ou tel minéral ne peut être actuellement précisée mais les pyritosphères constituent le site le plus vraisemblable.

A la faveur des mouvements tectoniques alpins, des circulations calciques, comme il en apparaît beaucoup dans la zone des gisements, auraient remobilisé les traces d'arsenic des grès glauconieux et les auraient transportées dans les marnes sus-jacentes où elles se seraient exprimées.

Les minéralisations des grès glauconieux seraient ainsi "familières-épigénétiques" et celles des marnes seraient "étrangères-épigénétiques", au sens de P. Routhier (1967).

Une mention spéciale doit être faite pour le karst anté-albien qui, à Lucéram, sert de piège à une partie de la minéralisation (barytine à fluorine et talmessite) et qui est également présent à Duranus.

P. Cotillon (1968) a décrit des karsts de même âge, sans minéralisation, dans les terrains de même âge et de même faciès de l'arc de Castellane. Selon lui, ce modelé résulte d'une véritable karstification sous-marine, due à l'exposition franche et brutale des bancs à la corrosion physico-chimique d'une eau de mer douée d'une grande mobilité, plus ou moins chargée de gaz carbonique. La dissolution du calcaire, rendue encore plus efficace par l'hydrodynamisme élevé qui régnait à la surface des hauts-fonds durcis, a provoqué le démantèlement de certains bancs. Un ou plusieurs de ces bancs ont pu s'émietter ainsi en éléments que la dissolution (en se poursuivant) ou que les courants (en les transportant) ont émoussés et arrondis; ainsi ont été façonnés les nodules, plus ou moins phosphatés, que l'on rencontre à divers niveaux du Crétacé inférieur, et plus particulièrement du Gargaso-Albien.

Ces processus ne sont pas sans rapports avec l'importante phase de karstification, en conditions aériennes ou sub-aériennes qui s'exerçait dans la même période en Provence, plus au Sud-Ouest.

Le régime de hauts-fonds qui régnait alors dans la province néritique subalpine n'était que le reflet des mouvements qui déterminaient l'émersion du bombement varois à la même époque.

II.5.3 - MECANISME DE LA PRE-CONCENTRATION DES ELEMENTS DANS LES STRATES.

Le mécanisme de pré-concentration n'est pas connu. Il peut être sédimentaire, lié à la situation en haut-fond de la région, à l'Albien. Il peut être hydrologique, en rapport avec des circulations de paléonappes aquifères en charge au mur des marno-calcaires imperméables du Cénomaniens, la source des métaux étant alors peut-être à rechercher dans l'ensemble du Crétacé inférieur glauconieux sous-jacent.

L'accumulation de baryum et fluor dans une phase de dépôt réduit, aboutissant à des croûtes de barytine et fluorine sur des surfaces de type haut-fond, est un phénomène désormais bien établi.

En outre, le fluor est susceptible d'être piégé dans le réseau cristallin des phosphates sédimentaires du Crétacé inférieur, en remplacement du groupement OH-

L'origine du fer de la pyrite et de la marcasite, de même que celle du soufre, est à rechercher dans les très abondants pyritosphères que renferment les grès glauconieux et les marnes et qui présentent (pl.-photos III h.t.) tous les stades d'une recristallisation au sein des plages de réalgar, d'orpiment, de fluorine et de barytine.

En revanche, le mécanisme de piégeage de l'élément arsenic est inconnu.

Il peut être simple, en relation avec la situation en "haut-fond" de la région à l'Albien; l'accumulation de l'arsenic se serait effectuée dans les vases marines par voie sédimentaire.

Il peut être complexe, le "piège" constitué par le haut-fond pouvant être comparé aux structures qui abritent les gisements d'hydrocarbures; la concentration de l'arsenic pourrait alors être liée à des circulations de paléonappes aquifères; elle s'effectuerait soit *per laterum*, à l'intérieur des niveaux de calcaires grésos-glauconieux de l'Albien, soit *per ascensum*, les paléonappes en charge remaniant également l'arsenic susceptible d'être contenu plus bas, dans les niveaux glauconieux de l'Aptien et du Barrémien.

Cette hypothèse évoquée à propos d'autres gisements par A. Ovtracht (1968) est assez difficile à manier en raison de la présence d'une croûte de barytine à fluorine à un niveau bien précis de la série stratigraphique.

L'existence de plusieurs stades dans la concentration du fer, de l'arsenic et du fluor n'est cependant pas exclue; R. Dars, C.J. Allègre et G. Michard (1971), et J.C. Touray (1973) ont récemment souligné la fréquence de ce phénomène en métallogénie.

Les remaniements d'ordre sédimentologique dont témoignent ici, dans les niveaux glauconieux, les galets phosphatés à microfaune remaniés et les oolithes brisées ou pluri-nuclées, sont également bien connus dans les formations glauconieuses de l'arc de Castellane (P. Cotillon, 1968).

II.5.4.- ORIGINE DES ELEMENTS.

L'étude au microscope démontre qu'au moins une partie de la minéralisation (calcite, marcasite, pyrite, quartz) résulte d'une recristallisation des minéraux constitutifs des roches encaissantes. Il paraît donc très intéressant de déterminer l'origine de ces minéraux.

Dans la zone subalpine, la sédimentation néritique du Crétacé moyen a été alimentée essentiellement par des apports détritiques. L. Deverin (1923) et P. Cotillon (1968) ont souligné la présence fréquente de zircon, tourmaline, rutile, anatase, brookite, qui, avec les micas et les minéraux argileux, suggèrent des apports à partir de roches-mères cristallines et cristallophylliennes.

L'origine de ces minéraux, de même que celle du fer et de l'arsenic, est à rechercher vers le continent qui, à l'Albien, était émergé plus au Sud (Maures-Tanneron-Estérel et leur prolongement oriental, et "continent corso-sarde" au sens large).

Vers le Nord, en effet, on peut supposer que la fosse dauphinoise constituait une barrière vis à vis-à-vis des apports alpins plus internes.

Dans le détail, il n'est pas possible actuellement de préciser le rôle joué par l'émergence du bombement varois dans la sédimentation détritique de l'Albo-Aptien. Les terrains qui ont progressivement fait surface ont-ils été repris en partie par l'érosion? Y a-t-il eu auparavant une phase d'enrichissement pédogénétique des éléments Fe et As?

Quant à la fluorine, d'ailleurs rare, et à la barytine, elles sont connues depuis longtemps dans les formations marines.

J.P. et P. Destombes (1963) ont signalé la présence de nodules de barytine sédimentaires dans les argiles albiennes de Wissant (Pas de Calais).

Des nodules de barytine ont été décrits de même dans les séries vraconiennes à phosphates du Constantinois (J. Glaçon, 1963).

On en retrouve en abondance dans les marnes albiennes à faciès dauphinois des Alpes-Maritimes (R. Pierrot, P. Picot, J. Féraud et J. Vernet, 1974), des Alpes de Haute-Provence (C. Vuillermoz, 1961), des Hautes Alpes et de la Drôme (C. Lory, 1861).

La fluorine est un minéral rare dans les séries de couverture des Alpes françaises.

L'indice de Lucéram y constitue le premier gîte connu de fluorine d'origine sédimentaire. C'est pourquoi il sera intéressant de déterminer le mode de gisement précis des indices de ce minéral signalés dans les Aravis (J. Rosset, 1956, p. 29 et p. 129) et dans le Salève (A. Lacroix, 1893, citant Soret, Mém. Soc. Phys. Genève, 1822, t. II, p. 476).

Enfin, un phénomène général se confirme à travers cette étude.

Il semble bien exister une métallogenèse du Crétacé moyen dans le domaine de la Méditerranée occidentale. Sensible en Afrique du Nord et dans les chaînes subalpines méridionales, elle regroupe des minéralisations de substances diverses (arsenic, antimoine, baryum, plomb, zinc...) mais correspond aux mêmes mouvements épeirogéniques qui ont marqué cette période dans l'ensemble du continent corso-sarde et en divers autres points de l'Europe. Ces mouvements qui se sont accompagnés d'un rajeunissement des reliefs émergés, ont favorisé l'érosion du continent et, ainsi, permis une redistribution des métaux par la sédimentation.

CHAPITRE III

LES GISEMENTS DE REALGAR ET ORPIMENT DE LA CORSE.

On connaît en Corse quatre gisements de réalgar et orpiment. Celui de Matra (commune de Moïta) constitue un filon de fort tonnage qui a été naguère activement exploité. Les trois autres, Strocchia (commune de Moïta), Scandolajo (commune de Tallone) et La Porta correspondent à des indices anciennement signalés dont la minéralisation n'a pu être retrouvée (pl. 33).

III.1.- CADRE GEOLOGIQUE GENERAL.

Les gisements de sulfures d'arsenic de la Corse sont situés dans la zone des schistes lustrés. Il s'agit d'une série de calcschistes et schistes verts incluant des complexes ophiolitiques stratiformes, violemment plissée et écaillée au cours de l'orogénèse alpine.

L'âge de ces formations est encore discuté. On peut supposer qu'il s'étale du Jurassique supérieur au Nummulitique (P. Termier et E. Maury, 1928; L. Ritsema, 1952).

Très localement, le lamprophyre hyperalcalin potassique de Sisco qui recoupe les schistes lustrés, pourrait être assimilé (D. Velde, 1967) aux roches extrusives récentes du Latium.

Au Villafranchien, des effondrements individualisent la plaine de la côte orientale de la Corse, de direction NS à NE-SW, tandis que se constituent les reliefs de la Corse "schisteuse" (L. Glangeaud, 1961; R. Guiraud, 1970).

III.2.- LE GISEMENT DE MATRA.

Le gisement de Matra est situé dans la région naturelle de la Castagniccia, au versant gauche de la vallée de la Bravone.

Peu après mes premières reconnaissances sur place, P.P. Lenck présen-

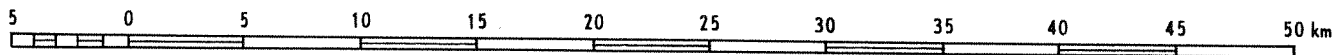
PLANCHE 33 - EXTRAIT DE LA CARTE DES GITES MINÉRAUX DE LA FRANCE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Coordination et mise en œuvre assurées par F. PERMINGEAT (B.R.G.M.)

Feuille CORSE établie par P. ROUTHIER (Laboratoire de Géologie appliquée de la Sorbonne) et P. SAINFELD (B.R.G.M.)

Dessin exécuté par J. P. AUDOYER sous la direction de R. BONHUIL (B. R. G. M.)



REPRÉSENTATION DES GITES

N. B. - Les combustibles minéraux et les matériaux de construction ne figurent pas sur cette carte.

1 - **Localisation.** - Le centre du signe conventionnel marque la position du gisement.

2 - **Minéralisation.** - La couleur (en teinte pleine ou en barrés) indique la minéralisation caractéristique du gisement. Le symbole chimique désigne non seulement l'élément, mais aussi un minéral typique de cet élément (parfois un groupe de minéraux); les autres symboles désignent des substances minérales (voir tableau). Lorsqu'un élément se trouve sous une forme autre que celle du minéral-type, le symbole est encadré. Dans les sources thermominérales, le symbole ne désigne que des ions. Les symboles placés au-dessus indiquent les éléments et minéraux principaux du gîte; les symboles placés au-dessous, les éléments et minéraux accessoires.

3 - **Morphologie.** - La forme du signe conventionnel indique la forme du gîte (voir tableau).

4 - **L'importance** du gîte est indiquée par la grandeur du signe conventionnel et accessoirement par la typographie. Quatre catégories ont été distinguées d'après une estimation grossière de la valeur globale V du minerai exploité et des réserves certaines actuellement exploitables ou assez proches de la limite d'exploitabilité (voir tableau).

1^{ère} catégorie : gros gisements. V supérieure à 100 000 000 NF.

2^{ème} catégorie : gisements moyens, ayant été ou pouvant être l'objet d'une petite exploitation rationnelle. V entre 1 000 000 et 100 000 000 NF.

3^{ème} catégorie : indices appelant des travaux de recherches relativement importants ou justifiant une exploitation du type artisanal. V entre 100 000 et 1 000 000 NF.

4^{ème} catégorie : indices minéralogiques pouvant présenter un intérêt métalogénique ou indices mal connus. V inférieure à 100 000 NF.

5 - Les **gangues** sont indiquées sur le côté droit du signe conventionnel (voir tableau).

6 - Les **roches encaissantes** sont indiquées sur le côté gauche du signe conventionnel (voir tableau).

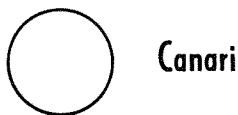
7 - **Référence au fichier.** - Le numéro porté à côté du signe conventionnel est aussi le numéro de la fiche de gisement. La numérotation a été établie en suivant sur la feuille, de l'W vers l'E, des bandes horizontales successives du N vers le S.

GÉOLOGIE ET PÉTROGRAPHIE

	Quaternaire à Eocène
	Crétacé
	Jurassique supérieur et moyen
	Jurassique inférieur Trias et Permien
	gabbros, dolérites serpentes coulées basiques
	"Schistes lustrés", Calcschistes (Post-Paléozoïque)
	gneiss parfois amphiboliques, micaschistes, cornéennes, roches métamorphiques paléozoïques, anté-permiennes.
	granites

IMPORTANCE DES GITES

1^{ère} catégorie



Canari

2^{ème} catégorie



la Finosa

3^{ème} catégorie



Erso

4^{ème} catégorie



Parata

Documents utilisés : Cartes géologiques au 1/320.000 et au 1/80.000. Archives du Service des Mines, du Commissariat à l'Énergie Atomique et Archives Nationales. Travaux publiés et inédits de : P. AICARD, A. AUTRAN, H. AZAIS, P. BALDINI, BARRAL, BESSON, J. P. BLOCH, J. BOULADON, R. DELCEY, J. GEFFROY, M. de GENSANNE, E. GUEYMARD, D. HOLLANDE, E. JACQUOT et WILLM, S. KRYLATOV, P. LAPADU - HARGUES, J. CI. LIMASSET, J. MAISONNEUVE, E. NENTIEN Th. NETELBEEK, J. ORCEL, P. ROUTHIER, P. SAINFELD, H. van TELLINGEN, W. BOSMA.

MORPHOLOGIE DES GITES



filon avec sa direction



stockwerk ou filons multiples



amas



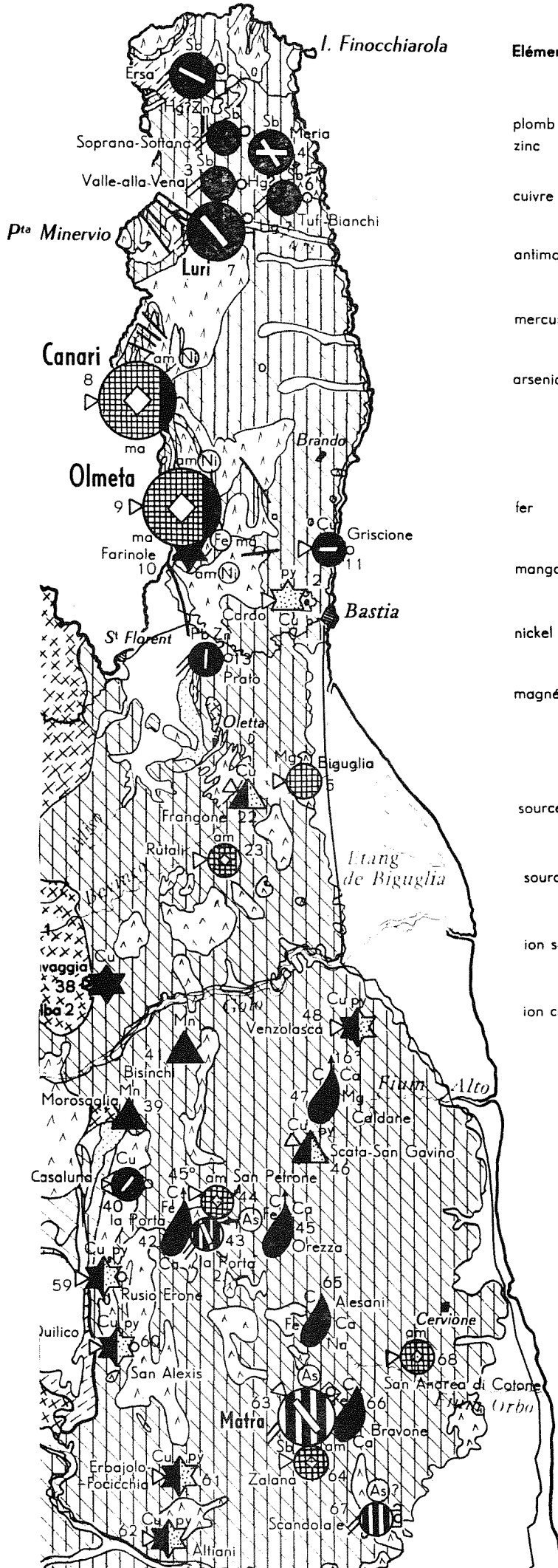
minéralisation disséminée



gîte stratiforme



source thermominérale
avec sa température



Eléments	Minéraux	Symboles	Couleurs
plomb	galène	Pb	●
zinc	blende	Zn	●
cuivre	chalcopryte	Cu	●
antimoine	stibine	Sb	●
mercure	cinabre	Hg	●
arsenic	mispickel	As	●
	réalgar	(As)	●
fer	pyrite	py	●
	goethite, limonite magnétite	Fe (Fe ma)	●
manganèse	oxydes	Mn	●
nickel	joséphinite	(Ni)	●
magnésium	magnésite	Mg	●
	amiante	am	●
Sources thermominérales			
source bicarbonatée		C	●
source ferrugineuse		Fe	●
ion sodium		Na	●
ion calcium		Ca	●

ROCHES ENCAISSANTES	GANGUES
roches plutoniques basiques	quartz
roches volcaniques basiques	calcite
schistes métamorphiques	dolomie
	carbonates complexes

tait, en décembre 1970, une thèse de pétrographie sur les terrains métamorphiques de la Bravone. Ce travail considérable mit à ma disposition une masse de données qui devait me permettre d'aborder plus rapidement l'étude métallogénique.

Une carte d'affleurements au 1/5000 (carte h.t. 4) et l'examen des différents faciès en lames minces m'ont permis de replacer le gisement dans son cadre géologique.

III.2.1.- LITHOSTRATIGRAPHIE.

P.P. Lenck (1970) a donné une description détaillée des différentes formations rencontrées dans le secteur de Matra.

A) - Les schistes lustrés correspondent à d'anciens sédiments calcaréopélitiques, repris par le jeu de métamorphismes successifs. Ils comportent principalement :

- a) des schistes sériciteux à quartz, séricite et minerais opaques avec parfois zoïsite et épidotes.
- b) des calcschistes subdivisés eux-mêmes en :
 - calcschistes sensu stricto, à calcite, quartz et phyllites, la proportion de calcite y étant sensiblement de 50%. Les phyllites sont des muscovites-phengites et des chlorites. Il s'y adjoint de la tourmaline, de la lawsonite et des épidotes;
 - calcaires en plaquettes, correspondant à des calcschistes où les niveaux à calcite s'individualisent en plaquettes. Les minéraux constitutifs sont les mêmes que ci-dessus;
 - calcaires métamorphiques où la calcite prend une importance prépondérante et qui constituent des niveaux puissants où les phyllites (muscovite-phengite) sont toujours présentes.
- c) des quartzites fréquemment intercalés dans les schistes; ils semblent correspondre à des sédiments quartzeux repris dans le métamorphisme. Ils sont constitués de quartz, muscovite, séricite, chlorite, minerais opaques, parfois calcite, épidotes, tourmaline, lawsonite, albite.

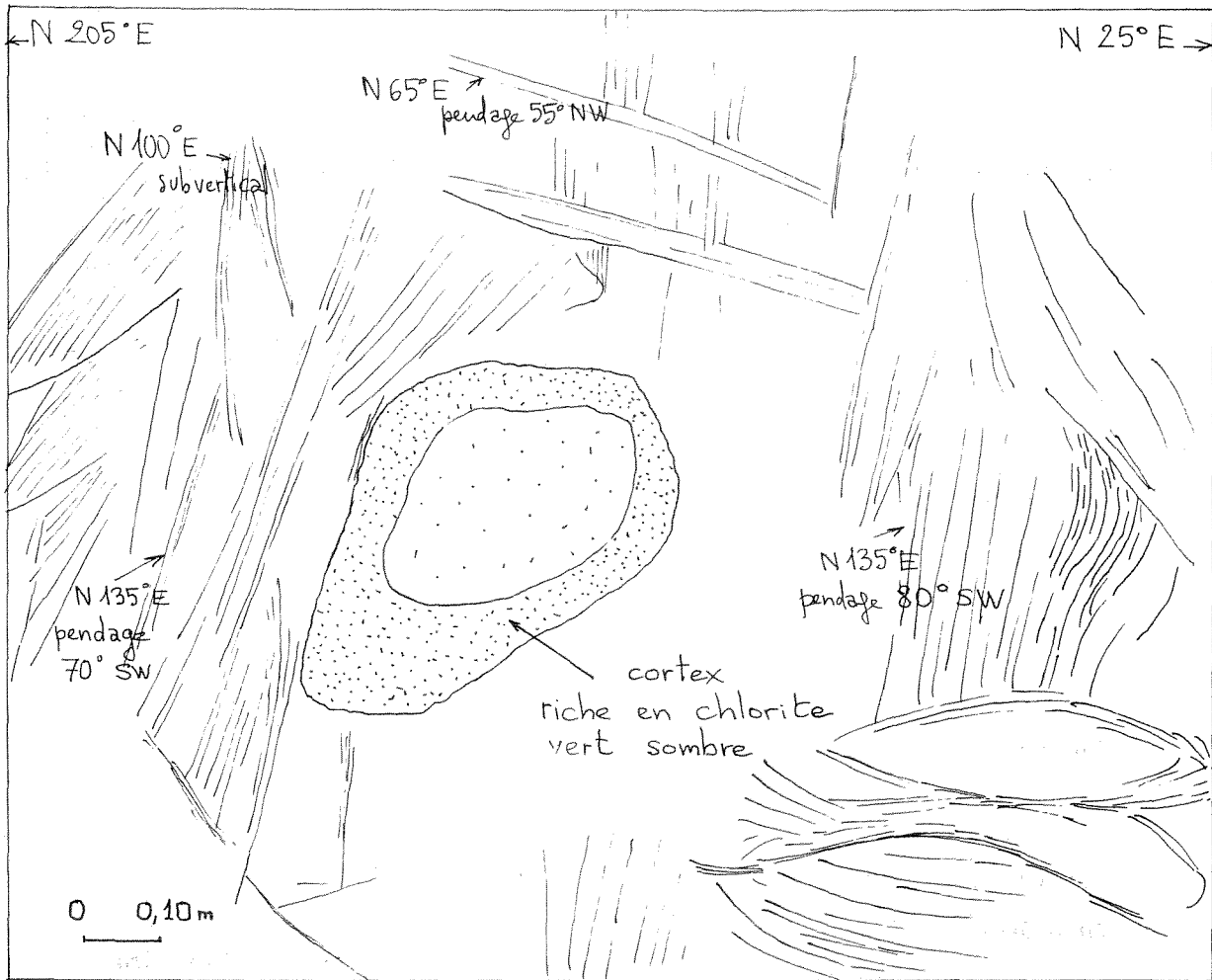


PLANCHE 34 — CHLORITITE
 A IDOCRASE ET GRENATS

enclave dans les serpentinites au talus de la route de Matra à Pietrera (affleurement à la base du mur de soutènement de la Grande Place de l'Eglise de Matra)

- chloritite à idocrase et grenats (déterminés aux rayons X)
- serpentinites avec plans de schistosité et de laminages

Au microscope, la structure de la chloritite est analogue à celle qui a été décrite par P.-P. LENCK (1970) pour un affleurement voisin à caractère filonien (coin NW de l'Eglise de Matra, p. 32 de l'ouvrage de P.-P. LENCK)

B) - Les ophiolites comportent des roches éruptives basiques et ultrabasiques correspondant à deux types de roches :

a) des serpentinites et roches associées. Ce sont des roches sombres à bastite, antigorite à structure maillée, minerais opaques, pyroxènes résiduels; la présence d'olivine est supposée. Les roches originelles seraient des lherzolites.

Les roches associées sont de deux types :

- chloritite à idocrase et grenats en filonnets ou en enclaves dans les serpentinites (pl. 34);
- trémolitite en amas au contact des serpentinites avec leur encaissant.

b) des euphotides. Elles présentent des cristaux de diallage de l'ordre du centimètre dans une pâte claire. Elles correspondent à d'anciens gabbros ouralitisés, altérés et transformés par le métamorphisme et la tectonique, et comportent du diallage ouralitisé, du glaucophane et/ou de l'actinote, de la lawsonite, de l'albite et des minerais opaques.

H. Azaïs, J. Bouladon, P. Picot et P. Sainfeld (1968) ont étudié les minéraux opaques de plusieurs massifs ophiolitiques de Corse.

Leurs résultats sont intéressants à examiner ici car ils permettront d'expliquer certaines particularités minéralogiques du filon de Matra.

Dans la serpentinite de Matra, ils signalent de la pentlandite abondante (1 millimètre), de la heazlwoodite, un peu de bravoïte et de millérite ; un échantillon amiantifère comporte en outre du fer nickelé. Il s'y adjoint un peu de pyrite (limonitisée), de chalcopyrite, de magnétite et d'ilménite, avec rare chromite.

A Moïta, la pentlandite et la millérite se retrouvent avec un peu de pyrrhotine, pyrite limonitisée, chalcopyrite, valleriite, magnétite, ilménite et chromite.

Entre Matra et Moïta, le petit massif de Cuniolo n'a montré qu'un peu

de chalcopyrite et de pyrite, avec de la magnétite, de la chromite abondante et un peu d'ilménite.

C) - Les laves métamorphisées.

Il s'agit essentiellement de laves métamorphisées glaucophanites et principalement de glaucophanites massives, parfois légèrement litées, à glaucophane et lawsonite, avec localement des pyroxènes ouralitisés.

D) - Les gneiss et leptynites, fréquemment rencontrés, ont une origine problématique. Il s'agit de gneiss albitiques, de gneiss et de leptynites. Les pyroxènes jadéitiques y sont très fréquents et souvent bien développés.

Dans l'état actuel des recherches, il n'est pas possible d'établir une colonne lithostratigraphique très précise, du fait de la complexité de la tectonique et du recouvrement quaternaire, d'autant que des récurrences de faciès ne sont pas exclues.

Dans le secteur de Matra, comme je l'ai antérieurement proposé, (J.Féraud, 1970) les serpentinites constituent la base de la série; elles sont recouvertes par les laves métamorphisées qui sont elles-mêmes surmontées d'une épaisse formation de schistes lustrés.

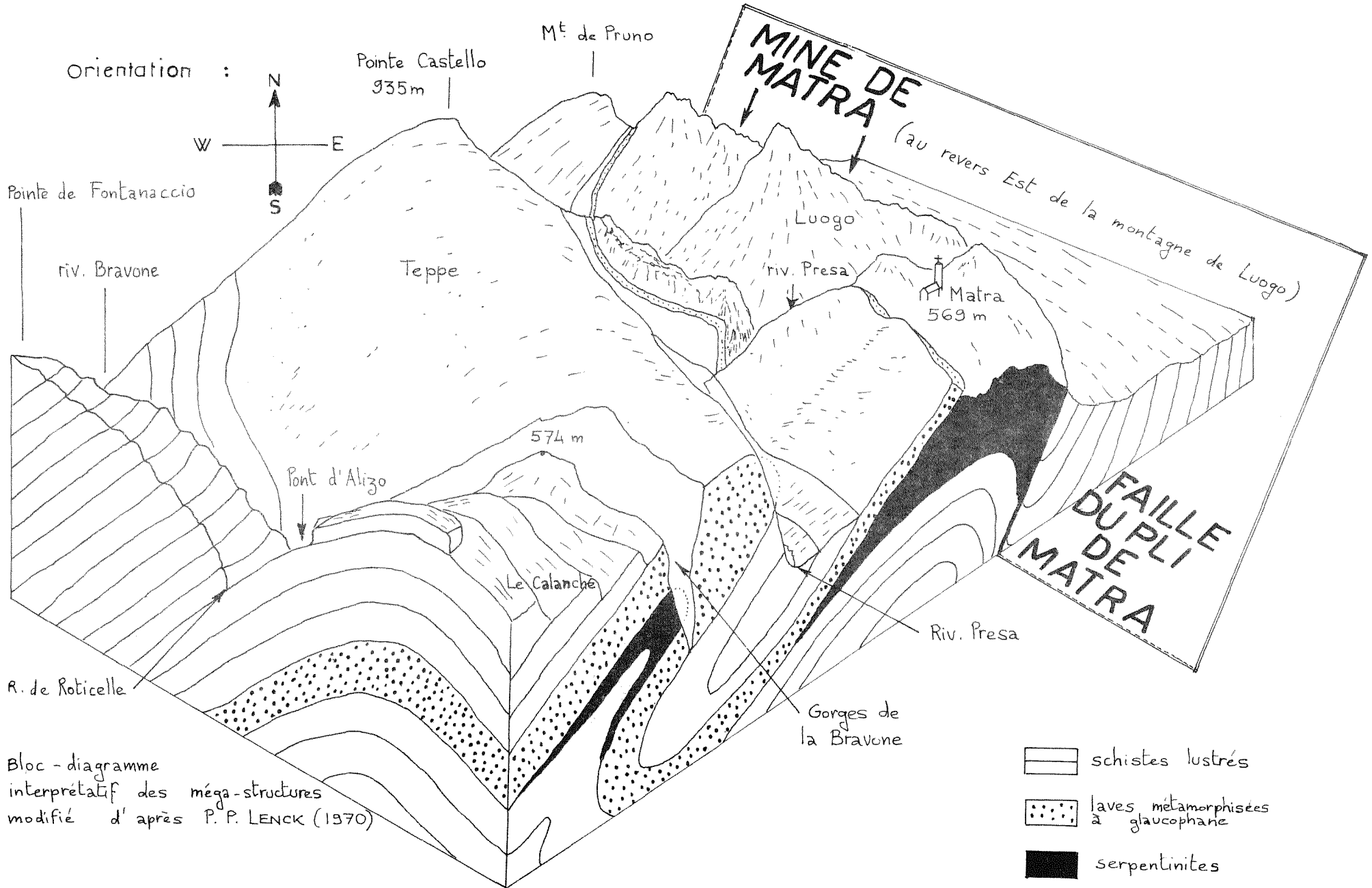
III.2.2.- METAMORPHISME.

P.P. Lenck (1970) a mis en évidence à Matra l'existence de trois phases de métamorphisme. La définition des faciès correspond au sens de F.J. Turner (1968).

L'existence, au sein des glaucophanites, de grenats automorphes reliques (malheureusement toujours altérés en glaucophane et chlorite) pose le problème d'un métamorphisme primitif de faciès éclogite.

L'ensemble de la série lithostratigraphique est affecté par un métamorphisme de faciès glaucophane-lawsonite (7 à 10 kb, 300 à 350° C).

Un métamorphisme de faciès schiste vert, à épidote, chlorite, actinote, albite s'y surimpose (7 à 10 kb, 400 à 450° C). Les paragenèses ne trahissent pas de variation de pression; l'augmentation de température pourrait



Bloc - diagramme
interprétatif des méga-structures
modifié d'après P. P. LENCK (1970)

alors être due à un dôme de chaleur ou bien, comme le signale aussi P.P. Lenck, à des conditions tectoniques particulières; en particulier, une position géotectonique privilégiée (limite de plaques, par exemple) pourrait expliquer ce phénomène.

III.2.3. - TECTONIQUE.

Une analyse détaillée a été donnée par P.P. Lenck (1970) dans sa thèse. Ses conclusions appellent cependant des remarques générales et quelques nuances.

Aux échelles kilométrique et hectométrique, le travail de P.P. Lenck met en évidence la structure isoclinale, déversée vers le NE, de la région de Matra. Mais cette structure doit être considérée comme tardive. A l'échelle du mètre, l'observation des macrostructures met en évidence une schistosité antérieure. Cette schistosité s'accompagne de replis isoclinaux avec linéation.

Une phase tectonique cassante succède aux déformations de style souple. Elle se caractérise par des failles NE-SW et E-W.

Le gisement de Matra s'associe à une structure d'importance régionale, le "pli-faille de Matra" (pl. 35 et carte h.t. 4). Il présente à l'affleurement, au droit du village de Matra, un noyau anticlinal de serpentinites supportant des laves métamorphiques et chevauchant, vers le NE, sur les schistes lustrés.

Le contact anormal chevauchant déduit de la cartographie géologique de la région et de l'examen des photographies aériennes présente au droit des villages de Matra et Pietrera un pendage W de l'ordre de 40 à 60°.

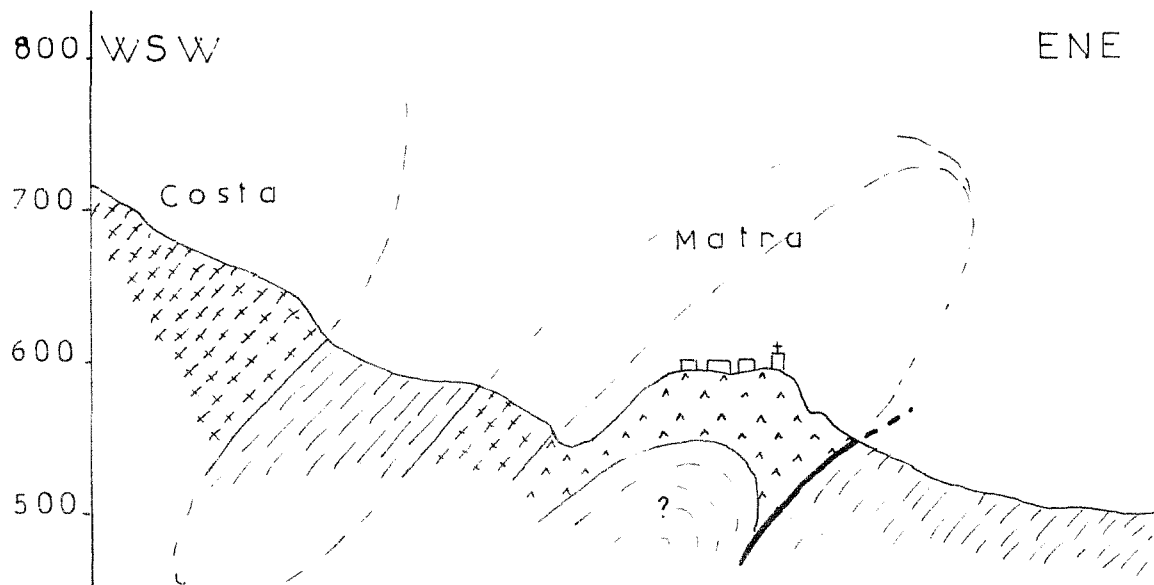
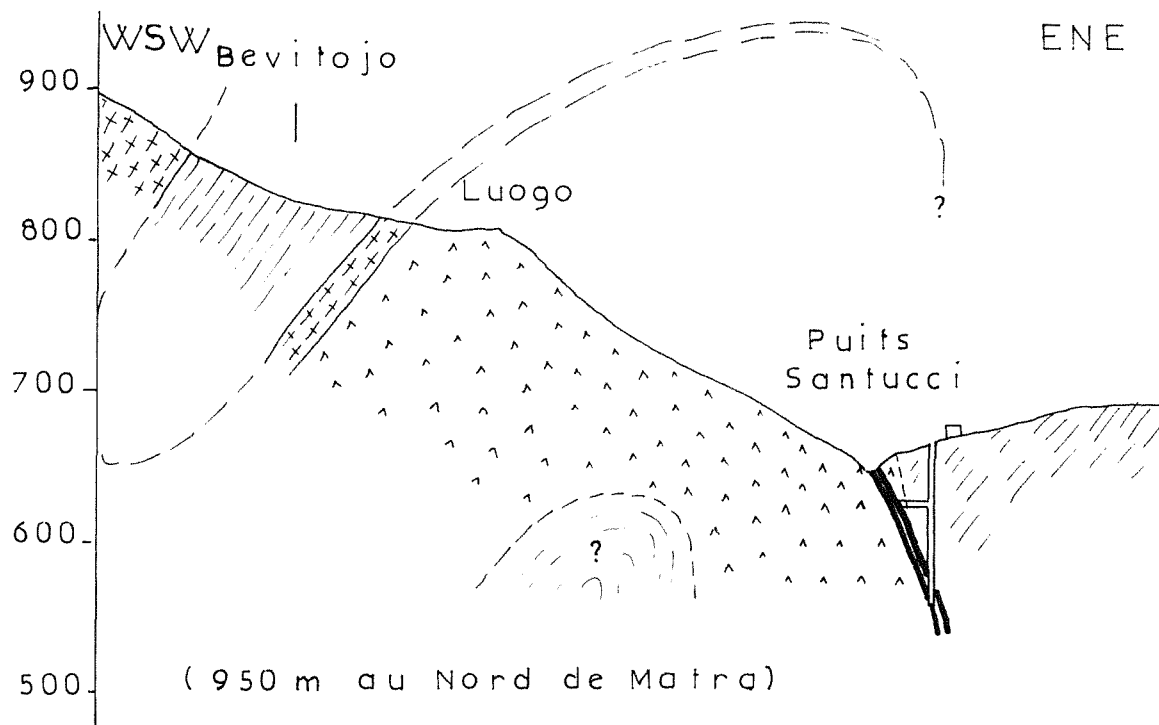
Vers le Nord, dans la zone du gisement, son existence ne peut être avancée avec certitude.

C'est ici, en effet, qu'apparaît le filon de Matra. Dirigé N 170° E avec pendage de 70° E, il se caractérise par la présence constante de serpentinites au mur, sur une extension verticale d'au moins 100 m.

Dans ces conditions, il faut admettre que le contact anormal chevauchant du pli-faille de Matra se redresse et se renverse vers le Nord, ou

PLANCHE 35 - b
 LE PLI-FAILLE DE MATRA
 COUPES

1/5000



- | | | | |
|--|----------------------|--|------------------------|
| | schistes lustrés | | filon |
| | laves métamorphisées | | faille du pli de Matra |
| | serpentinites | | |

100 m

bien qu'il est interrompu par un autre accident, ou encore qu'il s'amortit entre Matra et les anciens travaux miniers.

III.2.4.- TRAVAUX MINIERS.

Le tracé du filon de Matra coïncide sensiblement avec celui du ruisseau de la Presa, qui arrose le village. Les travaux miniers s'échelonnent en amont du village, à une distance de celui-ci allant de 600 à 1200 m vers le Nord.

III.2.4.1.- Historique.

Le gisement fut découvert dans le lit de la Presa, à la suite d'une crue, entre 1880 et 1890.

Il fit l'objet, en 1901, des travaux de recherche concurrents de MM. Marsily et Santucci.

Les travaux furent repris de décembre 1903 à août 1904.

En 1905, une demande en concession de la Société des Mines d'antimoine de la Bourboule-St Sauveur était rejetée.

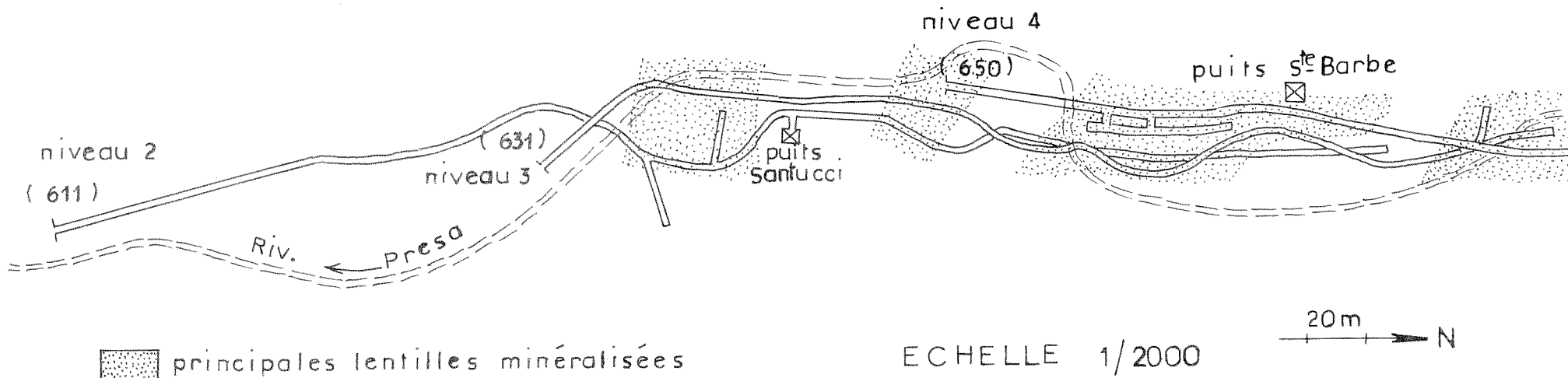
Au cours de la période de 1908-1909, la Société l'Arsenic et la Société Minière de Prospection et d'Exploration déposèrent des demandes en concession concurrentes. Par suite d'un accord, la Société l'Arsenic resta seule et poursuivit les travaux de recherche.

Le 28 décembre 1912, la concession de Matra fut instituée en faveur de la Société l'Arsenic. L'exploitation fut activement menée de 1912 à 1924. Pour la période de 1907 à 1924, les chiffres de production s'élèvent à près de 20 000 t de tout venant, soit une moyenne de plus de 1000 t par an. Un échantillonnage de 9 t de tout-venant a donné 1 t à 80 % de réalgar et 8 t à 30 %. Par suite, la moyenne annuelle pouvait s'élever à 250 t d'arsenic métal. Si l'on considère qu'en 1907 la production mondiale était de 14500 t d'As métal, et celle de la France de 600 t, on voit que le gisement de Matra allait prendre d'emblée une grande importance, augmentée par l'effort de guerre.

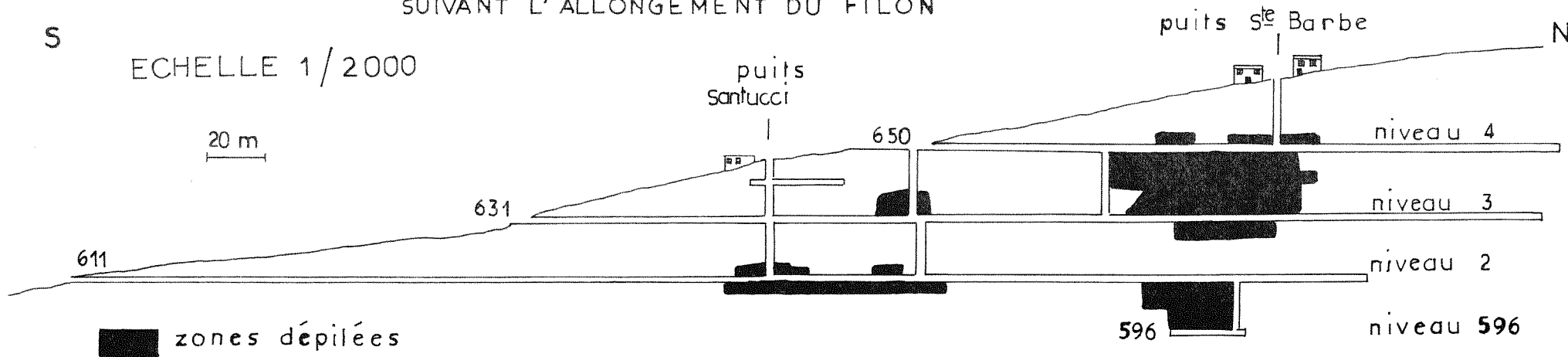
GISEMENT DE MATRA : SCHEMA DES TRAVAUX MINIERS

(d'après archives)

1- PROJECTION DES TRAVAUX PRINCIPAUX SUR UN PLAN HORIZONTAL



2- PROJECTION DES TRAVAUX PRINCIPAUX SUR UN PLAN VERTICAL
SUIVANT L'ALLONGEMENT DU FILON



Pendant la guerre de 1914-1918, le minerai était grillé à l'usine de Chaudes-Aigues (Cantal).

De 1935 à 1942, le gisement connut une faible activité. En 1943 et 1944 eurent lieu encore quelques expéditions sporadiques de minerai, d'une dizaine de tonnes à la fois.

Actuellement, la mine est abandonnée. La Société l'Arsenic a été récemment dissoute. On peut estimer à 30 000 t la totalité du tout-venant extrait.

III.2.4.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des galeries.

Les reconnaissances minières s'échelonnent entre deux points extrêmes de situation suivante :

Coordonnées Lambert IV Corse

x = 581,2
y = 223,2
z = 580

x = 581,4
y = 224,0
z = 660

Tous les travaux miniers sont actuellement éboulés ou inaccessibles.

Il y avait (d'après les archives) environ 2000 m de galeries et recoups, ainsi que deux puits et une descenderie, sans compter les remontes (pl. 36).

Les niveaux de roulage et d'exploitation se trouvaient aux cotes 650 (galerie n° 4, 380 m de long), 635 (galerie n° 3, 474 m de long), 612 (galerie n° 2, 628 m de long), 596 et 582 (niveau -30). Ces deux derniers niveaux n'étaient accessibles que par puits intérieurs. Une attaque fut effectuée à la cote 568 (galerie n° 1) mais fut abandonnée avant d'avoir atteint la zone minéralisée.

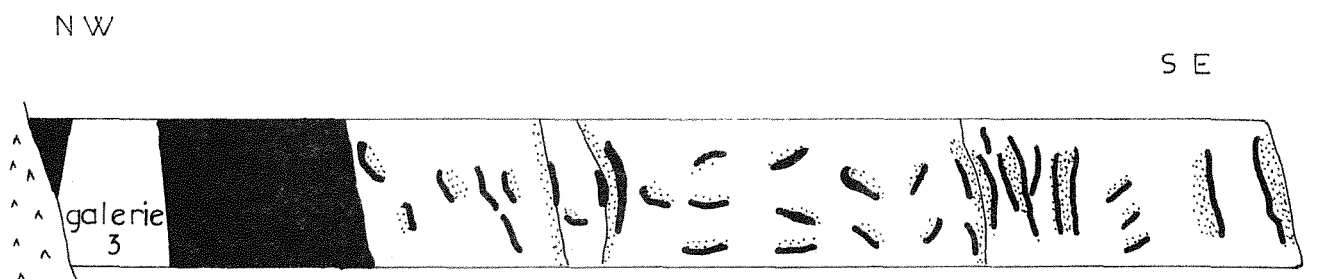
III.2.4.3.- Structure du filon.


Le filon de Matra constitue le remplissage d'une zone broyée de direction N 170°E; son pendage varie de 65° - 70° E dans les parties méridionale et


PLANCHE 37 — COUPE DU FILON


NIVEAU 3 — RECOUPE A 130 m DE L'ENTREE
PRES DU REMONTAGE 12


(d'après archives)




 Schistes sériciteux et calcaires broyés

 Serpentine


4 m

 Gangue quartzo-carbonatée indifférenciée

 Réalgan

centrale de l'allongement à subvertical W dans la partie septentrionale. Il met en contact des serpentinites au mur et des calcschistes et schistes à glaucophane au toit. Il a été reconnu sur 500 m de longueur et plus de 100 m de profondeur.⁽¹⁾

A la suite d'une visite de la galerie n° 2, effectuée en 1919, J.Orcel (1921) a donné une description très détaillée des roches encaissantes. J'en soulignerai les éléments essentiels.

Le mur est constitué par une serpentinite à antigorite, magnétite et chlorite. Au voisinage du filon, la roche prend une teinte gris cendré et devient friable; au microscope, elle se distingue de la roche intacte par l'abondance des produits ferrugineux, de la chlorite et d'une matière colloïdale qui remplit les vides, par la disparition de la structure maillée et par la petitesse des fibres d'antigorite.

Le toit comporte des schistes à glaucophane, pyroxène sodique, lawsonite et albite, et des calcschistes constitués de calcite, quartz à extinction roulante et muscovite.

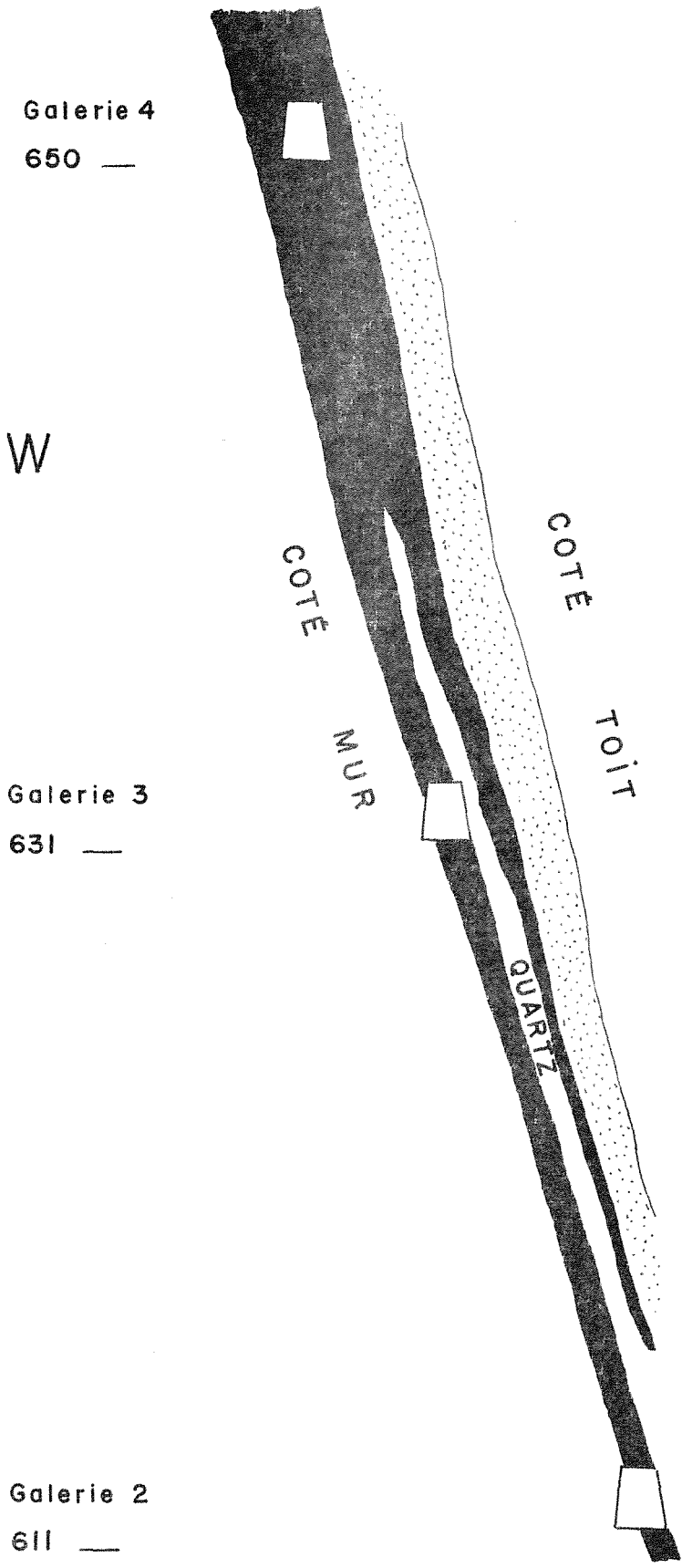
A la lumière des données d'archives, des observations de surface, de l'étude des déblais et du témoignage oral de M. Antoine François, ancien responsable du fond, il semble que le filon possède localement une très belle structure rubanée.

Du mur au toit :

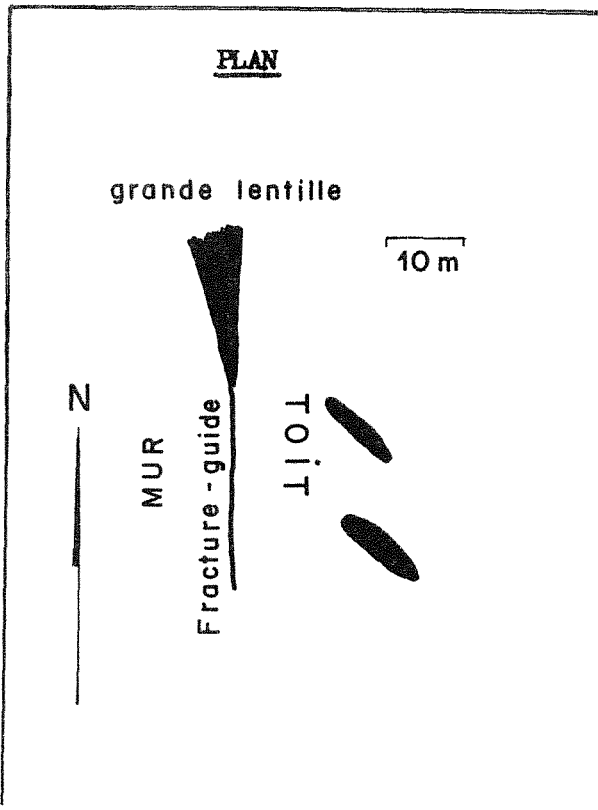
(1) Dans la dernière phase des travaux, il n'est apparu aucun coïncement notable de la minéralisation, tant dans le sens de la profondeur que dans celui de l'allongement. A divers niveaux, des panneaux reconnus exploitables n'ont pas été dépilés et ce sont uniquement des problèmes d'exhaure qui ont amené, avec la baisse générale des cours, la fermeture de la mine (données d'archives et comm. pers. de M. Antoine François, ancien responsable du fond, octobre 1970 et octobre 1972).

COUPE DE LA COLONNE PRINCIPALE

0 5 m



mineral à 80-85 % de réalgar
mineral à 50 % de réalgar



- serpentinite du mur
- quartz "noir" à réalgar 1 m
- réalgar massif 1 à 3 m
- calcschistes du toit, avec imprégnations diffuses et filonnets de réalgar, orpiment et dolomite.

Le mur (serpentinite) est localement strié. Le contact du toit est souligné par une salbande argileuse blanche ou noire. Les rubanements souvent bréchiques présentent eux-mêmes des miroirs de faille striés qui témoignent de rejeux de la fracture.

Le réalgar massif constituait, dans le plan de la fracture-guide, des lentilles inclinées vers le Sud, de 1 à 3 m de puissance, séparées par des rétrécissements où la puissance pouvait tomber à quelques centimètres.

- lentille principale, de 60 m de longueur, 50 m de hauteur (au moins) et 1 à 3 m de puissance (pl. 38);

- lentilles secondaires, au nombre de trois, ayant chacune environ 15 m de longueur, 40 m de hauteur (au moins) et 1 m de puissance.

Il y avait aussi deux lentilles obliques par rapport à la fracture-guide :

- l'une de 12 m de longueur, 8 m de hauteur et 1 m de puissance;
- l'autre de 10 m de longueur, 5 m de hauteur et 0,3 m de puissance.

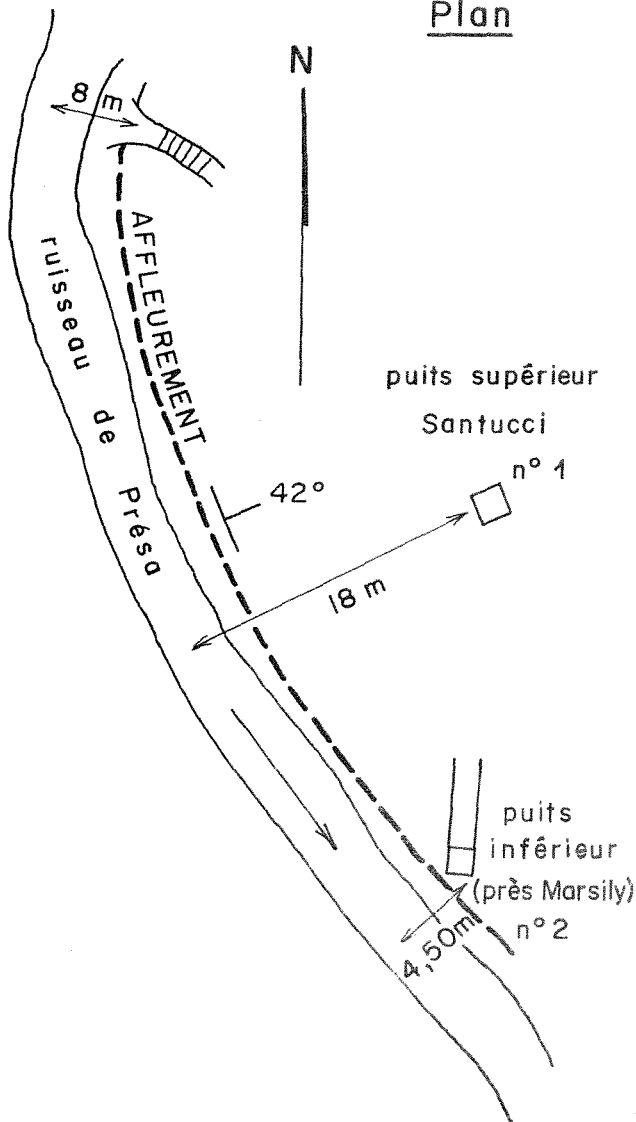
Il y avait enfin une lentille encaissée complètement dans le toit.

Dans l'état actuel des travaux miniers, il n'est pas possible de préciser si ces diverses lentilles résultent de laminages longitudinaux de la caisse filonienne ou s'il s'agit réellement de renflements originaux dans le remplissage.

De même, on ne peut pas examiner les relations entre les lentilles et les éventuelles structures antérieures de l'encaissant.

Mention spéciale doit être faite pour l'affleurement du puits Santucci (pl. 39, 40). Le filon y apparaît en effet encaissé, au toit comme au mur, dans des serpentinites et il pourrait s'agir d'une ramification satellite de la caisse filonienne.

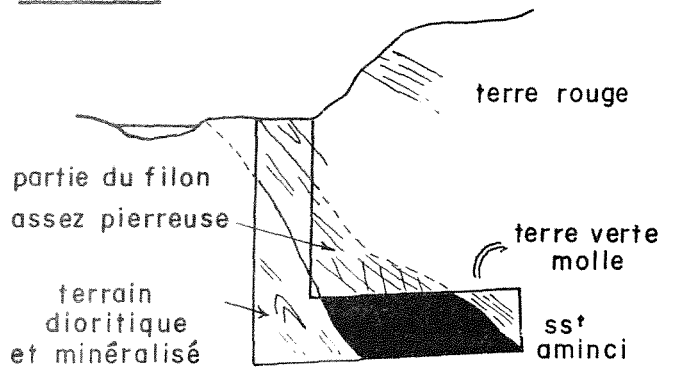
Plan



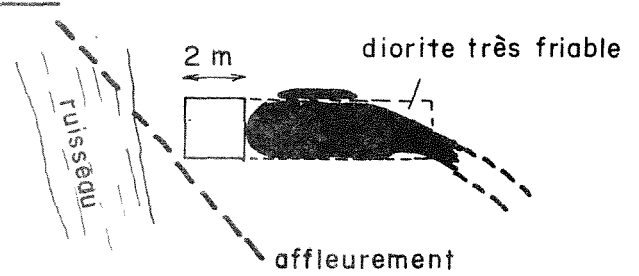
Détail : Puits inférieur n°2

profondeur 4m avec galerie suivant le filon

- Coupe



- Plan



LÉGENDE

- alluvions
- réalgar

Détail : Puits supérieur n°1

Coupe

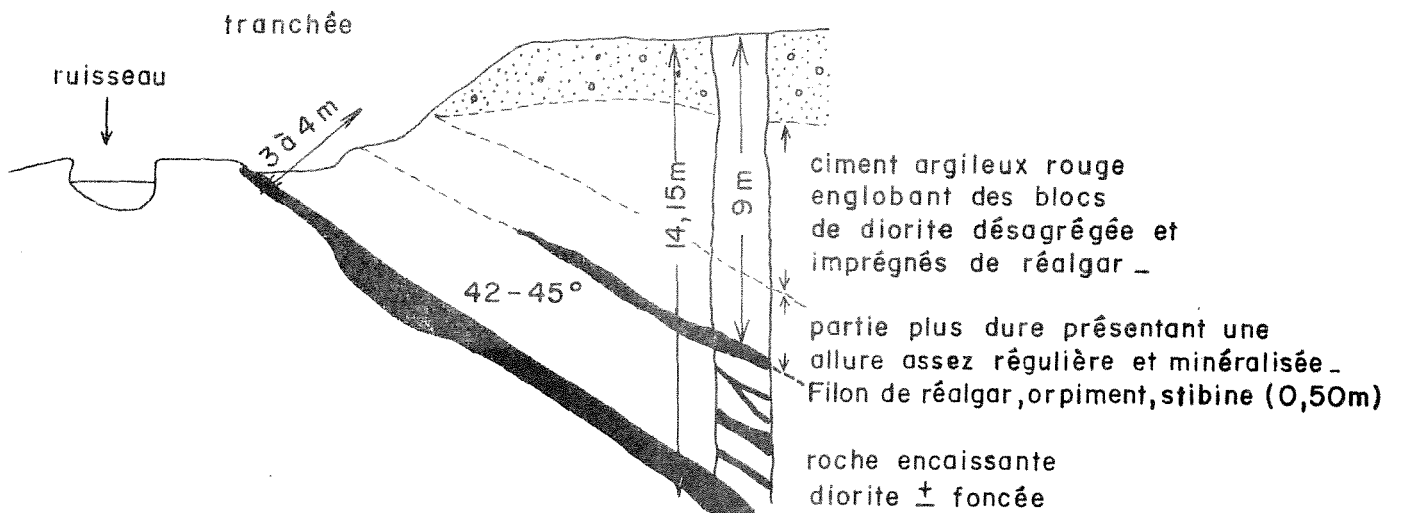
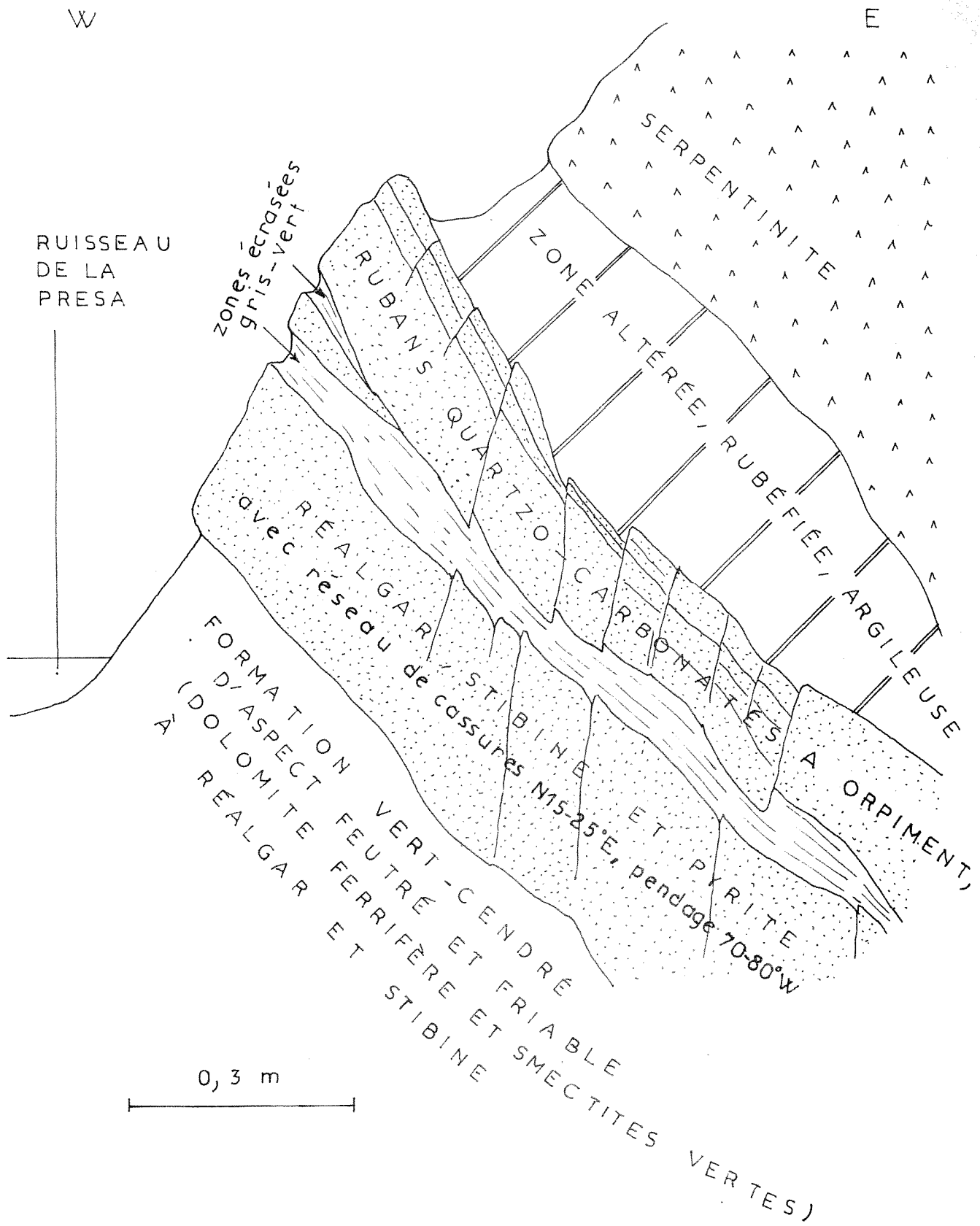


PLANCHE 40 - AFFLEUREMENT : COUPE
 D'APRES UN CROQUIS DE TERRAIN



III.2.4.4.- Minéralisation.

La gangue est en grande partie quartzeuse. Une importante proportion de minerai à gangue de dolomite a aussi été exploitée. L'examen des diffractogrammes de poudre montre que cette dolomite est généralement ferri-fère, ce que J. Orcel (1921) avait déjà signalé.

Un certain nombre d'échantillons de minerais a été étudié en lames minces, et 16 d'entre eux ont fait l'objet d'un examen en section polie (échantillons n° FU 9 à FU 24). Ces nouvelles observations confirment les résultats antérieurement établis (J. Geffroy, *in* J. Féraud, 1970) et apportent quelques précisions.

Trois types de minerais peuvent être distingués.

A) - Le minerai quartzeux (pl.-photos IV et V h.t.)

Le réalgar se présente souvent en masses de l'ordre de quelques centimètres et en veinules à l'intérieur d'une gangue quartzeuse noire.

Cette apparence noire est due à une densité d'agrégats de cristaux très petits (1/20 à 1/500 millimètre) de sulfures de fer (pyrite et marcasite); ces agrégats présentent dans le quartz des contours automorphes losangiques; ils sont partiellement transformés en melnikovite; leur magnétisme élevé suggère que de la greigite (thio-spinelle de fer Fe_3S_4) pourrait leur être intimement associée ⁽¹⁾.

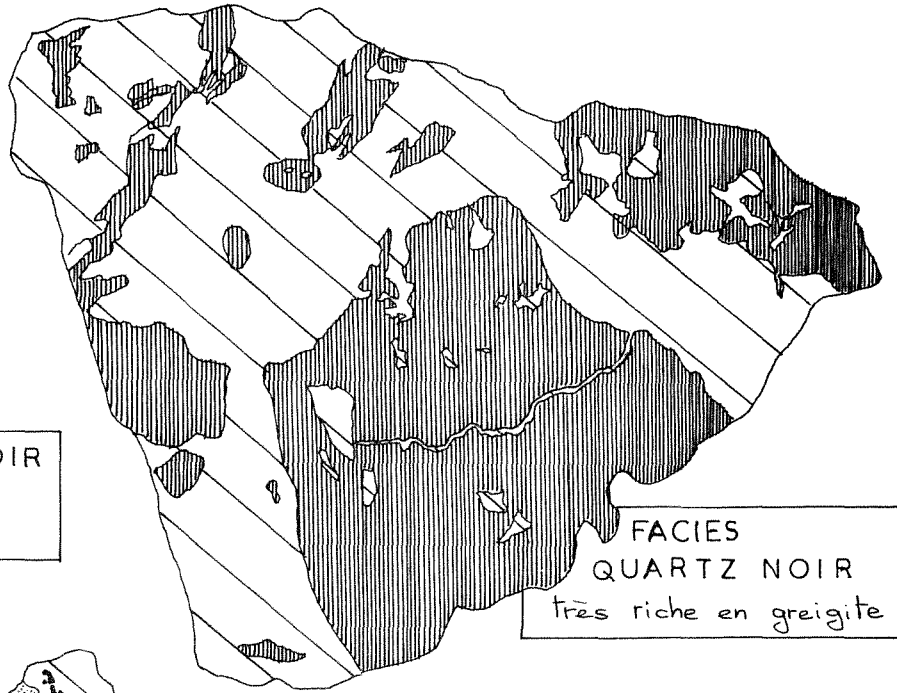
Il s'y adjoint une proportion importante de stibine en petits agrégats radiés, souvent automorphes dans le quartz et dans la pyrite ⁽²⁾.

(1) Travaux en cours au Service de Minéralogie du B.R.G.M. La greigite a été découverte en Californie par B.J. Skinner, R.C. Erd et F.S. Grimaldi (1964), en association avec du réalgar. Matra serait le 2ème gîte de ce minéral découvert dans le monde.

(2) Des mouchetures d'arsénopyrite ont été exceptionnellement signalées par les ingénieurs lors de l'exploitation (A.François, comm.pers., oct. 1972).

PLANCHE 41 — RUBANEMENT ET BRECHES








Echantillons
de déblais



FACIES QUARTZ NOIR
avec réalgar et stibine
abondants

FACIES
QUARTZ NOIR
très riche en greigite



-  quartz "noir"
 -  quartz gris-clair à blanc
 -  dolomite microcristalline
 -  réalgar
 -  orpiment
 -  pyrite associée à {
 -  stibine
- marcasite
 - melnikovite
 - greigite

FACIES QUARTZO
— CARBONATÉ
à rubans bréchiques
et filonnets tardifs

0 0,01 0,05m

Le quartz, généralement xénomorphe, présente une extinction roulante. Parfois, les auréoles d'accroissement de cristaux de quartz sub-automorphe sont soulignées par des cristaux de réalgar automorphe.

La calcédoine, en sphérolites et agrégats fibreux, est très fréquente.

Des filonnets de quelques millimètres à quelques centimètres de dolomite et/ou ankérite recourent l'ensemble.

Dans d'autres zones du filon, le quartz est à peine assombri par quelques traînées grisâtres de stibine et pyrite, ou bien même, il apparaît un peu jaune ou orangé, par suite de la présence de fins films de réalgar ou d'orpiment aux limites de grain.

B) - Le minerai "pur":

Dans les lentilles, le réalgar se concentrait jusqu'à former 90 % du remplissage minéral. Les mineurs distinguaient un minerai "dur", qui titre une certaine proportion de stibine microscopique, et un minerai "tendre", pur.

C) - Le minerai carbonaté (pl.-photos V h.t.)

Il s'agit généralement de filonnets de dolomite recoupant du quartz plus ou moins riche en stibine et en pyrite, ou s'insinuant dans les calc-schistes du toit.

Dans ces filonnets, le réalgar cristallise souvent au centre de géodes de dolomite. Au microscope, on constate la présence de calcite, de stibine, et celle d'orpiment se développant en touffes sur la stibine. On trouve parfois de la melnikovite avec son allure colloforme propre de minéral concrétionné, déposé "en soi" et non par remplacement (contrairement à celle du minerai quartzeux). D'où un argument de postériorité du minerai carbonaté sur le minerai quartzeux de type "quartz noir". Localement, par ailleurs, la melnikovite apparaît cassée et ressoudée par l'orpiment.

A l'extrémité Nord de la galerie n° 2, on a reconnu, à l'avancement, une brèche composée de fragments d'orpiment (avec réalgar et dolomite subor-

donnés) de quelques millimètres à plusieurs centimètres de côté, emballés dans des rubans quartzeux gris-jaunâtre qui constituent le remplissage de la caisse filonienne en ce point (1 m de puissance). Ceci suggère qu'une partie du minerai quartzeux (hormis le "quartz noir") a pu se déposer après la formation de minerai carbonaté ⁽¹⁾. Toutefois, l'existence de veinules de dolomite tardive qui recoupe l'ensemble suggère, en définitive, pour les minéraux de gangue (quartz et carbonates), des dépôts fractionnés en plusieurs phases successives, se recouvrant dans le temps.

D'une manière générale d'ailleurs, la structure du remplissage filonien témoigne de la nature syntectonique ⁽²⁾ et polyphasée de la minéralisation qui s'accompagne de cataclases, bréchifications et remaniements.

Dans le minerai carbonaté, une mention spéciale doit être faite pour certains échantillons recueillis sur les haldes.

La roche encaissante, profondément altérée et méconnaissable, y est réduite à un agrégat de cristaux de dolomite légèrement ferrifère et de smectites vertes, l'ensemble ayant un aspect feutré et friable et une couleur vert cendré (une roche analogue affleure au mur de l'affleurement Santucci, dans le lit de la Presa).

La minéralisation comporte principalement réalgar et stibine, dans des veinules de dolomite légèrement ferrifère de 2 à 3 centimètres de puissance. De la blende y apparaît en plages de l'ordre de 1/10 millimètre associées à la stibine. En outre, des mouchetures de bravoïte plus petites constituent des chapelets à proximité de la roche encaissante, soulignant les épontes.

La présence de bravoïte est extrêmement intéressante. Les serpentinites de Matra sont en effet riches en minéraux nickélifères (H. Azaïs, J. Bouladon,

(1) - Observation déduite de l'étude des déblais et du témoignage de M. Antoine François (octobre 1972). On a recoupé au-dessus, dans la galerie n° 3, une brèche d'aspect analogue.

(2) - La tectonique dont il est question ici est cependant tardive par rapport à l'ensemble des déformations alpines qui ont affecté la zone des schistes lustrés.

P. Picot et P. Sainfeld, 1968). Ce nickel a pu être remobilisé lors de la mise en place du filon.

Par ailleurs, un filon de chloantite a été signalé dans la concession (lettre du directeur de la mine, M. Charli, 1948). Cette minéralisation originale, où le cobalt pourrait s'associer au nickel et à l'arsenic, n'a malheureusement pas été retrouvée.

Il convient enfin de signaler la présence sur les haldes d'efflorescences blanches constituées de très fins cristaux aciculaires de micropharmacolite (R. Pierrot, 1961).

III.2.5.- CONCLUSION.

Le gisement de Matra est un filon de type épithermal reconnu sur 500 m d'allongement et plus de 100 m de profondeur. Le métallotecte structural apparaît prédominant, les roches encaissantes ne semblant intervenir que par leur aptitude à la fracturation.

La présence de stibine à Matra incite à envisager pour ce gisement un processus générateur identique à celui des filons de stibine du Cap Corse qui apparaissent dans un cadre géologique analogue.

Par ailleurs, l'abondance à Matra d'un "quartz noir", riche en pyrite et en marcasite, est un fait extrêmement intéressant, susceptible d'éclairer la genèse.

Un tel "quartz noir" se retrouve en effet comme constituant majeur dans les gisements de réalgar et/ou d'orpiment des White Caps (H.G.Ferguson, 1924) et de Getchell (P.E. Hotz et R. Willden, 1964) au Nevada, qui sont en liaison avec un magmatisme acide à intermédiaire d'âge tertiaire. Il a été également noté à Zarehshuran en Iran (P. Bariand et G. Pelissier, 1972). Ces derniers auteurs soulignent la localisation fréquente d'or dans ce type de "quartz noir" mais signalent que, dans le cas de celui de Matra, leurs recherches ont été négatives.

III.3. - L'INDICE DE STROCCIA.

Coordonnées Lambert IV Corse :

x = 582,75

y = 222,85

z = 560

La galerie de Stroccia est située au talus de la route de Moïta à Matra, à 500 m à l'WNW de Moïta. Elle est signalée dans un rapport du subdivisionnaire des Mines en date du 11 mai 1912 (procès verbal de visite, archives du Service des Mines de la Corse). Elle a été creusée par la Société l'Arsenic, qui procédait alors à des recherches dans la commune voisine de Matra, 1500 m plus à l'WNW.

Elle affecte des serpentinites plus ou moins amiantifères. Axée à peu près sur le NE, elle est longue d'environ 20 m.

Le 11 mai 1912 (procès-verbal de visite) elle n'avait que 4 m de long. A l'avancement, on avait vu un banc de 0,50 m d'amiante, des traces de pyrite de fer et des traces d'orpiment, ainsi que des cristaux de réalgar.

Actuellement, aucune minéralisation n'est visible.

III.4. - L'INDICE DE SCANDOLAJO.

(indice non retrouvé)

Coordonnées Lambert IV Corse

x = 583 à 586 possibles

y = 216 à 218 possibles

z = 100 à 580 possibles

Un indice d'orpiment et réalgar est signalé à 6 km au SE de Matra, dans le ruisseau de Scandolajo, au SE de Tallone (archives).

Il n'a pas été retrouvé.

Les levés géologiques de P.P. Lenck (1970) dans cette zone mettent en évidence des serpentinites, des radiolarites et des laves métamorphisées.

III.5.- L'INDICE DE LA PORTA.

Coordonnées Lambert IV Corse

x = 578,57

y = 239,51

z = 310

E. Nentien (1897) signale un indice de réalgar et d'orpiment à 2,5 km au NE du village de la Porta, au voisinage du torrent, affluent du Fium Alto, qui descend de ce village.

A la suite de P. Sainfeld et grâce à une enquête auprès des habitants de la Porta, j'ai pu retrouver l'indice, rive gauche du ruisseau de Pozzo Bianco, quartier de Malagqine. Il a fait l'objet de travaux miniers peu avant 1920. Il en subsiste actuellement une galerie de 10 m, un puits (noyé) et diverses amorces de galerie, dans des schistes lustrés. Une source ferrugineuse jaillit au parement gauche de la galerie de 10 m. Une autre source ferrugineuse, plus importante, jaillit au bord même du ruisseau de Pozzo Bianco, rive droite, 40 m en amont.

D'après E. Nentien (1897) le réalgar serait nettement plus abondant que l'orpiment.

Actuellement, aucune minéralisation n'est visible.

III.6.- CONCLUSIONS.

DEFINITION DU TYPE DES GISEMENTS DE LA CORSE.

III.6.1.- IDENTITE DES CARACTERES DES GISEMENTS.

Les observations réalisées à Matra, et les quelques données que l'on possède sur les autres indices, concourent à l'idée de nettes ressemblances dans les divers gîtes, que ce soit dans leur environnement géologique ou dans leur contenu minéralogique.

III.6.2.- HYPOTHESES GENETIQUES.

Le gisement de Matra est de type filonien épithermal (au sens de P. Routhier, 1963) et son âge est alpin.

L'association fréquente d'indices de sulfures d'arsenic et de sources bicarbonatées ferrugineuses a été soulignée par E. Nentien (1897) et J. Orce1 (1921); ces sources semblent alignées NNW-SSE sur 30 km, à travers la zone des schistes lustrés, parallèlement à la côte orientale de la Corse; P.P. Lenck (1972) a montré qu'à Matra elles sont liées à des fractures sensiblement E-W ou N-S.

Il paraît logique d'attribuer la localisation de ces sources minérales et des gîtes arsenifères à la tectonique cassante alpine, postérieure au plissement et au charriage de la zone des schistes lustrés.

Ces considérations rendent compte du mode de dépôt (filonien épithermal) et de l'âge de mise en place des minéralisations.

Le problème de l'origine des éléments introduit une alternative entre les hypothèses suivantes :

A) - Hypothèse d'une liaison des minéralisations aux ophiolites.

Cette hypothèse a été proposée par P. Routhier (1963) pour les gîtes de réalgar de Matra et Moïta et pour les gîtes de stibine du Cap Corse et ceux de Nakéty (Nouvelle Calédonie). Les minéralisations seraient apparentées au magma qui a donné naissance aux massifs de roches basiques et ultrabasiques.

Cette liaison ne peut être qu'indirecte : à la suite des travaux de J.J. Guillou (1963), G. Aubert et J. Bouladon (1970) ont montré que les filons de stibine du Cap Corse sont tardi-tectoniques, postérieurs au plissement et, *a fortiori*, à la mise en place des ophiolites.

Dans le cas précis du filon de Matra, il n'est pas exclu que certains éléments chimiques aient été empruntés aux roches encaissantes; on peut souligner à ce propos l'abondance de la dolomite, au toit du filon, contre les

calcschistes, tandis que les sulfures de fer et le quartz prédominent au mur contre la serpentinite.

La présence de réalgar et d'orpiment dans les séries ophiolitiques a été fréquemment signalée.

A. Lacroix (1896) décrit ce minéral dans les filons de stibine de Nakéty (Nouvelle Calédonie).

Le réalgar du Val Malenco (Sondrio, Italie) semble occuper une position analogue.

En Turquie, les gîtes de réalgar et orpiment de Büyük et Küçük Zirnik Deresi et de Çikanuş (province de Kars) et celui de Lütfiye (province de Bursa) présentent des structures filoniennes localement bréchiques dans des séries de serpentinites, gabbros à diallage, diorite, péridotites et amphibolites serpentinisées (rapport M.T.A. Enstitusu, 1970).

En Albanie, I. Premti (1971) signale près de Dibrës des concentrations de réalgar et d'orpiment dans des serpentinites charriées sur un substratum stérile. La minéralisation est localisée dans les plans de schistosité et dans les failles qui affectent la roche.

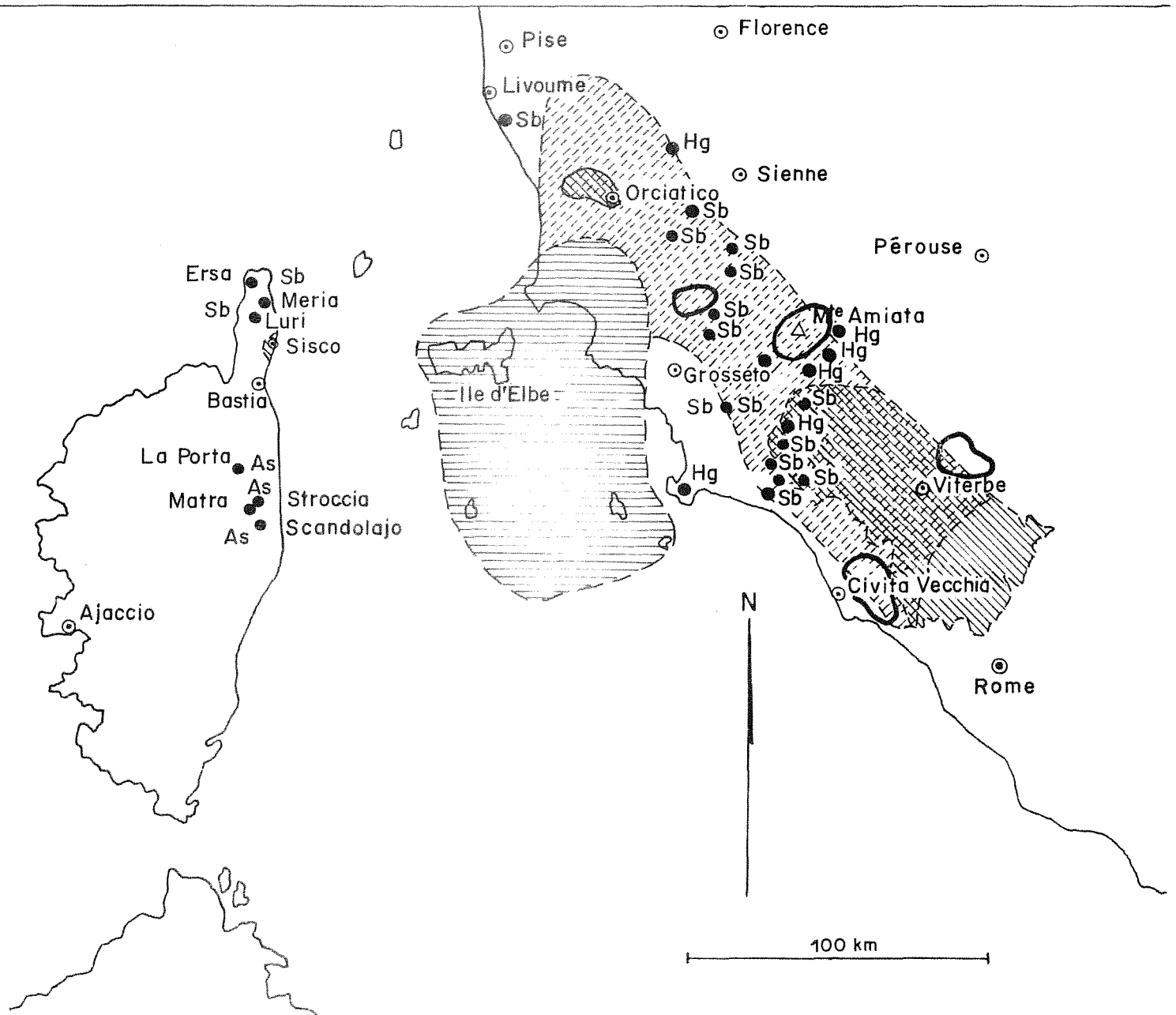
Ces divers éléments de comparaison militent en faveur d'une certaine liaison entre des dépôts de réalgar et d'orpiment et les ophiolites.

Toutefois, la nature génétique de cette liaison n'est pas du tout démontrée. Dans bien des cas, comme le souligne P. Routhier (1963), il existe aussi des roches volcaniques à proximité des gisements, de telle sorte que le rôle réel du magma ophiolitique reste souvent douteux. Les masses ophiolitiques pourraient exercer une influence seulement passive, mécanique ou physique sur la mise en place des minéralisations.

Dans le district à réalgar de la Corse, on ne connaît pas de roches volcaniques. Mais l'existence d'un "dôme de chaleur" à l'aplomb de la région de Matra a été suggérée (P.P. Lenck, 1970).

DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES GITES D'ANTIMOINE, ARSENIC ET MERCURE
ET DU VOLCANISME RECENT EN TOSCANE ET EN CORSE

d'après G. Aubert, J. Bouladon et G. Marinelli
(1971, modifié)



Légende

- Gisements (As, Hg, Sb)
- ▨ Laves potassiques du Quaternaire
- ▩ Laves acides du Pliocène et du Quaternaire
- ▬ Zone à intrusions granitiques d'âge pliocène
- Extension des affleurements de laves acides

B) - Hypothèse d'une liaison entre les minéralisations et des granites d'âge alpin.

A la suite d'une monographie sur les gîtes d'antimoine du Cap Corse (G. Aubert et J. Bouladon, 1970), ces auteurs ont montré avec G. Marinelli (1973) que l'ensemble des gîtes d'antimoine de Corse et de Toscane se dispose en auréole autour de la zone des intrusions granitiques pliocènes de l'Ile d'Elbe (pl. 42). A ces intrusions granitiques sont associés des sills et des épanchements de roches lamprophyriques hyperalcalines potassiques (sélagites de Monte Catini et Orciatico, enclaves dans les ignimbrites du Monte Amiata, porphyrite de Sisco). La porphyrite de Sisco contient 15 à 16 g de Sb à la tonne; sa teneur en As est inférieure à 10 g/t (analyse B.R.G.M. du 23 juillet 1970).

Le réalgar et l'orpiment ont été signalés dans plusieurs gîtes de Toscane où ils s'associent à la stibine ou au cinabre (G. Grattarola, 1890; G. Dessau et A. de Stefanis, 1969); ils ont été aussi rencontrés à l'état de traces dans les travertins de cette région (G. Dessau, 1968).

Il est tentant de rattacher les gîtes de réalgar et d'orpiment de la Corse à une auréole de type périplutonique. Mais, par ailleurs, cette hypothèse est discutable.

Comme le souligne S. Karamata (*in* G. Aubert, J. Bouladon et G. Marinelli, 1973) la disposition des gisements à une distance de 20 à 70 km d'un granite n'exclut pas que des roches granitiques soient beaucoup plus proches en profondeur.

De même, à propos de la répartition des gîtes de stibine et de cinabre de l'Algérie du Nord, J. Glaçon (1973) a montré qu'on ne peut pas dire s'ils sont dans la zone des granites, certains en étant très proches (5-10 km) tandis que d'autres en sont éloignés de plus de 60 km.

D'une manière générale, ce problème est caractéristique de la métallogénie de l'antimoine, de l'arsenic et du mercure en Algérie et en Toscane. Mais, en Algérie, les travaux inédits de J. Glaçon et A. Toubal mettent en évidence des modes de gisement très particuliers pour ces substances.

L'hypothèse d'une liaison des minéralisations aux granites a été proposée pour les gîtes de réalgar et d'orpiment du Ferghana méridional, dans le Turkestan russe (D.V. Nalivkin, 1960; C.J. Chung, 1962; P. Routhier, 1963; N.A. Nikiforov, 1968). Les minéralisations y présentent, selon leur éloignement par rapport au granite, une distribution zonale de type péri-plutonique.

De même, à Allchar (Macédoine, Yougoslavie), T. Ivanov (1963) a montré la répartition zonale sur une surface de 10 km² des gîtes métallifères de la Montagne de Kozuf avec une aire centrale à Cu et As et une auréole à As, Sb, Hg et Tl. La minéralisation est en relation spatiale avec des corps volcaniques et subvolcaniques essentiellement andésitiques.

En Serbie, le gîte de réalgar de Lojane représente un cas intéressant de minéralisation liée, suivant les auteurs, à un magmatisme rhyo-dacitique tertiaire et encaissée partiellement dans des serpentinites (M. Ristić, 1956; Y. Jurković, 1961; A. Antonović, 1965; S. Janković, 1967). Le gisement appartient à la zone du Vardar-Kopaonik.

La minéralisation se présente en remplissages de fractures et en imprégnations fissurales encaissés principalement au contact d'une serpentinite d'âge paléozoïque inférieur et d'une rhyolite (ou andésite selon les auteurs) qui est d'âge paléocène à éocène inférieur. Le filon le plus important possède un allongement de 400 m et son aval-pendage a été reconnu sur 70 m. Les épontes sont silicifiées. La puissance moyenne du filon est de 1 à 2 m.

Le remplissage comporte principalement du réalgar et de la stibine dans une gangue de quartz et dolomite; on note la présence d'orpiment, marcasite, pyrite colloforme, bravoïte et vaesite, avec cattiérite et pechblende hypothétiques.

Le minerai renferme de fortes teneurs en Ni et Co qui ont été vraisemblablement empruntés à la serpentinite encaissante.

Dans le cas du filon de Matra, même dans l'hypothèse d'une affiliation des minéralisations à des granites, il n'est pas exclu que certains éléments

aient été empruntés de même aux roches encaissantes. Cette hypothèse est en particulier très plausible pour le nickel de la bravoïte.

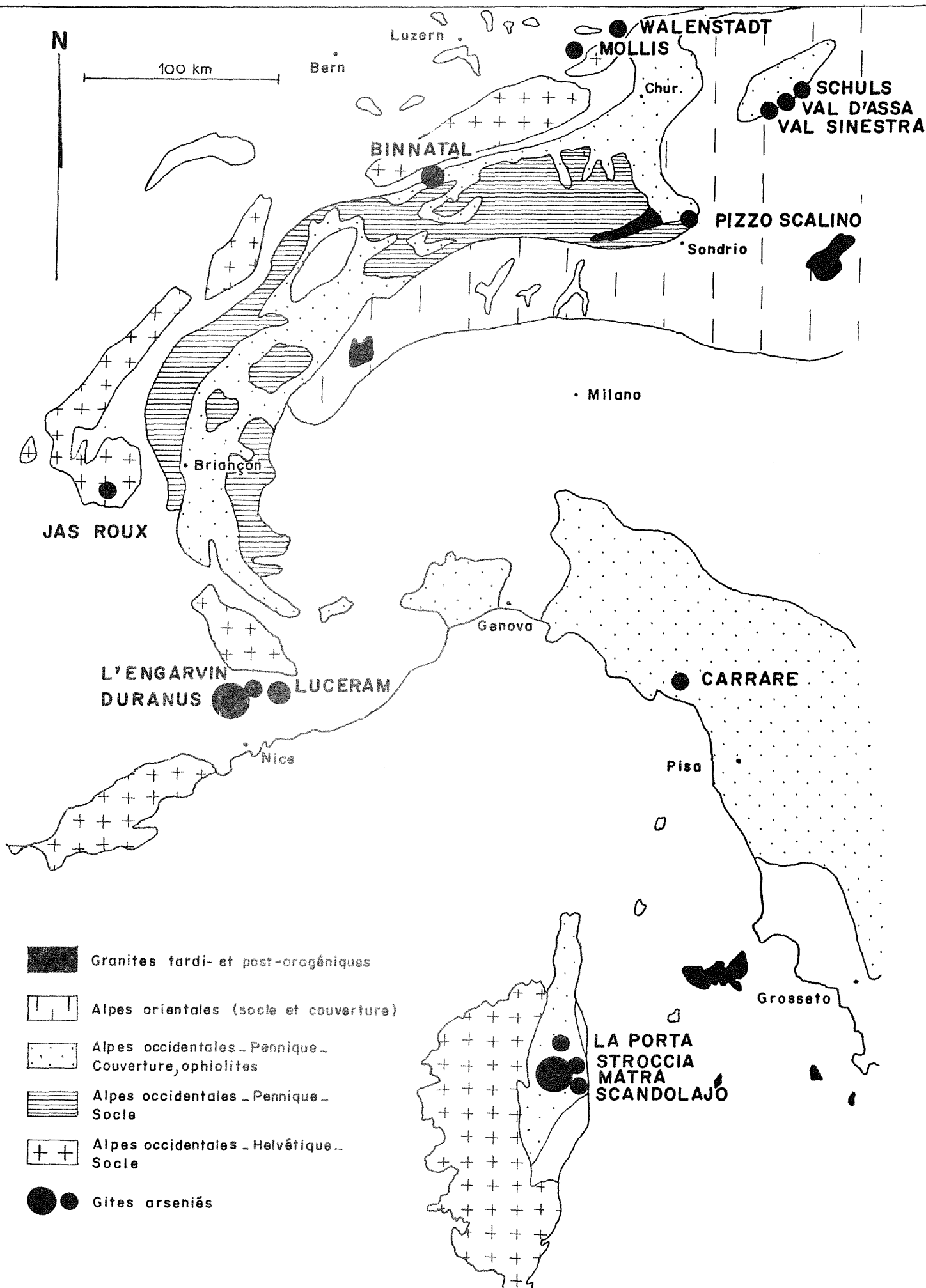
En accord avec G. Aubert, J. Bouladon et G. Marinelli (1973), on peut aussi envisager l'éventualité d'une liaison indirecte entre les minéralisations et les granites : l'énorme quantité de chaleur dégagée près de la surface par la mise en place des granites a pu entraîner une redistribution de l'antimoine, de l'arsenic et du mercure.

L'origine de ces éléments chimiques pourrait être recherchée soit dans les roches environnantes, soit dans leur substratum paléozoïque actuel.

CHAPITRE IV

CONCLUSIONS

**Planche 43 - LES GITES DE REALGAR ET ORPIMENT
DES ALPES OCCIDENTALES**



L'ensemble des observations permet d'apporter un certain nombre de données nouvelles sur la genèse des gîtes de réalgar et d'orpiment des Alpes occidentales (pl. 43) et sur la gîtologie de ces substances.

IV.1.- LES DONNEES REGIONALES.

Le rassemblement géographique des gisements de Matra, Lucéram et Duranus entraîna, semble-t-il, la conclusion de P. Laffitte (1966) qui les groupa avec les gîtes d'antimoine du Cap Corse, dans "l'aire alpine *sensu stricto* des gîtes épithermaux (As, Sb, Hg)".

En fait, si sur le plan minéralogique et géographique ces gîtes reflètent une certaine unité, il n'en est rien sur le plan gîtologique.

Les minéralisations des Alpes-Maritimes s'individualisent principalement par leur allure "liée-aux-strates". Comme celles de la Corse, elles sont d'âge très récent. Mais l'origine des métaux doit être recherchée dans les roches sédimentaires encaissantes.

Ce phénomène ne semble pas isolé dans les Alpes françaises. Au terme d'une étude détaillée des gîtes métallifères du Dôme de la Mure (Isère) et, en particulier, des indices de mercure, P.A. Poulain (1967-1970) aboutit à un éventail de conclusions analogues aux miennes.

IV. 2.- UN NOUVEAU TYPE DE GISEMENT.

Les minéralisations de Lucéram et de Duranus constituent, à mon avis, des exemples-types de gisements de réalgar et d'orpiment "liés-aux-strates" en milieu néritique.

Les travaux de J.C. Samama (1970) sur l'indice de stibine de Charmes-sur-Rhône (Ardèche) apportent un élément de comparaison intéressant, en illustrant un type de gîte d'antimoine "lié-aux-strates" en milieu lagunaire.

De même, les résultats inédits de J. Glaçon et A. Toubal sur les gîtes

d'antimoine du Constantinois illustrent un mode de gisement très particulier (J. Glaçon, comm. orale, 1972).

Des indices de réalgar et d'orpiment d'origine manifestement sédimentaire épigénétique ont été signalés occasionnellement dans divers milieux (P.N. Chirvinskiy, 1904; I.I. Chupilin, 1940; V.A. Polyaniin, 1949; Y.F. Shnyukov, 1963) :

- dans du charbon à Kladno (Tchécoslovaquie);
- dans de la limonite terreuse à Kamysh-Burun (Kerch) et à Taman (U.R.S.S.);
- dans des calcaires ferrugineux à Zheleznyy Rog (Taman) (U.R.S.S.);
- sur des coquilles dans les minerais de fer oolithiques ou détritiques, à hydroxyde de fer et chlorite de Kerch (U.R.S.S.);
- sur des vestiges de squelettes de poisson dans les argiles de Rybnaya Sloboda (Kama) (U.R.S.S.);
- sur du bois fossile à Lukhumi en Géorgie (U.R.S.S.);
- dans des argiles sableuses à Tajov (Tchécoslovaquie) (1),

(1)- Ce dernier gîte fait l'objet d'une controverse qui mérite d'être soulignée.

M. Böhmer et J. Štohl (1968) ont donné une description sommaire des minéralisations de Tajov. La paragenèse, très pauvre, comporte surtout réalgar et orpiment avec pyrite, arsénopyrite, calcédoine et calcite dans des micro-brèches des calcaires du Trias; les auteurs signalent aussi des indices de réalgar et d'orpiment qui affectent les couches de charbon du Tortonien supérieur, à Handlovà et Novàky. Ils proposent pour l'ensemble de ces minéralisations une origine téléthermale, sans relation visible avec des roches volcaniques.

En fait, depuis la première mention qui en est faite en 1868 (Jahrb. d. K.K. geol. Reichsanstalt, p. 365) le gisement de Tajov n'a fait l'objet d'aucune description détaillée et on ne peut que regretter le manque d'observations minutieuses qui permettraient éventuellement de repenser le problème.

Deux études récentes apportent d'intéressantes précisions sur des gisements de réalgar et d'orpiment de type "lié-aux-strates" situés dans des séries gréseuses de type "plateforme" et de type "flysch".

V.D. Timofeyev et V.F. Pluzhnikova (1963) signalent des indices de réalgar et d'orpiment dans des sables de Lipetsk, Lebedyan' et Skopin (Plateforme russe). La fraction lourde comporte beaucoup de pyrite et d'ilménite. L'arsenic, primitivement contenu dans l'ilménite, serait libéré lors de la transformation de ce minéral en rutile. *Il pourrait également être initialement concentré dans la pyrite.*

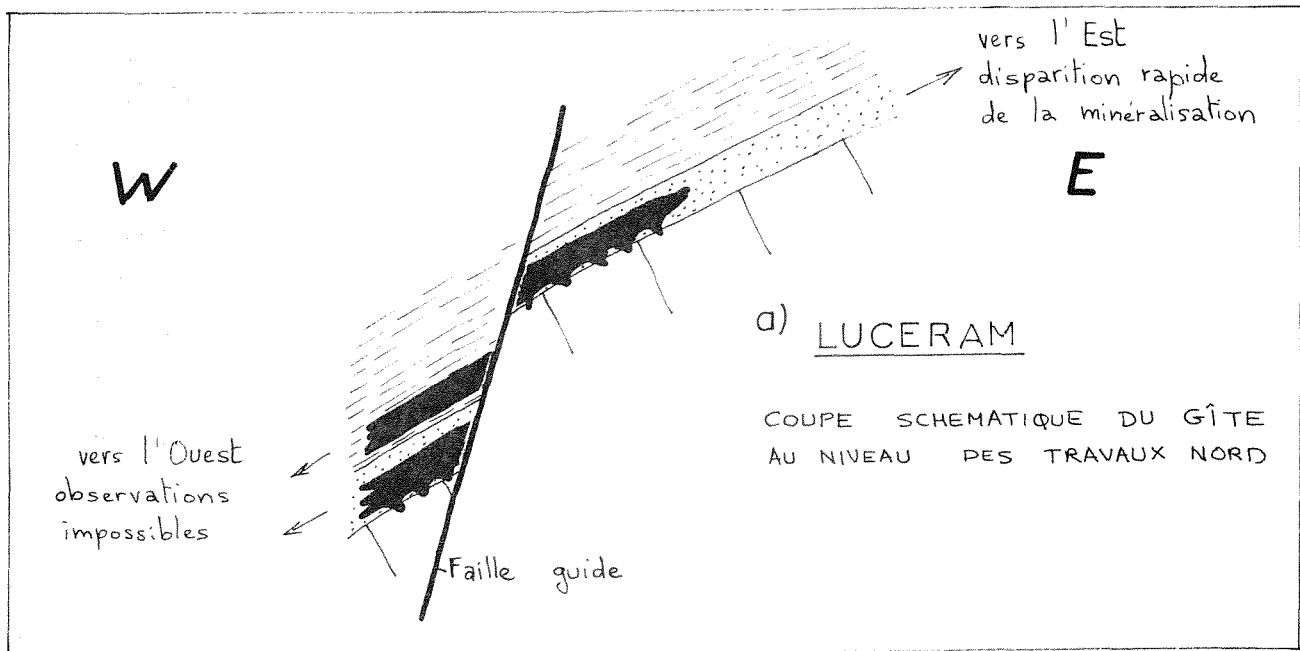
Dans une note sur les minéralisations en réalgar et orpiment de la région de Baligrod (Pologne), M. Kita-Badak (1971) expose le résultat d'une campagne de sondages avec puits de recherche effectuée en 1956. La minéralisation se répartit sur 60 m de hauteur dans les grès et shales du flysch d'âge crétacé moyen. Bien que le rôle d'une activité subvolcanique ne soit pas exclu par l'auteur, les coupes du gisement mettent clairement en évidence l'allure "liée-aux-strates" de la minéralisation dispersée dans le ciment des grès à divers niveaux, et concentrée dans des plans de fracture à d'autres niveaux. L'auteur envisage l'éventualité de processus minéralisateurs persistant à l'heure actuelle, ce qui n'est pas sans rappeler la mise en place très récente des concentrations de réalgar et d'orpiment de Lucéram et Duranus.

IV.3.- SUR UN ROLE METALLOGENIQUE PARTICULIER DES FAILLES.

L'influence de la fissuration et de la fracturation dans la distribution du cinabre a été remarquée à propos de nombreux gisements dans le monde. A.I. Bektemirov (1969) a récemment souligné son rôle dans les gisements de mercure du Ferghana méridional où le réalgar et l'orpiment ont été sporadiquement rencontrés.

L'examen des gisements de réalgar et d'orpiment des Alpes-Maritimes suggère un processus de concentration assez analogue. A une échelle locale (du centimètre au mètre) le minerai se rassemble dans les fissures et dans les plans de laminage.

PLANCHE 44 — FAILLES "SECHES" ET CIRCULATIONS DE FLUIDES DANS LES STRATES



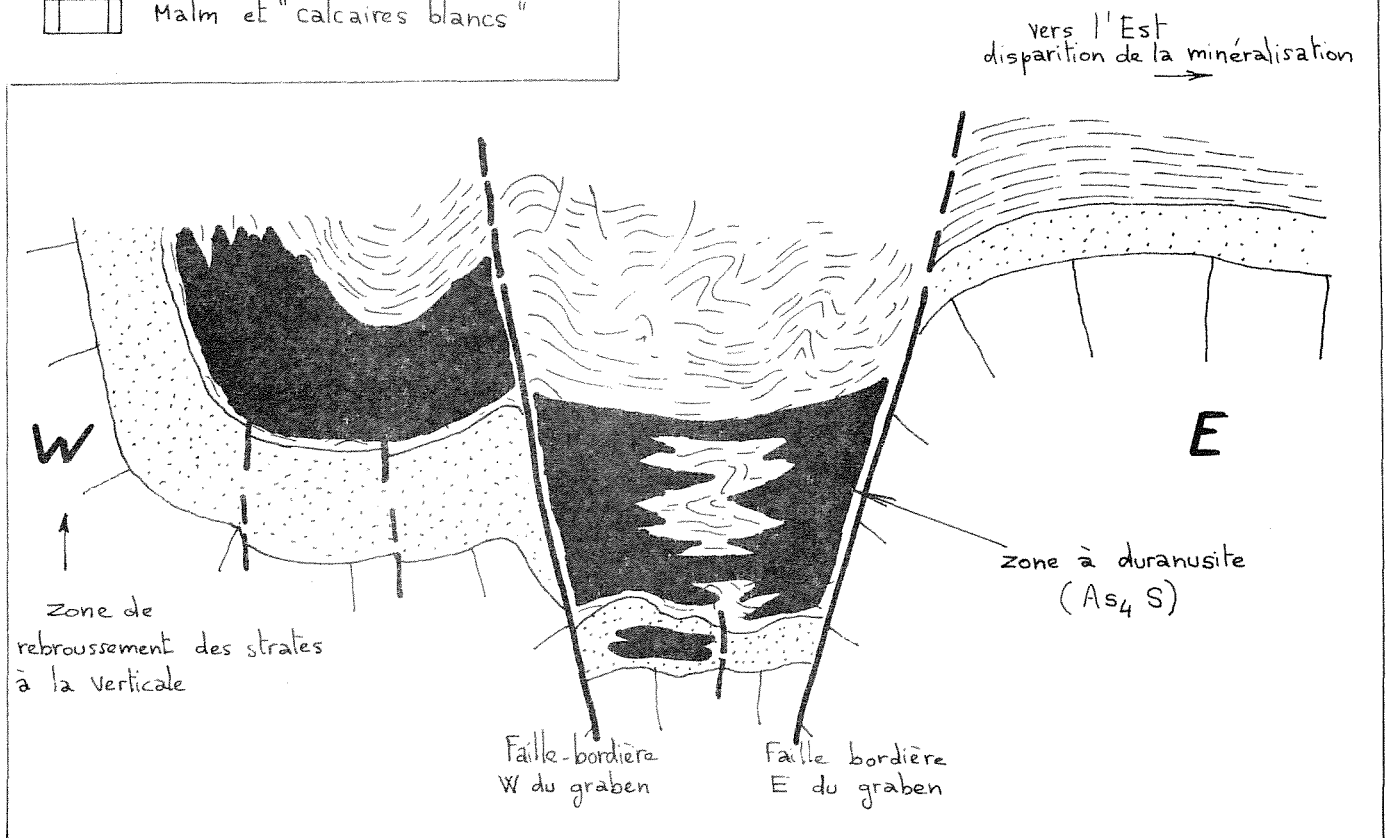
LEGENDE

10 m

- enveloppe des corps minéralisés
- Cénomaniens
- Albien
- Malm et "calcaires blancs"

b) DURANUS

COUPE SCHEMATIQUE ET
INTERPRETATIVE DU GÎTE



En outre, à l'échelle du gisement, le minerai apparaît localisé au proche voisinage de failles et ce phénomène doit être souligné.

L'étude des gisements d'hydrocarbures fournit de nombreux exemples de la grande mobilité des solutions à l'intérieur et le long de certaines strates; leur migration dans le sens perpendiculaire rencontre davantage de difficultés du fait, soit de la présence d'écrans imperméables, soit de celle de pièges structuraux. Et on remarquera à ce propos que, loin de faciliter le déplacement des fluides, les failles peuvent dans certains cas l'empêcher, ce qui détermine parfois la présence de gisements exploitables.

A Lucéram (pl. 44 A) les plus fortes concentrations de minerai se localisent au proche voisinage et de part et d'autre d'une faille dont le plan est lui-même exempt de minéralisation.

A Duranus, c'est également contre des failles (pl. 44 B) que la minéralisation se développe.

Dans les deux cas, le rôle des failles est celui d'une barrière géochimique qui bloque les solutions qui sont en circulation dans le plan des strates, et qui provoque ainsi une concentration de l'élément arsenic à son voisinage, à l'intérieur des strates.

B I B L I O G R A P H I E

- AHLFELD (F.), 1933.- "*Die Realgarformation*". Zeitschrift für praktische Geologie, pp. 189-192.
- AICARD (P.), AUTRAN (A.), GERARD (J.), LOUGNON (J.), 1968.- "Sur l'âge tertiaire, syntectonique et symmétamorphique alpin du gisement plombo-zincifère de Vallauria (commune de Tende, Alpes-Maritimes)". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section II, n° 1, pp. 5-14.
- AICARD (P.), GERARD (J.), LOUGNON (J.), 1968.- "Le gisement de zinc et plomb de la Miniera de Vallauria, Commune de Tende (Alpes-Maritimes, France)". Symp. Intern. sui Giacimenti Minerari delle Alpi, Trento-Mendola 1966, *atti*, vol. III, pp. 841-888.
- ALSAC (C.), BOCQUET (J.), BODELLE (J.), 1969.- "Les roches volcaniques tertiaires du synclinal de St Antonin (Alpes-Maritimes), étude préliminaire". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section I, n° 3, pp. 45-55.
- AMAUDRIC DU CHAFFAUT (S.), 1971.- "Etude géologique de la région de Solaro-Poggio di-Nazza (Corse Sud-orientale)". Thèse 3ème cycle, Géologie structurale, Fac. Sci. Paris, 128 pages, 26 fig., 12 pl.-photos, 2 cartes h.t. (inédit).
- AMAUDRIC DU CHAFFAUT (S.), CARON (J.M.), DELCEY (R.), LEMOINE (M.), MICHARD (A.), SALIOT (P.), SCHUMACHER (F.), 1973.- "Sur la signification tectonique, stratigraphique et paléogéographique des Ophiolites dans les Alpes occidentales et en Corse". Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, 19-22 mars 1973, p. 43.
- ANGLADA (R.), FOLLACCI (J.P.), MENEROUD (J.P.), 1967.- "Sur la présence du Miocène marin en bordure Sud de l'arc de Nice, dans la région de Roquebrune-Cap Martin (Alpes-Maritimes)". Bull. Soc. Géol. Fr., 7ème série, t. IX, pp. 526-529.

- ANTONOVIC¹ (A.), 1965.- "*Geology, tectonic structure and genesis of the As-Sb ore deposits in the Lojane and Nikustak district*". Geol. Zavod. Skopje Posetna Izdenzar, 1965, 80 pages, 55 fig., 3 dpl. (rés. en anglais).
- ARCHIVES DU B.R.G.M., département Gîtologie, dossiers n° 6 VII, 6 XIII, 20 XI, Orléans la Source (inédit).
- ARCHIVES DU DEPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES, dossiers n° 603 S 10, 604 S 30, 604 S 43, Nice (inédit).
- ARCHIVES DU SERVICE DES MINES DE LA CORSE, dossier "Matra", Ajaccio (inédit).
- AUBERT (G.), BOULADON (J.), 1970.- "Les gîtes d'antimoine du Cap Corse". Rapport B.R.G.M., S.G.N., département Gîtologie, n° 70 SGN 256 GIT, 91 pages (inédit).
- AUBERT (G.), BOULADON (J.), MARINELLI (G.), 1973.- "Disposition des gîtes d'antimoine de Corse et de Toscane par rapport aux granites de l'Ile d'Elbe". Colloque scientifique Intern. E. Raguin, Paris, 1971, pp. 225-227, Masson et Cie.
- AZAIS (H.), BOULADON (J.), PICOT (P.), SAINFELD (P.), 1968.- "Le problème du nickel dans les serpentines de Corse". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section II, n° 1, pp. 55-116.
- BACCOS (F.), 1968.- "*Osservazioni geologico-minerarie sul giacimento cinabrifero di Vallalta (Alpi Dolomitiche)*". Symposium intern. Giacimenti minerari delle Alpi, Trento-Mendola 1966, *atti*.
- BAIN (G.W.), 1968.- "*Syngenesi and epigenesi of ores in layered rocks*". XXIIIrd Intern. Geol. Congress., vol. 7, pp. 119-136.
- BARIAND (P.), HERPIN (P.), 1960.- "Un arseniate de calcium et de magnésium, isomorphe de la β - rosélite". Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr., t. 83, pp. 118-121.

- BARIAND (P.), PELISSIER (G.), 1972.- "Origine de l'or de Zarehshuran (Iran occidental). Paragenèse à pyrite aurifère avec orpiment et sulfures d'antimoine". Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr., t. 95, pp. 625-629.
- BEKTEMIROV (A.I.), 1968.- (*en russe*). "Contrôles structuraux du minerai de mercure de Symap". IZV. AN S.S.S.R., ser. géol., n° 4, pp. 22-36. Traduction anglaise *in* International geology Review, 1969, vol. 11, n° 6, pp. 666-676.
- BELLON (H.), BROUSSE (R.), 1971.- "L'âge oligo-miocène du volcanisme ligure". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 272, D, pp. 3109-3111.
- BERTRANEU (J.), BOIS (J.P.), 1959-1961.- "Etude de l'ancienne concession d'Alzen (Ariège)". Rapports B.R.G.M., n° A 1354-1496-1849 (inédit).
- BODELLE (J.), 1971.- "Les formations nummulitiques de l'arc de Castellane". Thèse doct.Sc. Nat., Univ. de Nice, 582 pages, 2 vol., 210 fig., 26 tab., 27 pl., 2 cartes h.t. (inédit).
- BODELLE (J.), VERNET (J.), BLONDEAU (A.), LE CALVEZ (Y), 1966.- "Sur l'âge des sables et conglomérats du synclinal de St Antonin (Alpes-Maritimes)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 262, D, pp. 613-615.
- BÖHMER (M.), ŠTOHL (J.), 1968.- "*Laws of location and development of endogenous mineralization in neovolcanites of Central Slovakia*". XXIII rd Intern. Geol. Congress, vol. 7, pp. 241-253.
- BOIS (J.P.), 1967.- "Secteur d'Alzen (Ariège). Fiche typologique de gisement n° 11". Note B.R.G.M., département Géologie, 9 pages (inédit).
- BONNICI (J.P.), PIERROT (R.), 1965.- "Belovite et vladimirite d'Irhtem". Notes Serv. Géol. Maroc, t. 24, p. 103.

- BORDET (P.), 1950.- "Le Dôme permien de Barrot et son auréole de terrains secondaires". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. 48, n° 228.
- BOUCARUT (M.), BODELLE (J.), 1969.- "Les conglomérats du synclinal de St Antonin (Alpes-Maritimes). Etude pétrographique des galets de roches métamorphiques et éruptives. Conséquences paléogéographiques". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section I, n° 3, pp. 57-75.
- BOULADON (J.), PICOT (P.), 1968.- "Sur les minéralisations en cuivre des ophiolites de Corse, des Alpes françaises et de Ligurie (*pro parte*)". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section II, n° 1, pp. 23-42.
- BOURCART (J.), OTTMANN (F.), 1954.- "Pliocène et Quaternaire des feuilles de Nice et d'Antibes au 50.000°". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. 52, n° 241, p. 321.
- BOUSSAC (J.), 1912.- "Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin". Mém. Serv. Carte Géol. Fr. Paris.
- BRANDENBERGER (E.), WINTERHALTER (R.U.), 1929.- "*Über ein neues Realgar-Vorkommen bei Walenstadt*". Schweiz. Min. Petr. Mitt., band 9, p. 241-246.
- BUERGER (M.J.), 1935.- "*The unit-cell and space group of realgar*". Am. Mineral., vol. 20.
- BUERGER (M.J.), 1942.- "*The unit-cell and space group of orpiment*". Am. Mineral., vol. 27.
- CAMPREDON (R.), 1972.- "Les formations paléogènes des Alpes Maritimes franco-italiennes". Thèse Doct. Sc. Nat., Univ. de Nice, 560 pages, 143 fig., 20 tab., 4 pl.-Photos, 9 pl. h.t. (inédit).

- CAMPREDON (R.), PORTHAULT (B.), 1971.- "Sur la présence de Maestrichtien dans l'autochtone des Alpes Maritimes franco-italiennes". C.R.Acad.sc. Paris, t. 272, D, pp. 1580-1582.
- CARON (J. Ph.), ROUX (L.), 1966.- "Sur la présence de Trias inférieur et moyen dans l'arc de Nice (Alpes-Maritimes)". C.R. Acad. Sc. Paris, t. 262, D, pp. 1192-1194.
- CAUX (J.), 1919.- "Des gisements arsenicaux de Lucéram". Riviera Scientifique, 6ème année, n° 1, 1er trimestre 1919, pp. 4-5, Nice.
- CESBRON (F.), PALLIX (G.), PERMINGEAT (F.), VACHEY (H.), 1972.- "Une nouvelle variété de talmessite : la talmessite nickélicifère d'Arhbat (district de Bou-Azzer, Anti-Atlas)". Notes Serv. Géol. Maroc, t. 32, n° 241, pp. 67-72.
- CEVALES (G.), 1961.- "*Il giacimento piombo-zincifero di Ruà presso le Terme di Vinadio, valle stura di Demonte, Cuneo*". L'Industria mineraria, Anno XII, nov. 1961, pp. 677-684.
- CHIRVINSKIY (P.N.), 1904-1905.- (*en russe*). "Sur l'anapaïte et les autres minéraux des couches minéralisées productives des presqu'îles de Kerch et de Taman". Yezhegodnik. miner. i. geol. Rossii, vol. 7, fasc. 1, p. 28.
- CHUNG (C.J.), 1962.- (*en russe*). "Distribution du sélénium dans le cinabre des gisements d'antimoine et mercure du Ferghana méridional". Geokhimiya, n° 12, pp. 1071-1078.
Traduction anglaise in Geochemistry, 1962, n° 12, pp. 1209-1218.
- CHUPILIN (I.I.), 1940.- (*en russe*). "Realgar. Minéraux U.R.S.S.", t. 2.
- COGNE (J.), GEZE (B.), GOGUEL (J.), 1966.- "Les "rifts" et les failles de décrochement en France". Rev. Géogr. phys. Géol. Dyn., (2), vol. VIII, fasc. 2, pp. 123-131.

- COMTE (D.), 1972.- "Les conditions de sédimentation au niveau du passage du Jurassique au Crétacé sur le pourtour du synclinal de Peira-Cava (Alpes-Maritimes)". Thèse 3ème cycle, Géologie, Univ. de Nice, 54 pages, 17 fig., 21 pl.-photo. (inédit)
- CORNACCHIA (M.), TRAVI (Y.), VIAL (J.), 1972.- "Etude géologique de la zone du Mont Agel". Dipl. Etud. Approfondies, géologie, Univ. de Nice, (inédit).
- COTILLON (P.), 1960.- "Les formations ferrugineuses de l'Hauterivien de Bargême (Var)". Bull. Soc. Géol. Fr., 7ème série, t. II, pp. 779-782.
- COTILLON (P.), 1966.- "Stratigraphie et paléogéographie du Crétacé inférieur de l'anticlinal de Gourdan et du bassin du Var moyen de Daluis à la Mescla". Bull. Soc. Géol. Fr., 7ème série, t. VIII, pp. 362-375.
- COTILLON (P.), 1968.- "Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var; stratigraphie et sédimentologie". Thèse Sc. Nat. Lyon n° 525 et Mém. B.R.G.M. n° 68.
- COUTURIE (J.P.), 1964.- "Etude géologique de la série des schistes lustrés de la vallée du Tavignano (Corse)". Thèse 3ème cycle Pétrographie, Fac. Sc. Clermont, 69 pages, 10 pl. (inédit)
- DARS (R.), ALLEGRE (C.J.), MICHARD (G.), 1971.- "Sur la formation des gisements stratiformes de plomb-zinc : un modèle de formation proposé d'après les études géochimiques". C.R.Acad.Sc. Paris, t. 273, D, pp. 1261-1264.
- DE CASTRO (C.), 1914.- "*Le miniere di mercurio del M. Amiata!*" Mem. descrittive Carta Geol. It., Roma, vol. 16, 207 pages.
- DE LAUNAY (L.), 1913.- "Gîtes minéraux et métallifères", t. 1, p. 737, Béranger éd., Paris.

- DE MICHELE (V.), 1967.- "*Minerali*". Publ. Istituto geogr. De Agostini,
Novare.
- DESSAU (G.), 1968.- "*Il berillio e l'arsenico nei travertini dell'Italia
centrale*". Atti. Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., sêrie A,
vol. 75, fasc. 2, pp. 690-711.
- DESSAU (G.), DE STEFANIS (A.), 1969.- "*Studio geologico-minerario della
zona mercurifera di Cerreto Piano (Scansano, Provincia
di Grosseto)*". Mem. Soc. Geol. It., 8, pp. 289-323.
- DESTOMBES (J.P.), DESTOMBES (P.), 1963.- "Barytine sédimentaire dans les
argiles albiennes de Wissant (Pas de Calais)".
C.R.somm. Soc. Géol. Fr., n° 5, pp. 169-171.
- DEVERIN (L.), 1923.- "Etude lithologique des roches crétacées des Alpes-
Maritimes". Bull. Carte Géol. Fr., n° 150, t. XXVI,
p. 79.
- DE VILLOUTREYS (O.), 1958.- "Sur la faune du Trias des Alpes-Maritimes".
C.R. somm. Soc. Géol. Fr., p. 312-313.
- DIETRICH (J.E.), SCHUBNEL (H.J.), 1969.- "Picroparmacolite du district
de Bou Azzer (Anti-Atlas)". Bull. Soc. Hist. Nat.
Toulouse, t. 105, fasc. 3-4, pp. 362-364.
- DUPLAIX (S.), GENNESSEAU (M.), 1966.- "Preuves minéralogiques de manifes-
tations volcaniques dès l'Eocène inférieur dans les
Alpes-Maritimes". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 262, D,
pp. 2424-2426.
- EHRlich (H.L.), 1963.- "*Bacterial action on orpiment*". Economic Geology,
t. 58, n° 6, pp. 991-994.
- ELLER (J.P. von), WEIL (R.), 1962.- "Les gîtes métallifères de la région
de Sainte Marie aux Mines (Ht Rhin)". Bull. Serv.
Carte Géol. Als. Lorr., t. 15, fasc. 2, pp. 69-80.

- FALLOT (P.), 1943.- "Feuilles de Puget-Théniers et St Etienne de Tinée au 50 000ème". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. 44, n° 212.
- FALLOT (P.), FAURE-MURET (A.), 1949.- "Sur l'extension du décollement de la série de couverture subalpine". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 228, pp. 616-619.
- FAURE-MURET (A.), 1955.- "Etudes géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires". Mém. Expl. Carte Géol. France.
- FAURE-MURET (A.), FALLOT (P.), 1954.- "Sur le Secondaire et le Tertiaire aux abords sud-orientaux du massif de l'Argentera-Mercantour". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t.52, n° 241.
- FAURE-MURET (A.), FALLOT (P.), 1957.- "Feuilles Le Boréon, Viève, St Martin Vésubie et Tende au 50.000ème". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. 55, n° 252 B.
- FAURE-MURET (A.), FALLOT (P.), BOLELLI (E.), 1956.- "Sur les accidents alpins de la bordure orientale du massif de l'Argentera-Mercantour". C.R. Acad. Sc. Paris, t. 243, pp. 1813-1817.
- FERAUD (J.), 1970.- "Les gisements de sulfures d'arsenic des Alpes-Maritimes et de la Corse". Rapport B.R.G.M., D.R.M.E./F.E., division SE n° 136, 41 pages, 26 pl. (inédit).
- FERGUSON (H.G.), 1924.- "*Geology and ore deposits of the Manhattan district, Nevada*". Bull U.S. Geol. Survey, n° 723, Washington.
- FERRARA (G.), MALARODA (R.), 1969.- "*Radiometric age of granitic rocks from the Argentera Massif (Maritime Alps)*". Boll. Soc. Geol. It., t. 88, pp. 311-320.
- FEUGUEUR (L.), LE CALVEZ (Y.), 1961.- "Présence du Miocène dans le tunnel ferroviaire de Monaco, Alpes-Maritimes". Bull. Soc. Géol. Fr., 7ème série, t.III, pp. 21-26.

- FLUCK (P.), ELLER (J.P. von), 1971.- "Contribution à l'étude tectonique des gneiss de Sainte Marie aux Mines (Vosges)". Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., t. 24, n° 2-3, pp. 149-178.
- FLUCK (P.), LEHMANN (F.), GUERRE (R.), 1968.- "Les Mines de Sainte-Marie-aux-Mines". Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lor., t. 21, fasc. 2, pp. 63-134.
- FORNERIS (R.), 1969.- "*The infrared and Raman spectra of realgar and orpiment*". Am. Mineral., vol. 54, n° 7-8, pp. 1062-1074.
- GALVAGNO (E.), 1837.- "*Relazione mineralogica e geologica sul contado di Nizza*". Archives des Alpes-Maritimes, fonds sarde, n° 420-I (inédit).
- GEZE (B.), 1959.- "Le diapir triasique du Mont Férion (Alpes-Maritimes) et son évolution tectonique". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 249, pp. 2585-2587
- GEZE (B.), 1960.- "Evaluation du déplacement de la couverture post-triasique de l'arc de Nice (A.M.)". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 250, pp. 1875-1877.
- GEZE (B.), 1960-1963.- "Caractères structuraux de l'Arc de Nice (A.M.)", Livre à la mémoire du Professeur Paul Fallot, t. II, pp. 289-300.
- GEZE (B.) et coll., 1968.- Carte géologique au 1/50.000 Menton-Nice.
- GINSBURG (L.), 1960.- "Etude géologique de la bordure subalpine à l'Ouest de la basse vallée du Var". Bull. Serv. Carte Géol. France, n° 259, t. 57, (1959).
- GINSBURG (L.), 1964.- "L'âge des tufs cinéritiques de la région de Biot (A.M.), à propos d'une note récente". C.R. somm. Soc. Géol. Fr., fasc. 4, p. 157.

- GIRESE (P.), 1965.- "Oolithes ferrugineuses en voie de formation au large du Cap Lopez (Gabon)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 260, p.2550.
- GIRESE (P.), 1965.- "Observations sur la présence de "glauconie" actuelle dans les sédiments ferrugineux peu profonds du bassin gabonais". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 260, D, pp. 5597-5600.
- GLAÇON (J.), 1963.- "Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien (Algérie)". Thèse Doct.Sc. Nat., Univ. de Montpellier, (inédit), parue en 1967 dans les Publications Serv. Géol. de l'Algérie, Bull. n° 32, 2 t. et 1 atlas, 751 pages, 372 fig., 13 tab., 37 pl.-photo h.t., 8 dépl. h.t., bibl.
- GLAÇON (J.), 1965.- "Etude sur le gisement d'Alzen". Rapport Société "Le Nickel", novembre 1965 (inédit).
- GLAÇON (J.), 1973.- "Les gîtes minéraux liés au magmatisme tertiaire en Algérie du Nord". Coll. Sc. Int. E. Raguin, Paris, 1971, pp. 214-224, Masson et Cie.
- GLANGEAUD (L.), 1961.- "Paléogéographie dynamique de la Méditerranée et de ses bordures. Le rôle des phases ponto-plio-quaternaires". Océanogr. Géol. et Géoph. Méditerranée occid., Coll. Nat. C.N.R.S., Villefranche, Paris.
- GOGUEL (J.), 1952.- "Volcanisme d'âge tertiaire dans le synclinal de Saint Antonin (A.M.)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 234, n° 22, pp. 2211-2212.
- GOLDSCHMIDT (V.M.), PETERS (C.), 1934.- "*Zur Geochemie des Arsens*". Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Klasse, IV, N.F., t. 1, n° 2, p. 11.
- GRAESER (S.), 1965.- *Die Mineralfundstellen im Dolomit des Binnatales*". Schweiz. Min. Petr. Mitt., band 45, heft 2, pp. 597-795.
- GRANDJACQUET (C.), HACCARD (D.), 1973.- "Mise en évidence de la nature sédimentaire et de l'âge néogène de certaines séries de "cargneules" et de gypses des chaînes subalpines méridionales; implications structurales". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 276, D, pp. 2369-2372.

- GRATTAROLA (G.), 1890.- "*Realgar, orpimento e minerali concomitanti, di Casa Testi (M. Amiata, Prov. di Grosseto)*". Giorn. Min. Crist. e Petr., t. 1, (4), pp. 278-298.
- GUIGUES (J.), DEVISMES (P.), 1969.- "La prospection minière à la batée dans le massif Armoricaïn". Mém. B.R.G.M., n° 71, p. 135.
- GUILLEMIN (C.), JOHAN (Z.), LAFORET (C.), PICOT (P.), 1970.- "La pierrotite $Tl_2 (Sb, As)_{10}S_{17}$, une nouvelle espèce minérale". Bull. Soc. Fr. Min. Cristal., t.93, pp. 66-71.
- GUILLOU (J.J.), 1963.- "Etude géologique et métallogénique de la partie septentrionale du Cap Corse". Thèse 3ème cycle, Géol. appliquée, Fac. Sc. Paris, 162 pages, 61 fig. et photos, 4 pl. h.t. (inédit).
- GUIRAUD (R.), 1970.- "Réflexions sur le Quaternaire continental de la plaine orientale corse". Méditerranée, n° 4, pp. 363-369.
- HAUG (E.) et coll., 1914.- Carte géologique au 1/80.000 Antibes n° 237.
- HOTZ (P.E.), WILDEN (R.), 1964.- "*Geology and mineral deposits of the Osgood Mountains Quadrangle, Humboldt Country, Nevada*". Geol. Survey Professional Paper, 431, Washington.
- HUTTENLOCHER (H.), 1934.- "*Die Erzlagerstättenzonen der West alpen*". Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Kleinere Mitteilungen, vol. 4.
- IAWORSKY (G.), CURTI (M.), 1960.- "La faune des poudingues de Roquebrune (A.M.)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 252, p.399-400.
- IAWORSKI (G.), LE CALVEZ (Y.), GUERIN (J.M.), 1973.- "Précisions sur l'âge de la néotectonique qui a affecté les poudingues pliocènes du Var à Nice (A.M.)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 277, D, pp. 909-911.

- IRR (F.), 1971.- "Livret-guide de l'excursion dans la région de Nice, (A.M., France)". 5ème Congrès intern. Néogène méditerranéen, Nice, 14-16 sept. 1971 (inédit).
- IRR (F.), 1973.- "Sur le caractère synsédimentaire des phénomènes volcaniques dans la molasse du bassin miocène de Vence (A.M.)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 277, D, pp. 1275-1278.
- IVALDI (J.P.), 1971.- "Le phénomène de thermoluminescence appliqué à l'étude du flysch "grès d'Annot" (France). Conséquences paléogéographiques". Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., (2), vol. XIII, fasc. 5, pp. 521-526.
- IVALDI (J.P.), 1973.- "Contribution de la thermoluminescence à l'étude des séries "grès d'Annot". Origines du matériel détritique Conséquences paléogéographiques". Thèse 3ème cycle, Géologie, Univ. de Nice, 163 pages, 18 pl., 29 tab., 1 carte h. t. (inédit).
- IVANOV (T.), 1963.- "*Zonal distribution of elements and minerals in the deposit Alshar*". Symposium on the problems of postmagmatic ore deposition, Prague, 1963, vol. 2, pp. 186-191 et appendice pp. 47-50. Publication du Serv. Géol. de Tchécoslovaquie, Prague, 1965.
- JANKOVIĆ (S.), 1967.- "*Metallogenetic epochs and ore districts in yugoslavia*". Prosveta Beograd, pp. 1-212, 75 fig., 2 cartes (rés. en allemand).
- JOHAN (Z.), LAFORET (C.), PICOT (P.), FERAUD (J.), 1973.- "La duranusite As_4S , un nouveau minéral". Bull. Soc. Fr. Min. Cristal. t. 96, pp. 131-134.
- JURKOVIĆ (I.), 1961.- "*Realgar i auripigment u rudnim ležištima srednjobosanskog rudogorja*". Geološki Glasnik BiH, broj 5, pp. 199-240.

KARPENTER (L.G.), GARRET (D.Y.), 1961.-

Byull. nauchno-tekhnich.inform., MGION, n° 5, (33),
p. 18.

KITA-BADAK (M.), 1971.- "W sprawie mineralizacji arsenowej w okolicy
Baligrodu". Kwartalnik Geologiczny, t. 15, n° 1,
pp. 155-160.

KONING (L.P.G.), 1947.- "Sur le réalgar de Matra (Corse)". Proc. Kgl.
Nederl. Acad. Wetensch., t. 50, n° 9, pp. 1150-1153.

KRYLATOV (S.), 1971.- "Proposition d'une série cohérente de termes (graves,
gravites, sables, sablites, pèles, pélites) destinés
à désigner les grands groupes de roches détritiques".
Cahiers géologiques, n° 87, pp. 1164-1170.

LACROIX (A.), 1893-1896.- "Minéralogie de la France et de ses colonies".
Ch. Béranger éd., Paris.

LACROIX (A.), 1962.- "Minéralogie de la France et de ses anciens terri-
toires d'Outre-Mer". A. Blanchard éd. Paris.

LAFFITTE (P.), 1966.- "La métallogénie de la France". Bull. Soc. Géol. Fr.,
(7), VIII, pp. 53-72.

LANTEAUME (M.), 1962.- "Contribution à l'étude géologique des Alpes-Mari-
times franco-italiennes". Thèse Doct. Sc. Nat.,
Univ. de Paris, publiée in Mém. Serv. Carte Géol. Fr.,
1968.

LAURENT (Y.), PICOT (P.), PIERROT (R.), PERMINGEAT (F.), IVANOV (T.), 1969.-
"La raguinite, $Tl Fe S_2$, une nouvelle espèce minérale
et le problème de l'Allicharite". Bull. Soc. Fr. Min.
Crist., t. 92, pp. 38-48.

LE CALVEZ (Y.), VERNET (J.), 1966.- "Présence de l'Aquitanién fossilifère
dans les formations volcaniques du Cap d'Ail (A.M.).
C.R.Acad.Sc.Paris, t. 262, D, pp. 841-842.

- LEMOINE (M.), 1972.- "Rythme et modalités des plissements superposés dans les chaînes subalpines méridionales des Alpes occidentales françaises". Geologisches Rundschau, *band* 61, *heft* 3, pp. 975-1010.
- LEMOINE (M.), 1972.- "*Eugeosynclinal domains of the Alps and the problem of past oceanic areas*". 24 th Intern. Geol. Congress, Montreal, section 3, pp. 476-485.
- LEMOINE (M.), 1973.- "Les ophiolites des Alpes et la tectonique des plaques". Symposium "Ophiolites in the Earth's Crust", Moscou (à paraître).
- LENCK (P.P.), 1970.- "Etude géologique des terrains métamorphiques de la Bravone (Corse)". Thèse 3ème cycle, Pétrographie, Fac. Sc. Clermont, 98 pages, 1 carte h.t. (inédit)
- LORY (C.), 1861.- "Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Htes-Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province". 2ème partie, p. 328, imp. Maisonville, Grenoble.
- MALARODA (R.), 1973.- "*Osservazioni e considerazioni sulla tettonica del cristallino del Massiccio dell'Argentera (Alpi Marittime)*". Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXIX, 28 pages.
- MALUSKI (H.), MATTAUER (M.), MATTE (P.), 1973.- "Sur la présence de décrochements alpins en Corse". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 276, D, pp. 709-712.
- MANIGAULT (B.), 1971.- "Etude géologique détaillée de la région de Daluis". Dipl. Etud. Sup., Géologie, Univ. de Nice, 117 pages, 14 fig., 3 pl. h.t. (inédit).
- MANTIENNE (J.), 1974.- "La minéralisation thallifère de Jas Roux (Hautes Alpes)". Thèse Doct. Univ. Paris, (à paraître).

- MARTINA (E.), 1967.- "*Le mineralizzazioni nel Massiccio dell'Argentera (Alpi Marittime)*". Boll. Soc. Geol. It., t. 86, pp. 797-807.
- MAZERAN (R.), FERAUD (J.), 1974.- "Sur la thermoluminescence des quartz filoniens à B.P.G.C. du massif de l'Argentera. Mise en évidence du caractère polyphasé de ces minéralisations". C.R.Acad.Sc.Paris, t.278, D, pp. 1147-1150.
- MELOUX (J.), POULAIN (P.A.), 1969.- "Les indices du Valgaudemar (Hautes Alpes)". Rapport B.R.G.M., D.R.M.E./F.E. division SE, n° 110, 35 pages, 27 fig. et pl. h.t. (inédit).
- MERLIČ (V.B.), 1957.- "*Mineral'nyje asociacii neogenovykh rudnykh projavlenij Zakarpatja*". Miner. Sborn. L'vovsk. geol. obšč. 11, L'vov.
- M.T.A. ENSTITÜSÜ, 1970.- "*Arsenic, mercury, antimony and gold deposits of Turkey*". M.T.A. Enstitüsü yayınlarından, n° 129, Ankara.
- NALIVKIN (D. V.), 1960.- "*The geology of the U.S.S.R.*". Intern. Series of Monographs on Earth Sciences, vol. 8, 170 pages, 2 cartes h.t., Pergamon Press.
- NEFEDOV (E. I.), 1953.- (*en Russe*) "Conférence sur les nouveaux minéraux". Zap. vsesojuzn. min. obshch., S.S.S.R., t. 82, n° 4, p. 311-317.
- NENTIEN (E.), 1897.- "Etudes sur les gîtes minéraux de la Corse". Annales des Mines, t. XII, 9ème livraison, pp. 231-296.
- NICOLAS (J.), 1968.- "Nouvelles données sur la genèse des bauxites à mur karstique du SE de la France". Mineral. Deposita, Berlin, 3, pp. 18-33.
- NIKIFOROV (N.A.), 1968.- "*Geotectonic types of Hg-Sb ore fields in Southern Ferghana*". Intern. Geol. Rev. USA, vol. 10, n° 12, pp. 1371-1382.

- ODIN (G.S.), 1971.- "Sur la genèse des glauconies et leur signification sédimentologique d'après l'étude détaillée du sondage du Mont Cassel (Nord)". C.R.Acad.Sc.Paris, t. 272, D, pp. 697-699.
- ONISHI (H.), SANDELL (E.B.), 1955.- "*Geochemistry of arsenic*". Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 7, p. 1-33.
- ONISHI (H.), SANDELL (E.B.), 1955.- "*Notes on the geochemistry of antimony*". Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 8, pp. 213-221.
- ORCEL (J.), 1918.- "Les gisements d'orpiment et de réalgar de Lucéram et de Duranus (A.M.)". Bull. Soc. Fr. Min. Cristallogr., vol. 41, pp. 176-180.
- ORCEL (J.), 1921.- "Le gisement de réalgar de Matra (Corse)". Bull. Soc. Fr. Min. Cristallogr., t. 44, pp. 98-104.
- ORCEL (J.), 1922.- "Note sur l'existence de la fluorine dans l'orpiment de Lucéram (A.M.)". Bull. Soc. Fr. Min. Cristallogr., t. 44, p. 171.
- ORCEL (J.), 1924.- "Notes minéralogiques sur la Corse". Bull. Soc. Sc. Corse, Bastia, t. 44, pp. 1-127.
- PAUTOT (G.), 1970.- "La marge continentale au large de l'Estérel (France) et les mouvements verticaux pliocènes". Marine Geophys. Res., n° 1, p. 61-84.
- PERSEIL (E.A.), TOURENQ (C.), 1966.- "Métallogénie du massif de l'Arize". Bull. Soc. Géol. Fr., (7), vol. VIII, pp. 31-35.
- PETERLONGO (J.M.), 1968.- "Les ophiolites et le métamorphisme à glaucophane dans le massif de l'Insecca de la région de Vezzani (Corse)". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section IV, n° 1, pp. 17-94.

- PIERROT (R.), 1961.- "Nouvelles données sur la picropharmacolite".
Bull. Soc. Fr. Min. Cristallogr., t. 84, p. 391-396.
- PIERROT (R.), 1964.- "Contribution à la minéralogie des arséniates calciques et calcomagnésiens naturels". Bull. Soc. Fr. Min.Crist., t. 87, pp. 169-211.
- PIERROT (R.), PICOT (P.), FERAUD (J.), VERNET (J.), 1974.- "Inventaire minéralogique de la France : les Alpes-Maritimes". Ed. B.R.G.M., (sous presse).
- PIERROT (R.), PICOT (P.), POULAIN (P.A.), 1972.- "Inventaire minéralogique de la France : les Hautes Alpes". Ed. B.R.G.M., 184p.
- POLYANIN (V.A.), 1949.- (*en russe*). "Réalgar dans les sphérosidérites tertiaires des environs du village "Rybnaya Sloboda" sur Kama". Zap. Vsesoyuzn. min. Obshch., vol. 78, n° 4, pp. 281-283.
- PORTHAULT (B.), THOMEL (G.), DE VILLOUTREYS (O.), 1966.- "Etude biostratigraphique du Cénomaniens du bassin supérieur de l'Estéron (A.M.). Le problème de la limite Cénomaniens-Turonien dans le SE de la France". Bull. Soc. Géol. Fr., (7), vol. VIII, pp. 423-439.
- POULAIN (P.A.), 1967.- "Tectonique et minéralisations de la terminaison Sud du Dôme de La Mure". Dipl. Etud. Sup., Fac. Sc.Grenoble, 285 pages, 2 vol., (inédit).
- POULAIN (P.A.), 1970.- "Tectonique et minéralisations de la terminaison Sud du Dôme de La Mure (Isère)". Géologie Alpine, t. 46, pp. 151-168.
- PREMTI (I.), 1971.- "*Disa veçori të arsenikut në një pikë të mineralizuar të rrethit të Dibrës*". Përmbledhje Studimesh, Alb., n° 1, pp. 71-80.

- RANKAMA (K.), SAHAMA (T.G.), 1955.- "Geochemistry". Univ. of Chicago Press, 3ème éd.
- RICOUR (J.), 1948.- "Sur le Trias de la bordure du massif du Mercantour dans la région de St Sauveur sur Tinée". C.R.somm. Soc. Géol. Fr., pp. 29-30.
- RISTIĆ (M.), 1956.- "Les gisements d'uranium et de thorium en Yougoslavie". Actes de la Conférence internationale de Genève, vol. VI, pp. 727-734.
- RITSEMA (L.), 1952.- "Géologie de la région de Corte (Corse)". Thèse, Amsterdam, 110 pages, 43 fig., 3 pl. h.t. (dont 1 carte).
- ROSSET (J.), 1956.- "Description géologique de la chaîne des Aravis entre Cluses et le Col des Aravis (Hte Savoie)". Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t. LIII, n° 247.
- ROUTHIER (P.), 1963.- "Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherche". Masson et Cie, Paris, 1282 pages, 2 vol.
- ROUTHIER (P.), 1967.- "Le modèle de la genèse. Quelques concepts fondamentaux en pétrologie et en métallogénie. Modèle des théories métallogénétiques". Chron. Mines Rech. Min., n° 363, pp. 177-190.
- ROUTHIER (P.), 1968.- "Sur les relations entre Corse "hercynienne" et Corse alpine. Age des schistes lustrés. Inventaire des acquisitions et des problèmes, des progrès et des régressions". Bull. Soc. Géol. Fr., (7), vol. X, pp. 13-35.
- ROUTHIER (P.), 1969.- "Sur trois principes généraux de la métallogénie et de la recherche minérale. Réflexions à propos de concentrations d'étain, tungstène, antimoine, mercure, dans des strates". Mineral. Deposita, Berlin, n° 4, pp. 213-218.

- ROUX (J.), 1862.- "Statistique des Alpes-Maritimes dressée et publiée sous les auspices de M. Gavini de Campile, Préfet du Département, par le Professeur Joseph Roux". Impr. Ch. Cauvin, Nice.
- SAINFELD (P.), 1960.- "La prospection générale de la Corse, rapport préliminaire". Rapport B.R.G.M. n° A-1603, Paris (inédit).
- SAMAMA (J.C.), 1970.- "Description et interprétation d'une concentration d'antimoine en milieu lagunaire : l'indice de stibine de Charmes-sur-Rhône (Ardèche)". Bull. B.R.G.M., 2ème série, section II, n° 2, pp. 1-11.
- SARCIA (J.), SARCIA (J.A.), 1962.- "Gîtes et gisements du Nord-Limousin : l'ensemble minier des Sagnes-Fanay", in "Les minerais uranifères français et leurs gisements", t. 2, pp. 226-238. Presses Univ. Fr.
- SCHNEIDERHÖHN (H.), 1941.- "*Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde*". Erster band. G. Fischer, Iena.
- SCHNEIDERHÖHN (H.), 1955.- "*Erzlagerstätten kurzvorlesungen zur Einführung und zur Wiederholung*". 3ème éd., G. Fischer, Stuttgart.
- SCHNEIDERHÖHN (H.), 1958.- "*Die Erzlagerstätten der Erde. Band I : Die Erzlagerstätten der Frühkristallisation*". G. Fischer, Stuttgart.
- SHNJUKOV (E.F.), 1963.- (*en russe*). "Le réalgar dans les minerais de fer de kertch". Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., vol. 150, n° 6, pp. 1347-1348. Traduction anglaise in Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R., Earth Sc. Sect. Washington, 1965, vol. 150, pp. 129-131.
- SKINNER (B.J.), ERD (R.C.), GRIMALDI (F.S.), 1964.- "*Greigite, the thio-spinel of iron; a new mineral*". Am. Mineral., vol. 49, n° 5-6, pp. 543-555.

- SLÁVIK (J.), 1968.- "*Metallogenetische Verhältnisse und Rohstoffe des ostslowakischen Tertiärs*". Geologický Zborník, Geologica Carpathica, vol. XIX, n° 1, pp.45-68.
- TATARINOV (M.P.), 1955.- (*en russe*). "Conditions de formation des gisements de minéraux et minerais". Trad. B.R.G.M., 1959.
- TERMIER (P.), MAURY (E.), 1928.- "Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale". C.R. Acad. Sc. Paris, t. 186, pp. 1077-1168, 1247, 1324, 1393.
- THOMEL (G.), 1962.- "Les zones d'Ammonites du Cénomaniens niçois". Bull. Soc. Géol. Fr., pp. 257-263, 7ème sér., t. IV, n° 2, 1 fig., 1 tab.
- THOMEL (G.), 1965.- "Zonéostratigraphie et paléobiogéographie du Cénomaniens du Sud-Est de la France". C.R. 90ème Congrès Nat. Soc. Sav., Nice, section Sciences, pp. 127-154.
- THOMEL (G.), 1972.- "Les *Acanthoceratidae* cénomaniens des chaînes subalpines méridionales". Mém. Soc. Géol. Fr., n° 116, N.S., t. LI-1, 204 pages, 4 cartes, 4 fig., 1 tab., 88 pl. photo.
- THOMEL (G.), 1973.- "A propos de la zone à *Actinocamax plenus* : Principe et application de la méthodologie biostratigraphique". Annales du Museum d'Hist. Nat. de Nice, t. 1, supplément h.s., sept. 1973, pp. 1-28.
- THOMEL (G.), BIDAR (A.), EIGENHEER (R.), SORNAY (J.), DE VILLOUTREYS (O.), 1973.- "Atlas paléobiogéographique du Cénomaniens des chaînes subalpines méridionales". Annales du Museum d'Hist. Nat. de Nice, t. 1, supplément h.s., sept. 1973, pp. 29-50.
- THOMEL (G.), LANTEAUME (M.), 1967.- "Considérations sur la mise en évidence de dépôts aptiens dans la région niçoise". C.R. Acad. Sc. Paris, t. 265, D, pp. 1456-1459.

- TIMOFEYEV (V.D.), PLUZHNIKOVA (V.F.), 1963.- (*en russe*). "Orpiment et réalgar près de Lipetsk". Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., vol. 150, n° 5, pp. 1137-1139. Traduction anglaise *in* Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R., Earth Sci. Sect., Washington, 1965, vol. 150, pp. 148-149.
- TOURAY (J.C.), 1973.- "Un modèle en métallogénie". La Recherche, n° 34, vol. 4, pp. 488-489.
- TURNER (F.J.), 1968.- "*Metamorphic petrology; mineralogical and field aspects*". Mc Graw Hill Book Company.
- UNGEMACH (H.), 1930.- "Le réalgar de Matra (Corse)". Bull. Soc. Fr. Min. Cristallogr., t. 53, pp. 394-416.
- VELDE (D), 1967.- "Sur un lamprophyre hyperalcalin potassique : la minette de Sisco (Ile de Corse)". Bull. Soc. Fr. Min. Cristal. t. 90, n° 2, pp. 214-223.
- VERNET (J.), 1958.- "Etude pour le prélèvement d'échantillons de sulfure d'arsenic sur le gîte de Duranus". Note B.R.G.M., sans numéro, Paris (inédit).
- VERNET (J.), 1961.- "Le Trias de la zone alpine externe des Alpes-Maritimes" *in* "Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes", Mém. B.R.G.M., 1963, n° 15, pp. 194-201.
- VERNET (J.), 1962.- "Situation du gîte de sulfures d'arsenic de Lucéram, (A.M.)". Note B.R.G.M., sans numéro, Paris 30 Août 1962, 7 p., 4 fig. (inédit).
- VERNET (J.), 1963.- "Remarques sur le Permien du Massif de l'Argentera et du Dôme de Barrot". Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 39, pp. 199-212.
- VERNET (J.), 1964.- "Sur le volcanisme du synclinal de St Antonin et sa place dans la série stratigraphique". C.R. Acad. Sc. Paris, t. 258, p. 6489.
- VERNET (J.), 1965.- "Problèmes de structures tectoniques et de tectorogénèse dans les Alpes-Maritimes (zones alpines externes)". 90ème Congrès Nat. Soc. sav., sect. Sciences, Nice;

- VERNET (J.), 1965.- "La zone Pelvoux-Argentera". Bull. Serv. Carte Géol. Fr. n° 275, t. LX, 294 pages, 74 fig. (1964).
- VERNET (J.), 1966.- "Sur le volcanisme et les gros galets de granite du Priabonien dans la vallée de l'Estéron (A.M.) et leur signification paléogéographique et orogénique". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 263, D, pp. 22-24.
- VERNET (J.), 1967.- "Présence d'un lambeau de socle dans l'arc de Nice (A.M.)". C.R.Acad. Sc. Paris, t. 265, D, pp. 305-307.
- VERNET (J.), 1975.- "Esquisse de la distribution des indices métallifères (et de quelques minéraux remarquables) dans les formations géologiques du département des Alpes-Maritimes". Riviera Scientifique, à paraître.
- VUILLERMOZ (C.), 1961.- "Contribution à l'étude géologique de la région de Prads-Saume-Longe (B.A.), feuilles au 1/20 000 La Javie 4, Allos 1 et Seyne 8". Dipl. Etud. Sup., Fac. Sc. Grenoble, 66 pages, 14 pl., div. fig. et photos (inédit).
- WEISSBERG (B.G.), 1964.- "*Geochemical and petrographic aspects of arsenic sulfide deposits*". Thèse Doct. Univ. Californie, Los Angeles, 170 pages (inédit.)
- WEISSBERG (B.G.), 1969.- "*Gold silver ore-grade precipitates from New Zealand thermal waters*". *Economic Geology*, vol. 64, pp. 95-108.
- WEISSBERG (B.G.), DICKSON (F.W.), TUNELL (G.), 1966.- "*Solubility of orpiment (As_2S_3) in Na_2S-H_2O at 50-200° C and 100-1500 bars, with geological applications*". *Geochim. et Cosmochim. Acta.*, vol. 30, pp. 815-827.

PLANCHE PHOTO I

PLANCHE I

LES MINERALISATIONS DES ALPES-MARITIMES

PHOTOGRAPHIE N° 1

section polie, lumière naturelle, grossissement 80.

Gisement de Duranus; filonnet de calcite à réalgar et orpiment, dans les calcaires argileux du Cénomanién inférieur.

L'orpiment (O), et la calcite (hors du champ de la prise de vue) sont disposés dans l'axe des filonnets, tandis que le réalgar (R) constitue une frange au contact de la roche encaissante (en haut à gauche).

PHOTOGRAPHIE N° 2

section polie, lumière naturelle, grossissement 55.

Gisement de Lucéram, galerie Laurenti, chambre; filonnet de calcite à réalgar et orpiment, dans les calcaires argileux du Cénomanién inférieur.

L'orpiment (O) et la calcite (hors du champ de la prise de vue) sont disposés dans l'axe des filonnets, tandis que le réalgar (R) constitue une frange au contact de la roche encaissante (en haut à droite).

PHOTOGRAPHIE N° 3

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Lucéram, travaux Nord, déblais de la tranchée; minéralisation des calcaires grésoglaucôneux.

Rapports entre la barytine (B), la fluorine (F), le quartz (Q) et l'orpiment (O).

PHOTOGRAPHIE N° 4

lame mince, lumière naturelle, grossissement 190

Gisement de Lucéram, travaux Nord, affleurement Sud; barytine en amas stratoïdes, remplissant le karst anté-albien.

Barytine en grandes lamelles automorphes souvent tordues et brisées, avec agrégats fibro-radiés intersticiels de talmessite.



1



2



3



4

PLANCHE PHOTO . . . II

PLANCHE II

LA TALMESSITE DES AMAS BARYTIQUES DE LUCERAM

(TRAVAUX NORD, AFFLEUREMENT SUD)

PHOTOGRAPHIE N° 1

échantillon brut, lumière naturelle, grossissement 2,5

Géode avec talmessite en encroûtements mamelonnés reposant sur la barytine.

PHOTOGRAPHIE N° 2

échantillon brut, lumière naturelle, grossissement 3,3

Talmessite en agrégats fibro-radiés et en encroûtements mamelonnés reposant sur la barytine

PHOTOGRAPHIE N° 3

échantillon brut, lumière naturelle, grossissement 2,7

Géode avec agrégats fibro-radiés de talmessite reposant sur la barytine ou sur de petits agrégats polycristallins de calcite.

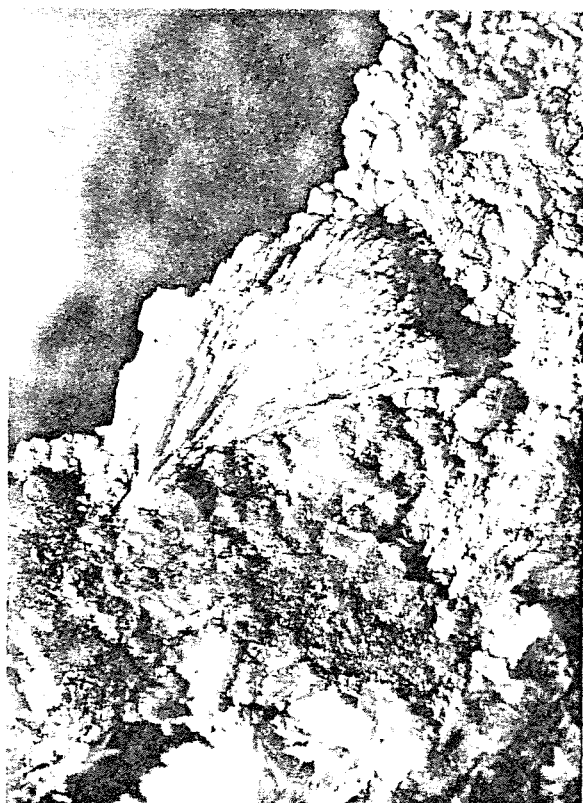
PHOTOGRAPHIE N° 4

échantillon brut, lumière naturelle, grossissement 5

Géode avec concrétions stalactiformes de talmessite, fixées sur des lamelles de barytine.



1



2



3



4

PLANCHE PHOTO III

PLANCHE III

PYRITOSPHERES ET PYRITES COLLOFORMES

PHOTOGRAPHIE N° 1

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Lucéram, travaux Nord, déblais de la tranchée, minéralisation des calcaires grésos-glaucוניeux.

Pyritosphères (en haut à droite) et pyrite automorphe ou sub-automorphe (P) dans le grès glauconieux minéralisé en orpiment (O). A côté des grains de glauconie (G) le ciment du grès est partiellement recristallisé en quartz (Q) à contours automorphes.

PHOTOGRAPHIE N° 2

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Lucéram, travaux Nord, déblais de la tranchée, minéralisation des calcaires grésos-glaucוניeux.

La pyrite (P) présente différents stades de recristallisation, allant des pyritosphères primitifs aux cristaux à contours automorphes, à l'intérieur de plages d'orpiment (O) avec quartz (Q) et barytine (B) automorphes.

PHOTOGRAPHIE N° 3

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Lucéram, travaux Nord, déblais de la tranchée, minéralisation des calcaires grésos-glaucוניeux.

Quartz (Q) et pyrite (P) automorphes dans une plage d'orpiment (O). Présence de grains de glauconie (G).

PHOTOGRAPHIE N° 4

section polie, lumière naturelle, grossissement 80

Gisement de Matra, déblais; minéral carbonaté.

Melnikovite dans une gangue de dolomite.



1



2



3



4

PLANCHE PHOTO IV

PLANCHE IV

LES MINÉRALISATIONS DE LA CORSE

PHOTOGRAPHIE N° 1

lame mince, lumière polarisée et analysée, grossissement 74

Gisement de Matra, déblais, minéral quartzeux, type "quartz noir"

Minerais opaques (en noir) sur un fond de cristaux de quartz et de calcédoine.

PHOTOGRAPHIE N° 2

lame mince, lumière polarisée et analysée, grossissement 190

Gisement de Matra, déblais; minéral quartzeux, type "quartz noir".

Minerais opaques (en noir) sur un fond de cristaux de quartz; dans la zone encadrée, les auréoles d'accroissement de cristaux de quartz mâclés sont soulignées par de petits cristaux de réalgar.

PHOTOGRAPHIE N° 3

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Matra, déblais; minéral quartzeux, type "quartz noir".

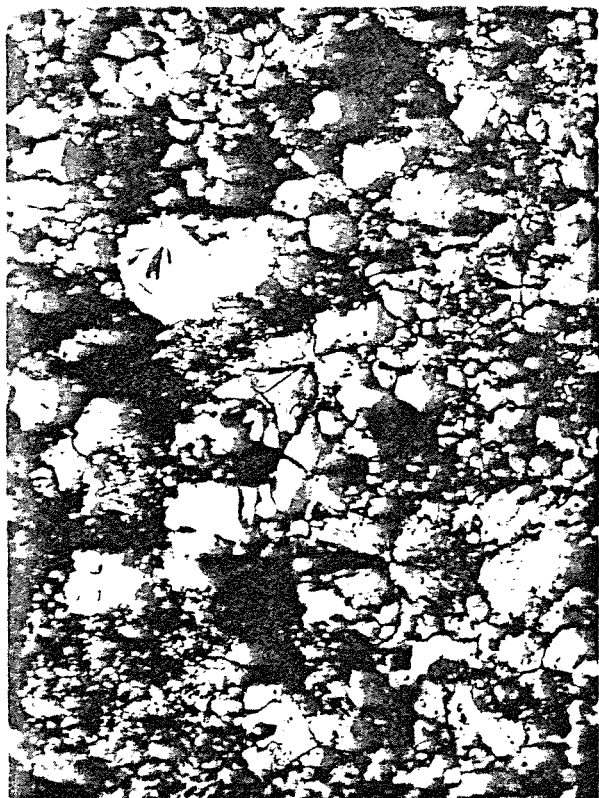
Sur le fond sombre (quartz) se dégagent des plages à contours automorphes constituées d'agrégats de pyrite et marcasite (P) remplacés par de la melnikovite probable; la greigite leur est intimement associée. Noter une plage de stibine (S).

PHOTOGRAPHIE N° 4

section polie, lumière naturelle, grossissement 160.

Gisement de Matra, déblais; minéral quartzeux, type "quartz noir".

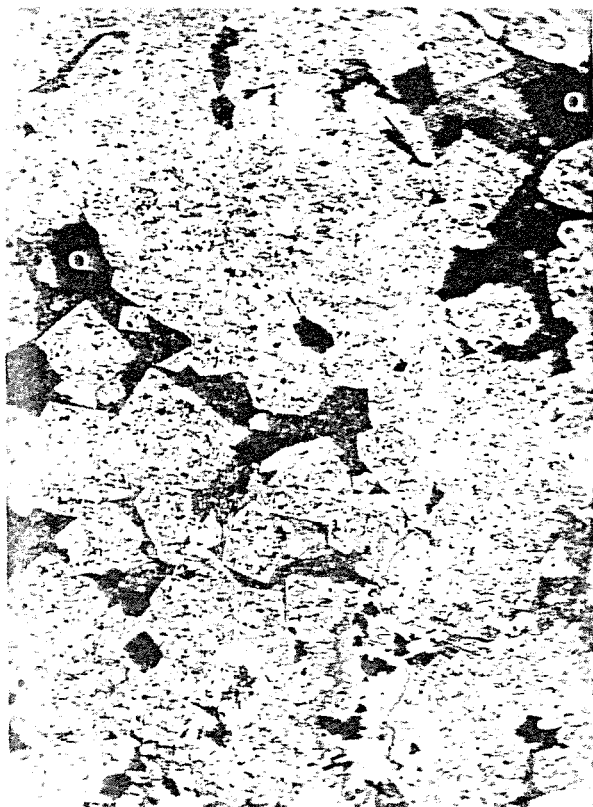
Sur le fond sombre, constitué de quartz (Q) et de dolomite (D) se dégagent des plages à contours automorphes constituées d'un agrégat de pyrite et marcasite (P) avec melnikovite et greigite, ainsi que des gerbes automorphes de stibine (S).



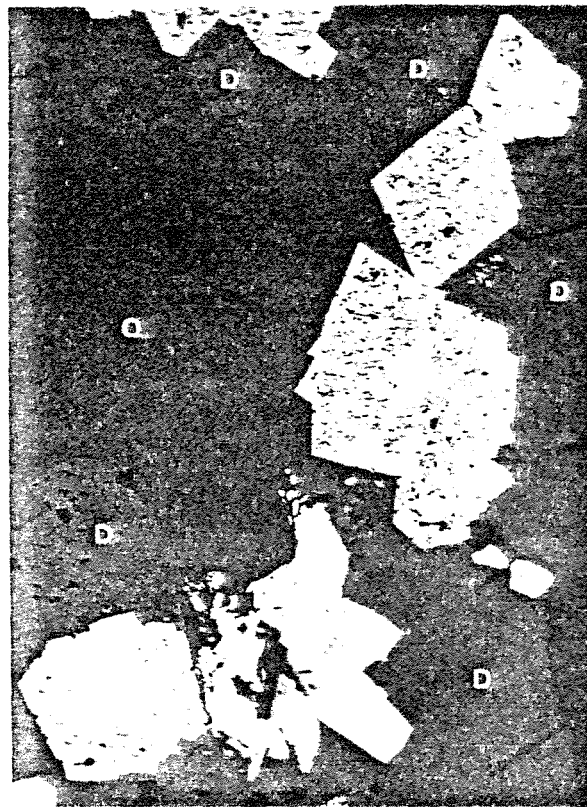
1



2



3



4

PLANCHE PHOTO V

PLANCHE V

LES MINERALISATIONS DE LA CORSE

PHOTOGRAPHIE N° 1

section polie, lumière naturelle, grossissement 160

Gisement de Matra, déblais; minéral quartzeux, type "quartz noir".

Sur un fond sombre constitué de quartz (Q) et de dolomite (D) se dégagent des cristaux automorphes de réalgar (R) et de stibine (S), la cristallisation de la stibine apparaissant ici postérieure à celle du réalgar.

PHOTOGRAPHIE N° 2

lame mince, lumière polarisée et analysée, grossissement 74

Gisement de Matra, déblais; minéral quartzeux, type "quartz noir".

Cristal de dolomite (D) sur un fond de quartz (Q).

PHOTOGRAPHIE N° 3.

section polie, lumière naturelle, grossissement 160.

Gisement de Matra, déblais; minéral carbonaté.

Plages de melnikovite sur un fond de dolomite.

PHOTOGRAPHIE N° 4

section polie, lumière naturelle, grossissement 80

Gisement de Matra, déblais; minéral carbonaté.

Belle melnikovite sur un fond de dolomite.



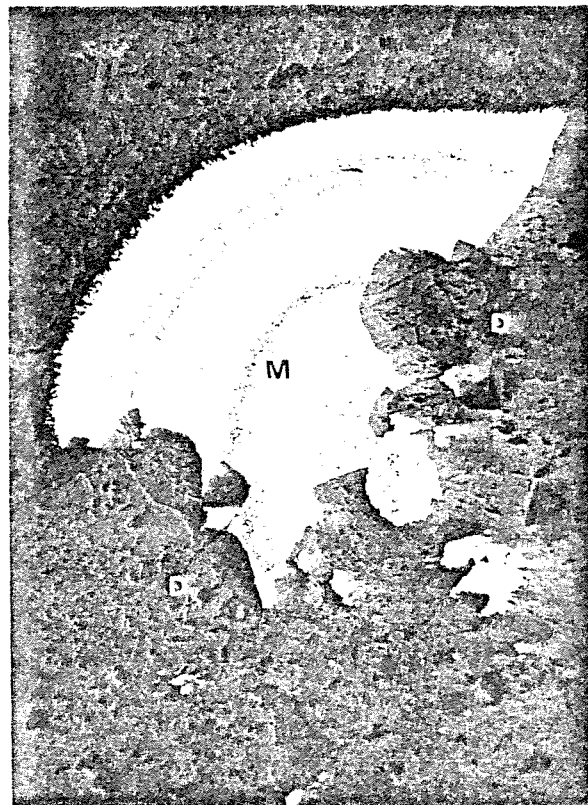
1



2



3



4

TABLE DES PLANCHES

Planches dans le texte.

- 1 - Les indices de réalgar et orpiment de la France
- 2 - Domaine structural des gîtes arseniés des Alpes-Maritimes
- 3 - Paléogéographie
- 4 - Les gîtes métallifères des Alpes-Maritimes
- 5 - Gisement de Lucéram : l'écaille intercutanée de la Graye
- 6 - La coupe de St Laurent-de-Braus
- 7 - La coupe de Lucéram
- 8 - Gîte de Lucéram : carte géologique à 1/4000
- 9 - Schéma structural de la boutonnière de Lucéram
Relations en direction avec l'écaille de la Graye
- 10 - Les déformations synsédimentaires et la tectonique alpine
- 11 - La faille orientale et ses accidents satellites au confluent
des ruisseaux de Roccaniera et du Clauset (Nord)
- 12 - Graben pincé au toit de la faille orientale
- 13 - Carte géologique des travaux Nord
- 14 - Zone des travaux Nord - Affleurements Sud : le karst minéralisé
- 15a- Zone des travaux Nord : coupes détaillées
- 15b- " " " " "
- 15c- " " " " "
- 16 - Les travaux intermédiaires : plan de la galerie Faraut
- 17 - Galerie Faraut : coupes
- 18 - Galerie Faraut - traçage Sud : minéralisation du Pm 26
- 19 - Galerie Faraut - traçage Sud : minéralisation entre les Pm 26
et 30.
- 20 - La galerie Dalmas : panorama
- 21 - Minerai de la galerie Faraut : surfaces sciées
- 22 - La région de Duranus
- 23 - La coupe des Rochers de Miamande
- 24 - Carte de situation des coupes stratigraphiques effectuées à
Duranus

- 25 - Le haut-fond de Duranus
- 26 - Carte de l'accident du Mont Férion
- 27 - Gypses de l'accident du Mont Férion
- 28 - Carte du gisement de Duranus au 1/4000
- 29 - La mine de Duranus : relevés topographiques
- 30a- Conjugaison de guides lithostratigraphiques et structuraux
- 30b- Coupes au 1/1000 de la zone minéralisée
- 31 - Prélèvements de fossiles dans la zone minéralisée
- 32 - Remplissages bréchiques et géodiques
- 33 - Extrait de la carte des gîtes minéraux de la France, feuille Corse.
- 34 - Chlorite à idocrase et grenats
- 35a- Le pli-faille de Matra : bloc-diagramme
- 35b- Le pli-faille de Matra : coupes
- 36 - Gisement de Matra : schéma des travaux miniers
- 37 - Coupe du filon
- 38 - Les colonnes minéralisées du filon de Matra
- 39 - Gisement de Matra. Affleurement : données d'archives
- 40 - Affleurement : coupe d'après un croquis de terrain
- 41 - Rubanement et brèches
- 42 - Distribution géographique des gîtes d'antimoine, arsenic et mercure et du volcanisme récent en Toscane et en Corse
- 43 - Les gîtes de réalgar et orpiment des Alpes occidentales
- 44 - Failles "sèches" et circulations de fluides dans les strates

Planches photo hors texte

- I. - Les minéralisations des Alpes-Maritimes
- II. - La talmessite des amas barytiques de Lucéram
- III.- Pyritosphères et pyrites colloformes
- IV. - Les minéralisations de la Corse
- V. - Les minéralisations de la Corse

CARTES HORS TEXTE

- 1 - La mine de Lucéram
- 2 - La mine de Duranus
- 3 - La mine de Duranus
- 4 - La mine de Matra
- 5 - La mine de Matra

TABLE DES MATIERES

	Pages
Avant propos	2
Résumé	5
Abstract	8
Plan de l'ouvrage	11
<u>Chapitre I</u> - Introduction - Les gîtes de réalgar et orpiment en France	12
I.1.- <u>Caractères généraux des indices</u>	13
I.2.- <u>Les indices des massifs hercyniens et des Pyrénées</u>	15
I.2.1.- Les indices de Ste Marie-aux-Mines (Ht Rhin).....	15
I.2.2.- Les indices des Saqnes (Hte Vienne)	15
I.2.3.- L'indice d'Alzen (Ariège)	16
I.2.4.- Les indices du Puy de Dôme	17
I.2.4.1.- St Nectaire	17
I.2.4.2.- Chateauneuf les Bains	18
I.2.5.- Les indices alluvionnaires de la Bretagne	19
I.2.5.1.- Bain de Bretagne	19
I.2.5.2.- Région de Villers-Bocage	20
I.2.5.3.- Région de Vimoutiers (Orne)	20
I.2.5.4.- Région de Caen	20
I.2.6.- Les indices des houillères embrasées	21
I.2.7.- L'indice de Creutzwald (Moselle)	21
I.3.- <u>Les indices de l'arc des Alpes occidentales</u>	21
I.3.1.- Les minéralisations des Hautes-Alpes	21
I.3.2.- Les minéralisations des Alpes-Maritimes	22
I.3.3.- Les minéralisations de la Corse	23
I.4.- Conclusions	24
<u>Chapitre II</u> .- Les gisements de réalgar et orpiment des Alpes-Maritimes	26
II.1.- <u>Cadre géologique régional</u>	27
II.1.1.- Stratigraphie	27
II.1.2.- Volcanisme	34
II.1.3.- Tectonique	36
II.1.4.- Métalloqénie	39
II.2.- <u>Le gisement de Lucéram</u>	43
II.2.1.- Stratigraphie détaillée	43

II.2.1.1.- La coupe de St Laurent	44
II.2.1.2.- La coupe de Lucéram	48
II.1.3.- Comparaisons sédimentologiques	53
II.2.2.- Tectonique	54
II.2.2.1.- Caractères généraux	54
II.2.2.2.- La tectonique souple	55
II.2.2.3.- La tectonique cassante	56
II.2.2.4.- Indices d'un serrage E-W	57
II.2.3.- Travaux miniers	58
II.2.3.1.- Historique	58
II.2.3.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des galeries	59
II.2.3.2.1.- Les travaux Nord	59
II.2.3.2.2.- Les travaux intermédiaires	64
II.2.3.2.3.- Les travaux Sud	65
II.2.3.3.- Minéralisations	66
II.2.3.3.1.- Nature, étude métallographique	66
II.2.3.3.2.- Répartition de la minéralisation	69
II.2.3.3.3.- Etude pétrographique de la gangue	69
II.2.4.- Conclusions	70
II.3.- <u>Le gisement de Duranus</u>	72
II.3.1.- Stratigraphie détaillée	72
II.3.1.1.- La coupe des Rochers de Miamande	72
II.3.1.2.- Variations latérales	76
II.3.1.3.- Interprétation sédimentologique et paléogéographique .	77
II.3.2.- Tectonique	77
II.3.2.1.- Unité du Castellar	78
II.3.2.2.- Les écailles de Laffaye	78
II.3.2.3.- L'unité du Mont Férion	79
II.3.3.- Travaux miniers	81
II.3.3.1.- Historique	82
II.3.3.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des travaux miniers.	83
II.3.3.2.1.- Les travaux du plateau de l'Equise	83
II.3.3.2.2.- Le travers-banc de la cote 870	87
II.3.3.3.- Minéralisation	88
II.3.3.3.1.- Nature de la minéralisation	88
II.3.3.3.2.- Etude métallographique	90
II.3.3.3.3.- Répartition de la minéralisation	91
II.3.4.- Conclusions	91

	Pages
II.4.- <u>L'indice de l'Engarvin</u>	93
II.5.- <u>Définition du type des gisements des Alpes-Maritimes</u>	95
II.5.1.- Caractères communs des gisements décrits	95
II.5.2.- Hypothèses génétiques	95
II.5.2.1.- Hypothèse "hydrothermale magmatique"	95
II.5.2.2.- Hypothèse "hydrothermale syntectonique"	96
II.5.2.3.- Hypothèse "persédimentaire".	97
II.5.3.- Mécanisme de la préconcentration des éléments dans les strates	100
II.5.4.- Origine des éléments	102
<u>Chapitre III.- Les gisements de réalgar et orpiment de la Corse</u> ..	104
III.1.- <u>Cadre géologique général</u>	105
III.2.- <u>Le gisement de Matra</u>	105
III.2.1.- Lithostratigraphie	106
III.2.2.- Métamorphisme	108
III.2.3.- Tectonique	109
III.2.4.- Travaux miniers	110
III.2.4.1.- Historique	110
III.2.4.2.- Nomenclature, coordonnées et relevé des galeries	111
III.2.4.3.- Structure du filon	111
III.2.4.4.- Minéralisation	114
III.2.5.- Conclusions	117
III.3.- <u>L'indice de Strocchia</u>	118
III.4.- <u>L'indice de Scandolajo</u>	118
III.5.- <u>L'indice de la Porta</u>	119
III.6.- <u>Conclusions. Définition du type des gisements de la Corse.</u>	119
III.6.1.- Identité des caractères des gisements	119
III.6.2.- Hypothèses génétiques	120
<u>Chapitre IV. Conclusions générales</u>	125
IV.1.- <u>Les données régionales</u>	126
IV.2.- <u>Un nouveau type de gisement</u>	126
IV.3.- <u>Sur un rôle métallogénique particulier des failles</u>	128
Bibliographie	130
Planches-photos	
Table des planches	
Table des matières	