

ROYAUME DE BELGIQUE

**MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES**

Administration des Mines - Service Géologique de Belgique  
Rue Jenner, 13 - 1040 Bruxelles

**LES ROCHES SALMIENNES  
A COTICULE DANS LA REGION  
DE SALMCHATEAU**

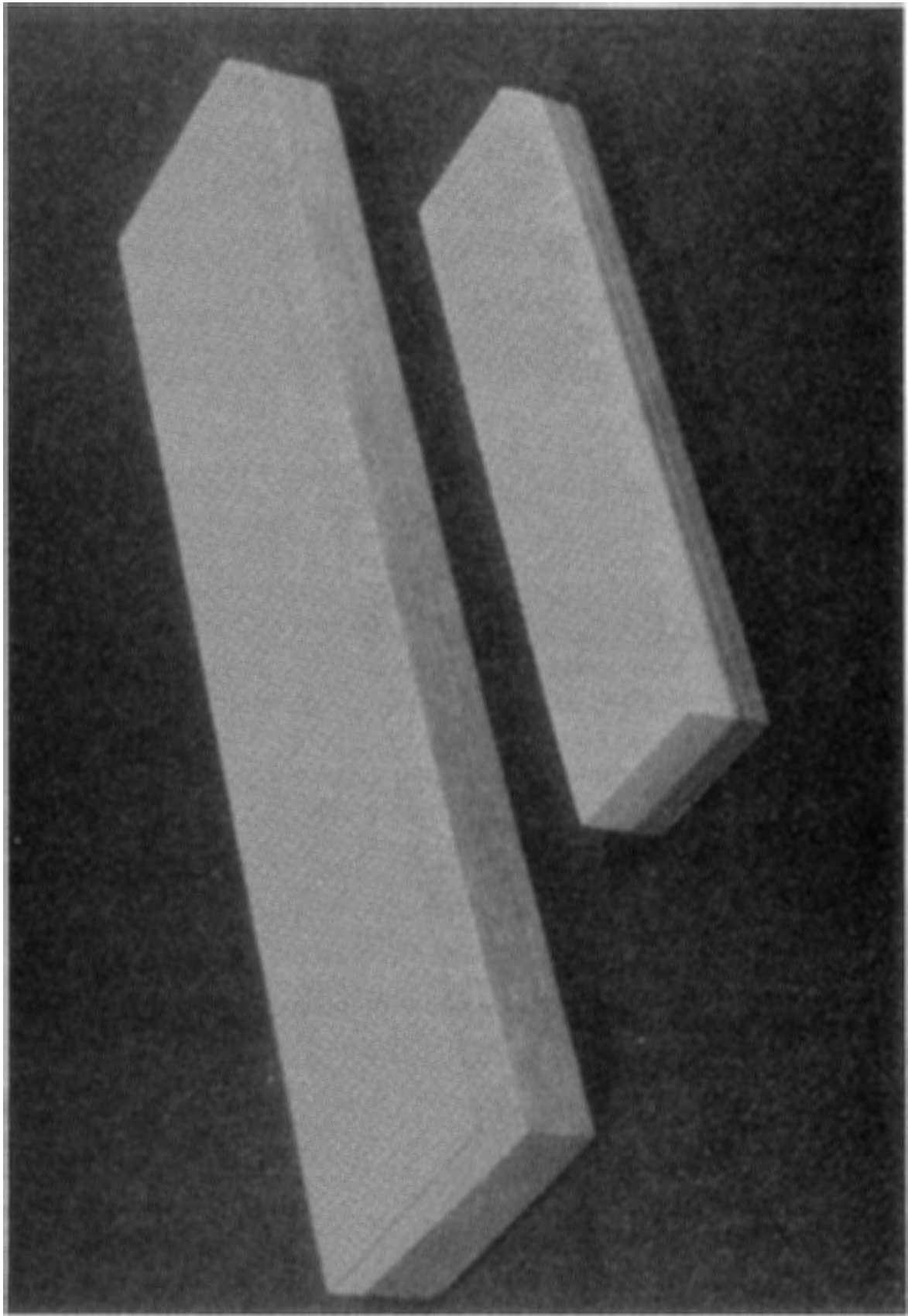
par  
Joseph GROGNA

**PROFESSIONAL PAPER 1984/2  
N° 206**

SERVICE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE - PROFESSIONAL PAPAER 1984/2 N° 206

LES ROCHES SALMIENNES A COTICULE  
DANS LA REGION DE SALMCHATEAU

Joseph GROGNA  
Ingénieur Civil Géologue



DEUX FORMES DE PIERRE A RASOIR.

(photo INIEX)

*Le coticule (en haut) est de couleur jaune ocre  
et le phyllade (en dessous) est bleu violacé.*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE . . . . .	4
<u>CHAPITRE 1 DONNÉES GÉOLOGIQUES RÉGIONALES</u>	
I.1 Introduction . . . . .	5
I.2 Situation géographique et géologique du coticule . .	5
I.3 Tectonique et métamorphisme . . . . .	12
<u>CHAPITRE 2 DISPOSITION DES VEINES DE COTICULE</u>	
II.1 Introduction . . . . .	16
II.2 Les veines de coticule . . . . .	20
II.3 Dimensions et qualité des pierres à rasoir . . . .	25
II.4 Irrégularités des veines de coticule et influence sur la taille des pierres à rasoir .	28
II.5 Logs stratigraphiques . . . . .	31
<u>CHAPITRE 3 ÉTUDE DES ÉCHANTILLONS</u>	
III.1 Introduction, problèmes d'échantillonnage . . . .	44
III.2 Données et observations minéralogiques (R-X) . . .	49
III.3 Pétrographie . . . . .	62
III.4 Analyses chimiques . . . . .	76
III.5 Considérations sur le métamorphisme . . . . .	92
III.6 Considérations sur la qualité du coticule . . . .	99
III.7 Conclusions du troisième chapitre . . . . .	109
<u>CHAPITRE 4 AVENIR DU COTICULE</u>	
CONCLUSIONS GÉNÉRALES . . . . .	114
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	117
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES . . . . .	121

## INTRODUCTION GENERALE.

-----

Le coticule (1) qui est exploité comme pierre abrasive naturelle est un phyllade constitué de grains de grenats cimentés par une pâte micacée et siliceuse. La finesse de son grain en fait un abrasif d'une qualité exceptionnelle qui donne aux outils et autres tranchants, un fil à nul autre pareil.

Dans la nature, le coticule se présente sous la forme de faisceaux de couches de couleur jaune ocre, épaisses de quelques centimètres au maximum, interstratifiées dans un phyllade violet bleuté de composition minéralogique assez semblable.

L'extraction et la préparation du coticule qui se faisaient depuis plusieurs siècles dans la région de Vielsalm - Bihain, vient de prendre fin. Cette exploitation pourrait reprendre dans l'avenir sur la base d'études technico-commerciales qui permettraient de rendre cette industrie à nouveau rentable. C'est dans ce cadre de recherches qui sont actuellement en cours à l'Iniex, que se situe ce mémoire qui s'inscrit dans le contexte du travail que A. Lessuisse (chargé de recherche à l'Iniex) a réalisé en 1981 et a publié sous le titre : "le coticule". Ce rapport avait pour but de synthétiser les données géologiques, techniques et économiques sur l'exploitation de la pierre à rasoir.

Dans ce travail, après avoir situé géologiquement les gisements de coticule, nous décrirons en détail la succession des veines ainsi que les irrégularités qui les affectent. Ensuite, sur base des études diffractométrique, pétrographique et chimique, nous rechercherons, pour une série d'échantillons, les relations qui existent entre d'une part les résultats obtenus, et d'autre part les qualités marchandes respectives. Nous terminerons par un bref aperçu de l'influence des possibilités et des exigences du marché sur une réexploitation éventuelle.

---

(1) Selon le Larousse Encyclopédique, "coticule" est un nom féminin, mais ici, nous emprunterons le genre masculin utilisé par ceux qui l'ont exploité. Synonyme : Pierre à rasoir.

## CHAPITRE 1.

### DONNEES GEOLOGIQUES REGIONALES.

-----

#### I.1. Introduction.

Avant de voir en détail, dans le chapitre suivant, la disposition des veines de coticule à l'intérieur des phyllades encaissants, il est nécessaire de situer ces gisements d'une manière assez générale en rappelant un certain nombre de données géologiques tirées de la littérature.

#### I.2. Situation géographique et géologique du coticule.

C'est dans la région de Vielsalm (voir figure 1.1) et plus particulièrement de part et d'autre de la route qui va de Salmchâteau à la Baraque Fraiture que se situent les phyllades à coticule qui ont fait l'objet d'une exploitation intensive. (1)

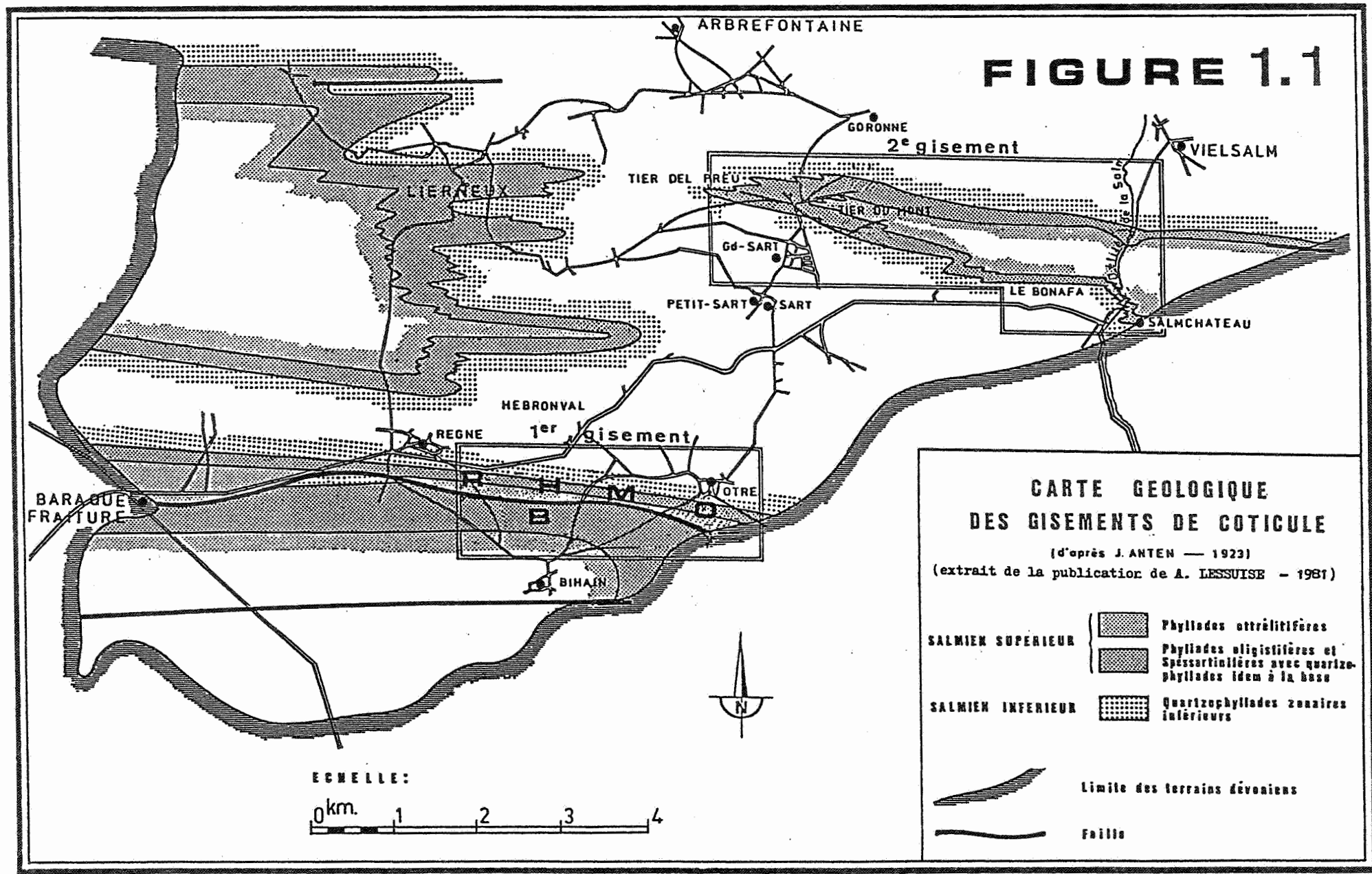
Le présent travail ne tiendra compte que des deux principaux gisements qui ont fourni les meilleures pierres à rasoir. Nous reprendrons la description que LESSUISE (1981) en a faite, en se rapportant à la carte d'ANTEN (voir fig.1.1).

" *Le premier gisement s'étend de Regné à Ottré (voir carte 1 annexe 1) avec une direction approximative Est-Ouest, et peut être subdivisé en deux zones : une zone de plateures au Sud de la faille (reprise à la fig. 1.1 et sur la carte 1) et une zone de dressants au Nord.*

---

(1) Le coticule a également été exploité en d'autres endroits :  
- à Recht (signalé par ANTEN (1912) ;  
- à Lierneux (voir fig. 1.1) ;  
Cependant, les qualités abrasives de ces pierres n'étaient pas des meilleures.

# FIGURE 1.1



**CARTE GEOLOGIQUE  
DES GISEMENTS DE COTICULE**  
(d'après J. ANTEN — 1923)  
(extrait de la publication de A. LESSUISE — 1981)

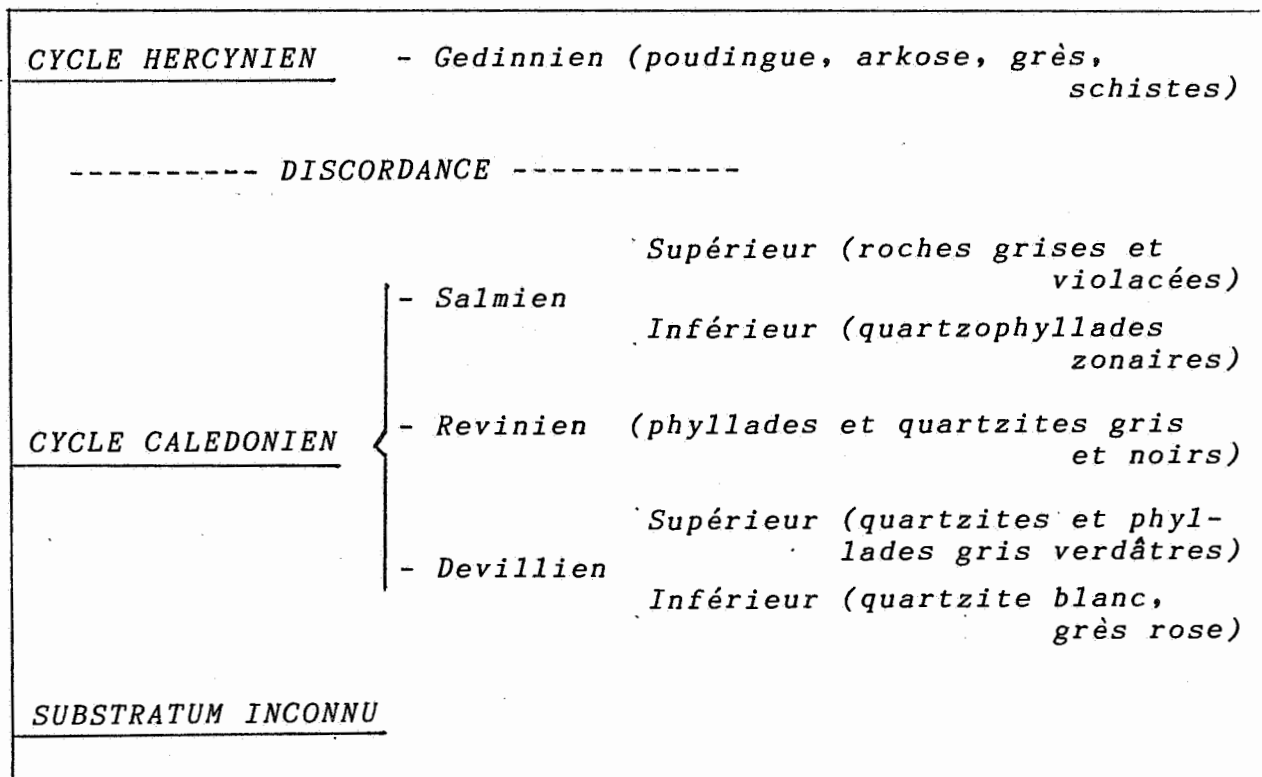
SALMIEN SUPERIEUR		Phyllades atréolitifères
		Phyllades oligistifères et Spessartinifères avec quartzophyllades idem à la base
SALMIEN INFÉRIEUR		Quartzophyllades zonaires inférieurs
		Limite des terrains dévoniens
		Faïlle

ECHELLE:  
0 km. 1 2 3 4

Le deuxième gisement (voir carte 2 en annexe 2) s'étend du Thier du Preu (situé au Sud de Lierneux) à Salmchâteau sur le flanc Sud d'un grand synclinal, avec une direction approximative Est-Ouest, tout comme le premier gisement. Ce deuxième gisement a une extension dans le flanc Nord du synclinal au niveau du Thier du Mont, ce qui laisse supposer la présence d'importantes réserves entre le Thier du Preu et le Thier du Mont, ainsi que plus à l'Est."

Du point de vue géologique, ces gisements sont localisés à l'extrême Sud-Ouest du Massif Cambro-Ordovicien de Stavelot, à proximité de la bordure arkosique du Gedinnien.

La distribution lithostratigraphique générale du Massif de Stavelot est connue depuis Dumont (1848) et est toujours admise à l'heure actuelle (1) dans ses grandes lignes.



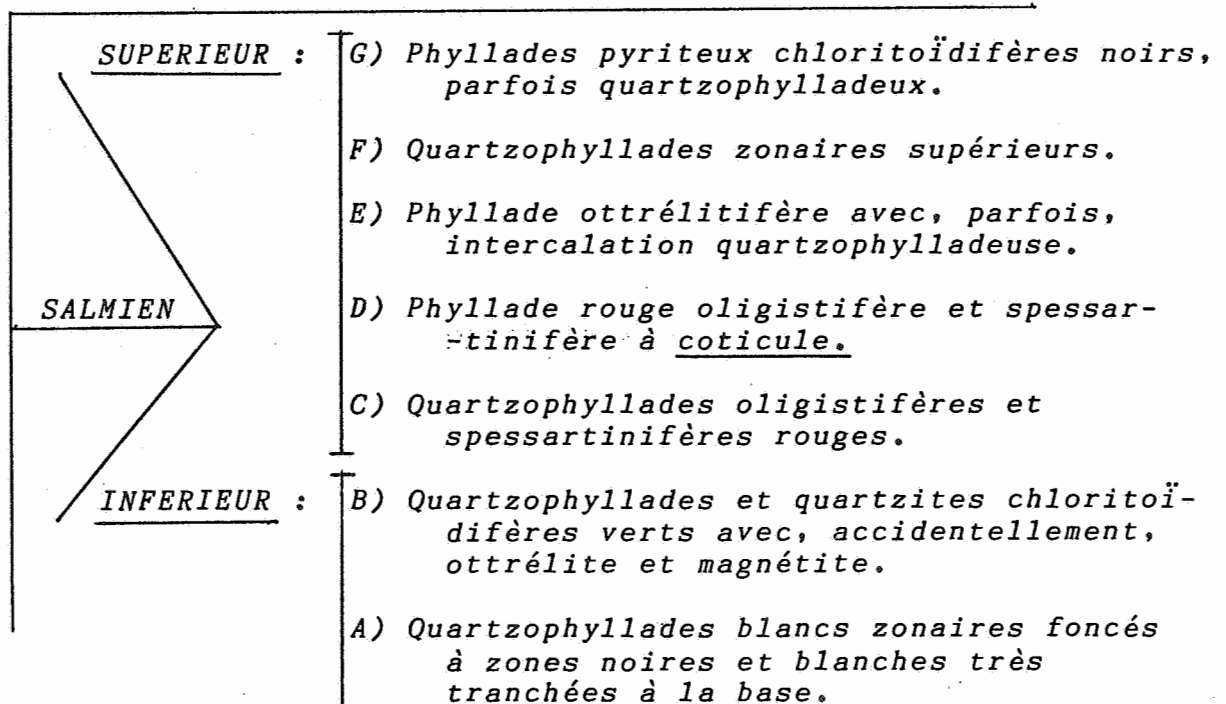
(1) Légende lithostratigraphique reprise de Corin (1927).



La région située au Sud de Vielsalm qui nous intéresse ici est constituée presque exclusivement de terrains salmiens qui renferment des niveaux manganésifères à coticule. De nombreux auteurs ont entrepris d'établir la lithostratigraphie détaillée de ce Salmien en se basant principalement sur les observations qu'ils faisaient sur les versants du défilé de la Salm situé entre Vielsalm et Salmchâteau. Le manque de concordance existant entre ces deux coupes ainsi que l'allure géologique très tourmentée de la région ont donné lieu à plusieurs interprétations. Nous n'en retiendrons que deux : celle d'Anten (1914 reprise en 1923) confirmée par Fourmarier (1944) et celle de Geukens (1965) plus précise, reprise par Theunissen (1971).

I.2.1. Echelle lithostratigraphique d'Anten (1923).

Nous avons reproduit (figure 1.1) un extrait de la carte géologique de la région salmienne métamorphique du Sud du Massif de Stavelot qu'Anten a dressée à l'échelle du 1/40.000. Nous donnons ci-dessous l'échelle lithostratigraphique qui s'y rapporte.



I.2.2. Echelle lithostratigraphique de Geukens (1965)

L'échelle lithostratigraphique de Geukens a été reprise et appliquée tout particulièrement à la région située entre Vielsalm et Salmchâteau par Theunissen (1971)(1). Nous reproduisons ci-dessous l'interprétation de Geukens.

<u>Sm3b</u>	: schistes bleu noirâtre et quartzophyllades largement rubanés, parfois finement stratifiés, à petits cristaux d'ottrélite.
<u>Sm3a</u>	: schistes vert clair grisâtre, parfois à grosses taches rouges ; vers l'Est, développement de minces bancs de quartzite à slumping structure.
<u>Sm2c</u>	: complexe de schistes homogènes, à teinte violacée, contenant, dans la partie supérieure, des bancs schisteux verdâtres ; c'est dans cette assise que se développent surtout les ottrélites.
<u>Sm2b</u>	: alternances de schistes et phyllades violacés, et quelques quartzophyllades ; cette sous-assise renferme des couches à <u>coticule</u> .
<u>Sm2a</u>	: alternances de quartzophyllades et de grès à teinte rouge et verte, parfois à gros cristaux d'ottrélite ; prédominance de quartzophyllades violacés et de schistes rubanés, à l'intérieur desquels se développe localement un niveau de quartzite gris clair, notamment aux environs d'Ottré.
<u>Smlc</u>	: quartzophyllades schisteux gris vert, quartzophyllades schisteux bleuâtres et un banc de quartzite gris-vert clair de quelques mètres, qui se développe à partir du cours supérieur de la Lienne vers l'Est ; quelques niveaux quartzophylladeux verdâtres, à grosses taches rougeâtres ; schistes verts à magnétite.
<u>Smlb</u>	: prédominance de quartzophyllades gris vert et gris bleu, alternant avec de minces bancs de quartzite.
<u>Smla</u>	: schistes graphiteux, gris verdâtre, quartzites verts et phyllades noirs et vert bleu.

(1) Dans son rapport sur le coticule, Lessuisse (1981) a repris l'échelle lithostratigraphique de Theunissen (1971).

D'un point de vue *chronostratigraphique*, les roches du Massif de Stavelot ont longtemps posé un problème. En effet, les seuls macrofossiles susceptibles de fournir des indications biostratigraphiques sont des empreintes énigmatiques dénommés *Oldhamia Radiata* et *Oldhamia Antiqua*, localement présentes dans le Devillien, ainsi que les *Dictyonema Flabelliforme* qui fournissent une corrélation du Salmien avec le Trémadocien du Pays de Galles.

Un progrès important dans la datation de ces roches a été accompli en 1973 à l'occasion de la thèse de doctorat de M. Vanguestaine. Par l'étude des *Acritarches*, Vanguestaine (1973, 1974) définit neuf biozones micropaléontologiques (voir fig. 1.2) qui ont permis de comparer les terrains des massifs Ardennais à leurs homologues d'autres régions dont le Pays de Galles et la plate-forme russe, et ainsi à les insérer dans l'échelle stratigraphique internationale. M. Vanguestaine (1974) a démontré que le sommet du Devillien appartient au Cambrien Inférieur, que le Revinien Supérieur correspond à du Cambrien Moyen et du Cambrien Supérieur, et que le Salmien est à rapporter dans sa totalité à l'Ordovicien.

En ce qui concerne le gisement à coticule, le niveau (Sm2b) dans lequel il se trouve n'a pas livré d'*Acritarches* (Vanguestaine, 1973). Il se situe entre le Sm1 appartenant au Trémadocien et un Sm3b corrélié par Vanguestaine (1973) au Llanvirnien, au Llandeilien, au plus tard au Caradocien Inférieur du Pays de Galles.

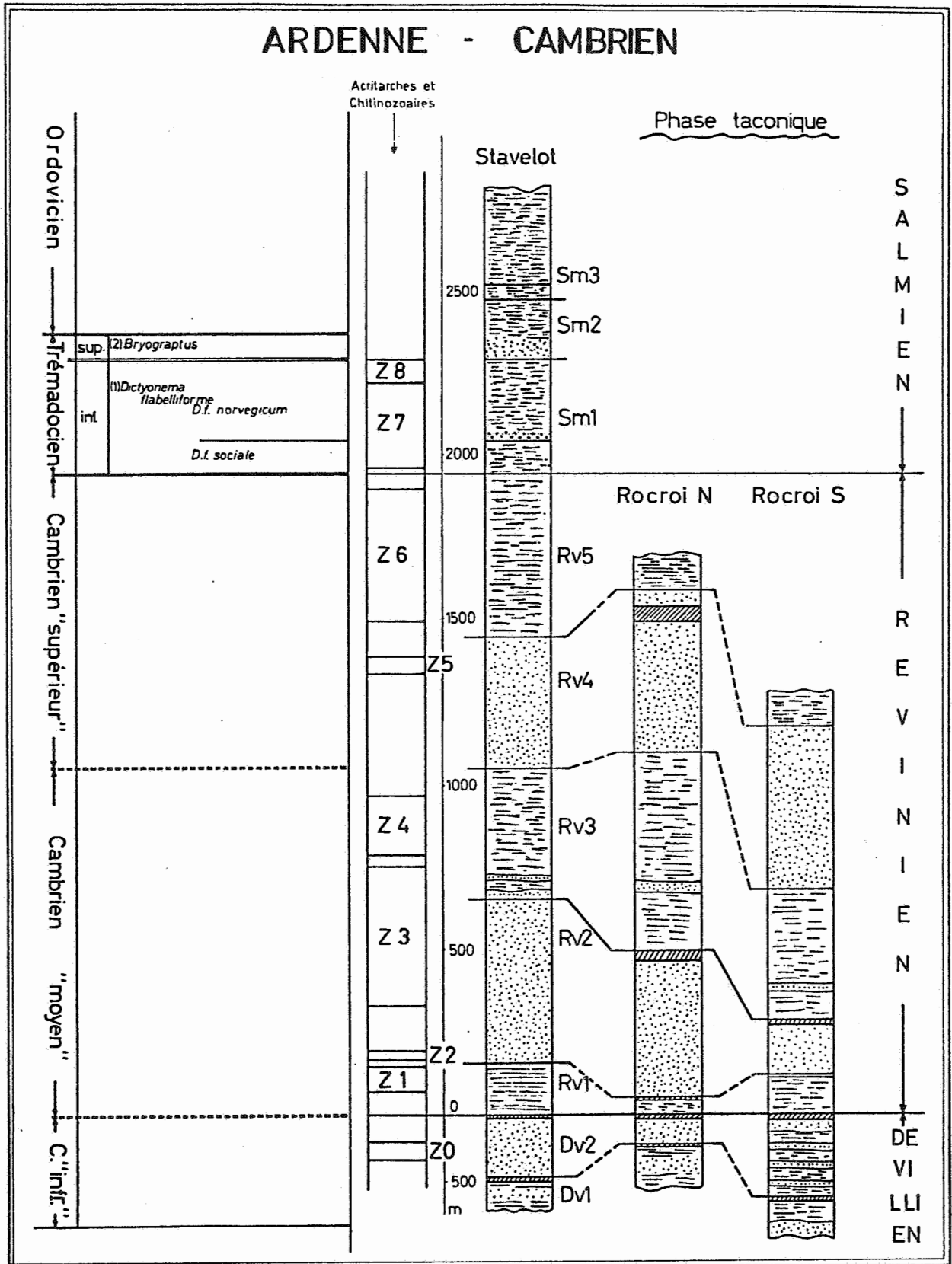


FIGURE 1.2: STRATIGRAPHIE DU CAMBRIEN DE LA HAUTE-ARDENNE.

Les 9 biozones (de 0 à 8) définies par Vanguestaine ainsi que les macrofossiles du Trémadocien y sont renseignés.

Sur le log du Massif de Stavelot on peut se rendre compte de la répartition des roches dans chaque étage (traits horizontaux: phyllades dominants ; points: quartzites dominants ; traits obliques: veine ardoisière).

(Extrait de A.Beugnies, P.Dumont, F.Geukens, G.Mortelmans & M.Vanguestaine (1976): "Essai de synthèse du Cambrien de l'Ardenne".)

### I.3. Tectonique et Métamorphisme.

Les terrains Cambro-Ordoviciens ont été soumis à deux tectogenèses (Calédonienne et Hercynienne) caractérisées par plusieurs phases de déformation dont les effets se sont superposés.

Pour présenter l'allure géologique de la région étudiée, nous nous réfèrerons à Anten (1923) dont nous résumerons le propos :

- les roches de la région se présentent grossièrement sous la forme d'une série de plis de charnière Est-Ouest d'allure assez semblable:
  - . le flanc Sud des synclinaux est vertical ou légèrement déversé vers le Nord avec des accidents secondaires qui forment les marches d'un escalier descendant vers le Nord ;
  - . le flanc Nord de ces synclinaux a un pendage Sud variant de 25 à 60 degrés avec également des accidents secondaires similaires aux précédents mais descendant vers le Sud ;
- un anticlinal transversal Nord-Sud passant à proximité du Thier du Preu a pour conséquence un faible ennoyage des plis principaux de part et d'autre de cet axe ;
- il faut cependant préciser que dans le défilé de la Salm entre Vielsalm et Salmchâteau, cet ennoyage est très important : environ 45° vers l'Est.

Cette disposition apparemment simple est fortement compliquée par le développement de plis de faible extension et par le jeu de nombreuses failles soit de direction Est-Ouest (Anten, 1923 ; Fourmarier, 1944), soit Sud-Ouest - Nord-Est (Geukens, Communication verbale). Les terrains Calédoniens d'allure tectonique en fait très complexe contrastent avec les terrains Gedinniens et Siegeniens voisins qui, sur plusieurs kilomètres au Sud de Salmchâteau, sont uniformément inclinés au Sud avec un pendage variant de 25 à 45 degrés.

Bien que de nombreuses théories, parfois contradictoires aient été présentées (tout particulièrement au sujet de l'origine et de l'âge du métamorphisme), nous ne retiendrons que ce qui est le plus souvent admis à l'heure actuelle. Ainsi, nous retracerons brièvement l'histoire géologique des roches de la région de Vielsalm en nous inspirant de différents auteurs : Fourmarier (1954), Fourmarier et Michot P. (1964), Michot P. (1976, 1980a, 1980b), Pirlet (1975), Beugnies, Dumont, Geukens, Mortelmans et Vanguestaine (1976), Theunissen (1965, 1971), Schreyer (1975) et Geukens (1965).

Sur un *substratum inconnu*, se sont déposés dans l'ordre le Devillien, le Revinien, le Salmien, puis d'autres terrains dont il ne reste presque plus de trace. (1) Le Devillien principalement arénacé (voir fig. 1.2) et le Revinien mi-arenacé mi-pélimitique sont à rapporter au Cambrien et sont constitués d'une épaisseur de sédiments d'environ 2.200 mètres. Le Salmien épais de près de 1.800 mètres est de faciès surtout pélimitique. Il se caractérise par un niveau très riche en manganèse, cet élément chimique entrant principalement dans la composition du grenat (spessartine) et du chloritoïde (ottrélite).

L'orogénèse Calédonienne qui s'est produite au cours de l'Ordovicien Supérieur a eu, sur ces sédiments, des effets qui sont difficiles à évaluer, car une phase orogénique postérieure a également affecté ces mêmes sédiments. On peut cependant affirmer qu'il y a eu un plissement intense avec une schistosité parallèle aux plans axiaux des plis. Le plissement ainsi que la schistosité n'ont pu se développer que dans des niveaux lapidifiés.

---

(1) Geukens (1965) signale, dans la partie Sud du Massif de Stavelot (Petites-Tailles, Bihain), la présence de quartzites et de schistes "qui sont probablement antérieurs au Gedinnien et plus jeunes que le Salmien. Ces couches sont séparées par une discordance du Gedinnien et du Salmien et sont par conséquent d'âge Ordovicien Supérieur ou Silurien."

Or, ces phénomènes ont affecté tout le Salmien (même le Sm3b situé au coeur du synclinal du Thier du Mont), il faut donc conclure à l'existence de terrains post-salmiens enlevés par l'érosion.

*L'orogène calédonien fut dans la suite érodé et pénéplané.*

*La transgression gedinnienne qui s'ensuivit a débuté par le dépôt de grès appelés arkoses sur un poudingue de base, surmonté par une alternance de grès parfois quartzitiques et de quartzophyllades. A la suite d'une subsidence intense, les sédiments du Dévonien Inférieur constituent, à eux seuls, une épaisseur d'environ 5.000 mètres. Dans la suite, le dépôt a été moins intense et l'empilement de tous les terrains dévono-carbonifères peut être estimé entre 7.000 et 10.000 mètres.*

*L'orogénèse hercynienne de la fin du Carbonifère affecta à la fois les matériaux neufs et le socle sous-jacent. Le tectogène hercynien de l'Ardenne a été plissé et l'intensité de ce plissement diminue quand on se rapproche de la discordance. Cette disharmonie structurale serait causée par un comportement monolithique du socle lors de l'orogénèse hercynienne. Ainsi donc, la structure plissée du Salmien ne serait due qu'au seul plissement calédonien et le plissement hercynien n'aurait induit que des failles, une schistosité de crénulation par superposition à la schistosité préexistante et un bombement général.*

*Le bord Sud du Massif de Stavelot est connu pour son métamorphisme qui a affecté non seulement les terrains calédoniens, mais également la bordure gedinnienne. La présence de minéraux de métamorphisme dans ces roches plus récentes démontre l'existence d'une phase métamorphique hercynienne. Mais y-a-t'il eu, comme certains auteurs le pensent, une phase métamorphique calédonienne ? Ce serait évidemment très surprenant que ces deux phases se soient développées au même endroit.*

Nous suspendons ici la discussion traitant du métamorphisme pour la reprendre au chapitre 3 quand nous aurons étudié la composition du coticule et tout particulièrement les associations minérales qu'on y rencontre.

Mais avant cela, le chapitre suivant va nous permettre de faire davantage connaissance avec les veines de coticule, leurs caractéristiques et leur agencement sur le terrain.



## CHAPITRE 2.

### DISPOSITION DES VEINES DE COTICULE.

-----

#### II.1. Introduction.

Après avoir situé tant géographiquement que géologiquement les gisements de coticule, il s'agit à présent de faire plus ample connaissance avec cette roche dont l'extraction qui s'effectuait depuis de nombreux siècles, a cessé en 1981 (1).

Vu la complexité de la tectonique régionale que nous n'avons certes pas la prétention de vouloir expliquer, nous nous limiterons à décrire la manière dont les veines de coticule se présentent sur le terrain, ainsi que les irrégularités qui les affectent.

C'est dans cette optique que nous avons établi un log pour chaque gisement (ces logs précédés de leur légende sont reproduits à la fin de ce chapitre).

Nous introduirons également les notions de dimension et de qualité des pierres à rasoir qui nous seront utiles dans la suite.

Pour illustrer quelque peu les différentes opérations que comporte la fabrication de ces pierres, nous avons reproduit deux textes à la fin de cette introduction. Ils sont tous deux du même auteur inconnu et seul le deuxième a été publié (dans Lessuisse 1981).

---

(1) Il est possible que l'origine de cette industrie remonte à la domination romaine (Pline semble faire une allusion à ce sujet). Outre les géologues, de nombreux auteurs ont publié des textes très intéressants sur le coticule (le premier traitant indubitablement de la pierre à rasoir date de 1625 et est repris par Fraipont (1911). Nous citerons les plus importants : Banneux (1903), Boclinville (1958), Papeleux (1971), Remacle (1974), Gaspar (1975).

EXTRACTION DU COTICULE (1).

Le travail s'effectue toujours de la même façon c'est-à-dire qu'on pénètre dans la carrière et qu'on atteint les filons, par puits (bures), galeries ou plans inclinés.

Prenons par exemple l'endroit où se trouve la Vieille Rouge et la Fine. Ces deux filons seront extraits en même temps étant placés à 1,5 m l'un de l'autre. Entre les deux : plusieurs faux-filons.

Nous dirigeons nos mines sur eux de manière à garantir la bonne partie et à laisser une épaisseur de protection de schiste bleu ; nous recherchons une coupure naturelle (si celle-ci n'existe pas, on coupe au burin). Après avoir enlevé les débris, on procède de part et d'autre à l'extraction des filons. Il faut procéder très adroitement afin de protéger le coticule. Si c'est possible, on se servira du burin ; si l'enlèvement s'évère difficile, on utilisera de la poudre noire mais avec modération. Les blocs obtenus seront d'une certaine épaisseur ; un premier travail de dégrossissement sera opéré afin d'alléger leur poids en vue du transport vers l'extérieur.

Arrivé au bout de sa parcelle, l'exploitant abandonne la première galerie et revient au point de départ ; il approfondit le puits et recommence le même travail tout en étançonant et comblant au fur et à mesure la galerie supérieure ; dans celle-ci, il est nécessaire de laisser au faite, une épaisseur de rocher suffisante pour éviter les éboulements (éтанçonnement naturel). L'extraction se poursuit ainsi par étages successifs pour atteindre une profondeur de plus de 50 mètres, parfois moins, parfois davantage, suivant la qualité du rocher.

Les premiers exploitants laissaient des parties de rocher, à certains endroits, en guise de soutien. C'était un bon procédé, mais qui demandait plus de travail et qui fut remplacé, en partie, par l'éтанçonnement au moyen de bois de chêne ou de hêtre.

---

(1) Cette description s'applique à un dressant (certainement à Regné). Texte non publié d'auteur inconnu.

Remarques : Pour l'exploitation des autres filons, on procède de la même manière. Un deuxième puits doit être prévu pour faciliter l'aération des galeries et servir de sortie de secours. On a principalement recours aux foreuses électriques ou à air comprimé, au cabestan et aux pompes pour alléger le travail.

#### PREPARATION DE LA PIERRE A RASOIR (1).

Lorsque les différents produits extraits des carrières sont remontés à la surface, on procède au "rhabillage" ou toilette, en éliminant les parties inutiles. Ensuite, on procède au triage : bouts et pierres de part et d'autre, ainsi qu'au comptage. Celui-ci se pratique par marquage sur les plaques de coticule (qui varient de quelques  $\text{dm}^2$  à  $1 \text{ m}^2$  ou davantage) et suivant une grandeur étalon (pour les pierres,  $0,177 \times 0,043 \text{ m}$  et pour les bouts  $15 \times 6 \text{ cm}$ ).

La marchandise est alors transportée à l'atelier. La première opération consiste dans le découpage de la pierre en tenant compte de plusieurs données : épaisseur, aspect et grandeur de la plaque, sens du fil, présence de défauts. Autrefois, ce travail se pratiquait à la main au moyen d'une lame d'acier (faulx crantée à l'aide d'un marteau), d'environ  $30 \times 15 \text{ cm}$ , munie de deux poignées et actionnée par deux ouvriers. L'"armure" a remplacé ce mode de sciage et, par la suite, la débiteuse à disque diamanté.

Les pierres étant sciées en largeur et longueur, on procède au polissage sur un "lapidaire", grande meule en fonte tournant à 120-150 tours/min. Ce premier polissage se pratique au sable dur (de Mont-St-Guibert).

Lorsqu'il s'agit d'une pierre dite "au bleu", c'est-à-dire d'une pierre d'une seule pièce où le coticule adhère naturellement à la pierre bleue, on ne polit d'abord que la face claire (jaune, blanche, verdâtre, rosâtre). Après vérification, on pose sur une plaque chauffante les pierres présentant des fissures, afin de les raffermir au moyen d'une colle spéciale composée d'une partie de cire d'abeilles pour deux parties de colophane.

---

(1) Texte repris par Lessuise (1981), d'auteur inconnu.

Ainsi préparées, les pierres passent à nouveau à la débiteuse pour y être sciées à épaisseur aussi précise que possible. Un deuxième polissage au sable dur termine la pierre.

Quand le coticule est épais (2 à 4 cm), on aplatit le ou les côtés blancs auxquels on colle un schiste de mêmes dimensions. Le petit bloc ainsi obtenu est scié et travaillé de manière à donner deux ou plusieurs pierres qui seront terminées comme indiqué ci-dessus.

Les dimensions standards sont exprimées en pouces (exemple : une pierre de 8 pouces mesure : longueur 20 cm, largeur 1/4 ou 5 cm, épaisseur environ 1/2 de la largeur).

Après un dernier polissage au sable fin suivi d'un "doucissage" à la main au moyen d'un schiste plus dur appelé "doucicette", les pierres sont ensuite lavées et séchées, puis s'en vont remplir les "casiers" du "magasin", avant d'être expédiées à travers le monde.

## II.2. Les veines de coticule.

De par leur *origine sédimentaire*, les veines de coticule sont en concordance avec la stratification. Sur le terrain, elles se distinguent par leur coloration jaunâtre (1) qui tranche sur la couleur bleu violet des phyllades dans lesquels elles sont interstratifiées.

La majeure partie de ces veines est reprise dans les figures 2.1. et 2.2. qui correspondent respectivement aux premier et deuxième gisements définis au chapitre précédent. Mais avant de passer à la description des deux logs, il nous paraît utile de préciser quelques points.

*L'épaisseur des terrains* renfermant les veines de coticule *peut varier depuis 25 jusqu'à 40 mètres*. Dans cet ensemble, de nombreuses veines jaunes de faible épaisseur (2) alternent avec des niveaux bleu violet plus épais.

Si certains géologues considèrent toutes les veines jaunes comme étant du coticule, il n'en va pas de même des exploitants qui utilisent ce terme dans un sens plus strict. La compréhension de ce travail nécessite de bien définir le vocabulaire.

---

(1) Cette couleur peut parfois varier dans les tons de gris, rouge ou vert (qui peuvent parfois changer d'un lit à l'autre quand la roche est rubanée).

(2) L'épaisseur moyenne des veines de coticule se situe entre 1 et 3 cm, cependant leur domaine de variation s'étend depuis quelques millimètres jusqu'à 10 voire 20 centimètres (lorsque les veines présentent des renflements).

Les niveaux jaunes sont constitués de deux types de roches.

- Le coticule proprement dit (1) dont nous ferons la description détaillée dans le chapitre suivant. Nous pouvons déjà dire qu'il se caractérise macroscopiquement pas une coloration uniforme, le plus souvent jaune ocre. Il est rarement lité et, minéralogiquement, il est constitué d'une association de grenat, séricite et quartz. Ainsi, au microscope on ne peut observer que de minuscules grenats enchassés régulièrement dans une gangue phylladeuse également très fine, tandis que le quartz doit toujours rester de taille submicroscopique.

- Ce que, à l'instar des exploitants, nous appellerons "grès" (2).

Cette partie stérile ne peut servir d'abrasif et ne saurait en aucun cas entrer dans la confection des pierres à rasoir. Macroscopiquement, la teinte peut se situer dans une large gamme à dominante jaune avec des tons de gris, vert ou rouge. Cette roche est assez souvent très finement litée. Du point de vue minéralogique, ce grès peut être constitué des mêmes minéraux que dans le cas du coticule, mais leur mode de présentation diffère fortement. Dans ces petits lits, toutes les associations sont possibles (3), mais une constante reste : le quartz est toujours au minimum de taille microscopique (et au maximum observable à l'oeil nu).

---

(1) A partir d'ici, nous réserverons le terme de coticule uniquement pour cette roche.

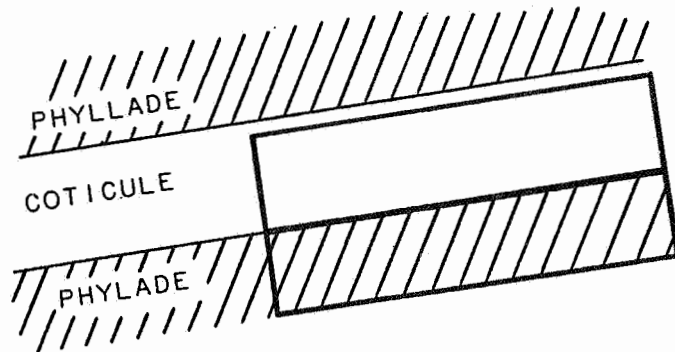
(2) Nous appellerons également cette roche du nom de pseudo-coticule ainsi que l'ont déjà fait Theunissen (1971) et Lessuisse (1981).

(3) La composition de ce grès peut varier depuis une imitation de coticule mais avec du quartz visible au microscope, jusqu'à une roche formée presque exclusivement de grenat ou de quartz.

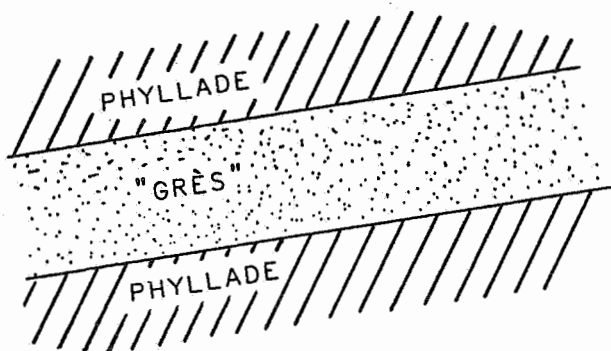
Il importe de préciser que macroscopiquement, la distinction entre ces deux types de roche s'avère très difficile à réaliser lorsque le "grès" n'est pas lité.

Le "grès" et le coticule d'épaisseur variable peuvent se combiner pour donner différents types de veines.

a) Coticule seul (très rare; ex : le Filet (1)).  
Cette pierre est alors extraite avec l'éponte qui se prête le mieux à la fabrication de la pierre à rasoir.



b) "Grès" seul (très fréquent; ex : le Petit Grès, le Gros Grès,...).  
Ces niveaux que les exploitants appellent "faux-filon", sont sans intérêt économique. Ils peuvent parfois servir de repère pour positionner des couches de bon coticule.  
Dans ces cas-là, ils portent un nom : le Rouge<sup>filet</sup>, qui permet de reconnaître la Fine; le Grès d'un Mètre qui situe le deuxième faisceau.

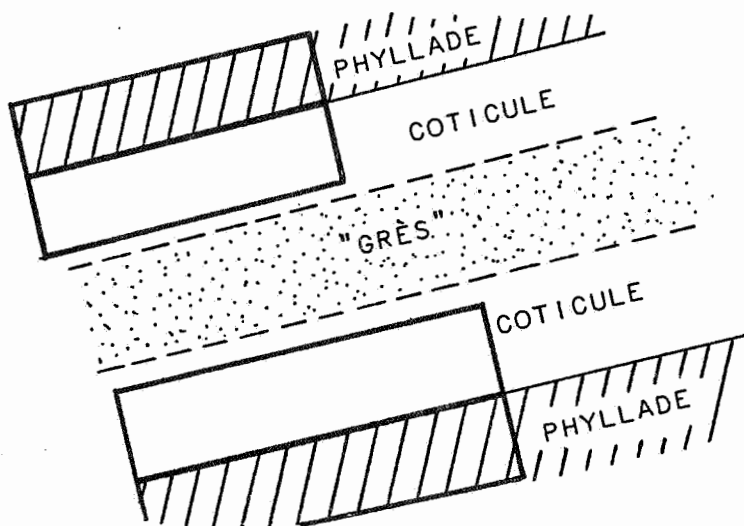


(1) Ces exemples sont extraits de la figure 2.1.

c) Deux veines de coticule séparées par un grès.

(ex : l'Allemande et la Couverte d'Allemande, la Dados et la Petite Tenne...).

Les deux veines de coticule qui portent chacune un nom sont taillées avec leur phyllade respectif.

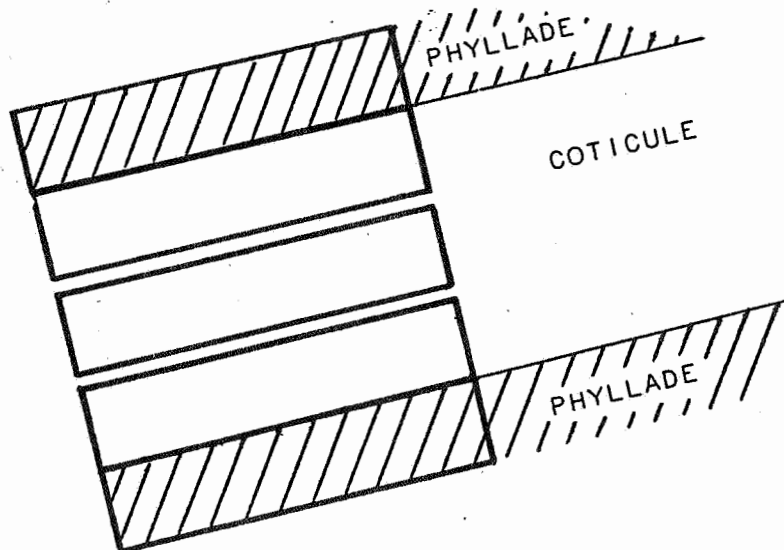


d) Veine épaisse de coticule.

Dans ce cas, le bon coticule est scié en tranches d'environ 1 à 1,5 cm d'épaisseur pour être ultérieurement collé à une plaquette de phyllade.

d1: uniquement du coticule

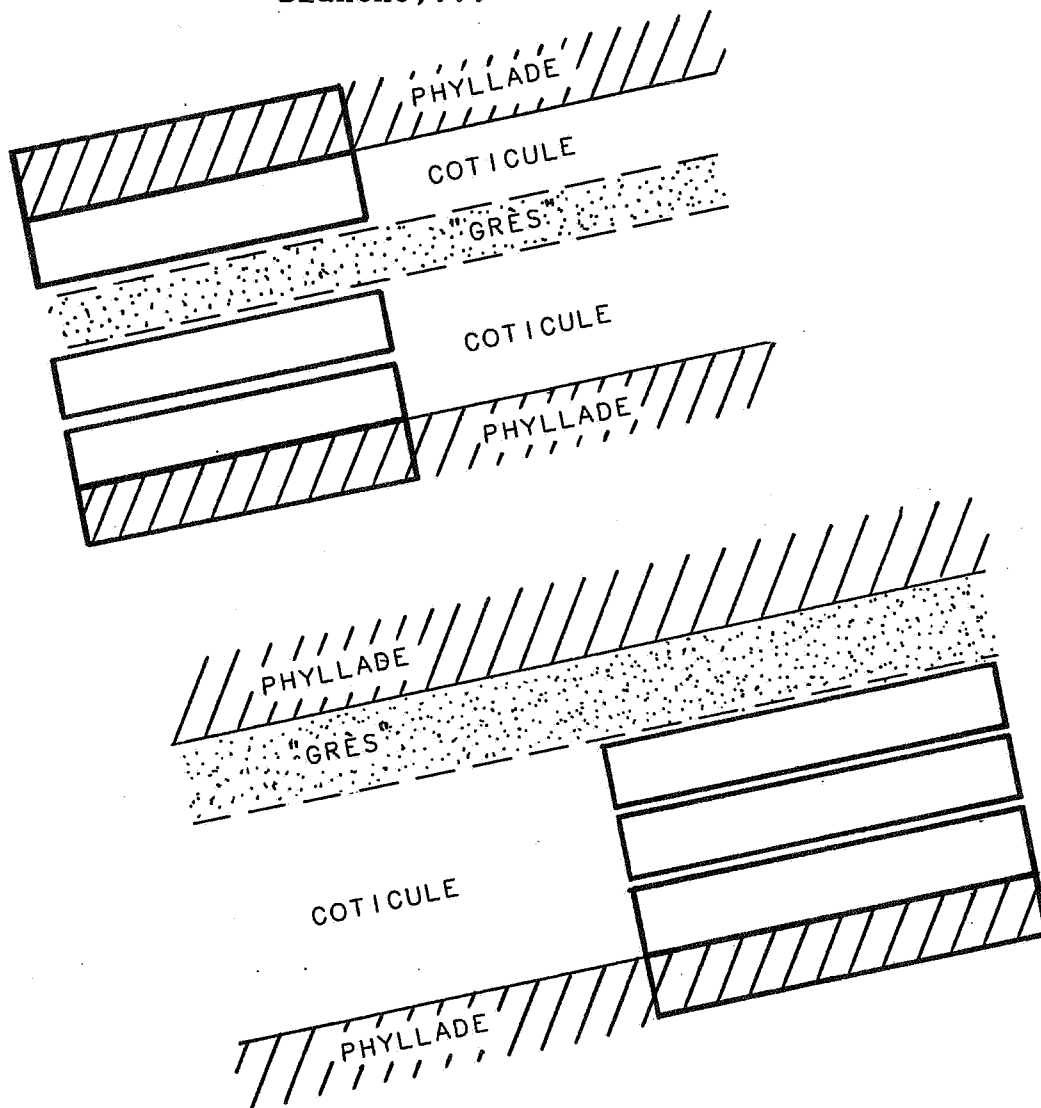
ex : la Tachetée, la Minette, la Dressante.





d2 : coticule plus "grès"

ex : les Grises, les Petas, la Vieille Rouge et la Vieille Rouge au Bleu, la Pareux et la Grosse Blanche,...



Remarque : il arrive parfois que le coticule se détache de son phyllade (soit lors de l'abattage, du transport ou du façonnage) il est alors possible soit de recoller les deux parties, soit de tailler le coticule puis de le coller sur un autre support phylladeux. Ces pierres sont alors appelées "pierres collées" par opposition à celles qui restent fixées au phyllade ("pierres au bleu").

### II.3 Dimensions et qualité des pierres à rasoir.

Avant de continuer la description des veines de coticule et pour bien comprendre les problèmes que vont occasionner les dérangements dans les veines de coticule, nous allons dès à présent définir les deux facteurs qui caractérisent une pierre à rasoir, à savoir ses dimensions et sa qualité. Il importe pour le fabricant d'optimiser ces deux facteurs (c.à.d. obtenir des pierres de taille maximum et de la meilleure qualité possible).

Les exploitants ont mis sur le marché deux types de pierre à rasoir (voir photos planche 13 et page 2).

a) *La pierre à rasoir proprement dite, qui a une forme parallépipédique rectangle, se caractérise par sa longueur exprimée en pouces (1 pouce = 25 mm). La longueur de ces pierres peut varier de pouce en pouce depuis 4 jusqu'à 12 pouces (1). Les autres dimensions sont en relation avec cette longueur :*

- . la largeur vaut le quart de la longueur (2)
- . l'épaisseur totale (coticule + phyllade) vaut la moitié de cette largeur.

Si la forme extérieure de la pierre est ainsi imposée, la fraction de coticule qu'elle contient s'avère difficilement quantifiable. Il importe cependant que l'épaisseur minimum de coticule soit proche de la moitié de l'épaisseur de la pierre. C'est ainsi qu'environ une moitié de pierre (partie coticule) va être utilisée comme abrasif, tandis que l'autre (partie phyllade) n'a pour but que de servir de support.

- 
- (1) Quelques pierres de plus grande taille (jusqu'à 20 pouces) furent exceptionnellement taillées.
  - (2) Depuis quelques années, ce rapport a changé, et la largeur ne vaut plus que le cinquième de la longueur (communication personnelle de M. Burton). Précisons également que des pierres de forme plus trapue ont également été taillées pour être exportées vers les U.S.A.

Etant donné que toutes les dimensions sont interdépendantes, si la longueur de la pierre augmente, il faut que l'épaisseur de coticule utilisable s'accroisse en proportion. Dans la pratique, c'est presque toujours l'épaisseur minimum de coticule qui va déterminer le gabarit de la pierre (en le limitant).

b) Les "bouts (belges)" sont de formes diverses, de préférence allongées. Le pourtour est polygonal avec des angles quelconques. Seules les deux plus grandes faces sont parallèles entre elles. Les bouts, de par leurs dimensions, sont répartis dans 9 catégories différentes (voir Lessuisse 1981).

Chacun de ces deux types de pierres possède son échelle de qualité (également reprise dans Lessuisse 1981) :

- . pierre à rasoir : 15 qualités différentes
- . bouts : 4 qualités différentes.

Différents critères sont utilisés par les exploitants pour déterminer la qualité des pierres tels, la "finesse du grain", la "dureté", divers défauts et un collage éventuel.

- . la "finesse du grain" mesure la qualité finale du polissage.
- . la "dureté" exprime l'aptitude de la pierre à user le métal (en relation avec la teneur en grenat)
- . certains défauts peuvent diminuer le prix de vente des pierres :
  - les filonets de quartz qui lézardent certaines pierres sont néfastes, car ils détruisent le fil acquis par le bon coticule (cette particularité se rencontre surtout dans les pierres extraites au Thiers du Preu ainsi que dans certains niveaux exploités à Regné);
  - la présence d'un fin litage dans le coticule entraîne une dépréciation de la valeur qui se trouve justifiée lorsque les différents petits lits sont de composition différente (ce point sera développé dans le troisième chapitre);

- l'hydroxyde de manganèse qui parfois remplit certains joints de la pierre n'enlève rien à sa qualité abrasive, mais l'effet inesthétique causé par ces lignes noires entraîne une diminution de sa valeur commerciale.
- . Le collage éventuel dont nous avons expliqué les raisons, entraîne également une diminution dans le prix de vente.

Nous ne retiendrons pas cette classification de qualité dont le but final est de cataloguer la pierre pour en établir son prix. Dans la suite, pour plus de facilité, nous nous contenterons d'une échelle moins compliquée du type :

<u>qualité</u>	<i>excellente</i>
	<i>bonne</i>
	<i>moyenne</i>
	<i>médiocre</i>
	<i>mauvaise.</i>

#### II.4 Irrégularités des veines de coticule et influence sur la taille des pierres à rasoir.

*Les veines de coticule et de "grès" sont souvent plissées.* Ces irrégularités peuvent varier depuis une légère ondulation jusqu'à un chiffonnement intense et introduisent ainsi de fortes variations dans l'épaisseur des veines.

Ces phénomènes sont abondamment illustrés dans l'article de Macar (1973) pour qui certains plis sont dus à des glissements sous-aquatiques pénécontemporains de la sédimentation.

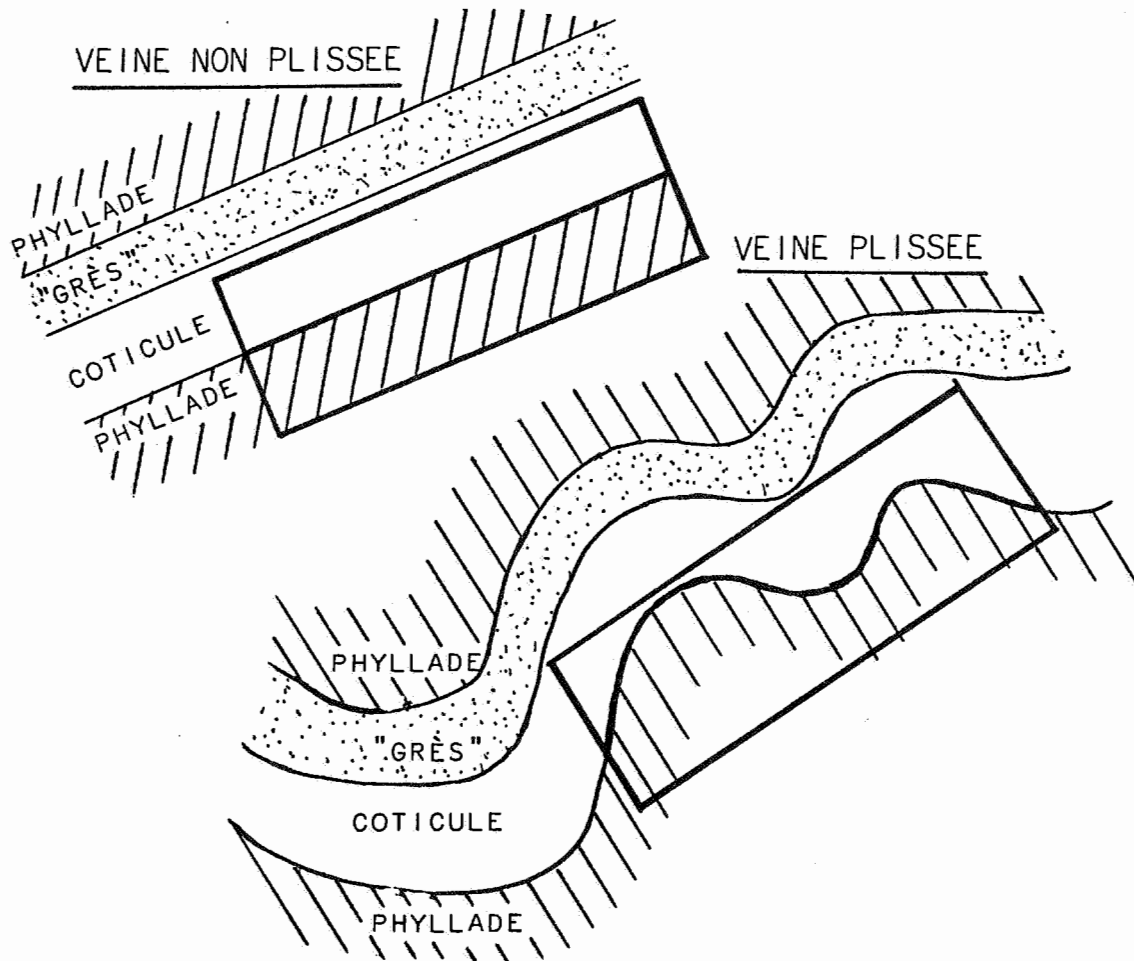
Auparavant, Corin (1924) avait déjà observé ces plissements et s'était tourné vers les expériences de Lohest (1913) pour les expliquer : étant donné que les niveaux à coticule sont plus résistants que le phyllade voisin, les mouvements tectoniques qui affectent l'ensemble ont tendance à plisser le coticule (niveau compétent), tandis que le phyllade (incompétent) réagit plastiquement.

Nous signalerons également que de *nombreuses failles* dont l'extension peut varier fortement (de quelques mètres à quelques centaines de mètres) sont à mettre en relation avec des plis. A proximité de ces failles, il s'avère souvent impossible de trouver du bon coticule. En effet, le développement de ces plis faillés occasionnent à la fois un laminage qui entraîne une diminution de l'épaisseur de la veine ainsi que la contamination du coticule par du "grès" proche en introduisant ainsi du quartz de trop grande taille à l'intérieur des bons niveaux de coticule.

Le développement de ces structures a souvent des effets néfastes pour l'exploitation pour deux raisons :

- ces plissottements détruisent la structure régulièrement littée et du "grès" se retrouve parfois mêlé au coticule;

- du point de vue du dimensionnement, il s'avère souvent impossible de tailler une pierre à rasoir d'un gabarit déterminé dans un niveau plissé.



A partir de ces notions, il est maintenant possible d'exprimer les conditions requises pour l'obtention d'une pierre à rasoir :

- 1) la veine doit contenir une épaisseur suffisante de roche de qualité coticule.
- 2) la surface de transition coticule - phyllade doit être la plus plane possible, car l'épaisseur minimum du coticule va décider du type de pierre qui va être taillé, et à défaut, de la forme du bout s'il n'est pas possible de respecter un des gabarits de pierre.

A ces deux conditions essentielles, il faut en ajouter une autre qui concerne *la tenue de la pierre* lors de l'extraction, du transport ou de la préparation. Au cours du sciage, il arrive parfois que le coticule se détache de son phyllade, et le fabricant résout ce problème en recollant les deux parties avant de continuer. Si par contre la pierre toute entière manque de fermeté, il ne sera alors plus possible de la travailler.

*Ce défaut peut provenir de différentes causes.*

- \* *La schistosité secondaire* qui permet le clivage dans les niveaux ardoisiers, se marque également, mais moins fortement, dans les couches de coticule. Dans les zones ayant subi de fortes tensions et lorsque le clivage que la schistosité induit, est proche du plan de la couche, les blocs de coticule se débitent mal, et il devient alors difficile de préparer des pierres.
- \* *La mauvaise utilisation des explosifs* peut développer des fissures et fracturer la roche.
- \* *Parfois les eaux météoriques percolant dans le massif* ont altéré certains niveaux de phyllade dont le manque de consistance a souvent entraîné la fracturation du coticule voisin qui, de ce fait, ne peut plus se prêter au façonnage.

## II.5. Logs lithostratigraphiques.

### II.5.1. Introduction

Afin de représenter dans l'ordre l'ensemble des veines de coticule (et un certain nombre de niveaux gréseux), qu'on peut rencontrer sur le terrain, nous avons établi deux logs qui correspondent à chacun des deux gisements.

Les observations de terrain qui auraient pu fournir les données nécessaires à l'obtention de ces logs se sont révélées difficilement réalisables. En effet, si de nombreuses exploitations furent créées, assez peu le furent à ciel ouvert où leurs déchets cachent de nombreux affleurements. D'autre part, un grand nombre de galeries souterraines qui menaient aux anciens fronts de taille sont soit en partie ébou-lées soit rendues inaccessibles sur les ordres du service d'ins-pection des mines. C'est ainsi qu'il ne reste actuellement que quelques affleurements pouvant encore nous renseigner sur la disposition des veines.

La reconnaissance des nombreuses petites veines (afin d'en faire une description et de prendre des mesures) et l'établissement d'une corrélation lithologique entre les différents affleurements ne peuvent se faire que sur la base d'une étude approfondie des points d'observation que des plis et des failles rendent difficile.

Afin de contourner cette difficulté, nous nous som-mes tournés vers les anciens ouvriers et exploitants qui ont passé la majeure partie de leur vie à proximité du front de taille. Nous avons donc dressé ces deux logs, principalement sur la base des données qu'ils nous ont fournies lors des nombreuses entrevues que nous avons eues (1).

Cette optique nous semble d'autant plus justifiable que ce travail de fin d'étude porte principalement sur les veines de coticule, dont l'observation et l'identification sur le terrain sont entravées par la présence de nombreux niveaux gréseux (pseudo-coticule).

---

(1) la note est reprise dans le bas de la page suivante.



De plus, les données que nous avons rassemblées de cette manière vont pouvoir servir de base à une étude systématique des affleurements (tout particulièrement pour la corrélation) en fournissant des points de repère fort précieux.

*Il importe de considérer l'ensemble des données reprises dans les logs avec quelques réserves, car les caractéristiques des veines (épaisseur du coticule et du phyllade, qualité des pierres,...) peuvent varier sensiblement d'une concession à l'autre.*

C'est pour le premier gisement que nous avons pu recueillir le plus de renseignements dont la comparaison nous a permis d'obtenir des confirmations. Par contre, il fut difficile de rassembler des informations sur le deuxième gisement qui n'est plus exploité depuis plusieurs décennies. Si donc, nous proposons des valeurs chiffrées, elles seront encore plus approximatives s'il s'agit de ce dernier.

---

(1) Origine des données qui ont servi à établir les logs :

\*Les anciens exploitants :

- M. BURTON : Thier du Preu, Thier du Mont, Regné, Hébronval, Ottré.
- M. PIETTE : Ottré, "Les Minières".
- M. BIDONNET : Regné, Hébronval, Ottré.
- M. OFFERGELD : Bihain, "La Fosse Roulette".
- M. BURNOTTE : Bihain.

\*Différents auteurs :

- Lessuise (1981) : les deux gisements.
- Theunissen (1971) : "La Fosse Roulette".
- Briol (1947) : Bihain.
- Gaspar (1975) : Ottré, Thier du Preu.
- Anten (1923); Corin (1925, 1927, 1928, 1968);  
Lohest et Forir (1901).

\*Observations personnelles sur le terrain.

## II.5.2. Données générales sur les gisements.

L'ensemble des veines de coticule, épais de 25 à 40 mètres peut être divisé en faisceaux :

- \* le premier gisement (figure 2.1.) composé de 4 faisceaux,  
de haut en bas : 4<sup>e</sup> faisceau : page 38  
3<sup>e</sup> faisceau : page 39  
2<sup>e</sup> faisceau : page 40  
1<sup>r</sup> faisceau : page 41

qui se superposent en un log représenté à l'échelle (basé sur les données de Regné),

- \* le deuxième gisement (figure 2.2.) composé de 3 faisceaux,  
de haut en bas : 3<sup>e</sup> faisceau : } page 42  
2<sup>e</sup> faisceau : }  
1<sup>r</sup> faisceau : page 43.

Ces faisceaux se superposent également en un log représenté à la même échelle (basé principalement sur les données du Thier du Preu).

Chaque faisceau regroupe un ensemble de veines exploitables, suffisamment proches les unes des autres pour pouvoir être exploitées ensemble (par l'ouverture d'une "galerie"(1)).

L'ouverture d'exploitation dépend de plusieurs facteurs :

- La place qui est nécessaire pour pouvoir travailler (définit la limite inférieure) et pouvoir encore étayer (définit la limite supérieure). L'introduction de matériel mécanisé (forage, transport) a imposé de plus grandes ouvertures.
- Le pendage des couches (plus les veines sont en dressant, plus l'ouverture peut être étroite).
- L'emplacement et la qualité des veines de coticule à l'intérieur d'un même faisceau : lorsque de bonnes veines sont espacées, l'exploitant s'efforcera de les extraire dans la mesure où l'étayage est encore possible. Parfois certaines veines intéressantes seront ainsi abandonnées.

---

(1) Les exploitants utilisent le terme "galerie" pour exprimer la "taille".

Inversément, il faut parfois effectuer une ouverture plus grande que l'ensemble des veines qui fournissent des pierres à rasoir.

- La mauvaise tenue du toit de certaines tailles oblige parfois les exploitants à en enlever une partie avant d'étayer.

Comme toute entreprise, l'exploitation du coticule fut confrontée à des problèmes de rentabilité. C'est ainsi que les exploitants se sont surtout intéressés aux filons les plus productifs ("les bons filons") en suivant les bonnes veines (parfois de manière anarchique). Dès lors, ce n'est pas parce qu'un faisceau n'a pas été exploité dans une concession qu'il n'y a rien à en tirer.

Du point de vue commercial, il ne suffit pas de produire, mais il faut également que l'exploitant puisse offrir une gamme complète de pierres à rasoir et de bouts, depuis les meilleures jusqu'aux moins bonnes qualités qui se vendent à bas prix. Le mineur aura donc soin d'extraire tous les blocs qui lui semblent susceptibles de fournir des pierres, car pour être certain de la qualité (c-à-d. apprécier les défauts), il faut scier et polir.

II.5.2.1. Le premier gisement (voir figure 1.1.)

Nous avons divisé ce gisement en 5 zones que nous avons appelées :

- (R) : Regné : Dressants à pendage Sud ( $60^{\circ}$  à  $80^{\circ}$ )
- (H) : Hébronval : Dressants à pendage Sud ( $30^{\circ}$  à  $60^{\circ}$ )
- (B) : Bihain : Plateures à pendage Sud (quelques degrés)
- (M) : Les Minières : Plateures à pendage Sud (1)
- (O) : Ottré : Dressants à pendage Sud (environ  $60^{\circ}$ ).

Etant donné que certaines de ces zones présentent de fortes similitudes ((H) et (R) ainsi que (M) et (O)), nous avons parfois pu regrouper leurs caractéristiques dans le log.

- 
- (1) La zone des Minières (lieu-dit) a été fortement bouleversée. Entre les nombreuses failles, les couches peuvent être de direction et de pendage fort variables :
- surtout Sud avec un faible pendage (mais pouvant aller jusqu'à  $60^{\circ}$ )
  - parfois Est ou Nord avec également un faible pendage.

#### II.5.2.2. Le deuxième gisement

Il comprend trois zones principales :

- le Thier du Preu
- le Thier du Mont
- la Fosse Roulette (située entre Vielsalm et Salmchâteau).

Nous nous sommes principalement intéressés aux Thier du Preu et Thier du Mont (1) où se situent des réserves de coticule, plutôt qu'à Salmchâteau où les veines furent exploitées plus intensivement.

Ce gisement, dont nous ne considérerons que la partie occidentale, est davantage tectonisé, et produit, en général, des pierres de moins bonne qualité qui, de plus, sont souvent parcourues par des filonets de quartz.

---

(1) Les caractéristiques reprises dans les logs s'appliquent d'avantage au Thier du Preu qu'au Thier du Mont.

II.5.3. Légende des logs.

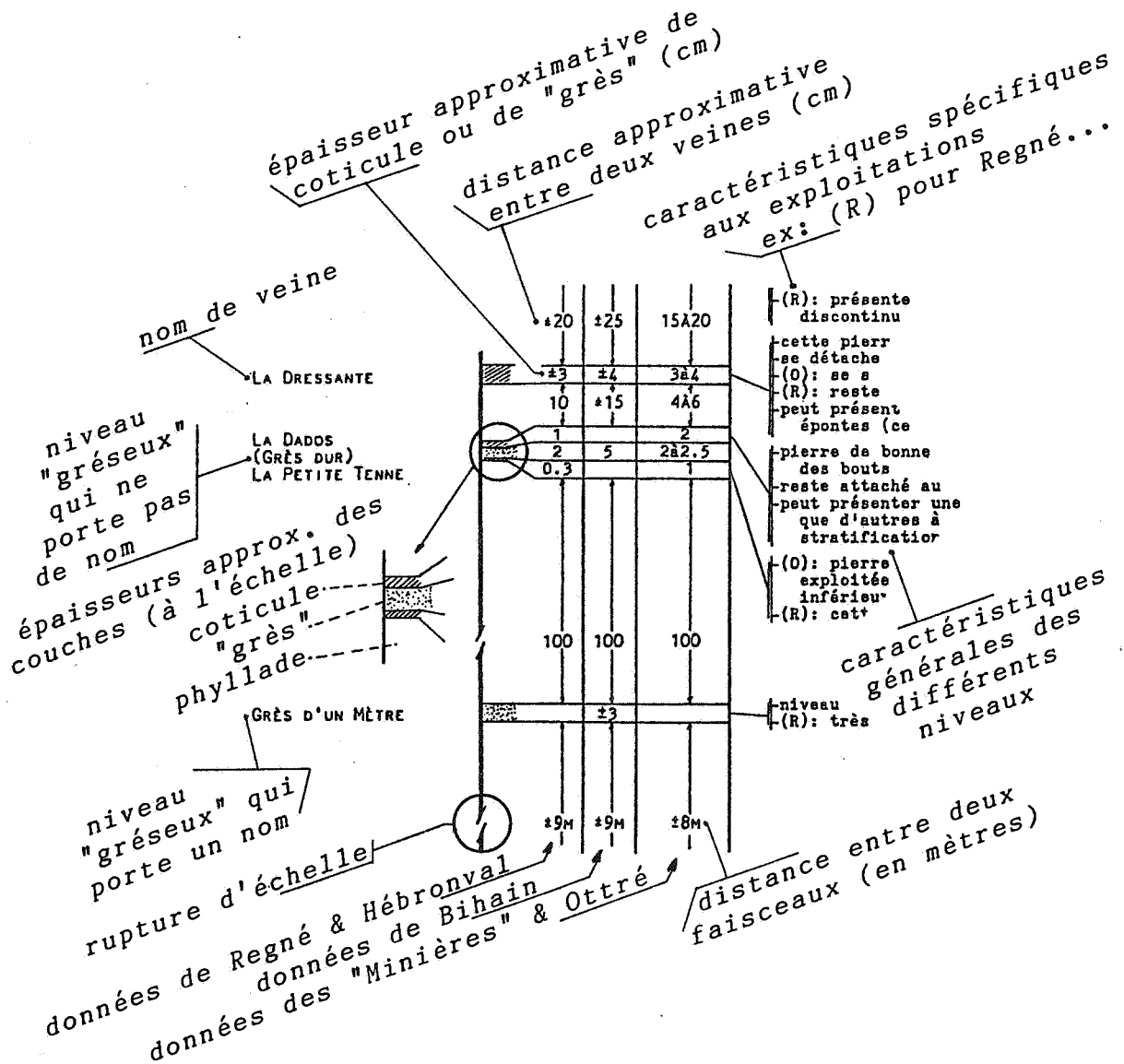
Pour faciliter la compréhension, nous avons défini la légende en l'appliquant à un extrait du log.

Précisons cependant quelques points.

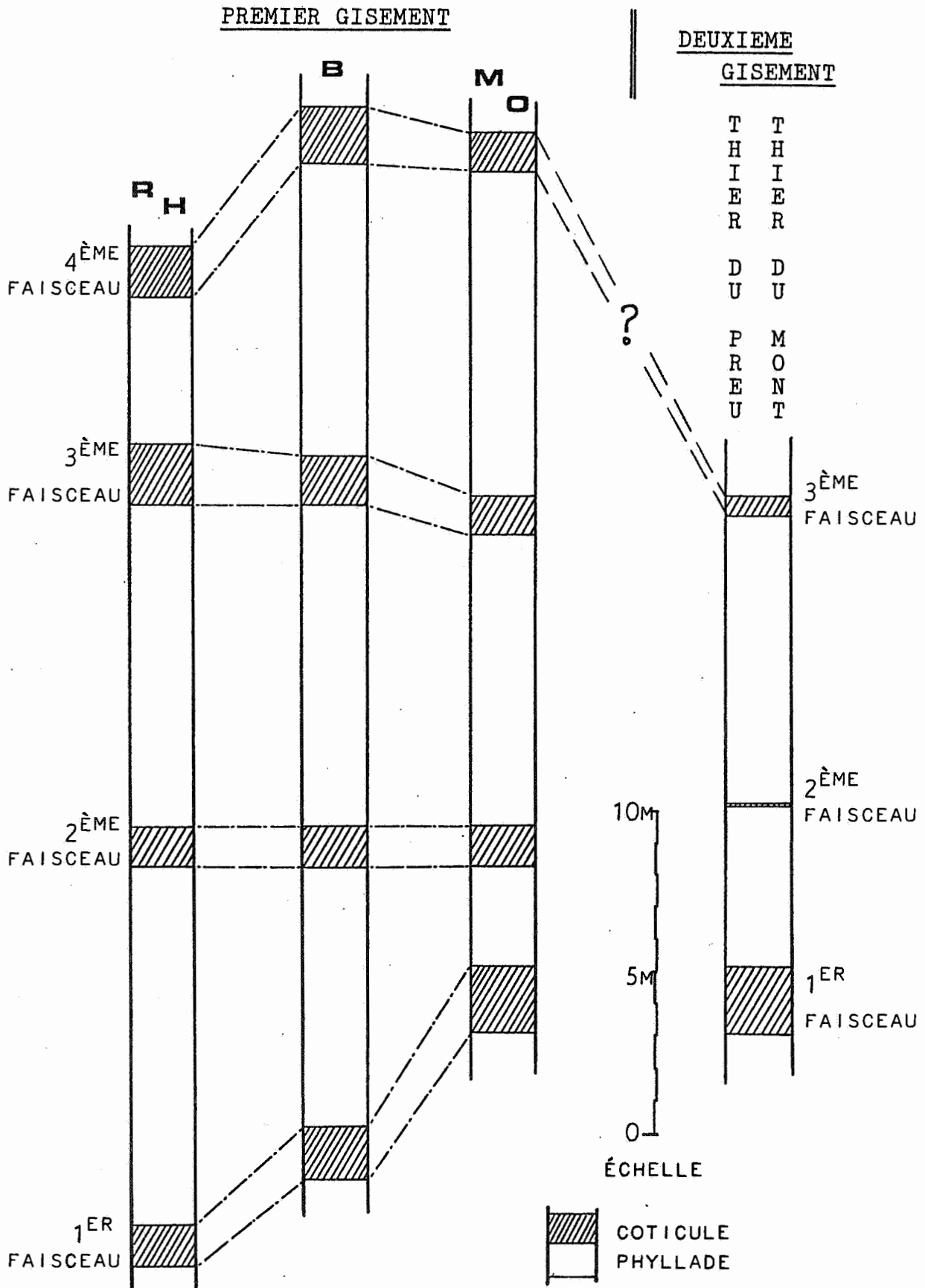
- L'échelle qui est représentée dans le haut de chaque planche est la même pour les deux logs (échelle: 1/10).
- Les épaisseurs de coticule, de "grès", ou de phyllade qui sont reprises à l'échelle s'appliquent :
  - pour le 1er gisement : aux valeurs de Regné
  - pour le 2è gisement : aux valeurs uniques.

! Précisons encore que ces valeurs sont approximatives et peuvent varier d'une exploitation à l'autre !

- Il n'est pas fait allusion à la couleur du coticule lorsqu'elle est jaune ocre.



- RESUME DES LOGS DES DEUX GISEMENTS -



**FIGURE 2.1: LOG DU PREMIER GISEMENT**

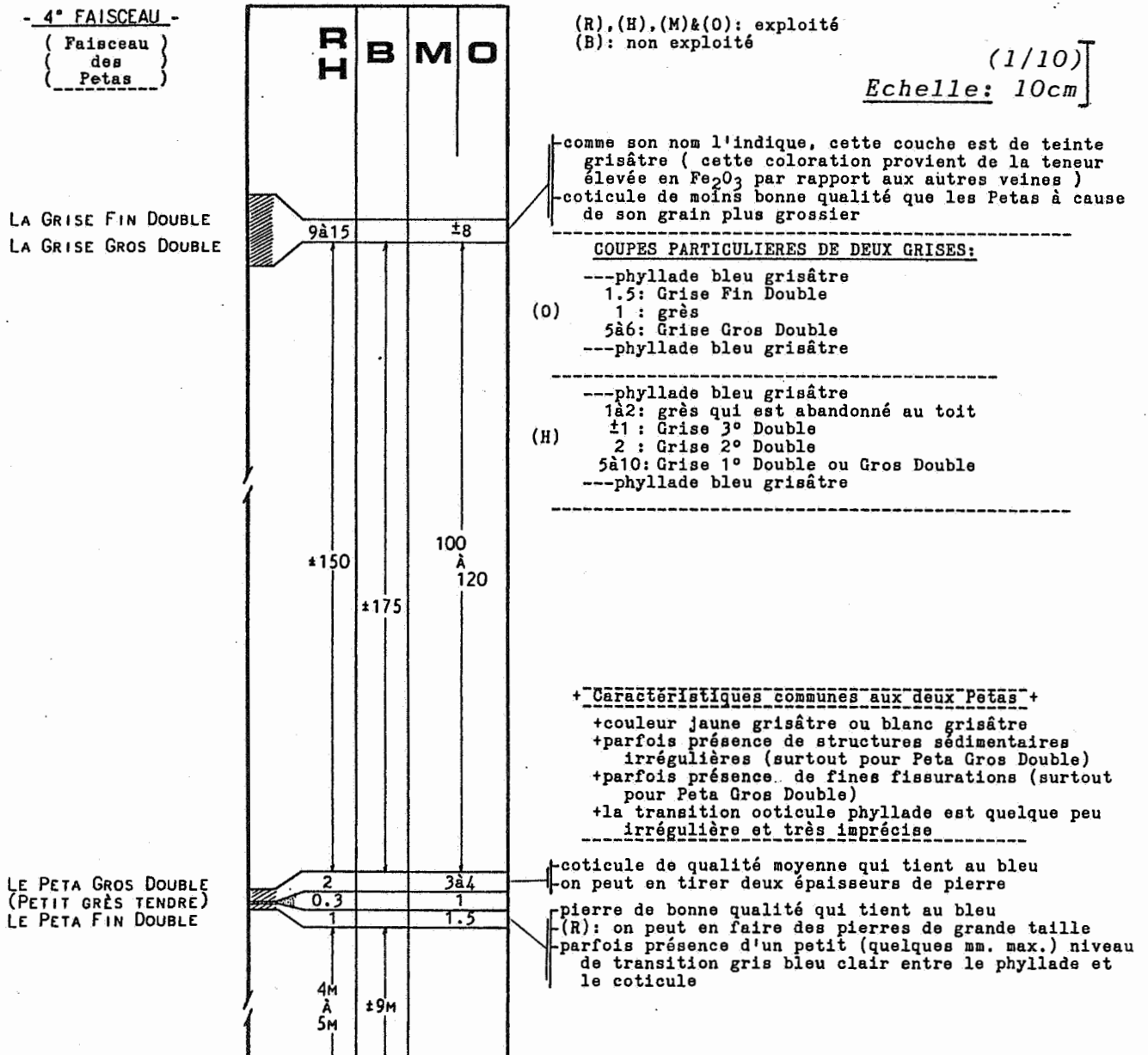
(REGNÉ - HÉBRONVAL - OTTRÉ).

Ce log se compose de 4 faisceaux superposés (de haut en bas):

- 4<sup>ème</sup> faisceau page 38
- 3<sup>ème</sup> faisceau page 39
- 2<sup>ème</sup> faisceau page 40
- 1<sup>er</sup> faisceau page 41.

La légende se trouve à la page 37.

Ce log est établi à l'échelle du 1/10<sup>ème</sup>.





- 3° FAISCEAU -  
( Faisceau des Dressantes )

(R), (H), (M) & (O): exploité  
(B): non exploité

(1/10)  
Echelle: 10cm

L'ALLEM. SAUVAGE (III)

L'ALLEM. SAUVAGE (II)

L'ALLEM. SAUVAGE (I)

LA COUVERTE D'ALLEM.  
(PETIT GRÈS)  
L'ALLEMANDE

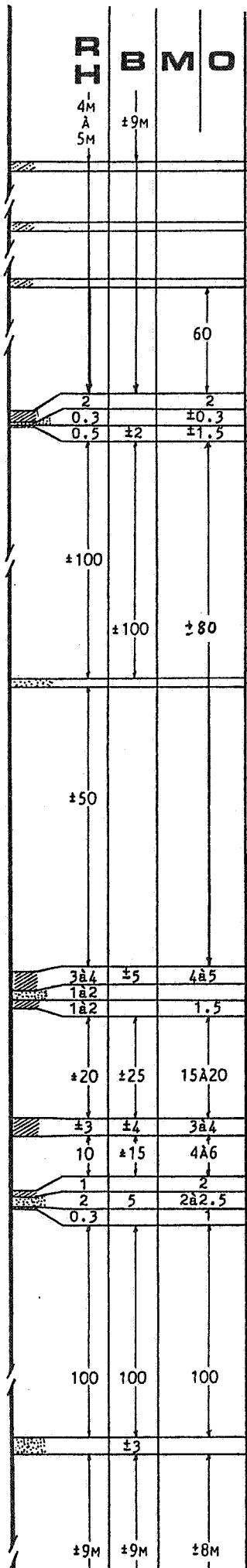
(GRÈS)

LA PAREU  
(PETIT GRÈS)  
LA GROSSE BLANCHE

LA DRESSANTE

LA DADOS  
(GRÈS DUR)  
LA PETITE TENNE

GRÈS D'UN MÈTRE



ces niveaux sont très rarement exploités car:  
- les pierres sont très dures et veinées  
- ils se situent trop à l'écart des autres veines et leur exploitation nécessiterait une ouverture trop grande  
- ils présentent souvent un litage très développé

ce niveau est souvent abandonné au toit  
- pierre dure et veinée d'assez mauvaise qualité (surtout à (H))  
- présente parfois un litage (petits lits gréseux)  
- petit niveau de grès verdâtre

- excellente pierre au bleu  
- (R): cette pierre est parfois veinée (plus qu'à (H)) ce qui en diminue la qualité  
- présente un petit filet (très caractéristique) blanchâtre discontinu dans le phyllade inférieur épaisseur: max. 0.6mm  
- distance au coticule: max. 5mm  
- la transition coticule phyllade s'effectue le plus souvent par l'intermédiaire d'un petit niveau bleu clair dont l'épaisseur varie entre 1 et 6mm

- filet de grès gris noir très résistant

!+(R): un niveau appelé "Petite Blanche" a été signalé !  
! par Mr. Burton entre la Pareu et la Grosse Blanche !

- présente parfois un niveau rosé (max. 1cm) entre le coticule et le phyllade  
- fournit des bouts de qualité moyenne  
- protège la Grosse Blanche contre l'explosion

- niveau gréseux de couleur verdâtre  
- pierre de couleur très pâle (surtout à (O))  
- coticule de qualité moyenne parfois bonne  
- peut contenir un très fin liseré bleuté discontinu à environ 5mm dans le coticule (très irrégulier)  
- reste souvent accolé par le grès à la Pareu  
- (R): présente en dessous le même liseré blanchâtre discontinu que la Fine et l'Allemande

- cette pierre est souvent d'excellente qualité  
- se détache presque toujours de l'éponte supérieure  
- (O): se sépare souvent du phyllade inférieur  
- (R): reste souvent fixé au phyllade inférieur  
- peut présenter des "clous de manganèse" dans les épontes (ce qui en diminue la qualité)

- pierre de bonne qualité, mais on n'en fait que des bouts  
- reste attaché au phyllade supérieur  
- peut présenter une petite veine (max. 1mm) ainsi que d'autres à peine visibles qui soulignent la stratification (de couleur violacée)

- (O): pierre d'excellente qualité qui n'est pas exploitée lorsqu'elle reste attachée à l'éponte inférieure  
- (R): cette veine ne vaut rien

- niveau très caractéristique  
- (R): très dur ("dur comme du fer")

- 2° FAISCEAU -  
( faisceau  
des  
Fines )

R H B M O

(R),(H),(M)&(O): exploité  
(B): c'est le seul faisceau qui a été  
véritablement exploité

(1/10)

Echelle: 10cm

LA COUVERTE DE FINE  
(GRÈS)  
LA FINE

- pierre de qualité semblable à la Fine mais on ne sait  
en faire que des bouts  
- le coticule tient parfois au phyllade, alors il faut  
tirer de petites charges explosives dans l'éponte sup.  
- (R): souvent de mauvaise qualité

- coticule d'épaisseur régulière  
- excellente qualité ("grain très serré, grande finesse")  
- (R): niveau exploité mais de mauvaise qualité  
- montre un petit filet blanchâtre discontinu à ± 0.5cm  
dans le phyllade sous-jacent comme l'Allemande mais  
dans ce cas-ci, la transition coticule phyllade est  
très nette

LE ROUGE FILET

!+(B): les trois niveaux gréseux compris entre la Vieille  
Rouge et la Fine se présentent là sous la forme de  
petits filets blancs discontinus qui sont de ce fait  
difficilement dénombrables et localisables

- niveau gréseux de coloration plus rouge  
- non exploité car la pierre est trop dure (difficile  
à percer à la barre à mine)  
- ce niveau caractéristique permet de reconnaître  
la Fine

LE GROS GRÈS

- niveau gréseux non exploitable

! ces deux grès étaient utilisés pour protéger les !  
! bons filons contre les chocs dus aux explosifs !  
!+(O): ne se rencontrent pas à Ottré

LE PETIT GRÈS

- niveau gréseux non exploitable  
- (R): des débris ont exceptionnellement servi à fabriquer  
des bouts de mauvaise qualité

LA VIEILLE ROUGE  
LA V. ROUGE AU BLEU

- pierre à grain demi-fin de teinte jaune un peu rouge  
- se détache du phyllade supérieur

- pierre à grain plus grossier de teinte plus jaunâtre  
- reste le plus souvent fixé à l'éponte (d'où son nom)

! ces deux veines se séparent facilement et servent !  
! surtout à la fabrication de bouts !

QUELQUES  
FAUX FILONS:

-F.F. DE 3 PIEDS

-F.F. DE 6 PIEDS

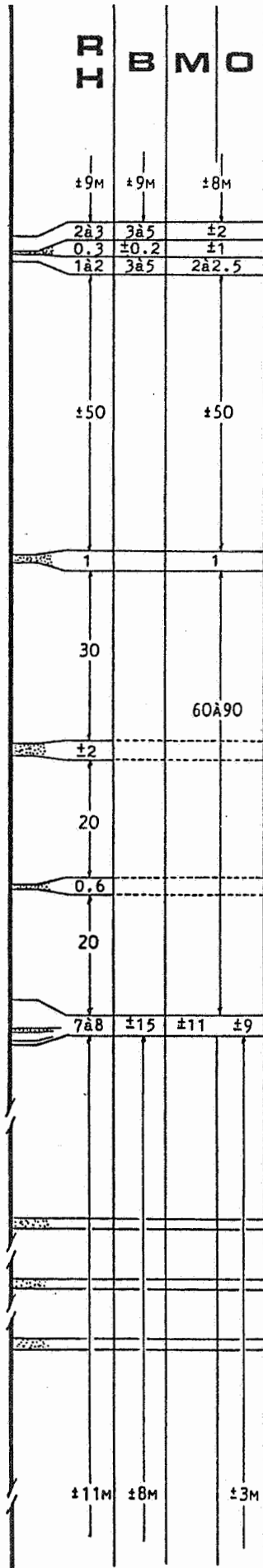
-F.F. DE 9 PIEDS

COUPES PARTICULIERES de la VIEILLE ROUGE et de  
la VIEILLE ROUGE AU BLEU:

(R) --- phyllade bleu  
±5: 1°double  
0.5: petit grès  
<2: 2°double  
.3à.4: 3°double ou Vieille Rouge au Bleu  
--- phyllade bleu

(B) --- phyllade bleu  
4à7: grès  
4à5: Vieille Rouge  
.2à.5: petit niveau d'argile jaunâtre  
4à5: Vieille Rouge au Bleu  
--- phyllade bleu

(O)  
(M) --- phyllade bleu  
(O): ±7cm & (M): max. 12cm: Vieille Rouge  
(parfois tout grès non exploitable)  
: petit niveau gréseux  
1à1.5: Vieille Rouge au Bleu  
--- phyllade bleu



- 1° FAISCEAU -  
 { faisceau  
 de la  
 Minette }

R H B M O

(R): exploité selon les concessions  
 (H)&(M): exploité  
 (O): peu exploité  
 (B): non exploité

(1/10)  
 Echelle: 10cm

LE TOIT

±11M ±8M ±3M

-couche non exploitée car:  
 (O): elle est peu rentable et l'ouverture de l'exploitation serait trop grande  
 (R): elle ne vaut rien

LA TACHETÉE

20 50

-veine de couleur jaune pâle avec de grosses taches noires (oxydes de manganèse) qui ressemblent à des myrtilles (d'où son autre nom: la Veine aux Myrtilles)  
 -pierre dure dont on fait des bouts pour menuisiers et cordonniers

LE GRÈS D'1/2 PIED

4 à 5

30 100

-peut parfois donner des bouts lorsque la pierre n'est pas bleuâtre ou "pourrie" (hors de ce qui reste du coup de mine)

LA MINETTE

1 MAX. 110

20 100

-filon de bonne qualité mais qui parfois se débite trop facilement en morceaux  
 -(M): cette pierre est d'excellente qualité

LE FILET

2 à 3 ±5 5

50 10

-pierre de couleur blanc rosé  
 -(O): ce filon est très rarement exploité car il se désagrège trop facilement (il n'est exploité que lorsque la roche voisine est tendre comme "une mine de crayon")  
 -(R): ce filon est enlevé pour obtenir une ouverture suffisante

QUELQUES  
 FAUX FILONS  
 NON  
 DÉNOMBRES

1.5M ±15M

-en dessous du Filet se situent plusieurs faux filons gréseux non exploitables

LA LORRAINE

-pierre bleu rougeâtre (couleur lie de vin) qui parfois contient de petits filets blanchâtres ou de petites taches punctiformes blanches quand elle est de qualité  
 -pierre abrasive utilisée surtout dans les tanneries et les corroieries  
 -exploitée dans différents endroits dont (H) et (R)  
 -(H): selon Mr Bidonnet, un niveau situé entre le 2° et le 3° faisceau a été exploité comme Lorraine

FIGURE 2.2: LOG DU DEUXIÈME GISEMENT

(THIER DU PREU & THIER DU MONT).

Ce log se compose de 3 faisceaux superposés (de haut en bas):

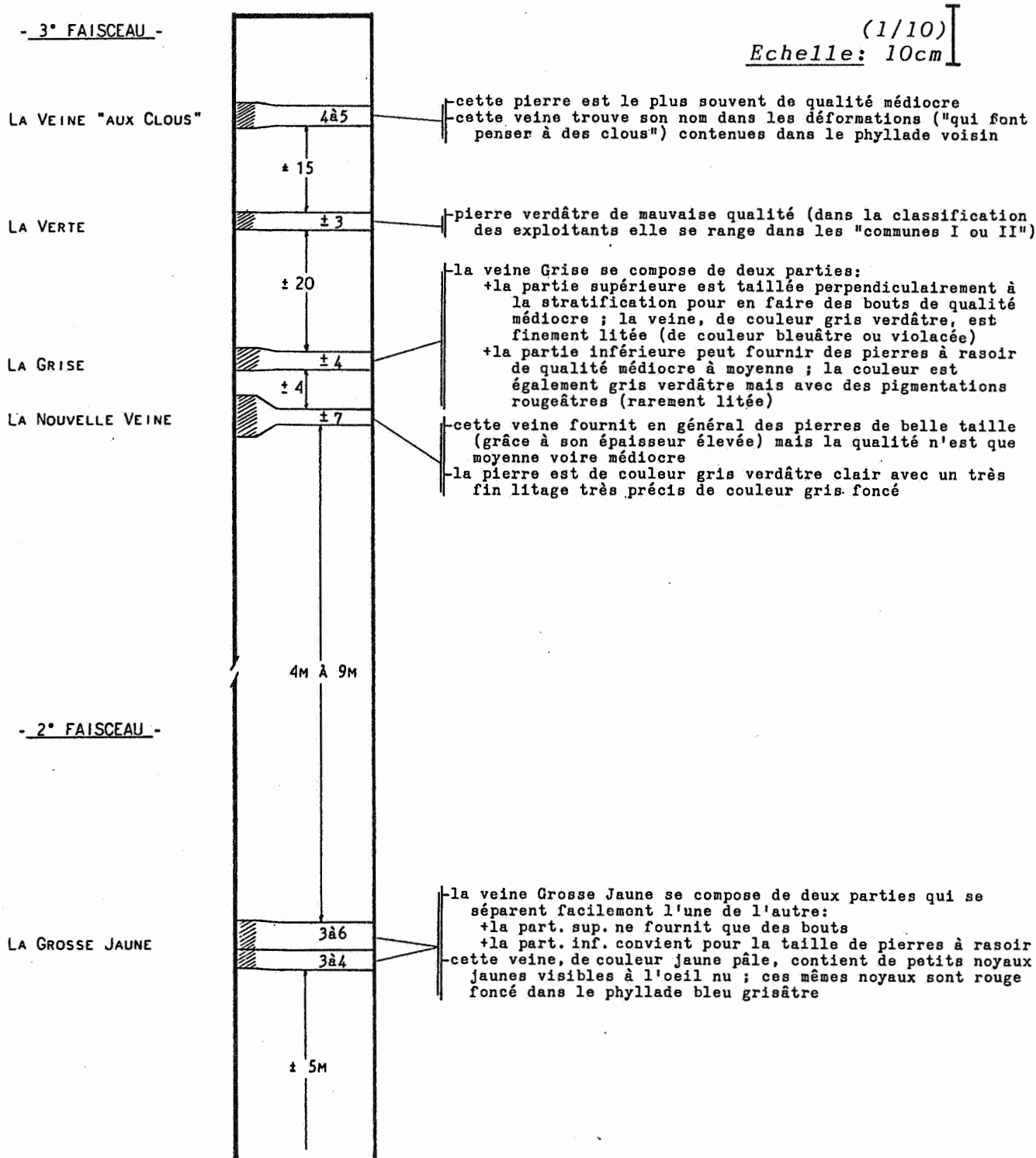
3<sup>ème</sup> faisceau

2<sup>ème</sup> faisceau page 42

1<sup>er</sup> faisceau page 43.

La légende se trouve à la page 37.

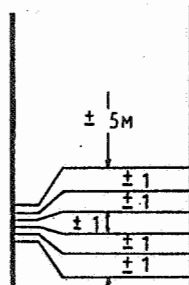
Ce log est établi à l'échelle du 1/10<sup>ème</sup>.



- 1° FAISCEAU -

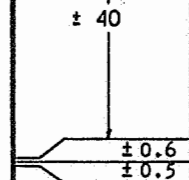
(1/10)  
Echelle: 10cm

LES LATNEUSES I ÈRE  
II ÈME



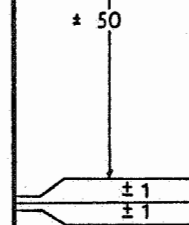
chacune de ces deux veines est accolée à un petit niveau gréseux et elles sont séparées par un petit niveau phylladeux ; précisons que ces deux veines restent souvent fixées l'une à l'autre lors de l'extraction  
 pierre jaune grisâtre de qualité moyenne contenant de petits lits assez diffus et dans le coticule (couleur gris verdâtre) et dans le phyllade (alternance de lits violet foncé et violet clair)  
 le phyllade voisin peut contenir de petits noyaux épars de couleur rouge foncé (cf la Grosse Jaune)

LA PETITE BLANCHE



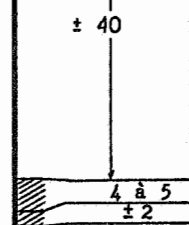
pierre jaune pâle assez homogène et d'excellente qualité  
 son exploitation est très intéressante malgré sa faible épaisseur  
 cette veine est accolée à un petit niveau gréseux

LA VEINETTE (=OLD ROCK?)



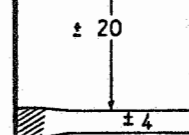
cette veine produit des pierres de grande dimension et d'excellente qualité  
 il arrive que le coticule se détache du phyllade alors il s'avère nécessaire d'effectuer "un collage"  
 le phyllade renferme un petit filet blanchâtre discontinu à quelques millimètres du coticule (cf Allemande, Fine et Grosse Blanche dans le premier gisement)  
 cette veine pourrait correspondre à la célèbre veine Old Rock exploitée à la Fosse Roulette entre Vielsalm et Salmchâteau (selon Mr Burton)

LA DRESSANTE



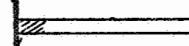
la Dressante se compose de deux veines de couleur jaune ("flammées") qui servent le plus souvent à la confection de bouts d'excellente qualité  
 parfois cette veine se délite facilement

LA GROSSE BLANCHE



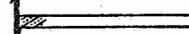
cette veine jaune très pâle produit d'excellentes pierres à rascir

LA VEINE "LA FLEUR"



cette veine très mince n'existe pas toujours  
 peut très exceptionnellement fournir des bouts de qualité médiocre

LA VEINE "AU QUWÈPI"

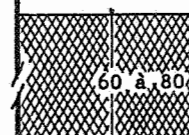


LA VEINE "AUX POISSONS"



ces deux veines ne sont pas exploitées car elles sont souvent de mauvaise qualité  
 il faudrait une ouverture d'exploitation trop grande

LA LORRAINE



pierre bleu rougeâtre (couleur lie de vin) qui parfois contient de petits filets blanchâtres ou de petites taches punctiformes blanches quand elle est de qualité  
 pierre utilisée en tanneries et corroieries  
 ce type de pierre existe également dans le 1er gisement

## CHAPITRE 3.

### ETUDE DES ECHANTILLONS.

-----

#### III. 1. Introduction, problèmes d'échantillonnage.

Afin d'établir et de préciser la nature de la roche surnommée "Pierre à Rasoir", nous avons eu recours à trois méthodes d'approche :

- la diffraction des rayons x soit sur poudre brute soit sur agrégats orientés ;
- l'examen microscopique en lame mince et en section polie ;
- l'analyse chimique.

Ces études concernent à la fois le coticule qui est, dans ce cas, le minerai, et la roche encaissante qui en est la gangue. En comparant les résultats analytiques avec les qualités marchandes respectives de chaque échantillon, nous tenterons de faire ressortir les qualités requises pour une "bonne pierre à rasoir", et les défauts qui les diminuent.

Avant de présenter la technique d'échantillonnage, rappelons que *beaucoup de matériaux appelés improprement "coticule" par le géologue, ne sont pas aptes à fournir des pierres à rasoir.* L'exploitant quant à lui ne s'intéressera qu'à un petit nombre de couches soit pour les exploiter, soit parce qu'elles servent à localiser les veines de bon coticule. Il leur donne un nom (voir chapitre 2 et tout particulièrement les figures 2.1 et 2.2). La présente étude ne tient compte que du "bon" coticule avec lequel il est possible de tailler des pierres à vocation économique.

Il est important de préciser de quelle manière les échantillons ont été sélectionnés.

A l'heure actuelle, un échantillonnage correct et exhaustif est difficile à réaliser sur le terrain car, d'une part, les accès aux anciennes exploitations sont soit dangereux soit rendus impraticables et, d'autre part, la mise à jour d'un ensemble complet de couches proches de la surface nécessiterait l'emploi d'engins du génie civil ce qui dépasse le cadre de cette étude.

C'est pour cette raison que nous avons contacté les anciens exploitants à savoir Messieurs Burton, Offergeld, Bidonnet et Piette. Ceux-ci ont aimablement mis à notre disposition une série d'échantillons représentatifs des couches exploitées (voir tableau 3.1).

Ces échantillons proviennent de dix veines différentes pour les mines de Hébronval-Regné (premier gisement), alors qu'environ 17 veines ont été exploitées ; de 6 veines pour le Thier du Preu (deuxième gisement) sur une dizaine exploitées et de 2 veines pour le Thier du Mont (deuxième gisement). De plus, un échantillon d'appellation "Lorraine" a été étudié, bien que cette pierre naturelle abrasive ne soit pas du coticule.

La liste des principales veines exploitées, ainsi que le code correspondant ont été portés dans le tableau 3.1, en commençant par les plus anciennes chronologiquement. Ainsi, l'échantillon H34A provient de la quatrième veine du troisième faisceau du Thier de Regné-Hébronval (premier gisement). Il convenait, outre le fait d'avoir le plus grand nombre possible de veines représentées, de posséder aussi plusieurs échantillons pour une même veine, afin de se rendre compte de la variation éventuelle de certains paramètres.

= 1<sup>er</sup> GISEMENT : Regné - Hébronval - Ottré - Bihain =

4 Faisceaux de couches :

- 1-1: LA MINETTE
- 2: LA TACHETÉE
- 2-1: LA VIEILLE ROUGE ..... H21A
- 2: LA FINE ..... H22A - H22C
- 3: LA COUVERTE DE FINE
- 3-1: LA PETITE TENNE
- 2: LA DADOS ..... H32A
- 3: LA DRESSANTE ..... H33A - H33E
- 4: LA GROSSE BLANCHE ..... H34X
- 5: LA PETITE BLANCHE
- 6: LA PAREU ..... H36A
- 7: L'ALLEMANDE ..... H37A - H37B - H37D - H37E
- 8: LA COUVERTE D'ALLEMANDE , H38A
- 9: L'ALLEMANDE SAUVAGE ..... H39A
- 4-1: LA PETA FIN DOUBLE ..... H41A - H41X
- 2: LA PETA GROS DOUBLE ..... H42A
- 3: LA GRISE GROS DOUBLE
- 4: LA GRISE FIN DOUBLE

= 2<sup>ème</sup> GISEMENT : Thier du Preu - Thier du Mont =

<u>3 Faisceaux de couches :</u>	THIER DU PREU	THIER DU MONT
5-1: LA GROSSE BLANCHE		
2: LA DRESSANTE		
3: LA VEINETTE OLD ROCK ..... P53A		
4: LA PETITE BLANCHE ..... P54A		
5: LES LATNEUSES ..... P55A		
6-1: LA GROSSE BLANCHE ..... P61A		
7-1: LA NOUVELLE VEINE ..... P71A		
2: LA GRISE ..... P72A		M72A
3: LA VERTE ..... P73A		M72A°
4: LA VEINE AUX CLOUS		

= NIVEAU PARTICULIER : LA LORRAINE ..... LO1

**TABEAU 3.1: LISTE DES PRINCIPALES VEINES ESPLOITÉES ET DES ÉCHANTILLONS CORRESPONDANTS.** Pour chacun des deux gisements, les veines sont renseignées dans l'ordre de leur présentation sur le terrain ( stratigraphiquement de bas en haut ) et de plus, elles sont regroupées par faisceaux d'exploitation.



D'une manière générale, chaque fois que du phyllade voisinait le coticule, il fut également étudié sans pour cela toujours pouvoir préciser s'il s'agissait de l'éponte supérieure ou inférieure.(1)

Pour bien fixer les idées sur les études auxquelles les échantillons ont été soumis, nous les avons tous repris au tableau 3.2 en indiquant "c" à la fin de la référence lorsqu'il s'agissait de la partie coticule et "f" lorsqu'il était question du phyllade. Seul cas particulier, la couche "Pareux" présente trois entités différentes (déjà décrites dans la figure 2.2.) : la partie coticule H36Ac, une partie intermédiaire rosée H36Ax et le phyllade H36Af.

---

(1) Etant donné que nous ne faisons pas ici de la recherche sédimentologique, nous ne nous sommes pas inquiétés du positionnement exact de l'échantillon (coticule au-dessus ou en-dessous de sa gangue phylladeuse). Cependant pour le savoir il suffit de se référer aux logs des figures 2.1 et 2.2 du précédent chapitre, car beaucoup de veines sont soit adossées à une autre, soit à un grès, ce qui définit le positionnement de l'échantillon (voir également le paragraphe II.2).

NOM DES VEINES	qualité du coticule	nom de code	minces lames	sections polies	poudres rayons X	agrég. or. rayons X	analyses chimiques	analyses
LA VIEILLE ROUGE .....	++	H21Ac f	*			*		
LA FINE .....	++	H22Ac f	*					
		H22Cc f	*	*	*	*		*(1) *(6)
LA DADOS .....	++	H32Ac	*					
LA DRESSANTE .....	++	H33Ac f	*					
LA GROSSE BLANCHE ....	+	H34Xc f						*(11) *(12)
LA PAREU .....	+	H36Ac x f	*			*	*	
L'ALLEMANDE .....	++	H37Ac f	*	*				
		H37Bc f	*		*	*	*	*(2) *(7)
		H37Dc f	*		*	*		*(3)
		H37Ec f	*		*	*		
LA COUVERTE D'ALLEM. .	o	H38Ac f	*			*		*(4)
L'ALLEMANDE SAUVAGE ..	o	H39Ac	*					
LA PETA FIN DOUBLE ...	+	H41Ac f	*					
		H41Xc f						*(9) *(10)
LA PETA GROS DOUBLE ..	o	H42Ac	*					
LA VEINETTE OLD ROCK .	++	P53Ac f	*			*	*	
LA PETITE BLANCHE ....	++	P54Ac f	*			*	*	
LES LATNEUSES .....	o	P55Af	*					
LA GROSSE JAUNE .....	+	P61Ac f	*	*	*	*	*	*(5)
LA NOUVELLE VEINE ....	o	P71Ac	*					
LA VERTE .....	o	P73Ac	*			*		
LA GRISE .....	o	M72Ac	*			*		
	o	M72A°	*					
LA LORRAINE .....		LO1	*	*	*	*	*	*(8)

**TABLEAU 3.2 :** Différents types d'étude sur les échantillons, auxquels nous avons ajouté la qualité approximative de l'échantillon analysé ( ++ : excellente; + : bonne; o : médiocre ). Sont également repris les numéros des analyses chimiques que nous utiliserons dans la suite.

### III.2. Données et observations minéralogiques.

#### III.2.1. Introduction.

De nombreux auteurs, et parmi ceux-ci, Renard (1878), Gosselet (1888), De Dorlodot (1910), Lohest (1911), Anten (1923, 1925), et plus récemment Theunissen (1969, 1970, 1971), Kramm (1976, 1980) et Lessuisse (1981) ont publié des observations minéralogiques sur le coticule et le phyllade qui lui est associé.

La minéralogie est fort semblable pour ces deux types de matériaux qui ne se différencient essentiellement que par la présence d'hématite dans le phyllade et son absence dans le coticule. D'autres minéraux sont communs : quartz, grenat, chlorite, mica, kaolinite et accessoirement rutile, tourmaline et apatite.

Des données importantes concernant les compositions chimiques des minéraux apparaissent dans Kramm (1976). Elles peuvent être résumées comme suit :

- Le grenat (1) est de la spessartine renfermant jusqu'à 8% d'almandin et des quantités accessoires de l'ordre de 2% de grossulaire et pyrope.
- Les chlorites (1) sont généralement magnésiennes. D'après la classification de Hey (1954) toutes les analyses de Kramm (1976) correspondent à des shéridanites. Elles présentent aussi des teneurs supérieures à 1 % de MnO.
- Les micas (2) sont constitués de muscovite phengitique et dans une moindre mesure de paragonite. Kramm (1980) signale également la présence d'un interstratifié (muscovite - paragonite).

---

(1) Déterminés à la microsonde ARL-EMX.

(2) Déterminés par rayons-X sur agrégats orientés.

### III. 2.2. Etude diffractométrique.

Afin de contrôler la minéralogie des échantillons de coticule et des phyllades associés, des diffractogrammes de poudre de 21 échantillons ainsi que 5 diffractogrammes d'agrégats orientés ont été effectués. (1)

Les échantillons analysés sont renseignés au tableau 3.2.

#### III. 2.2.1. Diffractogrammes de poudres désorientées.

Les échantillons concernés ont été finement broyés à la main au moyen d'un mortier en agate et non au broyeur à boulets. Cette technique de broyage manuel est préférable car elle ne conduit pas, en cours de préparation, à une déstructuration des phyllosilicates, lesquels sont très sensibles à un broyage trop poussé (communication verbale de J. Thorez). Les poudres ainsi obtenues ont été soumises à l'analyse diffractométrique. Tous les diffractogrammes ont été enregistrés dans des conditions opératoires similaires de manière à pouvoir faciliter leur comparaison directe.

A titre exemplatif, les diffractogrammes entièrement dépouillés du coticule (en bas) et du phyllade à hématite (en haut) de la veine appelée "FINE" (H22Cc et H22Cf) sont reproduits à la figure 3.1. De l'examen de ces diffractogrammes on peut constater que leurs caractéristiques (position des réflexions et leurs intensités) sont fort semblables.

---

(1) Diffractomètre Phillips PW 1090 ; 30 KV ; 30 mA ;  
ANTICATHODE au cuivre ; monochromateur avec dispositif  
de fente de divergence automatique.  
Enregistrements effectués par Monsieur Ruisseau, Laboratoire  
des argiles (Professeur J. Thorez), 9, Place du XX Août,  
Université de Liège.



Les réflexions attestent, de manière certaine, la présence de *spessartine*, de *quartz*, de *muscovite* et d'*hématite*, mais ce dernier uniquement dans le phyllade, et moins sûrement celle de *chlorite* et de *rutile*. (1)

Dans le but de regrouper un maximum de données sur l'ensemble des spectres étudiés, nous avons reporté dans le tableau 3.4 les intensités de plusieurs raies intéressantes des différents minéraux présents.

Les caractéristiques de ces réflexions (h k l) sont reproduites au tableau 3.3 et leur localisation a également été renseignée au bas des diffractogrammes de la figure 3.1. Ainsi, une comparaison systématique des intensités des raies sélectionnées, tant pour le coticule, que pour le phyllade, permet de constater en général que :

- les réflexions de l'*hématite*, toujours absentes dans les diffractogrammes du coticule, sont bien développées dans ceux du phyllade ;
  - les réflexions de la *spessartine* sont toujours plus intenses dans le coticule que dans le phyllade qui lui est accolé ;
- et on constate en particulier que :
- les échantillons de coticule des Thiers du Preu et du Mont ont tendance à développer des réflexions de la *spessartine* moins intenses que ceux provenant de la région de Hébronval ; ceci indique une variation quantitative relative entre les deux gisements.

---

(1) Dans un spectre de poudres désorientées, les réflexions (001) des phyllosilicates tels la *chlorite* apparaissent de moindre intensité et sont en général mal structurées. D'où le recours à la technique des agrégats orientés et de divers post-traitements en vue de préciser la présence et la nature de ces composés phylliteux.

MINÉRAL		$2\theta$	d (Å)	I/I <sub>0</sub>	(hkl)
- <u>Spessartine</u> : FICHE ASTM N° 10-354	Sp <sub>1</sub>	30.72	2.91	25	400
	Sp <sub>2</sub>	34.50	2.60	100	420
	Sp <sub>3</sub>	48.25	1.886	20	611,532
	Sp <sub>4</sub>	<u>57.06</u>	<u>1.614</u>	<u>30</u>	<u>444</u>
	Sp <sub>5</sub>	59.36	1.557	40	642
- <u>Hématite</u> : FICHE ASTM N° 13-534	He <sub>1</sub>	33.31	2.69	100	104
	He <sub>2</sub>	35.77	2.51	50	110
	He <sub>3</sub>	49.60	1.838	40	024
- <u>Muscovite</u> : FICHE ASTM N° 6-0263	Mu <sub>1</sub>	8.89	9.95	95	001
	Mu <sub>2</sub>	17.85	4.97	30	002
	Mu <sub>3</sub>	27.97	3.19	30	114
	Mu <sub>4</sub>	45.51	1.993	45	005
- <u>Chlorite / Kaolinite</u> : FICHES ASTM N° 7-77 & 6-0221	Ph <sub>1</sub>	12.4 / 12.3	7.11 / 7.18	70 / 100	002 / 001
	Ph <sub>2</sub>	25.0 / 24.9	3.56 / 3.58	50 / 100	004 / 002
- <u>Quartz</u> : FICHE ASTM N° 5-0490	Qz <sub>1</sub>	20.85	4.26	35	100
	Qz <sub>2</sub>	26.66	3.34	100	101
	Qz <sub>3</sub>	50.21	1.817	17	112
- <u>Rutile</u> : FICHE ASTM N° 21-1276	Ru <sub>1</sub>	27.44	3.25	100	110

**TABEAU 3.3:** CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE QUELQUES RAIES DU SPECTRE. Au tableau 3.4 nous reprendrons les intensités de ces réflexions dans les différents diffractogrammes étudiés, ainsi il sera possible de comparer les contenus minéralogiques des veines de coticule et de phyllade.

VEINE	Sp <sub>1</sub>	Sp <sub>2</sub>	Sp <sub>3</sub>	Sp <sub>4</sub>	Sp <sub>5</sub>	He <sub>1</sub>	He <sub>2</sub>	He <sub>3</sub>	Mu <sub>1</sub>	Mu <sub>2</sub>	Mu <sub>3</sub>	Mu <sub>4</sub>	Ph <sub>1</sub>	Ph <sub>2</sub>	Qz <sub>1</sub>	Qz <sub>2</sub>	Qz <sub>3</sub>	Ru <sub>1</sub>	Numéro de l'analyse chimique:	
H21Ac	40	+	28	38	56	0	0	0	38	26	18	30	4	0	18	+	18	16	1°	
H22Cc	46	+	38	46	60	0	0	0	12	6	8	8	0	2	16	+	16	4		
H36Ac	52	+	38	52	62	0	0	0	18	10	16	8	0	0	16	+	14	16		
H37Bc	42	+	32	42	58	0	0	0	16	8	12	14	0	0	26	+	22	8		2°
H37Dc	44	+	32	44	56	0	0	0	14	8	10	10	0	0	24	+	22	6		3°
H38Ac	56	+	46	58	74	0	0	0	6	2	4	8	0	0	18	+	20	6		4°
P53Ac	44	+	38	46	58	0	0	0	14	8	10	14	4	0	24	+	22	6	5°	
P54Ac	34	+	28	38	50	0	0	0	22	12	10	16	8	0	32	+	32	8		
P61Ac	20	70	16	20	26	0	0	0	28	20	20	26	40	48	24	+	20	14		
P73Ac	8	20	4	6	8	0	0	0	68	40	30	52	36	30	40	+	38	20		
M72Ac	12	42	8	18	18	0	0	0	52	20	20	20	30	24	44	+	30	10		
H21Af	16	62	16	22	28	58	24	16	26	18	14	22	4	2	18	+	14	8	6	
H22Af	28	+	20	28	40	32	18	10	20	12	14	20	4	8	12	+	12	8		
H36Af	4	6	4	2	4	76	26	18	44	26	20	28	14	18	18	+	16	12		
H37Bf	24	64	18	18	28	36	10	12	30	18	18	22	8	10	12	+	12	12		7
H37Df	30	+	14	30	40	26	10	10	26	14	14	18	8	10	18	+	18	10		
P53Af	22	+	20	22	30	28	10	8	30	18	16	20	12	16	18	+	12	10		
P54Af	20	46	12	16	20	60	12	12	34	24	18	38	14	20	16	+	16	10		
P61Af	4	10	4	4	6	48	12	12	36	20	20	32	20	28	30	+	22	10		
H36Ax	20	66	18	22	24	0	0	0	60	32	30	34	6	18	16	+	12	10	8	
L01	6	26	4	6	6	76	20	18	32	20	20	30	12	20	24	+	22	10		

TABLEAU 3.4: Tableau récapitulatif des intensités de certains pics (Rayons-X) définis au tableau 3.3 (regroupées par types de roche: coticule, phyllade associé, niveau H36Ax intermédiaire, LORRAINE). Nous avons également renseigné les échantillons qui ont été analysés chimiquement (le signe '°' indique les analyses de coticule).



Rappelons que les diffractogrammes de poudre désorientée ont été enregistrés à l'aide d'un goniomètre couplé à une fente de divergence automatique. Ce dispositif permet la restitution réelle des intensités des différentes réflexions (h k l), notamment dans la zone des grands angles de diffraction.

Pour obtenir une approche quantitative plus précise et une mesure des variations entre échantillons, il eut été nécessaire de procéder à des mélanges de standards et de réaliser ceux-ci par la technique des ajouts. À partir d'abaques, le pourcentage réel des composés (quartz, micas, ...) eût pu être dosé. Le caractère polyminéral du matériau, la finesse de ses composés, la difficulté de les séparer et la nécessité de réaliser ces mélanges standards avec les minéraux du coticule et du phyllade font que ce type d'analyse n'a pu être réalisé. Cependant, au paragraphe III.6.1., nous verrons qu'il est possible de quantifier simplement la teneur en grenat sur base des données diffractométriques.

#### III.2.2.2. Diffractogrammes d'agrégats orientés.

Différentes manipulations ont été effectuées sur les agrégats orientés (cf tableau 3.2.) pour extraire des données supplémentaires sur les phyllosilicates telles que composition des micas et identification de la kaolinite.

*La technique des agrégats orientés ou lames orientées* consiste à obtenir une préparation du matériau argileux (fraction inférieure à 2 microns) par voie de sédimentation et de centrifugation successives de suspensions (technique du Laboratoire des Argiles). Cette préparation conduit à couler à plat les particules de minéraux phylliteux (mica, chlorite, kaolinite). Ces particules s'orientent naturellement en parallèle avec le support au cours de la sédimentation et lors de la déshydratation en atmosphère du laboratoire.

Cette qualité fait que le dépôt orienté ne présente au rayonnement RX que des surfaces particulières perpendiculaires à l'axe Z (ou au paramètre c). Le diffractogramme RX qui en résulte ne présente plus que les réflexions de la série harmonique (001) des minéraux phylliteux. Les réflexions (h k) disparaissent sauf celles relatives à des minéraux non phylliteux (quartz, grenat) qui, malgré la granulométrie sélectionnée sont "passées" dans la préparation.

#### III.2.2.2.1. Composition des micas.

Les diffractogrammes d'agrégats orientés font ressortir la présence simultanée de muscovite (1) et de paragonite (1) : par exemple, à la figure 3.2, on constate l'épaulement de la paragonite (001) à gauche du pic de la muscovite (001), de plus le pic (003) de la paragonite est bien individualisé de l'interstratifié (paragonite-muscovite) signalé par Kramm (1980) et symbolisé par "Pa x Mu" sur la figure. Sur d'autres diffractogrammes non repris ici, cet interstratifié a pu également être observé entre les réflexions Pa (002) et Mu (002) lorsque leur intensité était très élevée (ce qui n'est pas le cas sur la figure 3.2).

---

(1) Nous rappelons les formules :

- la muscovite idéale :  $K Al_3 Si_3 O_{10} (OH)_2$
- la paragonite idéale :  $Na Al_3 Si_3 O_{10} (OH)_2$ .

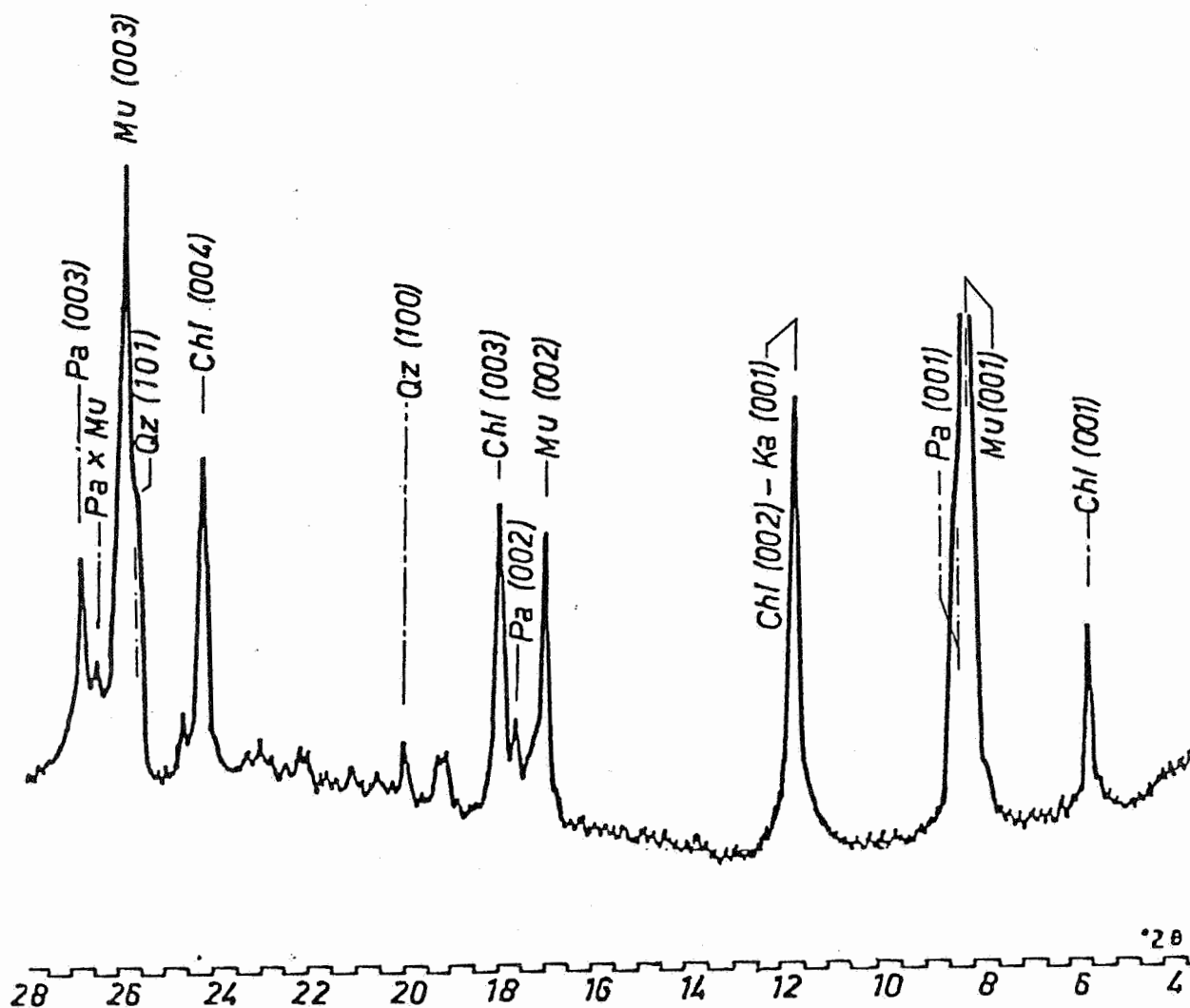


FIGURE 3.2: DIFFRACTOGRAMME DE RAYONS X SUR AGRÉGATS ORIENTÉS DE L'ÉCHANTILLON DE LORRAINE (LO1).

Les réflexions (002) et (003) de la paragonite et de la muscovite sont bien individualisées. A environ  $9^\circ 2\theta$  on observe un doublet sous forme d'une rupture de pente indiquant la présence de paragonite avec la muscovite prédominante. Entre les deux réflexions (003) des micas se trouve la réflexion de l'interstratifié paragonite / muscovite symbolisé par "Pa Mu".

Nous avons tenté d'appliquer la relation d'Esquevin (1) afin de vérifier la composition chimique des micas. Esquevin a en effet établi une relation entre d'une part le rapport des intensités des réflexions de la muscovite (002) et (001) que l'on peut écrire sous la forme  $I(\text{Mu}(002)) / I(\text{Mu}(001))$  et d'autre part la composition du mica.

Avec des rapports d'Esquevin variant entre 0,26 et 0,34 (précisément 0.26, 0.28, 0.32, 0.34, 0.34), on devrait conclure que les micas sont composés de muscovite et biotite ou de phengite. Ces résultats sont en contradiction avec ceux que nous obtenons par l'analyse chimique (que nous verrons plus loin au paragraphe III.4.2.) qui mettent en évidence le caractère faiblement ferromagnésien de cette roche (qui devrait dès lors correspondre à des rapports d'Esquevin voisins de 0,4).

Cette contradiction peut s'expliquer par la présence de paragonite dont la réflexion (001) qui se confond presque à celle de la muscovite, influence l'intensité de cette dernière. Ainsi, une estimation plus faible de l'intensité de la réflexion (001) de la muscovite entraînerait une augmentation sensible du rapport d'Esquevin.

(1) Relation d'Esquevin (extrait de "Practical identification of clay minerals", J. Thorez (1976)).

Esquevin (1969) has proposed to use the intensity ratio  $I(002)/I(001)$  to provide, at first approximation, the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{FeO}+\text{MgO}$  content in the octahedral layer. The ratio values can be correlated with the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{FeO}+\text{MgO}$  expressed in solid phase compositions as found in biotite, phengite, muscovite, or in a mixture of biotite + muscovite.

ratio values corresponding to solid compositions in the octahedral layer of	0	.15	.30	.40
	biotite	biotite + muscovite	phengite	muscovite

Fig.: Esquevin's method of fixing the composition in  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{FeO}+\text{MgO}$  in the octahedral layer of illites, based on the intensities of (002)/(001).

Ajoutons à cela que cette préparation (agrégats orientés) se compose de minéraux phylliteux dont la taille n'excède pas deux microns, et cette restriction pourrait également introduire des variations de composition.

#### III.2.2.2.2. Identification de la kaolinite.

Plusieurs auteurs ont signalé la présence de kaolinite dans certains lits à coticule (Anten (1924), Corin (1963, 1964), Theunissen (1970)). Cette kaolinite se présente sous forme de noyaux que nous décrirons plus loin dans la partie pétrographique.

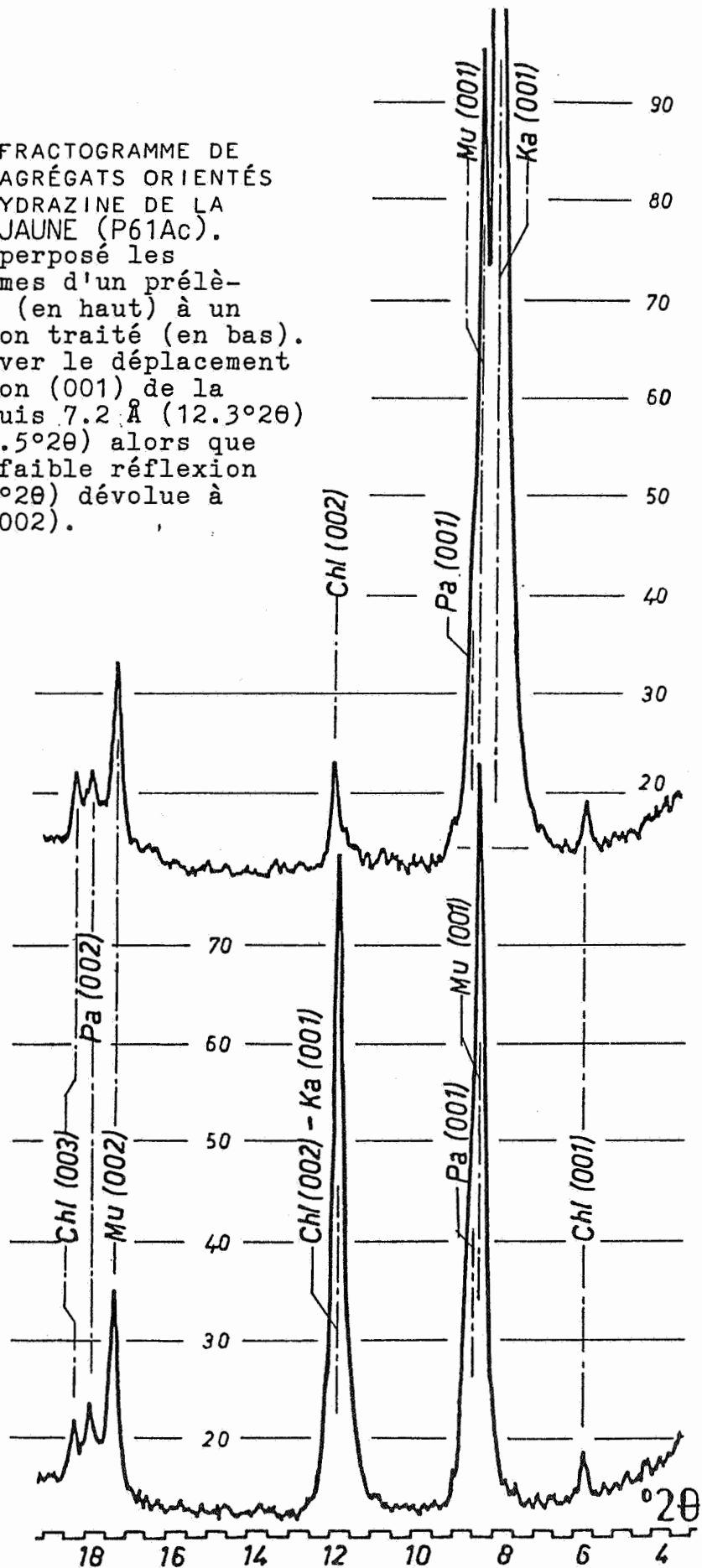
L'identification aux rayons-X de la kaolinite en présence de chlorite présente un problème : ses deux principaux pics (001) et (002) sont confondus avec ceux de la chlorite respectivement (002) et (004).

*Pour distinguer la kaolinite de la chlorite, nous avons traité les échantillons à l'hydrazine. (1)* La figure 3.3 permet la comparaison des deux spectres pour l'échantillon P61Ac qui contient de nombreux noyaux. On peut observer qu'après traitement (diffractogramme supérieur), la réflexion située à  $12,4^\circ 2\theta$  (soit  $7 \text{ \AA}$ ) a fortement diminué et que la fraction de kaolinite qui s'est expansée a occasionné le développement d'une réflexion à  $8,4^\circ 2\theta$  ( $10,4 \text{ \AA}$ ) à droite de celui de la muscovite (001) à  $8,9^\circ 2\theta$  ( $10,0 \text{ \AA}$ ). Ainsi la partie résiduelle à  $7 \text{ \AA}$  serait due à de la chlorite qui ne réagit pas à l'hydrazine.

---

(1) Rappelons que les kaolinites tricliniques (KT) bien cristallisées s'expansent lors du traitement à l'hydrazine. De ce fait, la distance réticulaire (d) entre les plans principaux (001) augmente ce qui se traduit sur le diffratogramme par le déplacement du pic (001) vers les petits angles ( $2\theta$ ) (en accord avec la formule  $n\lambda = 2d \sin \theta$ ), isolant le pic (002) de la chlorite.

FIGURE 3.3: DIFFRACTOGRAMME DE RAYONS X SUR AGRÉGATS ORIENTÉS TRAITÉS À L'HYDRAZINE DE LA VEINE GROSSE JAUNE (P61Ac). Nous avons superposé les diffractogrammes d'un prélèvement traité (en haut) à un prélèvement non traité (en bas). On peut observer le déplacement de la réflexion (001) de la kaolinite depuis  $7.2 \text{ \AA}$  ( $12.3^\circ 2\theta$ ) vers  $10.4 \text{ \AA}$  ( $8.5^\circ 2\theta$ ) alors que subsiste une faible réflexion à  $7.1 \text{ \AA}$  ( $12.5^\circ 2\theta$ ) dévolue à la chlorite (002).



Sur les cinq échantillons testés, deux ont réagi (P61Ac et L01). Dans les trois autres, moins riches en phyllosilicates, on n'a pas pu détecter la présence de kaolinite triclinique bien cristallisée (KT) par ce traitement à l'hydrazine. Ce fait n'implique pas nécessairement l'absence de la kaolinite, car sous sa forme désordonnée (Kd), le minéral ne réagit pas et sa réflexion principale reste stabilisée à  $7 \text{ \AA}$ . Il faut alors recourir à un test à l'acide chloridique 2N à chaud qui permet la mise en solution de la chlorite et la préservation de la kaolinite.

D'autre part, en cas de mélange kaolinite + chlorite en proportion sensiblement égale, et avec les performances de l'unité RX utilisée, on eût pu observer un doublet  $3,56 \text{ \AA}$  (kaolinite) et  $3,53 \text{ \AA}$  (chlorite). Cette dernière observation n'a pu être réalisée pour les trois échantillons concernés ce qui laisse penser à l'absence effective de kaolinite, et la réflexion à  $7 \text{ \AA}$  correspond donc au (002) de la chlorite.

### III. 3. Pétrographie.

#### III. 3. 1. Introduction.

Avant de passer en revue la pétrographie du coticule, du phyllade associé, des structures de ces deux roches et enfin des pierres particulières appelées 'Lorraine', nous allons effectuer une description succincte des échantillons en précisant leur structure.

Les pierres dont nous disposons ont déjà été taillées et polies. Elles présentent deux parties nettement distinctes par leur couleur :

- *le coticule proprement dit* est de couleur jaune ocre parfois plus claire, parfois plus grise et les seules irrégularités qu'on peut y trouver sont soit de légères variations de teintes mettant en évidence la stratification, soit des réseaux de petites fissures de coloration foncée ;
- *le phyllade voisin* est violacé, quelquefois plus violet ou plus gris selon les échantillons ; la stratification y est parfois marquée par de légères variations de teintes ou par un liseré bleu pâle situé à moins d'un centimètre du contact avec le coticule (caractéristique des veines Allemande, Fine, Grosse Blanche et Veinette Old Rock).

Alors que la plupart du temps, la transition coticule-phyllade est très nette, elle peut parfois se montrer plus progressive (ex : Petas Gros Double (H42A)) ou contenir un niveau intermédiaire bien distinct, comme par exemple l'intercalation de couleur beige rosé de l'échantillon de Pareux repris sous l'appellation H36Ax. La surface de contact est le plus souvent régulière et on n'y voit parfois que de légères ondulations.

Du point de vue minéralogique, le coticule est une roche à grains très fins, composée principalement de grenat, de séricite, et de quartz et accessoirement de chlorite.



Le phyllade voisin a en général une composition minéralogique semblable à celle du coticule dont il se différencie essentiellement par la présence en quantité souvent abondante d'hématite.

Pour se rendre compte de l'importance des caractéristiques minéralogiques et pétrographiques qui vont être présentées dans la suite, nous avons dressé un tableau (3.5) qui permettra au lecteur d'avoir, tout au long de ce chapitre, une vue d'ensemble sur certaines données extraites de l'étude des *lames minces*.(1) Et afin d'illustrer encore mieux les paragraphes qui vont suivre nous avons également mis à sa disposition quelques photos en annexe.

L'homogénéité d'un grand nombre d'échantillons peut être mise en défaut par différents éléments :

- la stratification qui se reconnaît soit à des alternances de petits lits de composition différente (°), soit à des paillettes phylliteuses détritiques, soit plus simplement au contact coticule phyllade ;
- des noyaux de kaolinite (°) ou de séricité (°) de grande taille : 100 à 400 microns ;
- des fissures remplies de quartz (très rares) ;
- des agrégats de grenats (°) (symbolisés par  $\oplus$ ) ;
- une schistosité de crénulation (°) qui déforme la structure (symbolisé par schistosité "c").

Les roches peuvent présenter deux schistosités. La première a orienté les paillettes phylliteuses de la matrice le plus souvent parallèlement à la stratification et dans de nombreux cas, elle a été reprise par une deuxième schistosité de crénulation.

---

(1) Voir tableau 3.5.

Chaque fois qu'au cours de ce chapitre, il sera intéressant de se référer à ce tableau, nous insérerons ce signe (°) dans le texte.

TABEAU 3.5 : RÉSULTATS DES OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES.

VEINE	QUALITE DU COTIGULE	GRENAT			HEMATITE		NOYAUX		STRUCTURE SEDIMENTAIRE: STRATIFICATION	TYPE DE SCHISTOSITE	
		TAILLE MAXIMALE (microns)	TENEUR ESTIMEE	MODE DE PRESENTATION DES GRAINS	TAILLE MAXIMALE (MICRONS)	TENEUR ESTIMEE	KAOLINITE	SERICITE			
H22Ac Cc	++	20 20	+++ +	∞ ∞∞					(+)	S (C)	
H32Ac	++	20	++	∞					+	S	
H33Ac	++	10	++	∞						S	
H36Ac Ax	+	15 20	++ o	∞ ∞∞	20	-	(+)	(+) +	(+)	S C	
H37Ac Bc Dc Ec c'	++	15 15 15 15 20	++ ++ ++ ++ -	∞∞ ∞∞ ∞∞ ∞ ∞∞						S S S S C	
H38Ac	o	20	+++	∞					(+)	S	
H39Ac	o	20	+ / +++	∞∞ & ∞					++	S	
H41Ac	+	15	+	∞∞	20	---				C	
H42Ac	o	15	-	∞∞	20	---	+	+		C	
P53Ac	++	15	+	∞∞ & ∞					(+)	(S)	
P54Ac	++	15	+	∞∞					(+)	S	
P61Ac	+	20	o	∞∞			++			C	
P71Ac	o	30	o / ++	∞∞ & ∞	20	---			+++	S	
P73Ac	o	20	-	∞∞ & ∞	20	---	+			C	
M72Ac c'	o	20 30	+ o	∞∞ & ∞ ∞∞ & ∞	75 100	--- --	+ ++	(+)	++ ++	(C) C	
M72A°	o	30	--- / -	∞∞ & ∞	75	---	+		+++	(C)	
H21Af		10	o	∞∞	40	+ / ++	+	+	+	S	
H22Af Cf		15 20	++ o	∞ ∞∞	30 50	+ o		+	(+) +	S (C)	
H33Af		10	--	∞∞	30	o		+	+	C	
H36Af		10	o	∞∞	30	o		+		C	
H37Af' f Bf Df Ef		15 15 15 15 15	- + o o --	∞∞ ∞∞ ∞∞ ∞∞ ∞∞	30 30 30 30 30	-- / o + o - -	+ ++ (+)	(+) (+)	(+) (+)	C C C S C	
H38Af		15	o	∞∞	20	-				(S)	
P53Af		10	+	∞∞	40	+		+	+	C	
P54Af		15	o	∞∞	30	+			+	(S)	
P55Af		15	o / +	∞∞ / ∞	40	o / ++	+		+	S	
P61Af		15	--	∞∞	40	+	++			C	
L01		30	--	∞	40	++			++	C	
++ : EXCELLENTE + : BONNE o : MÉDIOCRE		++ : TRÈS FORTE o : MOYENNE -- : TRÈS FAIBLE		∞∞ : ISOLÉS ∞ : JOINTIFS ∞ : EN AMAS	++ : TRÈS FORTE o : MOYENNE -- : TRÈS FAIBLE		++ : TRÈS NOMBREUX + : PRÉSENTS (+) : DIFFICILEMENT OBSERVABLES		++ : TRÈS DÉVELOPPÉE + : PRÉSENTE (+) : DIFFICILEMENT OBSERVABLE		S : SIMPLE C : CRÉNULATION ( ) : DIFFICILEMENT OBSERVABLE

Avant de passer à la description pétrographique des minéraux, précisons que toutes les lames ont été taillées perpendiculairement à la stratification et que la préparation très délicate de ces lames a été faite dans les laboratoires de Géologie (Professeur Bellière) du Sart Tilman. Les sections polies furent, quant à elles, préparées dans les laboratoires de Géologie Appliquée (Professeur Dimanche) au Château Lamarche.

### III. 3. 2. Description pétrographique des minéraux du coticule.

#### III. 3. 2. 1. Le grenat.

*Le grenat est de la spessartine.* Renard (1878), sur base d'observations au microscope, fut le premier à reconnaître ce minéral que, par ailleurs, nous avons identifié aux rayons-x.

Le grenat spessartine se présente le plus souvent sous forme de *grains arrondis de très petite taille* ( $^{\circ}$ ), le plus souvent inférieure à 20 microns (photo planche 1). Etant donné que sa taille est généralement inférieure à l'épaisseur habituelle de la lame mince (1), le grenat se superpose souvent à des paillettes de mica, ce qui a pour conséquence de masquer son isotropie (en raison de la biréfringence du mica) (photo planche 7). Dans un grand nombre d'échantillons (H32A, H37A, H37B, H38A...), nous avons remarqué que le grenat n'avait pas une forme arrondie, mais plutôt ovale, et que statistiquement l'allongement des grains s'ordonnait perpendiculairement à la stratification (photos planche 1 et 2). Parfois, certains grenats de taille supérieure à la moyenne peuvent présenter des surfaces planes en relation avec les faces rhomboédriques du cristal (photo planche 1).

---

(1) Parfois, certaines lames minces ont été taillées à plus faible épaisseur, et les grenats de plus grande taille sont de ce fait éteints en lumière polarisée (photo planche 2).

La teneur en grenat ( $^{\circ}$ ) varie dans une large mesure d'un échantillon à l'autre. Lorsque la teneur est faible (H22C, H33E, H41A, ...), le grenat se présente en grains isolés, répartis assez uniformément dans la matrice micacée. Dès que la teneur s'accroît (H32A, H33A, H37E, ...) les grenats deviennent jointifs par endroit, bien que, dans la plupart des cas, ils restent nettement individualisés. Si la teneur augmente encore (H22A, H38A, ...), ceux-ci apparaissent franchement jointifs. La lame est alors peu éclairée lorsqu'on l'observe entre nicols croisés, et si l'extinction ne se produit pas, c'est à cause du retard introduit par les faibles quantités de mica et de quartz interstitiels.

Dans certains cas, les grenats ont tendance à se rassembler pour donner des agrégats irréguliers d'assez grande taille (dépassant régulièrement 100 microns) et qui, de ce fait, sont parfaitement isotropes (photos planches 3 et 4). Ce phénomène se produit surtout lorsque la teneur en grenat est très élevée (H39A) mais peut également se présenter lorsque la teneur est faible (P71A).

Dans l'ensemble et hormis le cas des agrégats de grenat, il nous est apparu que la taille des grenats, reste relativement constante d'un échantillon à l'autre à l'intérieur d'une même veine (H37A, H37B, H37D, H37E) et ceci indépendamment de leur teneur qui varie davantage.

### III. 3. 2. 2. Les minéraux phylliteux.

Les minéraux phylliteux du coticule sont principalement représentés par de très fines paillettes de mica blanc : muscovite et paragonite, identifiées aux rayons-X, que nous désignerons sous le nom de séricite, et accessoirement de petites paillettes de chlorite magnésienne (la kaolinite peut également être reprise dans les minéraux phylliteux, mais du fait qu'elle se présente en amas, elle sera traitée individuellement dans le paragraphe réservé aux minéraux accessoires).

L'étude de la séricité est rendue difficile à cause de la petite taille des nombreuses paillettes qui se superposent ou s'enchevêtrent les unes dans les autres pour donner, entre nicols croisés, une cascade de couleurs qui s'échelonnent du gris au jaune orange du premier ordre (photo planche 7). L'extinction des paillettes de mica est droite et celles-ci présentent un allongement positif. Ces caractéristiques permettent de distinguer le mica de la chlorite qui montre, pour sa part, des teintes de polarisation beaucoup plus basses, dans le gris du premier ordre, ainsi qu'un allongement négatif. Lorsque la chlorite se superpose à des paillettes de mica, les teintes d'interférence plus vives de ces dernières masqueront celles de la chlorite qui passera dès lors facilement inaperçue.

Les paillettes de séricite sont généralement orientées soit parallèlement à la stratification, soit de manière oblique, en relation avec les schistosités qu'elles mettent en évidence.

### III. 3. 2. 3. Le quartz.

Le troisième constituant important du coticule est le quartz. Celui-ci est généralement si fin qu'il ne peut être identifié au microscope. Seuls les diffractogrammes de rayons-X ont permis de nous convaincre de sa présence et de son abondance (1) dans ce type de roche.

Le seul cas où il est possible d'observer le quartz, c'est lorsqu'il se présente dans de rares petites veinules au travers de niveaux riches en grenat (échantillons H39Ac et H37Bc) (photo planche 9).

---

(1) Dans les résultats d'analyses chimiques qui vont suivre, nous verrons que le pourcentage du quartz en volume peut varier de 17 à 32 %.

III. 3. 2. 4. Minéraux accessoires.

A côté des trois constituants essentiels qui ont été rencontrés en abondance dans tous les échantillons, la kaolinite (1) n'a pu être observée que dans un nombre plus réduit de lames minces (°). Elle apparaît toujours, entre nicols croisés, sous la forme de grandes plages éteintes au contour arrondi ou parfois découpé et de taille variant de 100 à 400 microns (photos planches 5, 6 et 7). Par contre, en lumière naturelle, elle se présente sous la forme de petites paillettes parmi lesquelles se trouvent des grains de grenat régulièrement répartis, ce qui lui donne le même aspect que les plages phyllosilicatées voisines.

Les autres minéraux accessoires du coticule sont le *rutile* qui se présente en très fines aiguilles et la *tourmaline* reconnaissable à son pléochroïsme. Dans certains échantillons, nous avons observé de petits cristaux prismatiques brunâtres qui pourraient correspondre à de l'*ardennite*. Nous avons pu constater la présence d'*hématite* en très faible teneur, mais d'assez grande taille (°) dans les veines de coticule du 4ème faisceau du premier gisement (H41Ac, H42Ac) et dans celles du troisième faisceau dans le deuxième gisement (P71Ac, P73Ac, M72Ac et M72A ).

III. 3. 3. Description pétrographique des minéraux du phyllade.

Afin d'éviter des descriptions superflues, nous allons comparer le phyllade au coticule et préciser ce qui l'en distingue. La différence essentielle entre ces deux roches est la présence dans le phyllade de minéraux opaques constitués presque exclusivement d'*hématite* que nous avons identifiée en lumière réfléchie (photo planche 10).

---

(1) La présence de la kaolinite a été démontrée par les rayons X.

Ainsi, au contact du coticule, sur une distance bien souvent inférieure à 100 microns, la teneur en hématite de la roche passe d'une valeur nulle à une valeur élevée.

La taille des cristaux varie dans d'assez larges proportions : le plus souvent elle avoisine 30 microns mais dans certaines lames elle peut atteindre 50 microns. Lorsque la dimension des cristaux d'hématite est très faible, ceux-ci deviennent translucides en lumière naturelle et colorent la lumière en rouge.

L'hématite est souvent anguleuse, parfois très allongée et sa proportion difficilement chiffrable peut varier fortement et exceptionnellement la faire apparaître comme minéral dominant du phyllade.

En ce qui concerne les autres minéraux, on peut faire quelques remarques qui sont le plus souvent résumées au tableau 3.5. Ainsi, par rapport au coticule voisin, on peut dire que d'une manière générale dans le phyllade :

- la teneur en grenat diminue ;
- la taille des grenats est plus petite ; maximum 15 microns ;
- il est exceptionnel d'y trouver des grenats regroupés en amas et le plus souvent ils se présentent nettement séparés les uns des autres ;
- le nombre de noyaux de kaolinite augmente et parfois ceux-ci renferment des teneurs en hématite très élevées si bien qu'ils apparaissent opaques en lumière naturelle (photo planche 5).

Dans le paragraphe qui va suivre nous traiterons simultanément des structures du coticule et du phyllade, car elles sont le plus souvent similaires de part et d'autre du contact.

III. 3. 4. Description pétrographique des structures du coticule  
et du phyllade.

Dans l'introduction précédant la description pétrographique des minéraux, nous avons présenté les principales structures que l'on pouvait rencontrer dans ces roches. Il est cependant nécessaire d'en préciser quelques points.

Rappelons avant toute chose, que seulement quelques lames (H22Cc, H37Dc, H37Df, H38Af, ...) sont homogènes (photos planches 1 et 2).

La stratification est le plus souvent marquée par une alternance de petits niveaux homogènes en eux-mêmes mais qui se différencient par leur composition (photos planches 3 et 4). Par exemple, dans de nombreuses lames, il est possible d'observer une succession de petits lits les uns très riches en grenat et les autres surtout phylladeux. De grandes paillettes de phyllosilicates détritiques telles que certaines chlorites peuvent également indiquer la stratification qui est parallèle à leur allongement (photo planche 8).

Deux schistosités ont pu se développer dans ces roches. La première a orienté les phyllosilicates, souvent parallèlement à la stratification. La deuxième, qui n'est observable que pour certains échantillons (°) et plus particulièrement dans les phyllades, se marque par une crénulation (photo planche 12). Celle-ci entraîne un accroissement de la concentration en grenat (et en hématite dans le phyllade) entre les microlithons.

La bonne ordonnance de la crénulation peut être contrariée par des noyaux formés de kaolinite ou de séricite accompagnés de grenat dans le coticule ou de grenat et d'hématite dans le phyllade (photos planches 5 et 6). Pour pouvoir dévier la schistosité de cette manière, ces noyaux devaient être indéformables, et nous y observons des phyllosilicates de même résistance que ceux de la matrice voisine (photos planches 5, 6 et 7).



Theunissen (1971) en a fourni l'explication. Il a observé une structure similaire mais contenant des porphyroblastes d'andalousite entourés de kaolinite. Les cristaux d'andalousite étaient donc ces prophyroblastes indéformables qui étaient présents lors du développement de la deuxième schistosité. Les noyaux de kaolinite que l'on observe dans les lames seraient donc une rétro-morphose de l'andalousite.

Les noyaux de séricite sont de même origine. Les amas de kaolinite, arrondis ou morcelés, sont entourés de séricite (photos planches 6 et 7). Il s'agirait donc là, d'une pseudomorphose de la kaolinite en séricite. N'oublions pas de dire qu'un certain nombre de ces noyaux séricitisés sont formés de deux parties concentriques : les paillettes de séricite qui composent la partie centrale s'alignent selon la première schistosité et celles qui se trouvent au pourtour ne présentent aucune orientation préférentielle. Cette caractéristique n'est pas observable sur les photos dont nous disposons.

Nous reparlerons ultérieurement de la transformation de l'andalousite quand nous envisagerons le métamorphisme de ces roches.

Pour que la schistosité puisse affecter la roche, il faut que la teneur en phyllosilicates soit suffisamment élevée donc que la teneur en grenat soit faible. Ceci explique le fait que dans plusieurs roches, la schistosité est bien développée dans le phyllade mais qu'elle s'arrête au contact du coticule qui forme un niveau plus rigide.

### III. 3. 5. Description d'une roche abrasive particulière appelée "Lorraine".

La description pétrographique qui précède se rapportait au coticule et au phyllade associé. Il existe un autre type de pierre abrasive naturelle qui a été présenté au deuxième chapitre et il est intéressant de la décrire succinctement.

-LA LORRAINE-

Cette pierre abrasive de qualité 'moyenne' est de couleur violet ou violet bleuté. Il est parfois possible d'y distinguer macroscopiquement un fin litage qui se marque par de très faibles variations de coloration.

L'étude pétrographique nous a permis d'y voir une minéralogie assez semblable à celle des phyllades (photo planche 11). Il faut cependant préciser que :

- les grenats sont de grande taille (30 microns) et en faible teneur ; ils ont une forme globuleuse et contiennent de l'hématite en inclusion ;
- l'hématite est également de forte taille (jusqu'à 40 microns) et en teneur assez élevée ; elle se présente souvent de manière très allongée parallèlement à la stratification ;
- le quartz est présent sous forme de cristaux visibles au microscope .

Il est possible d'observer un fin litage de même qu'une schistosité de crénulation très régulière.

On peut comprendre dès lors que ces quelques caractéristiques (taille plus élevée des minéraux et présence de quartz visible au microscope) confèrent à cet abrasif des qualités particulières que nous avons déjà signalées précédemment.

III. 3. 6. Retombées pratiques des observations minéralogiques.

Avant de clôturer ce paragraphe traitant de la pétrographie, il serait intéressant d'essayer de répondre à deux questions fondamentales.

- Est-il possible au départ d'une lame mince, par exemple taillée dans un sondage carotté, de déterminer la qualité d'un coticule ?
- Si nous sommes en présence d'une veine de bonne qualité, peut-on la reconnaître au microscope ?

En se référant au tableau 3. 5, nous allons présenter les principales caractéristiques qui font qu'un coticule est de bonne qualité.

- *Les grenats* doivent, de préférence, être de taille inférieure ou tout au plus égale à 20 microns et en teneur assez élevée ; ils peuvent être jointifs ou isolés mais il ne faut pas qu'ils soient cristallisés en amas dont la taille varie de 30 à plus de 100 microns, sinon le coticule devient de qualité médiocre.
- *l'hématite* n'est présente que sporadiquement, mais en grains de forte taille dans les échantillons H41A, H42A, P71A, P73A, M72Ac et M72A° qui se rangent parmi ceux de moins bonne qualité.
- Malgré des teneurs très élevées (nous verrons dans la suite qu'elles peuvent dépasser 30 % en volume), le *quartz* ne doit pas être cristallisé en grains visibles au microscope.
- *Les noyaux, tant de séricite que de kaolinite*, semblent affecter quelque peu la qualité des pierres à rasoir et cela peut s'expliquer car, étant composés de phyllosilicates et de grenats disséminés, ils perturbent l'homogénéité de la roche et tout particulièrement la schistosité de crénulation qui occasionne des zones soit enrichies soit appauvries en grenat.
- *les structures sédimentaires* très fines qui se rencontrent dans certains échantillons n'influencent la qualité que lorsqu'elles sont très développées et qu'elles font alterner des lits de caractéristiques différentes.
- *la schistosité* de crénulation se développe assez rarement dans le coticule et semble affecter légèrement la qualité de la pierre en introduisant des irrégularités dans l'homogénéité (concentration des grenats entre les microlithons).

En se servant judicieusement de ces critères, il est certainement possible de déterminer si cet échantillon-là est de bonne qualité, encore faut-il que la veine d'où il est extrait se prête à être taillée.

En effet, des défauts macroscopiques peuvent se présenter, comme par exemple un pli ou bien un clivage soit oblique soit parallèle à la stratification (voir au chapitre 2, l'ensemble des défauts macroscopiques qui affectent le coticule).

Cependant, pour un sondage carotté, il faut éviter des conclusions trop hâtives car il se peut par exemple que celui-ci traverse une bonne veine mais dans une partie affectée par des dérangements (1) ce qui amènerait l'analyste à sous-estimer la qualité de la couche.

Si on applique aux phyllades les critères qu'on vient d'établir, on pourrait conclure que certains sont des abrasifs de bonne qualité (exemples : H22Af, H37Af, H38Af...). Toutefois, il faut tenir compte des cristaux d'hématite qui ont des tailles souvent doubles de celles des grenats mais qui sont néanmoins de dureté inférieure (5 à 6 sur l'échelle de Mohs). Pour contrôler avec exactitude la qualité abrasive de ces phyllades, il serait nécessaire d'en faire des tests d'abrasivité et de les comparer à d'autres effectués sur coticule. En conséquence, il s'agit certainement de bons abrasifs dont la qualité ne saurait rivaliser avec celles des meilleurs coticules.

Il est plus délicat de répondre à *la deuxième question*. A l'intérieur d'une même veine, certaines caractéristiques peuvent varier selon les échantillons, parfois même dans de larges proportions. D'autre part, plusieurs lames minces peuvent être pétrographiquement similaires.

Il sera dès lors presque impossible de déterminer l'origine exacte d'un échantillon séparé de son environnement, alors qu'on pourra ... néanmoins... en estimer la qualité.

---

(1) Au chapitre 2, nous avons expliqué que les zones de dérangement affectaient très fort le coticule au point de lui faire perdre ses qualités.

### III. 3. 7. Conclusions.

Nous avons pu constater que les échantillons de coticule et de phyllade présentaient entre eux de fortes similitudes quant à l'aspect général de la roche, à la composition minéralogique et même à la structure.

L'hématite est le seul élément qui différencie fondamentalement le coticule du phyllade en colorant ce dernier en bleu.

Les principales irrégularités de structure qu'on a pu parfois observer au microscope dans ces roches sont :

- un fin litage,
- une schistosité de crénulation,
- des grenats cristallisés en amas.

L'observation au microscope de lames minces taillées dans un morceau de coticule peut permettre d'évaluer la qualité de cet échantillon mais pas d'en préciser l'origine.

. Dans la suite, nous allons étudier la composition chimique du coticule et du phyllade pour tenter de chiffrer l'abondance des minéraux qui les composent et sans doute obtenir des données intéressantes quant au métamorphisme.

III. 4. Analyses chimiques.

III. 4. 1. Données sur les analyses.

Jusqu'à présent nous avons passé en revue les caractères minéralogiques et pétrographiques essentiels des coticules et des phyllades encaissants.

Afin de compléter cette étude, nous avons eu la chance de disposer de huit analyses chimiques nouvelles (cf tableau 3. 2) effectuées sur une roche totale (1).

A celles-ci, il nous a été possible d'en ajouter quatre autres aimablement communiquées par Monsieur Lessuisse (également réalisées dans les laboratoires de Minéralogie de la Place du XX Août, par le même chimiste et suivant les mêmes méthodes).

Ces analyses seront comparées à d'autres tirées de la littérature : Kramm (1973, 1976, 1980), Renard (1878). Il est important de préciser que les analyses chimiques de Kramm ont été faites au départ d'échantillons prélevés sur le terrain. En introduisant ce chapitre, nous avons dit qu'il était très difficile d'avoir encore accès aux bons niveaux de coticule sans effectuer de travaux de déblaiement. Ainsi, nous considérerons que les analyses chimiques de Kramm ont été effectuées sur des niveaux de coticules stériles, impropres à l'exploitation. Par contre, l'analyse chimique de Renard a été réalisée sur du coticule de bonne qualité.

---

(1) Les analyses chimiques furent réalisées par J.M. Speetjens dans les laboratoires de l'Institut de Minéralogie (Professeur Bourguignon), 9, Place du XX Août, Liège.

Les oxydes furent déterminés par les méthodes suivantes :

- $\text{SiO}_2$  : Gravimétrie,
- $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Fer Total,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  : absorption atomique,
- $\text{FeO}$  : potentiométrie,
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : différence entre Fer Total et  $\text{FeO}$ ,
- $\text{P}_2\text{O}_5$  : colorimétrie,
- $\text{H}_2\text{O}$  : Technique de Penfield.

Pour simplifier leur représentation dans les tableaux et les diagrammes, ces analyses ont été numérotées de 1 à 24 et répertoriées dans le tableau 3.6. Les tableaux 3.7, 3.8, 3.9 et 3.10 reprennent l'ensemble des résultats des analyses chimiques (exprimés en poids et en millimoles), à propos desquels nous ferons quelques remarques au paragraphe suivant.

En quelques lignes, nous allons essayer de justifier le choix de huit échantillons récemment analysés. Les couches "Fine" et "Allemande" ont été retenues à cause de leur excellente qualité et de l'exploitation intensive dont elles ont été l'objet. Il était également intéressant de voir dans quelle mesure la composition chimique pouvait changer à l'intérieur d'une même veine de coticule ("Allemande"), ainsi qu'au passage coticule-phyllade. L'échantillon "Couverte d'Allemande" a été choisi pour son caractère "assez dur" (terme utilisé par Monsieur Burton) qui en diminue la qualité. L'échantillon de "Grosse Jaune" fut analysé car il renferme de nombreux noyaux qui, selon Monsieur Burton, altèrent sa qualité abrasive. La dernière, la "Lorraine" a été analysée à cause de sa particularité "supporte le tranchant gras" qui la destine spécialement à être utilisée en tannerie et corroierie.

### III. 4. 2. Tableaux d'analyse chimique (3.7, 3.8, 3.9 et 3.10).

Le tableau 3.7 permet tout de suite de constater la teneur très élevée en MnO aussi bien dans les coticules que dans les phyllades à hématite qui leur sont associés.

La silice, l'alumine et le manganèse constituent à eux seuls, dans les coticules, plus de 85 % et généralement même plus de 90 % en poids de la roche. Dans les phyllades à hématite, ces mêmes composants représentent de 70 à 80 % du poids total.

La différence essentielle entre le coticule et le phyllade associé se marque par la teneur en fer trivalent toujours nettement inférieure à 1,5 % dans le coticule, tandis qu'elle dépasse 8 % dans le phyllade.

NUMÉRO DE L'ANALYSE		VEINE CORRESPONDANTE	ORIGINE DE L'ANALYSE
1°	H22Cc	Cotic.: veine FINE	Analyse nouvelle
2°	H37Bc	id. : veine ALLEMANDE	id.
3°	H37Dc	id. : veine ALLEMANDE	id.
4°	H38Ac	id. : veine COUVERTE D'ALLEMANDE	id.
5°	P61Ac	id. : veine GROSSE JAUNE	id.
6	H22Cf	Phyll.: associé à la veine FINE	id.
7	H37Bf	id. : associé à la veine ALLEMANDE	id.
8	L01	id. : LORRAINE	id.
9°	H41Xc	Cotic.: veine PETA FIN DOUBLE	Lessuise
10	H41Xf	Phyll.: ass. à la veine PETA FIN DOUBLE	id.
11°	H34Xc	Cotic.: veine GROSSE BLANCHE	id.
12	H34Xf	Phyll.: ass. à la veine GROSSE BLANCHE	id.
13°	SA4	"Coticule"	Kramm
14	SA2	Phyllade voisin de 13°	id.
15°	OT4	"Coticule"	id.
16	OT3	Phyllade voisin de 15°	id.
17	OT5	id.	id.
18°	SA3	"Coticule"	id.
19	RE2	Phyllade proche des veines de "coticule"	id.
20	SA5	id.	id.
21	SA9	id.	id.
22	OT2	id.	id.
23	MO1	id.	id.
24°		Coticule	Renard

TABLEAU 3.6: Liste et origine des analyses chimiques.

(Le signe "°" est utilisé pour les analyses de coticule.)



	H22Ac 1°	H37Bc 2°	H37Dc 3°	H38Ac 4°	P61Ac 5°	H22Af 6	H37Bf 7	L01 8	H41Xc 9°	H41Xf 10	H34Xc 11°	H34Xf 12
SiO <sub>2</sub>	52.47	54.63	54.74	53.41	51.79*	48.58	47.40	50.28	58.48	54.22	50.96	49.91
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.85	0.80	0.89	1.24	0.99	1.13	0.81	1.42	1.35	1.91	1.25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.20	20.01	20.05	17.00	26.20	21.60	23.58	18.82	23.70	23.97	29.28	20.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	0.71	0.84	0.36	0.87	9.59	10.17	17.16	1.34	8.50	1.09	14.23
FeO	0.49	0.43	0.34	0.91	0.40	0.43	0.33	0.22	0.07	0.08	0.04	0.12
MnO	18.14	17.06	16.87	23.47	7.20	11.18	7.80	2.20	5.55	1.00	6.00	1.94
MgO	0.55	0.42	0.51	0.41	0.51	0.82	0.82	1.76	0.86	1.42	0.38	0.82
CaO	0.56	0.46	0.44	0.36	0.18	0.36	0.35	0.11	0.10	0.04	0.16	0.07
Na <sub>2</sub> O	0.86	0.76	0.80	0.49	1.18	1.04	1.37	1.15	1.26	1.44	1.84	1.59
K <sub>2</sub> O	2.32	2.27	2.24	1.11	2.68	2.34	3.78	3.08	3.76	3.93	4.29	3.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.20	0.17	0.16	0.06	0.06	0.17	0.21	0.04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
H <sub>2</sub> O	2.21	2.20	1.99	1.14	7.69	2.57	2.82	4.15	3.47	3.95	3.46	2.99
Total:	100.35	99.97	99.78	99.61	100.00*	99.67	99.76	99.78	100.01	99.90	99.41	97.28**

TABLEAU 3.7: RÉSULTATS D'ANALYSE CHIMIQUE: valeurs pondérales (%).

(\*): le pourcentage en silice a été calculé par différence.

(\*\*): résidus insolubles.

(°): coticule.

	H22Ac 1°	H37Bc 2°	H37Dc 3°	H38Ac 4°	P61Ac 5°	H22Af 6	H37Bf 7	L01 8	H41Xc 9°	H41Xf 10	H34Xc 11°	H34Xf 12
SiO <sub>2</sub>	56.60	58.84	59.38	58.77	49.62	55.05	54.05	55.76	61.52	58.49	55.42	58.53
TiO <sub>2</sub>	0.58	0.69	0.65	0.73	0.89	0.84	0.97	0.67	1.13	1.10	1.56	1.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.48	12.70	12.82	11.03	14.79	14.43	15.85	12.30	14.70	15.24	18.76	14.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.25	0.28	0.35	0.15	0.31	4.09	4.37	7.16	0.53	3.45	0.44	6.28
FeO	0.44	0.39	0.31	0.84	0.32	0.41	0.32	0.21	0.06	0.07	0.04	0.12
MnO	16.58	15.56	15.50	21.87	5.84	10.73	7.54	2.07	4.94	0.91	5.53	1.92
MgO	0.88	0.67	0.82	0.67	0.73	1.38	1.39	2.91	1.04	2.28	0.61	1.43
CaO	0.65	0.53	0.51	0.42	0.18	0.44	0.42	0.13	0.11	0.05	0.19	0.08
Na <sub>2</sub> O	0.90	0.80	0.84	0.52	1.09	1.14	1.51	1.24	1.28	1.50	1.94	1.81
K <sub>2</sub> O	1.60	1.56	1.55	0.78	1.64	1.69	2.75	2.18	2.52	2.70	2.97	2.64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.09	0.08	0.07	0.03	0.02	0.08	0.10	0.02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
H <sub>2</sub> O	7.95	7.90	7.20	4.19	24.57	9.72	10.73	15.35	12.17	14.21	12.54	11.69

TABLEAU 3.8: RÉSULTATS D'ANALYSE CHIMIQUE: valeurs en millimoles (%).  
(°): coticule.

	KRAMM (SA4)	KRAMM (SA2)	KRAMM (OT4)	KRAMM (OT3)	KRAMM (OT5)	KRAMM (SA3)	KRAMM (RE2)	KRAMM (SA5)	KRAMM (SA9)	KRAMM (OT2)	KRAMM (MO1)	RENARD
	13°	14	15°	16	17	18°	19	20	21	22	23	24°
SiO <sub>2</sub>	63.75	51.00	73.65	56.40	55.00	69.10	50.90	50.45	52.65	53.95	52.00	46.52
TiO <sub>2</sub>	1.10	1.04	1.27	1.05	1.02	1.06	1.08	0.91	1.04	1.06	0.74	1.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.67	20.77	16.43	23.08	21.09	16.17	23.09	19.68	21.01	23.14	18.60	23.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.47	15.70	0.48	9.04	12.99	0.04	13.99	16.59	14.24	9.71	16.66	1.05
FeO	0.54	0.47	0.17	0.23	0.26	0.50	0.44	0.91	0.24	0.44	1.70	0.71
MnO	<u>8.32</u>	<u>0.61</u>	<u>2.11</u>	<u>0.65</u>	<u>0.37</u>	<u>6.00</u>	<u>1.36</u>	<u>3.17</u>	<u>0.81</u>	<u>0.80</u>	<u>0.59</u>	<u>17.54</u>
MgO	0.61	1.51	1.01	1.20	1.12	1.40	0.90	1.23	1.40	1.32	1.87	1.13
CaO	0.62	0.42	0.26	0.27	0.31	0.44	0.10	0.61	0.47	0.27	0.51	0.80
Na <sub>2</sub> O	1.42	1.52	0.74	0.86	0.82	1.14	0.62	1.54	1.63	0.83	0.91	0.30
K <sub>2</sub> O	1.75	2.32	1.58	2.48	2.46	1.53	2.57	2.44	2.66	2.58	2.89	2.69
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.29	0.28	0.10	0.28	0.28	0.10	0.15	0.37	0.38	0.27	0.28	0.16
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2.12	3.58	2.13	3.99	3.84	2.54	4.22	2.66	3.08	4.48	3.14	3.28
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.14	0.18	0.09	0.23	0.39	0.10	0.23	0.21	0.14	0.31	0.12	n.d.
CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	n.d.	0.04
C	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
TOTAL	99.80	99.41	100.02	99.77	99.97	100.12	99.63	100.79	99.76	99.17	100.03	99.13 <sup>+</sup>

TABLEAU 3.9: RÉSULTAT DES ANALYSES CHIMIQUES DE KRAMM ET DE RENARD: VALEURS PONDÉRALES (%).

+ : résidus insolubles.

	KRAMM (SA4)	KRAMM (SA2)	KRAMM (OT4)	KRAMM (OT3)	KRAMM (OT5)	KRAMM (SA3)	KRAMM (RE2)	KRAMM (SA5)	KRAMM (SA9)	KRAMM (OT2)	KRAMM (MO1)	RENARD
	13°	14	15°	16	17	18°	19	20	21	22	23	24°
SiO <sub>2</sub>	67.4	57.6	75.9	60.7	60.5	70.5	56.6	58.0	59.6	58.1	58.8	50.2
TiO <sub>2</sub>	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.6	1.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.6	13.8	10.0	14.7	13.7	9.7	15.1	13.3	14.0	14.7	12.4	15.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2	6.7	0.2	3.7	5.4	0.0	5.8	7.2	6.1	3.9	7.1	0.4
FeO	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.9	0.2	0.4	1.5	0.6
MnO	7.4	0.6	1.8	0.6	0.3	5.2	1.3	3.1	0.8	0.7	0.6	16.0
MgO	1.0	2.5	1.6	1.9	1.8	2.1	1.5	2.1	2.4	2.1	3.2	1.8
CaO	0.7	0.5	0.3	0.3	0.4	0.5	0.1	0.7	0.6	0.3	0.6	0.9
Na <sub>2</sub> O	1.5	1.7	0.7	0.9	0.9	1.1	0.7	1.7	1.8	0.9	1.0	0.3
K <sub>2</sub> O	1.2	1.7	1.0	1.7	1.7	1.0	1.8	1.8	1.9	1.8	2.1	1.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
H <sub>2</sub> O	7.5	13.5	7.3	14.3	14.1	8.6	15.7	10.2	11.6	16.1	11.9	11.8

TABLEAU 3.10: RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DE KRAMM ET DE RENARD: valeurs en millimoles (%).  
(°): coticule.

Le fer bivalent et le magnésium présentent des teneurs comparables entre les deux types de roches, mais qui sont relativement basses par rapport à la teneur moyenne des roches péelitiques en général.

Les résultats des analyses chimiques de Kramm (tableau 3.9) nous suggèrent les deux remarques suivantes :

- comparativement au tableau 3.7, les teneurs en manganèse sont assez basses, surtout pour les phyllades ;
- la proportion en silice de la roche varie fortement entre le coticule où elle est très élevée (environ les deux-tiers) et le phyllade (environ la moitié).

Toujours au même tableau, l'échantillon que Renard a analysé est d'un chimisme semblable à celui de nos meilleurs coticules, sauf que sa roche contient un peu moins de silice et plus de magnésium.

III. 4. 3. La composition normative.

III. 4. 3. 1. Méthode de calcul.

Etant donné la finesse extrême du grain de ces roches (dans presque tous les échantillons, le quartz est d'une finesse telle qu'il ne peut être décelé qu'aux rayons-X), il s'avère pratiquement impossible d'arriver à une estimation quantitative valable de leur composition si on se contente de l'examen microscopique.

Dès lors, nous avons calculé la composition normative de ces roches à partir des résultats des analyses chimiques. Les calculs ont été menés sur la base des données suivantes extraites de Deer, Howie et Zussman (1971).

<u>Minéral</u>	<u>Formule chimique</u> <u>--- théorique ---</u>	<u>Densité</u>	<u>Oxydes</u>	<u>Poids</u> <u>Molé-</u> <u>culaire</u>
Quartz	$SiO_2$	2.65	$SiO_2$	60.09
Muscovite	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	2.85	$TiO_2$	79.90
Paragonite	$NaAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	2.85	$Al_2O_3$	101.94
Kaolinite	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$	2.65	$Fe_2O_3$	159.70
Chlorite	$(Fe, Mg)_9Al_6Si_5O_{20}(OH)_{16}$	2.80	$FeO$	71.85
Grenat	$(Mn, Fe, Ca, Mg)_3Al_2Si_3O_{12}$	4.19	$MnO$	70.94
Apatite	$Ca_5(PO_3)_4(OH)$	3.2	$MgO$	40.32
Rutile	$TiO_2$	4.25	$CaO$	56.08
Hématite	$Fe_2O_3$	5.26	$Na_2O$	61.98
			$K_2O$	94.20
			$P_2O_5$	141.95
			$H_2O$	18.02

Les formules chimiques utilisées pour le calcul de la composition normative correspondent généralement aux *formules idéales*, sauf pour le grenat, où il a été tenu compte de la solubilité partielle en grossulaire, en pyrope et en almandin dans le réseau de la spessartine, conformément aux observations de Kramm (1976) faites sur base d'analyses à la microsonde.

Nous avons adopté le schéma de calcul suivant :

- Le  $TiO_2$  a été calculé sous forme de *rutile*.
- Le  $Fe_2O_3$  a été calculé sous forme d'*hématite*.
- Le  $P_2O_5$  a été reconverti sous forme d'*apatite* en le combinant avec des quantités adéquates de  $CaO$  et de  $H_2O$ .
- Tout le  $MnO$  entre dans la composition du *grenat* dans lequel nous avons fait entrer également du  $FeO$  à concurrence de 5 % de la quantité de  $MnO$ , du  $CaO$  (en excès de ce qui a été utilisé pour former l'*apatite*) à concurrence de 1,6 % de la quantité de  $MnO$  et du  $MgO$  en quantité égale à celle du  $CaO$ .
- L'excès de ferro-magnésiens entre dans la composition de la *chlorite*.
- Les alcalins  $K_2O$  et  $Na_2O$  ont été calculés respectivement sous la forme de *muscovite* et de *paragonite*.
- Si à ce stade, il subsiste un excès d'alumine, il a été utilisé pour former de la *kaolinite*.
- La silice restante représente le *quartz* en excès.
- Il n'a pas été tenu compte de la quantité d' $H_2O$  qui, après calcul, se retrouvera soit en déficit soit en excès.

L'ensemble des résultats du calcul de la composition normative est repris aux tableaux 3.11 et 3.12. Il semblait intéressant d'exprimer ces résultats en pourcentage en volume, ce qui permet une comparaison plus en relation avec les observations microscopiques.

Pour la discussion qui va suivre, nous nous référerons au tableau 3.12 (% en volume).

	H22Cc	H37Bc	H37Dc	H38Ac	P61Ac	H22Cf	H37Bf	L01	H41Xc	H41Xf	H34Xc	H34Xf	KRAMM										RENARD	
													S44	S42	OT4	OT3	OT5	S43	RE2	S45	S49	OT2		MO1
													1°	2°	3°	4°	5°	6	7	8	9°	10		11°
GRENAT	44	42	41	58	18	28	19	5	14	3	14	5	21	2	5	2	1	15	3	8	2	2	1	44
HÉMATITE	1	1	1	4	1	10	10	17	1	9	4	15	1	16	1	9	13	0	14	16	14	10	17	1
QUARTZ	22	26	26	25	19	20	18	26	29	26	15	25	39	27	54	29	30	48	23	26	28	27	30	14
MUSCOVITE	20	19	19	9	23	20	32	26	32	33	36	31	15	20	13	21	21	13	22	21	22	22	25	23
PARAGONITE	11	9	10	6	15	13	17	14	16	18	23	20	18	19	9	11	10	14	8	19	20	10	11	4
CHLORITE	1	1	1	1	1	2	2	5	2	4	1	3	2	5	3	4	4	5	4	5	5	5	9	3
KAOLINITE	0	4	4	0	20	6	0	5	5	6	8	0	3	10	14	23	20	3	25	3	7	23	5	9
APATITE	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RUTILE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MICA	31	28	29	15	38	33	49	40	48	51	59	51	33	39	22	32	31	27	30	40	42	32	36	27
PHYLLOSIL.	32	29	30	15	59	41	51	50	55	61	68	54	38	54	39	59	55	35	59	48	54	60	50	34
CAO	.07	.02	.02	-	.02	-	-	.03	.03	.03	.08	.05	.14	.02	.10	-	-	.23	-	.08	-	-	.13	.37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.08	.04	-	.04	-	.03	.07	-	-

TABLEAU 3.11: COMPOSITION NORMATIVE CALCULÉE (% EN POIDS).

Nous avons également reproduit les excès de CaO et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> exprimés en % poids de l'analyse chimique de départ.



	H22Cc	H37Bc	H37Dc	H38Ac	P61Ac	H22Cf	H37Bf	L01	H41Xc	H41Xf	H34Xc	H34Xf	KRAMM										RENARD	
													S44	S42	OT4	OT3	OT5	S43	RE2	S45	S49	OT2		MO1
													1°	2°	3°	4°	5°	6	7	8	9°	10		11°
GRENAT	35	33	32	48	13	21	15	4	9	2	10	4	15	1	3	1	1	10	2	6	1	1	1	35
HÉMATITE	1	1	1	1	1	6	5	10	1	5	1	8	1	9	1	5	7	0	8	10	8	5	10	1
QUARTZ	27	32	32	32	22	24	21	31	32	28	17	29	44	30	56	32	34	53	26	31	32	30	35	17
MUSCOVITE	23	22	22	11	24	22	35	28	33	34	38	33	16	21	13	21	21	13	23	22	24	22	26	27
PARAGONITE	12	11	12	7	16	15	19	15	16	18	24	22	18	20	9	11	10	14	8	21	21	11	12	4
CHLORITE	1	1	1	1	2	2	3	6	2	5	1	3	2	6	3	4	4	5	4	6	5	5	10	4
KAOLINITE	0	1	1	0	22	8	0	5	6	7	9	0	3	12	15	25	22	4	28	3	8	25	6	11
APATITE	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RUTILE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MICA	35	33	33	18	40	37	54	43	49	52	62	55	34	41	21	32	31	27	31	43	45	33	38	31
PHYLLOSIL.	36	34	34	19	64	48	57	54	57	64	72	58	39	59	39	61	57	36	63	52	58	63	54	46
PAR./MUSC.	.54	.50	.52	.65	.64	.65	.53	.55	.50	.53	.63	.66	1.18	.95	.68	.51	.48	1.09	.35	.92	.89	.47	.46	.16

TABLEAU 3.12: COMPOSITION NORMATIVE CALCULÉE (% EN VOLUME).

- Le grenat peut varier dans une large mesure : de 1 à 50%.
- La teneur en hématite toujours inférieure au pourcent dans le coticule, varie entre 5 et 10 % dans le phyllade.
- Le quartz qui n'a pu être vu au microscope mais qui a été identifié aux rayons-X a été calculé ici par différence. A la lumière de ces résultats, le quartz se révèle être un des constituants majeurs sur lequel il faut compter pour l'abrasivité du matériau. Ainsi, dans d'excellentes couches de coticule telles la "Fine" (1°) et l'"Allemande" (2° et 3°), le quartz constitue près du tiers de la roche et sa teneur rivalise avec celle du grenat.
- La muscovite et la paragonite se présentent ici comme éléments majeurs de la partie qu'on a appelée phyllosilicates. Dans le bas du tableau, on a additionné leurs volumes pour obtenir la teneur totale en mica. Nous avons également reproduit le rapport Paragonite/Muscovite qui, pour les analyses 1 à 12, est assez constant (entre 0,5 et 0,66). Par contre pour les autres analyses, ce rapport varie dans de très larges mesures (depuis 0,16 jusqu'à 1,18) si bien que dans deux cas, le mica sodique prend le dessus sur le mica potassique.
- Les chlorites se présentent souvent comme accessoires par rapport au reste des phyllosilicates (leur teneur atteint au maximum 10 % en volume de la roche).
- La kaolinite qui a été calculée avec le résidu en alumine, peut présenter de fortes variations en teneur. Cette teneur est cependant faible, voire nulle, dans un grand nombre de cas. Seul l'échantillon P61A renfermerait plus de 20 % de kaolinite, ce qui est conforme à nos observations microscopiques et à nos données diffractométriques.

Précisons également que outre l'eau dont nous avons décidé de ne pas tenir compte, les minéraux qui, après calcul de la norme, se retrouvent en excès sont le calcium et le phosphore (tableau 3.11). L'excès du premier ne dépasse pas 0,4 %, quant à l'excès du deuxième, il est très faible et peut être négligé.

### III. 4. 3. 2. Représentation triangulaire.

Pour avoir une vision claire de la représentation des principaux constituants, nous les avons reportés dans trois diagrammes triangulaires (figure 3.4) qui représentent les pourcentages volumiques.

Le triangle central regroupe le grenat, le quartz, et les phyllosilicates (muscovite + paragonite + chlorite + kaolinite). Le choix de ces trois constituants nous paraît judicieux car d'une part, ils représentent à eux seuls plus de 90 % de la roche (plus de 97 % dans le cas du coticule) et d'autre part, ils regroupent bien les caractères de la roche abrasive qu'est le coticule, à savoir : le grenat est l'élément abrasif qu'on pourrait appeler "traditionnel", les phyllosilicates représentent la matrice et le quartz est le constituant interstitiel, submicroscopique qui devrait ainsi former la trame de la roche.

Pour tenir compte de plus de 98 % de la roche, il suffit de considérer l'hématite comme constituant supplémentaire. On obtient ainsi un tétraèdre dont la base est le triangle défini ci-dessus et le sommet représente l'hématite.

*Que peut-on observer dans le triangle central ?*

- Les analyses de coticule (1° à 5°, 9°, 11° et 24°) sont fort dispersées, ce qui traduit de grandes variations dans leur composition. Etant donné que l'étirement du domaine dans lequel elles sont projetées se dispose plus ou moins parallèlement au côté grenat-phyllosilicate, cela signifie que la teneur en quartz varie assez peu (17 à 32 %) et que l'augmentation de la teneur en grenat (9 à 48 %) s'effectue surtout au détriment de celle en phyllosilicates (57 à 19 %).
- Les deux analyses 6 et 7 se distinguent des autres en se plaçant dans le domaine des échantillons de coticule défini plus haut (en relation avec leur contenu élevé en grenat).

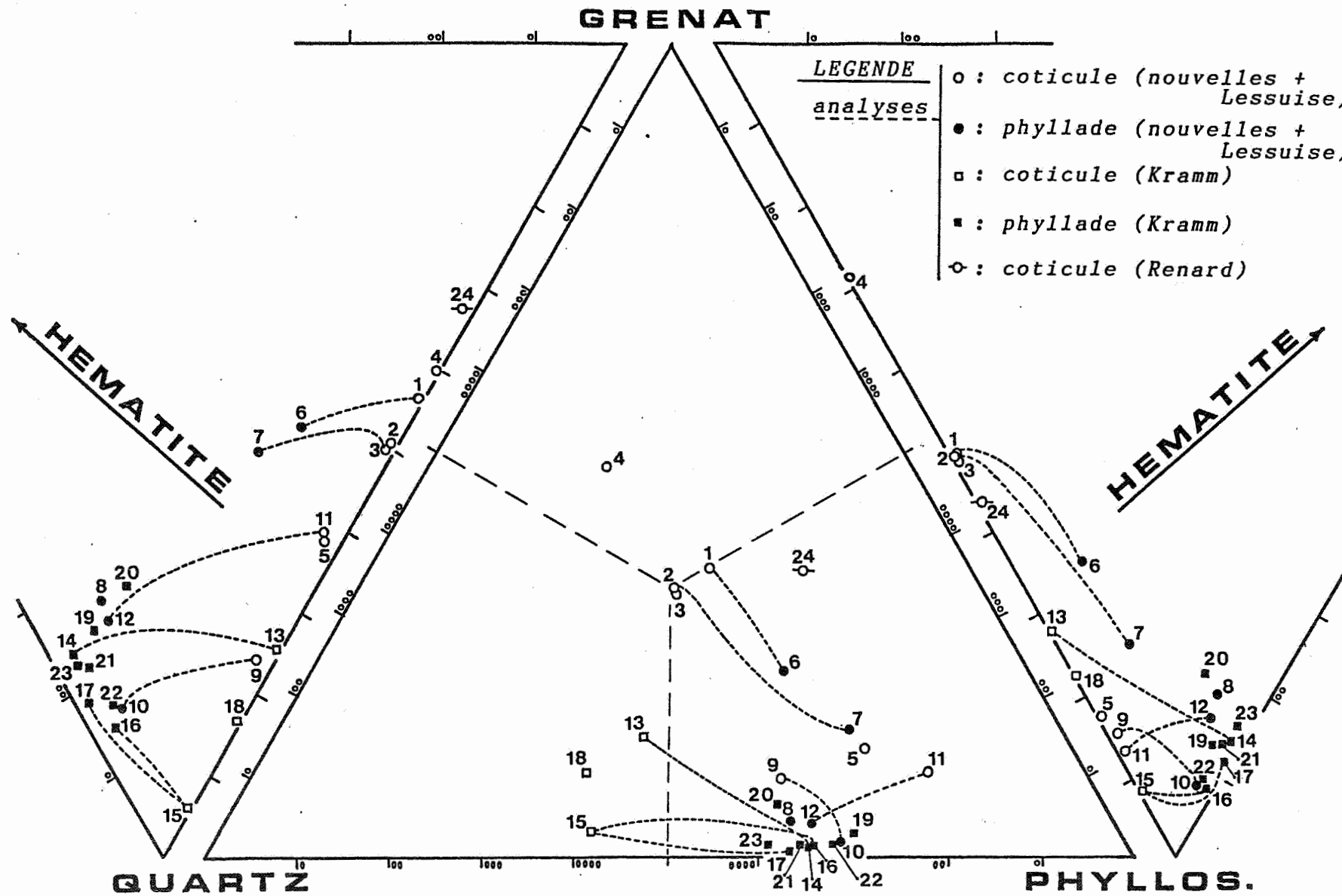


FIGURE 3.4: TRIANGLE EXPRIMANT LES PROPORTIONS EN VOLUME DES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DES ROCHES.

- La Lorraine et les autres phyllades sont regroupés dans le bas du triangle, ce qui signifie qu'ils sont de composition fort semblable (très pauvre en grenat et avec un rapport phyllosilicate sur quartz voisin de deux).
- Les échantillons de coticule de Kramm se projettent dans un domaine où le quartz est le minéral dominant, se distinguant ainsi des autres coticules.

Le triangle de gauche projeté depuis le pôle des phyllosilicates regroupe le grenat, le quartz et l'hématite qui sont les éléments "durs" de la roche. On peut considérer que les analyses s'y répartissent en quatre zones :

- une première pauvre en hématite et riche en grenat, représentant le bon coticule ( $1^{\circ}$  à  $5^{\circ}$ ,  $11^{\circ}$  et  $24^{\circ}$ ) ;
- une deuxième pauvre en hématite et pauvre en grenat (analyses de Kramm  $13^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ ,  $18^{\circ}$  et l'analyse  $9^{\circ}$ ) ;
- une troisième riche en hématite et riche en grenat (phyllades 6 et 7) ;
- une quatrième riche en hématite et pauvre en grenat où viennent se placer la majorité des phyllades ainsi que la Lorraine.

La projection à partir du quartz (*triangle de droite*) permet d'ôter ce constituant submicroscopique. Il ne reste plus que les minéraux qui peuvent être observés en lame mince au microscope, à savoir le grenat, l'hématite et les phyllosilicates (cette remarque est d'autant plus justifiée que nous avons reporté dans ces triangles les compositions normatives calculées en volume et non en poids). Cette projection isole particulièrement l'analyse  $4^{\circ}$  très riche en grenat. Pour les autres points, on peut faire le même genre de remarque que pour le triangle de gauche.

### III. 5. Considérations sur le métamorphisme.

Avant d'entamer ce paragraphe, j'aimerais souligner l'importance de l'aide que m'a apportée Monsieur S. de Béthune, c'est en effet grâce à ses idées et à ses conseils qu'il m'a été permis de rédiger ce qui va suivre.

Les roches du massif de Stavelot ont subi un métamorphisme peu intense caractérisé par des associations minérales à ottrélite, à spessartine et à andalousite. Ces associations furent décrites en détail par de nombreux auteurs.

Les associations que nous avons observées sont essentiellement de deux types :

- paragenèse des coticules :

quartz + muscovite + paragonite + spessartine + chlore  
± andalousite (rétromorphosée en kaolinite et/ou pseudomorphosée par du mica) + rutile.

- paragenèse des phyllades à hématite :

même paragenèse que le coticule à laquelle vient s'ajouter de l'hématite.

*Afin de se rendre compte si ces associations minérales constituent des paragenèses en équilibre, nous montrerons qu'elles respectent la règle des phases et qu'elles peuvent adéquatement être représentées dans des diagrammes de phases qui sont spécialement conçus pour tenir compte du chimisme particulier de ces roches.*

Le système chimique qui permet de décrire ces deux paragenèses se compose des dix éléments essentiels suivants :  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , et  $\text{H}_2\text{O}$ . La considération du décompte des composants est déjà suggestive, puisque leur nombre (10) est supérieur au nombre maximum (8) des minéraux constituants, même si l'on ignore la teneur en  $\text{H}_2\text{O}$  vis-à-vis de laquelle on peut considérer que le système est resté ouvert.

Afin de représenter les paragenèses observées, au moyen de diagrammes de composition, nous simplifierons ce système en faisant appel aux précisions suivantes :

- Toutes les roches renferment du quartz; le  $\text{SiO}_2$  constitue donc un composant en excès.

- Le rutile est également présent dans toutes les roches et qui plus est, il se présente en très faible teneur. Les paragenèses peuvent par conséquent être projetées depuis le composant  $\text{TiO}_2$ .

- Le  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  est présent dans les coticules mais de manière constante et en très faible quantité si bien qu'il peut être négligé. Dans les phyllades associés, il s'exprime principalement sous forme d'hématite qui constituera par conséquent une phase projetante. Le  $\text{FeO}$  et le  $\text{MgO}$  entrent principalement dans la composition de la chlorite et accessoirement dans le grenat. En ignorant, en première approximation le partage entre ces deux composants, ils peuvent, comme on le fait habituellement, être traités comme un seul.

- Une des difficultés de notre analyse concerne le composant  $\text{MnO}$ , qui joue ici un rôle capital et qui ne peut être traité, comme c'est habituellement le cas, comme un composant mineur subordonné au  $\text{FeO}$  et au  $\text{MgO}$ . En effet, le  $\text{MnO}$  s'exprime dans un minéral distinct, à savoir la spessartine, et nécessitera, par conséquent dans un des diagrammes que nous présenterons, l'attribution d'un pôle distinct.

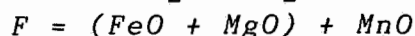
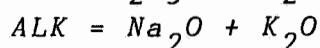
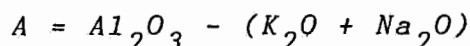
- Les alcalis,  $\text{Na}_2\text{O}$  et  $\text{K}_2\text{O}$  entrent exclusivement dans la paragonite et la muscovite. Si on tient compte de la présence simultanée de ces deux phases dans les paragenèses observées, les alcalis peuvent être regroupés en un seul composant :  $\text{ALK} (= \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ .

Les raisonnements qui viennent d'être faits, ramènent le nombre des composants du système à quatre :

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $(\text{FeO} + \text{MgO})$ ;  $\text{MnO}$ ;  $\text{ALK} (= \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ .

Dans un premier temps, nous avons construit un diagramme (fig. 3.5) A - ALK - F semblable au triangle classique A - K - F d'Eskola, mais en tenant compte de certaines particularités du système décrit ci-dessus; en effet, Eskola prévoit que la soude se présente sous forme d'albite, mais ici, au lieu de l'albite, il y a de la paragonite, qui joue le même rôle que la muscovite.

Ce système est donc défini comme suit :



Dans ce triangle, la muscovite et la paragonite se projettent par conséquent au même point sur l'arête A - ALK. Remarquons que la muscovite est à caractère légèrement phengitique ce qui a comme conséquence d'étendre le domaine de la représentation du mica en direction du môle ferromagnésien.

Etant donné que le composant MnO et les ferromagnésiens sont regroupés au même sommet F du triangle, la spessartine se projette sur le joint A-F au quart de la hauteur dans le champ des chlorites.

L'andalousite et la kaolinite se projettent au sommet A du triangle.

Nos échantillons ainsi que celui de Renard (24) se positionnent conformément à leur minéralogie à l'intérieur ou à proximité immédiate du faisceau micas - chlorite + spessartine à l'exception de l'analyse 5 qui se situe à l'intérieur du champ de phase micas - chlorite + spessartine - Kaolinite. Cette disposition particulière pour cet ensemble d'analyse (proximité immédiate ou à l'intérieur du faisceau micas - chlorite + spessartine) soulève la question de l'isochimisme de ces roches. Il est en effet assez peu probable que le rapport A/ALK/F des roches initiales soit si fréquemment tel que la paragenèse tombe si près de ce faisceau.



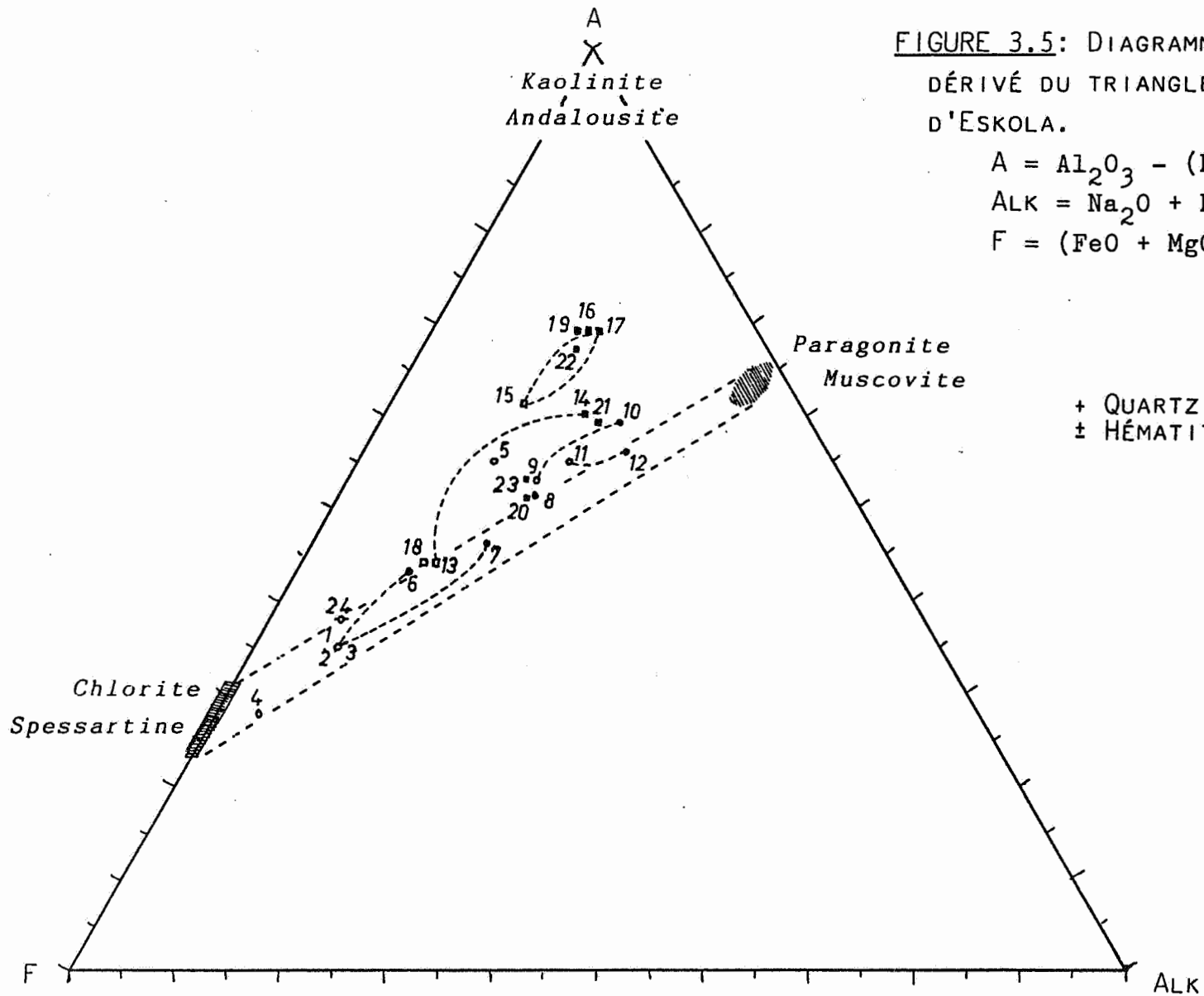


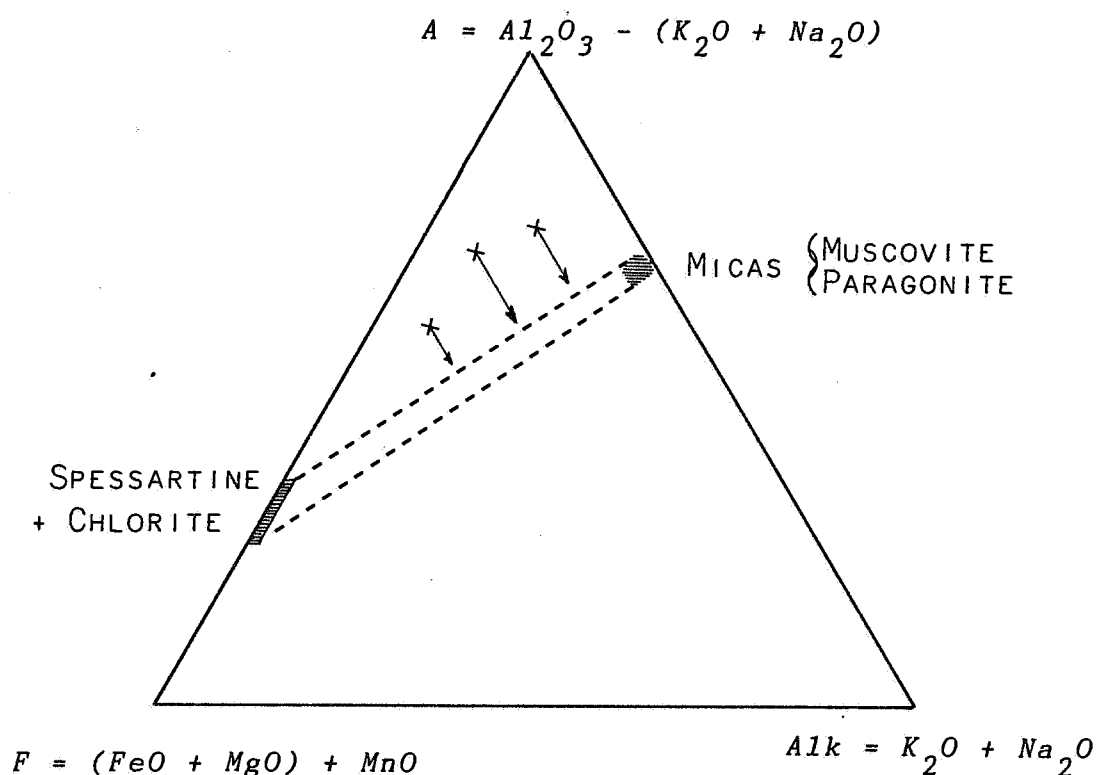
FIGURE 3.5: DIAGRAMME A - ALK - F  
DÉRIVÉ DU TRIANGLE A - K - F  
D'ESKOLA.

$$A = Al_2O_3 - (K_2O + Na_2O)$$

$$ALK = Na_2O + K_2O$$

$$F = (FeO + MgO) + MnO$$

Nos observations pétrographiques nous fournissent des éléments de réponse à cette question. Les noyaux des phyllades et aussi de quelques coticules correspondent à d'anciens cristaux d'andalousite qui ont été rétrotransformés en kaolinite ou en séricite lors d'une phase hydrothermale tardive. Ainsi, la transformation d'andalousite en mica n'a pu se faire que par un apport d'alcalis dans les eaux de circulation. Ainsi, les roches initialement plus alumineuses, se sont progressivement enrichies en alcalis lors de la rétrotransformose et ont migré depuis l'intérieur de ce champ de phase vers le faisceau micas - chlorite + spessartine comme nous l'avons représenté sur le schéma suivant.

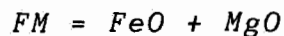
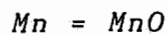
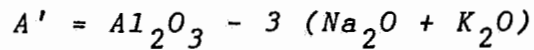


La position de l'analyse 5 dans un domaine plus alumineux se traduit minéralogiquement par la présence de kaolinite que nous avons observée au microscope.

Comparativement à l'ensemble de nos échantillons, ceux de Kramm se montrent plus alumineux, ils doivent donc renfermer de grandes quantités de kaolinite (ou d'andalousite).

Un deuxième diagramme (fig. 3.6) permettant de représenter adéquatement les paragenèses observées s'apparente au diagramme AFM de Thompson (1957).

En projetant les paragenèses depuis le mica, et en séparant cette fois le composant MnO des ferromagnésiens, on définit le triangle A'-Mn-FM suivant :



Ce procédé permet de séparer le champ de composition de la spessartine de celui des chlorites.

Conformément à leur minéralogie, les roches analysées se projettent à l'intérieur du champ de phase Kaolinite - chlorite - spessartine et fréquemment à proximité ou dans le faisceau spessartine - chlorite.

En conclusion, nous pouvons faire les observations suivantes sur le métamorphisme :

- Le métamorphisme qui affecte les roches salmiennes du Massif de Stavelot a donné naissance à la paragenèse suivante : quartz + spessartine + muscovite + paragonite + chlorite ± andalousite ± hématite + rutile, qui caractérise les coticules et les phyllades à hématite associés.
- La phase métamorphique a été suivie d'une phase hydrothermale tardive dont la manifestation principale est la pseudomorphose de l'andalousite par de la kaolinite et/ou du mica.

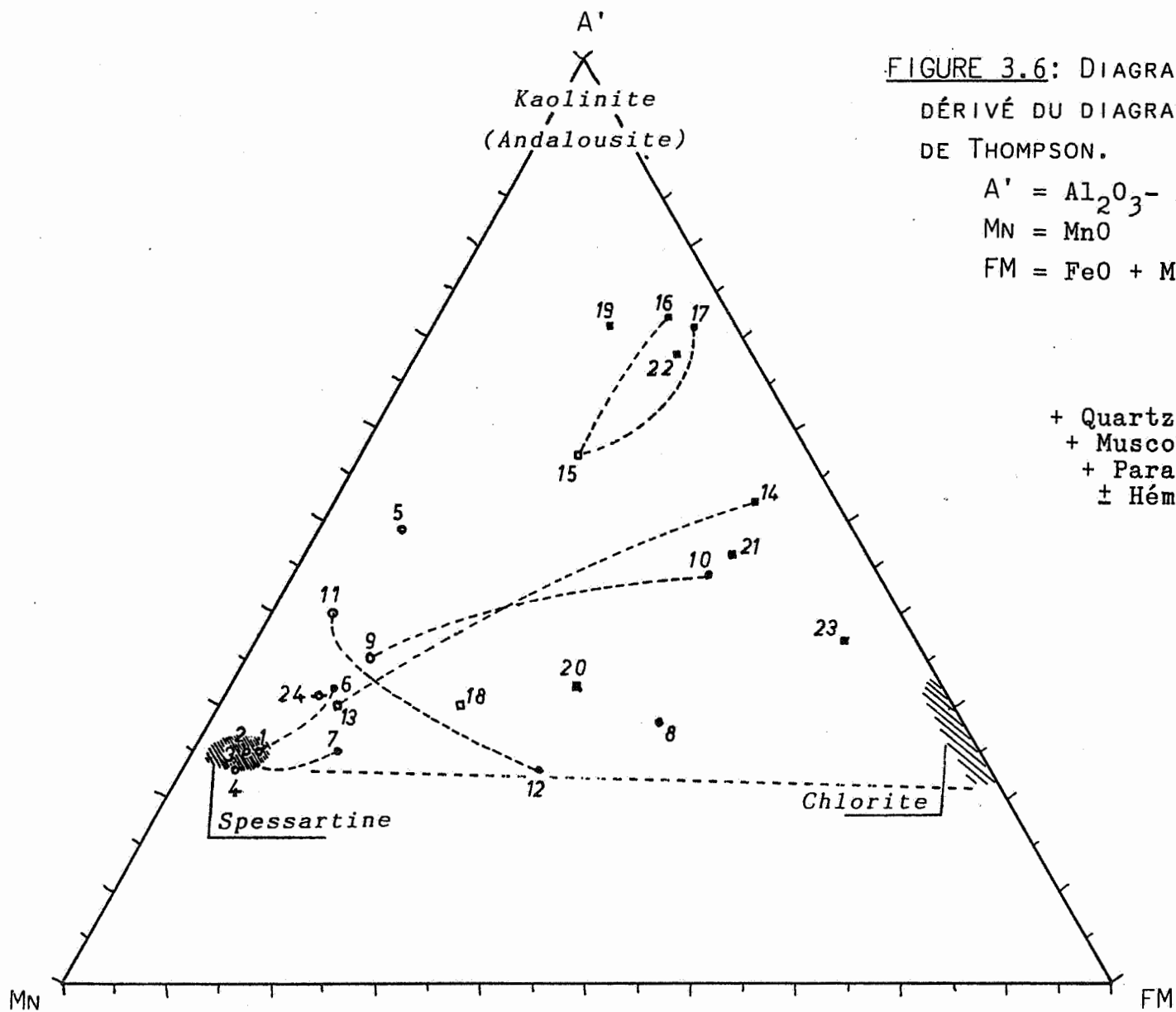
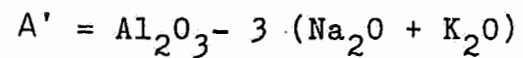


FIGURE 3.6: DIAGRAMME A' - MN - FM  
DÉRIVÉ DU DIAGRAMME A - F - M  
DE THOMPSON.



MN = MnO

FM = FeO + MgO

- + Quartz
- + Muscovite
- + Paragonite
- ± Hématite

### III.6. Considérations sur la qualité du coticule.

#### III.6.1. Introduction.

Dans ce troisième chapitre, à l'issue du paragraphe traitant de l'étude au microscope, nous avons introduit les caractères pétrographiques requis pour l'obtention d'un coticule de bonne qualité. Nous avons alors écrit, sans pouvoir préciser davantage, que "la teneur en grenat doit être assez élevée".

Si jusqu'à présent, la détermination de la qualité abrasive du coticule se faisait de manière assez objective, il est certain, qu'à l'avenir, une reprise éventuelle de la commercialisation passerait par des critères plus objectifs (entre autres, la teneur en grenat).

La seule méthode apte à chiffrer cette teneur est l'analyse chimique qui permet de recalculer la proportion des différents minéraux (ainsi que nous l'avons fait dans le paragraphe intitulé "analyses chimiques"). Mais devant la lenteur et le coût élevé de ce procédé, nous avons cherché à exploiter les données diffractométriques.

#### III.6.2. Quantification de la teneur en grenat à partir des rayons-X.

Pour chaque minéral du coticule et du phyllade, nous avons cherché une relation entre d'une part les données des rayons-X et d'autre part les résultats des analyses chimiques. Nous avons ainsi tenté de corrélérer, grâce à une courbe simple, les intensités de chacune des raies caractéristiques (voir tableaux 3.3 et 3.4) avec le pourcentage en poids des minéraux correspondants (voir tableau 3.11).

Parmi les minéraux testés par la méthode des moindres carrés, seule la spessartine présente des résultats cohérents.

Les coefficients de corrélation linéaire obtenus pour les différentes raies de la spessartine sont les suivants (1) :

$$Sp_1 : 0,988$$

$$Sp_3 : 0,983$$

$$Sp_4 : 0,994$$

$$Sp_5 : 0,991.$$

La valeur de ces coefficients nous montrent qu'il existe une excellente corrélation.

La réflexion qui se prête le mieux à cet exercice est celle qui présente le coefficient de corrélation le plus proche de l'unité à savoir  $Sp_4$  (0,994). A la figure 3.7., nous avons reporté en ordonnée (y) l'intensité du pic  $Sp_4$  et en abscisse (x) le pourcentage en poids du grenat. L'équation de la droite de régression est :  $y = 1,00x + 0,7$ .

Au départ, le problème était de savoir si huit échantillons pouvaient suffire pour définir une corrélation. Mais d'une part l'étalement des points (de 5 à 60 % en poids de grenat) et d'autre part la valeur élevée des coefficients de cette corrélation, tant pour le pic  $Sp_4$  que pour les autres, nous confirment l'existence et démontrent la qualité de cette corrélation.

Ces résultats n'ont pu être obtenus qu'avec le grenat, en raison de son caractère isotrope. En effet, contrairement aux autres minéraux, le grenat cristallise dans le système cubique et le problème de l'orientation préférentielle ne se pose pas lors de la présentation de la poudre aux rayons-X.

---

(1) Si on porte en ordonnée (y) l'intensité des pics R-X et en abscisse (x) la teneur (% poids) en grenat, on obtient les droites de régression et les coefficients de corrélation suivants :

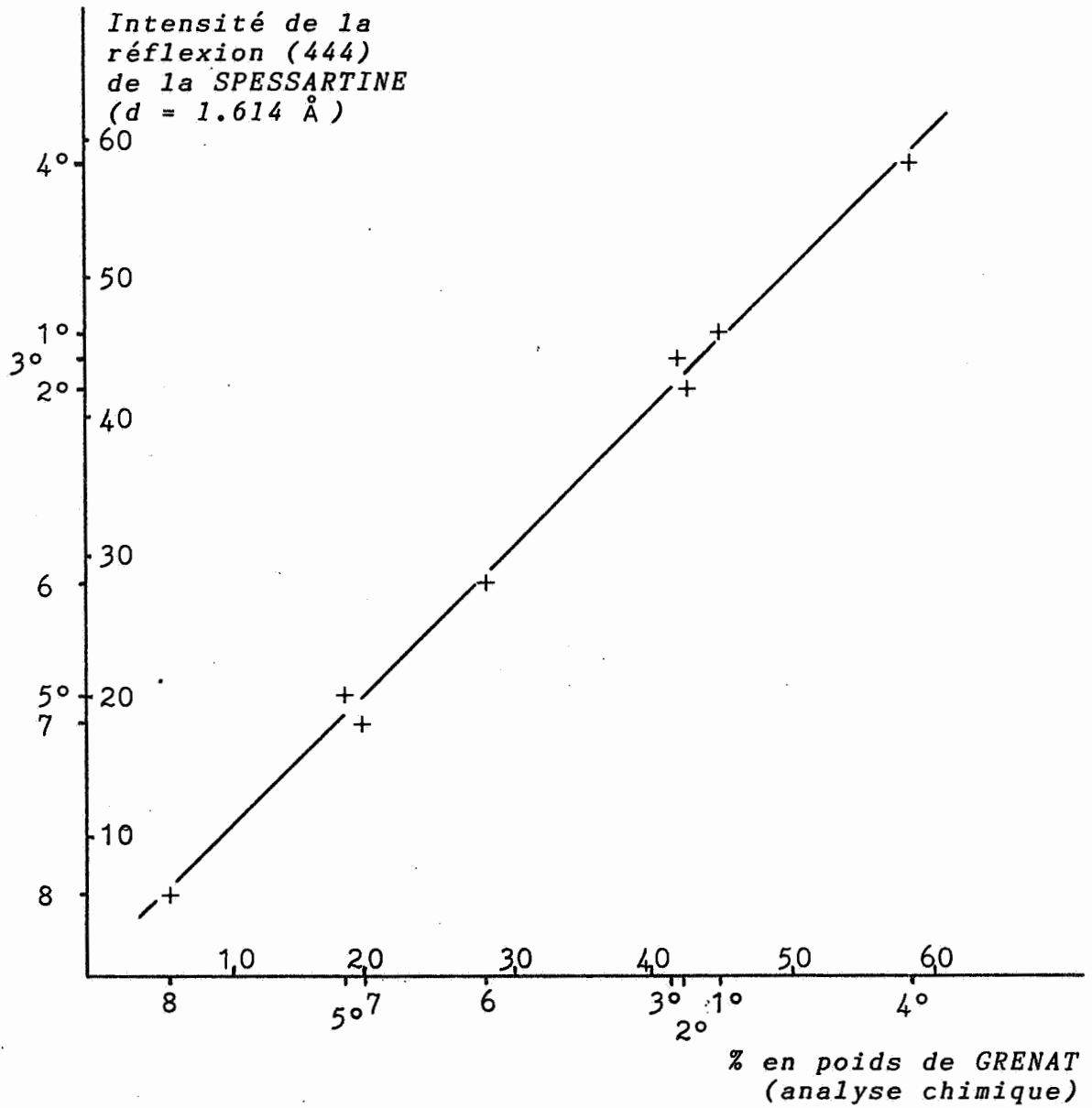
$$Sp_1 : y = 0,95x + 2,9 \quad (r = 0,988)$$

$Sp_2$  : impossible à corréler car les pics arrivent à saturation dans le cotricule

$$Sp_3 : y = 0,78x + 0,7 \quad (r = 0,983)$$

$$Sp_4 : y = 1,00x + 0,7 \quad (r = 0,994)$$

$$Sp_5 : y = 1,29x + 2,1 \quad (r = 0,991).$$



**FIGURE 3.7:** REPRÉSENTATION DE LA CORRÉLATION EXISTANT ENTRE LES DONNÉES DIFFRACTOMÉTRIQUES ET LES RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES.  
L'équation s'écrit:  $y = 1.00x + 0.7$  ;  
le coefficient de corrélation vaut: 0.994 .

Précisons que le diffractomètre utilisé est muni d'un dispositif de fente de divergence automatique qui permet de rétablir la véritable intensité des réflexions des (h k l) des minéraux.

La qualité de la corrélation démontre à posteriori le bon choix du mode de calcul de la norme, ainsi que le soin apporté lors de la réalisation des diffractogrammes et des analyses chimiques.

Cette droite de régression va nous servir de droite d'étalonnage pour quantifier la teneur (en poids) en grenat des échantillons qui n'ont pas été analysés chimiquement, mais qui ont subi l'examen diffractométrique dans les mêmes conditions que les huit échantillons de base. Nous avons repris au tableau 3.13 les pourcentages en poids de grenat recalculés au moyen de la droite d'étalonnage.

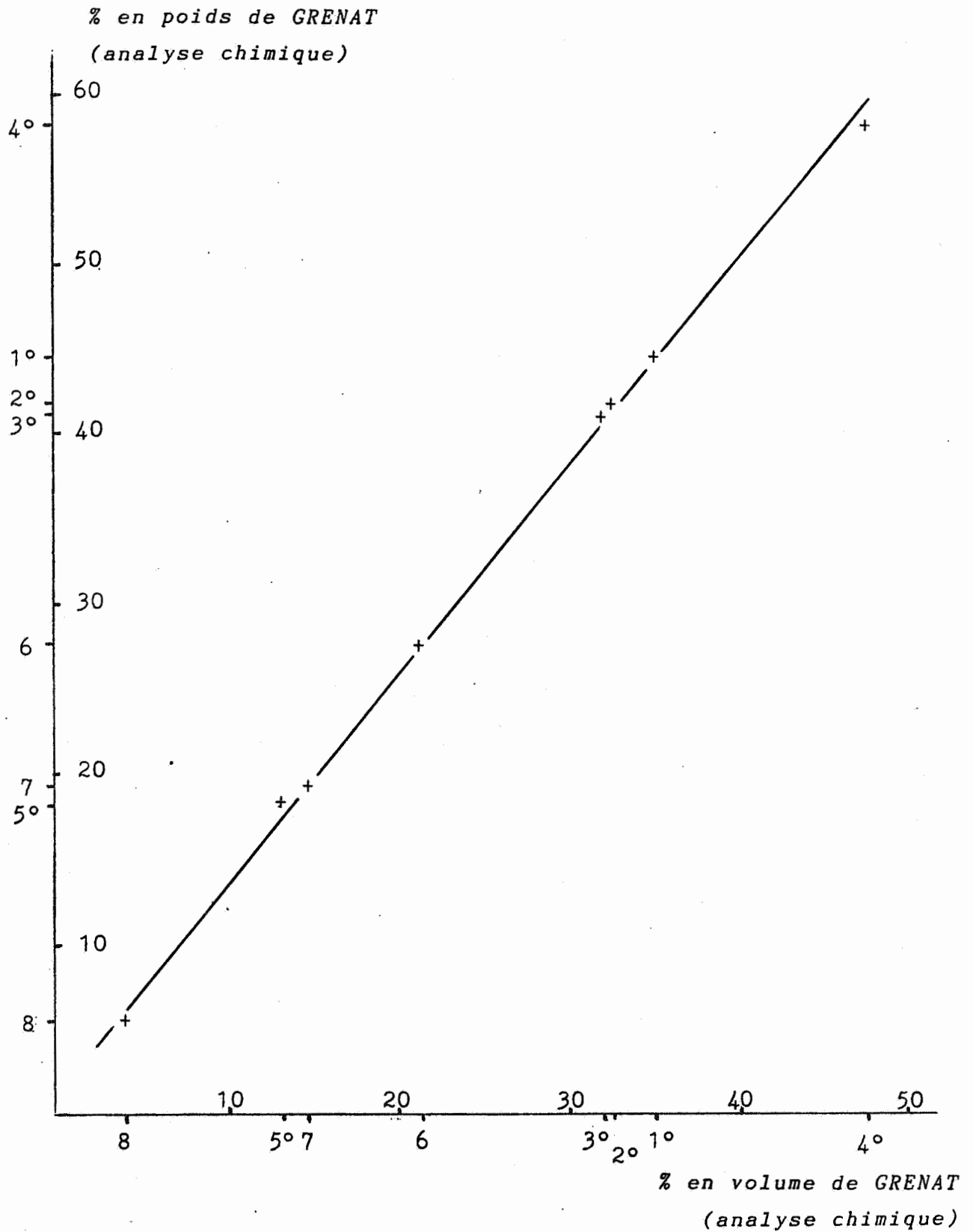
Nous venons donc de voir que l'intensité du pic  $Sp_4$ , moyennant une droite d'étalonnage, nous permet d'évaluer assez précisément (à quelques pour-cents relatifs près) la teneur en grenat d'un échantillon de coticule ou de phyllade. La détermination de cette valeur peut se faire très simplement : il suffit de mesurer l'intensité totale de la réflexion de la raie  $Sp_4$  (1,61 Å) et de lui soustraire l'intensité du bruit de fond à proximité (par exemple à 1,63 Å, soit  $56,5^\circ 20$  à la figure 3.1.). Pour connaître la proportion pondérale de grenat dans ces échantillons, il sera nécessaire de réétalonner la droite, en traitant similairement aux rayons-X, un nombre suffisant de standards de teneur en grenat connue (par exemple parmi les huit échantillons analysés chimiquement).

Nous avons déjà montré qu'il était important d'exprimer en volume la teneur en grenat, car elle correspond exactement à la portion de la pierre occupée par ce minéral. Une excellente corrélation (linéaire) existe également entre les pourcentages en poids et en volume des analyses chimiques du grenat (figure 3.8) avec un coefficient de corrélation de 0,996.



VEINE	NUMÉRO DE L'ANALYSE CHIMIQUE	QUALITÉ DU COTICULE	INTENSITÉ DES R-X (PIC SP <sub>4</sub> )	% POIDS DE L'ANALYSE CHIMIQUE	% POIDS ESTIMÉ PAR ÉTALONNAGE	% VOLUME DE L'ANALYSE CHIMIQUE	% VOLUME ESTIMÉ PAR ÉTALONNAGE
H38Ac	4°	o	58	58	57	48	46
H36Ac		+	52		51		41
P53Ac		++	46		45		36
H22Cc	1°	++	46	44	45	35	36
H37Bc	2°	++	42	42	41	33	32
H37Dc	3°	++	44	41	43	32	34
H21Ac		++	38		37		29
P54Ac		++	38		37		29
H37Df			30		29		23
H22Cf	6		28	28	27	21	21
P53Af			22		21		16
H36Ax			22		21		16
H21Af			22		21		16
H37Bf	7		18	19	17	15	13
P61Ac	5°	+	20	18	19	13	14
M72Ac		o	18		17		13
P54Af			16		15		11
H34Xc	11°	+		14		10	10
H41Xc	9°	+		14		9	10
L01	8		6	5	5	4	3
P73Ac		o	6		5		3
H34Xf	12			5		4	3
H41Xf	10			3		2	1
P61Af			4		3		2
H36Af			2		1		1

TABLEAU 3.13: QUANTIFICATION DE LA TENEUR EN GRENAT À PARTIR DES DONNÉES DIFFRACTOMÉTRIQUES. A l'aide de deux droites d'étalonnage, il nous est possible de connaître la teneur en volume de grenat (dernière colonne) de l'ensemble des échantillons qui ont été soumis à l'analyse diffractométrique. Cette teneur, classée par ordre décroissant, va pouvoir être comparée à la qualité du coticule (troisième colonne).  
Qualités: ++ excellente, + bonne, o médiocre.  
(°): coticule.



**FIGURE 3.8:** REPRÉSENTATION DE LA CORRÉLATION EXISTANT

ENTRE LE % EN POIDS ET LE % EN VOLUME DE GRENAT.

L'équation s'écrit:  $y = 1.21x + 1.54$  ;

le coefficient de corrélation vaut: 0.996 .

Nous nous sommes, à nouveau, servis de cette droite (1) pour exprimer en pourcentage en volume ce que nous avons obtenu précédemment en poids. Les valeurs sont également reprises dans le tableau 3.13.

Ainsi, au moyen de deux mesures de diffraction, il est possible de connaître la quantité de grenat qu'une pierre à rasoir ou un bout renferme.

### III.6.3. Relation entre la qualité du coticule et sa teneur en grenat.

Par l'intermédiaire des rayons-X, nous sommes en possession d'un plus grand nombre de données concernant la teneur en grenat qui, dans le cas du coticule, va nous permettre d'étudier la relation qui existe entre sa qualité abrasive et sa teneur en grenat (voir tableau 3.13).

Pour visualiser le contenu de ce tableau (plus particulièrement celui des deuxième et dernière colonnes), nous en avons reproduit les valeurs dans la figure 3.9. Là, nous avons regroupé les veines (coticule et phyllade), dans l'ordre, par faisceau et par gisement, en précisant la qualité des coticules.

De la disposition qui en résulte, il est possible de faire les remarques suivantes .

- Nous savions déjà que la teneur en grenat est plus élevée dans le coticule que dans son phyllade; cette représentation nous permet d'en apprécier la différence (de 5 à 20 % absolu). Seule la veine H36A fait exception; en effet, la teneur en grenat chute de 40 % pour un intervalle d'environ 1 cm de roche. Cet intervalle correspond au niveau rosé H36Ax de teneur en grenat intermédiaire.

---

(1) Si  $y$  : % en poids de grenat

$x$  : % en volume de grenat

alors l'équation s'écrit :  $y = 1,21x + 1,53$ .

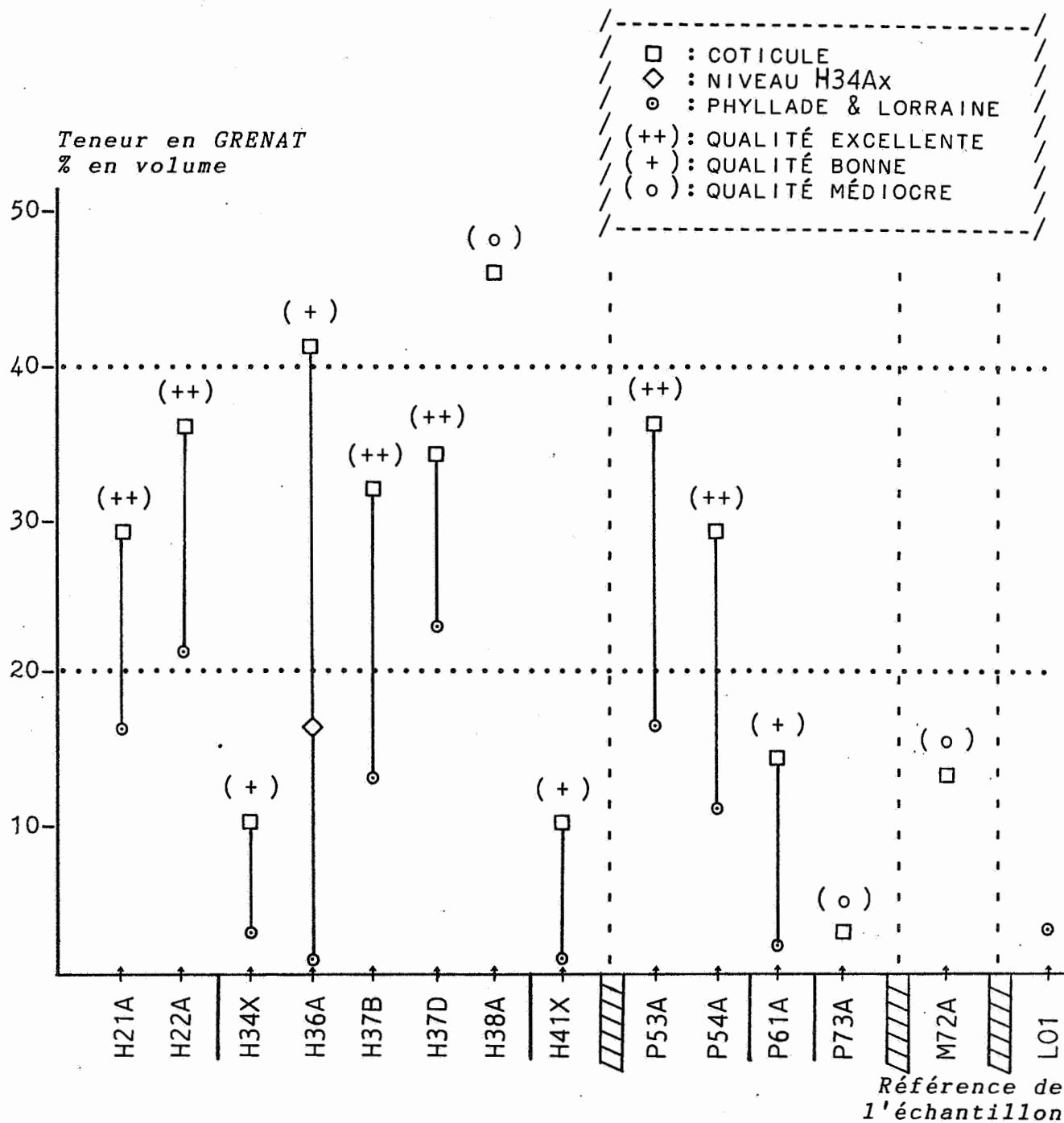


FIGURE 3.9: PROPORTION DE GRENAT (EN VOLUME) DANS LE COTICULE ET DANS SON PHYLLADE. Cette représentation montre la relation qui existe entre la qualité du coticule et sa teneur en grenat.

- Les 6 échantillons de coticule d'excellente qualité se regroupent dans un étroit créneau (de 29 à 36 %) et, de part et d'autre, la qualité va en diminuant. Nous pouvons donc diviser cette figure en quatre domaines de teneurs différentes :
  - 1er : très élevée (au-dessus de 40 %) : lorsque la teneur en grenat augmente, la qualité diminue (d'abord la qualité est moyenne, puis elle devient médiocre);
  - 2è : élevée (de 20 à 40 %) (1) : là se disposent les échantillons d'excellents coticules;
  - 3è : faible (de 5 à 20 %) : ce domaine regroupe les pierres de bonne qualité (2);
  - 4è : très faible (en-dessous de 5 %) : là se situe un échantillon de coticule de qualité médiocre (ainsi que celui de Lorraine).
- Les phyllades quant à eux se répartissent entre deux groupes :
  - + teneur moyenne en grenat (10 à 25 %) : où se disposent les phyllades qui sont associés aux excellents coticules;
  - + teneur très faible en grenat (moins de 5 %) : là se placent les phyllades qui sont associés aux coticules de moyenne qualité, auxquels s'ajoute la Lorraine.

---

(1) La coupure entre les deuxième et troisième domaines est difficile à établir, car une vaste plage sépare les teneurs en grenat des deux groupes (de 14 % à 29 %). C'est arbitrairement que nous avons choisi la coupure à 20 %.

(2) L'échantillon M72A de qualité médiocre se place dans ce domaine de bonne qualité, car son aspect gris verdâtre et ses pigmentations rougeâtres la déprécient (en réalité cette pierre est de qualité intermédiaire entre médiocre et bonne : voir figure 2.2).

III.6.4. Conclusion.

L'obtention d'une pierre à rasoir de qualité va dépendre de plusieurs conditions quant à leur composition .

- \* La roche doit être, presque exclusivement composée de grenat, quartz et phyllosilicates, en proportion volumique sensiblement égale, tout particulièrement en ce qui concerne les deux premiers minéraux. En effet, à la figure 3.4, la position centrale dans le triangle médian est occupée par les échantillons d'excellents coticules (1°, 2°, et 3°) et la diminution de la teneur en grenat (donc de la qualité), s'accompagne d'un déplacement vers le pôle phyllosilicate.
- \* Il est indispensable que le quartz ne soit pas visible au microscope, et il est souhaitable que la taille du grenat ne dépasse pas 20 microns.
- \* Certains défauts (principalement des irrégularités de structure) peuvent à tort ou à raison, diminuer la qualité du coticule. Nous les avons repris par ordre décroissant d'importance :
  - les filonets de quartz
  - la présence d'un fin litage
  - la présence de noyaux (séricitisés ou non)
  - la schistosité de crénulation
  - les précipitations d'hydroxyde de manganèse
  - la coloration (ton de gris du à l'hématite).
- \* La teneur en grenat, qu'il est possible de déterminer par diffractométrie, constitue l'élément essentiel qui va déterminer la qualité de la pierre que les défauts précités pénalisent.

### III.7. Conclusion du troisième chapitre.

Vu l'importance de ce chapitre dans ce travail, et pour éviter les répétitions inutiles lors de la conclusion générale, nous ne développerons ici qu'un point précis:

Nous sommes en présence d'une roche très particulière des points de vue chimique, minéralogique et structural.

- \* Le chimisme : elle renferme de très grandes quantités de MnO et dans une moindre mesure de  $Al_2O_3$ , alors qu'elle ne contient que très peu de CaO (1).
- \* La minéralogie : le métamorphisme, a fait apparaître des minéraux particuliers : spessartine, paragonite et andalousite (uniquement lorsque la teneur en alumine est très élevée).
- \* La structure : mis à part les porphyroblastes d'andalousite, cette roche est constituée de minéraux de très petite taille : dans une pâte phylliteuse, se disposent uniformément des grenats minuscules, alors que le quartz interstitiel ne peut être vu au microscope.

Pour certaines veines de coticule, le métamorphisme qui joue un rôle capital dans la formation de ce matériau aurait pu lui être fatal si les porphyroblastes d'andalousite, de dureté similaire à celle du grenat, n'étaient disparus au profit de phyllites tendres.

---

(1) Les roches salmiennes de la vallée de la Lienne présentant des caractéristiques chimiques similaires ont été étudiées par Berger (1965). D'après cet auteur, le rapport Ca/Mg extrêmement faible serait dû à une sédimentation dans un bassin isolé du milieu marin.

## CHAPITRE 4.

### AVENIR DU COTICULE.

Après avoir connu de longues années prospères, l'industrie du coticule a progressivement régressé pour s'arrêter. A l'heure actuelle, on n'extrait plus et il ne subsiste plus que les réserves de M. Burton qui n'arrivent pas à répondre aux demandes du marché.

Or, il s'agit là d'une industrie très particulière dont le but consiste à mettre sur le marché un matériau naturel (uniquement taillé et poli) à un prix très élevé. C'est ainsi qu'en 1981, le prix de vente moyen du coticule avoisinait 500 F le kilo (2).

Au cours de ses travaux dans le cadre d'une relance éventuelle de cette industrie, A.Lessuise (1981) a consulté par lettres plusieurs acheteurs de pierres à rasoir dont les adresses lui avaient été communiquées par M. Burton. Dans ces dernières, il demandait des informations sur le marché économique subsistant, se renseignait sur l'intérêt de l'achat et de la vente des pierres abrasives naturelles ou de pierres synthétiques de qualités similaires. Les réponses obtenues ont laissé apparaître l'existence d'un marché potentiel relativement important pour les pierres naturelles et montraient une nette préférence pour celles-ci.

- 
- (1) Suite au décès de M. Burton, c'est son fils qui continue la taille, le polissage et l'écoulement de ces réserves.
  - (2) Cette valeur est basée sur la vente pour cette année là de 2,2 tonnes de pierres (de différentes qualités) pour un montant de 1 150 000 F (données de M. Burton).



A l'heure actuelle, l'Iniex a mis au point une notice technique, en quatre langues, en vue d'une étude de marché approfondie du coticule vers les pays du monde entier. Cette enquête sera menée via l'O.B.C.E., en direction des grossistes en matériaux abrasifs et des fabricants de couteaux. Les firmes recensées sur la liste des clients de MM Burton et Offergeld (environ une cinquantaine) seront également contactées.

De la première enquête de l'Iniex et de quelques contacts postérieurs, plusieurs considérations sont à noter :

- il existe encore un marché important en Orient et en Amérique du Sud;
- des importateurs allemands sont intéressés par le monopole mondial de la vente des pierres à rasoir;
- une étude de marché en coutellerie (en France) a montré l'existence de demandes pour les poudres de coticule;
- les poudres peuvent également servir pour le polissage des métaux doux (notamment des étains artisanaux);
- en menuiserie, seuls les artisans sont intéressés par l'utilisation de meules abrasives artificielles;
- les derniers prix des pierres naturelles semblaient être trop élevés.

Sur base des études faites et après avoir tenté de trouver des solutions possibles aux problèmes qui ressortent des quelques faits énoncés précédemment, il semble raisonnable de croire que le coticule puisse encore être exploité. En effet, ceci nous semble réalisable si l'on tient compte des possibilités que nous offrent les points suivants :

- la connaissance correcte des gisements et l'optimisation des méthodes d'exploitation devraient permettre une diminution des coûts de production et par conséquent l'adaptation du prix de vente aux exigences du marché;
- une étude de marketing détaillée permettrait de sérier à la fois les qualités, les dimensions et les quantités des pierres les plus demandées;

- la récupération de déchets et leur broyage fournirait une grande quantité de poudres valorisables, soit telles quelles, soit en tant que :

- \* matières abrasives pour la fabrication de pierres et de meules artificielles,
- \* dans le recouvrement intérieur des tuyaux,
- \* dans le papier (style emeri) de qualité extra-fine,
- \* dans les peintures antidérapantes.

(C'est ainsi que la poudre de coticule peut avantageusement remplacer la poudre de grenat concassé grâce à la finesse et à la forme arrondie de l'élément abrasif).

De plus, un résultat important de notre étude est d'avoir mis en évidence l'existence de couches de phyllades bleus présentant une teneur en grenat presque aussi élevée que les couches de coticule et des propriétés abrasives similaires. Sur base de cette connaissance et de la demande importante en pierres bleues abrasives (Angleterre), l'exploitation de couches de phyllade plus épaisses que celles de coticule serait d'un apport intéressant pour le rendement d'une exploitation future.

Il est évident qu'une reprise d'activité se ferait dans de meilleures conditions que précédemment. Le travail s'effectuerait à ciel ouvert en se servant d'engins de sciage moins destructifs que les explosifs, de faible puissance pourtant, utilisés jadis. C'est ainsi que le mineur qui devait autrefois ramper dans des trous humides, s'installerait demain derrière une machine pour produire davantage; une productivité accrue pour un effort moindre serait le résultat d'une politique industrielle nouvelle.

Ainsi, sur base de tonnages à la demande prédéterminés par une étude de marché, une exploitation moderne de coticule devrait s'attacher à fournir les matières suivantes :

- pierres naturelles abrasives en coticule.
- pierres naturelles abrasives en phyllade bleu.
- pierres naturelles abrasives en phyllade bleu "Lorraine".
- pierres artificielles reconstituées, de toutes formes, à base de poudres.
- poudres brutes.
- poudres concentrées en grenat.

Enfin, face au musée du coticule qui se consacre admirablement au passé florissant de cette industrie artisanale, ne cessent d'arriver de partout des données incitant à la remise en exploitation de ce matériau qui, non seulement se révèle unique au monde de par sa nature lithologique, mais l'est tout autant de par ses qualités de polissage inégalables.

## CONCLUSIONS GENERALES

-----

A l'issue de ce travail qui nous a permis d'aborder plusieurs disciplines de la géologie, il s'avère intéressant de passer un revue le chemin parcouru.

Au départ, ce travail devait se composer de trois thèmes essentiels :

- le lever de terrain qui aurait pu fournir une éventuelle corrélation entre les deux gisements;
- l'étude minéralogique et pétrographique qui devait permettre de caractériser la roche;
- la définition de la qualité commerciale du coticule des points de vue composition, minéralogie, granulométrie et contaminants.

La complexité de la tectonique ainsi que le manque de repères dans les veines de coticule nous ont amenés à abandonner le premier point pour nous concentrer sur les deux autres.

Ainsi, plutôt que de baser notre étude sur des échantillons prélevés sur le terrain, nous nous sommes tournés vers les exploitants qui nous ont fourni des pièces commercialisables, en précisant les qualités abrasives qu'ils leur attribuaient, de même que les noms de veines qui les avaient produites.

Avant de passer à l'étude de ces pierres, nous avons rassemblé un certain nombre de données sur la géologie de ces gisements. La littérature en a fourni les grandes lignes, tandis que les nombreuses entrevues avec les exploitants apportaient des détails sur la disposition des veines à l'intérieur des phyllades à coticule. Le résultat de cette recherche est repris dans deux logs détaillés qui pourront ultérieurement servir de point de départ pour une étude de terrain précise.

L'analyse diffractométrique (poudre brute, agrégats orientés, agrégats orientés traités à l'hydrazine) a conduit à la définition du contenu minéralogique. Les diffractogrammes obtenus attestent, de manière certaine, la présence de spessartine, de quartz, de muscovite, de paragonite,  $\pm$  de kaolinite et d'hématite, mais ce dernier uniquement dans le phyllade, et moins sûrement celle de chlorite et de rutilé.

L'observation au microscope de lames minces et de sections polies a fait apparaître la structure interne du coticule et du phyllade. Il s'agit de roches équi-granulaires très fines (en général de 10 à 20 microns) constituées de grains arrondis de grenat (auxquels s'ajoute l'hématite dans le cas du phyllade) répartis uniformément dans une gangue phylliteuse, tandis que le quartz reste toujours de taille submicroscopique. Seules quelques irrégularités de structure (noyaux de kaolinite ou de séricite, schistosité de crénulation, agrégats de grenats, fin litage,...) viennent déranger cette homogénéité.

Nous avons pu disposer d'analyses chimiques qui, par le calcul de la norme, nous ont permis de chiffrer l'abondance des minéraux et d'apprécier les variations de composition (entre le coticule et son phyllade, entre deux échantillons de la même veine ainsi qu'entre veines différentes).

La comparaison entre les résultats des analyses diffractométrique et chimique a démontré qu'il existe une corrélation d'excellente qualité entre d'une part l'intensité des réflexions de la spessartine, et d'autre part la teneur en grenat. Nous avons ainsi pu connaître précisément la proportion de grenat contenue dans les échantillons traités aux rayons-X et pour lesquels nous ne disposions pas d'analyse chimique.

Au départ de cet ensemble de données, il a été possible de définir les critères requis pour l'obtention d'une pierre à rasoir de qualité. Nous avons mis en évidence que, mis à part certains défauts particuliers de la structure, c'est principalement la teneur en grenat qui définit la qualité abrasive de la pierre.

De plus, si on applique ces critères aux phyllades, une partie de ceux-ci pourraient être de bonne qualité. Cependant, seules des mesures d'abrasivité comparées coticule - phyllade permettraient d'en définir les propriétés exactes.

Enfin, n'oublions pas de remarquer que c'est en agissant sur des matériaux de composition chimique particulière que le métamorphisme a permis le développement de minéraux et de structures qui confère aux pierres à rasoir leurs qualités inégalables.

Sur le point de mettre un terme à ce travail, nous nous rendons bien compte qu'il reste à dire et à découvrir des quantités de choses sur le sujet; toutefois, nous espérons avoir apporté une modeste contribution à la connaissance de cette roche exceptionnelle : le coticule.

---

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à exprimer notre gratitude envers Messieurs F. Dimanche, A. Lessuise, J. Bellière, J. Thorez, S. de Bethune et F. Geukens qui nous ont judicieusement conseillés lors de l'élaboration de ce travail.*

*Nous remercions également Messieurs J.M. Speetjens, E. Ruisseau, M. Médart, J. Toussaint, R. Vandenvinne et M. Gaspar des laboratoires de Minéralogie, de Géologie et de Géologie Appliquée de l'Université de Liège pour leur excellente collaboration technique.*

BIBLIOGRAPHIE



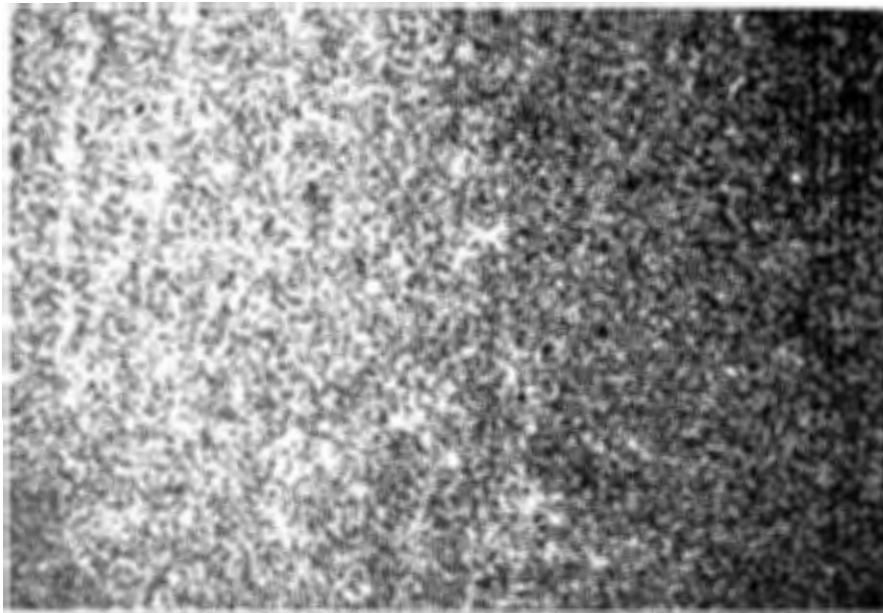
- ANTEN J. 1912 - *Contribution à l'étude du Salmien métamorphique du Sud du Massif de Stavelot, dans la région de Recht.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 39, pp M 397-417.
- ANTEN J. 1914 - *Sur la stratigraphie et la tectonique du cambrien supérieur au Sud de Vielsalm.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 41, pp M 31-47
- ANTEN J. 1923 - *Le Salmien métamorphique du Sud du Massif de Stavelot.*  
Mém. in-4° Acad. Roy. de Belgique, 2ème série, t. 5, fasc. 3, pp 3-34.
- ANTEN J. 1925 - *A propos des noyaux du phyllade à coticule.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 48, pp B 197-198.
- BANNEUX L. 1903 - *L'industrie belge des pierres à rasoir.*  
Revue des questions scientifiques, 3ème série, t. 3, pp 255-265.
- BERGER P. 1965 - *Les dépôts sédimentaires de manganèse de la Liègne inférieure.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 88, pp B 245-270.
- BEUGNIES A., DUMONT P., GEUKENS F., MORTELMANS G.,  
VANGUESTAINE M. 1976 - *Essai de synthèse du Cambrien de l'Ardenne.*  
Ann. Soc. Géol. du Nord, 96, 4, pp 263-273.
- BOCLINVILLE J. 1958 - *Bihain en Ardennes des sommets.*  
Bull. de la Soc. Belge d'Etude Géographique, t. 27, n° 1 pp 216-219.
- BRIOL R. 1947 - *Etude géologique et minéralogique du coticule. Son industrie.*  
Mém. de fin d'Etude, Institut Gramme.
- CORIN F. 1924 - *Sur les plissements secondaires dans les couches de coticule.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 47, pp B 186-188.
- CORIN F. 1925 - *Sur la présence de coticule très métamorphique au Nord du défilé de la Salm.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 48, pp B 198-199.
- CORIN F. 1927 - *Compte rendu de la session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique tenue à Vielsalm du 24 au 27 septembre 1927.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 50, pp B 292-333.
- CORIN F. 1928 - *Note sur la tectonique de la région au Nord de Salmchâteau.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 51, pp B 264-274.



- CORIN F. 1963 - *Ueber Knoten in Phylliten des Salmien von Recht, Vielsalm und Ottré (Ost-Ardennen)*.  
Géologische Mitteilungen, t. 3, 2ème partie, pp 179-184.
- CORIN F. 1964 - *Ergangzung zum Aufsatz "Ueber Knoten in Phylliten..."*.  
Géologische Mitteilungen, t. 4, 1ère partie, pp 111-113.
- CORIN F. 1968 - *Le défilé de la Salm entre Vielsalm et Salmchâteau*.  
Bull. de la Soc. Belge de Géologie, t. 77, pp 155-174.
- de DORLODOT L. 1910 - *Contribution à l'étude du métamorphisme du Massif Cambrien de Stavelot*.  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 37, pp M 145-204.
- DEER, HOWIE & ZUSSMAN 1977 - *An introduction to the rock forming minerals*.  
Longman Group Limited, first edition 1966.
- DUMONT A. 1848 - *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénans. 1ère partie: terrains ardennais*.  
Mém. in 4° Acad. Roy. de Belgique, 20.
- ESQUEVIN J. 1969 - *Influence de la composition chimique des illites sur la cristallinité*.  
Bull. Centre Rech. Pau - S.N.P.A., 3, pp 147-154.
- FOURMARIER P. 1944 - *L'allure du Salmien entre Vielsalm et Salmchâteau*.  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 67, pp B 42-55.
- FOURMARIER P. 1954 - *La tectonique. Prodrôme d'une description géologique de la Belgique*.  
Société Géologique de Belgique.
- FOURMARIER P. & MICHOT P. 1964 - *Tectonique de l'Europe. La Belgique*.  
Moscou, 202-209.
- FRAIPONT C. 1911 - *De l'exploitation des ardoises et du coticule au Comté de Salm antérieurement à l'an 1625*.  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 38, pp BB 3-5.
- GASPAR C. 1975 - *L'industrie de la pierre à rasoir dans la région de Sart - Lierneux*.  
Enquête du Musée de la Vie Wallonne, t. 14, pp 1-44.
- GEUKENS F. 1965 - *Problème stratigraphique relatif aux planchettes Odeigne - Bihain*.  
Bull. Soc. Belge de Géologie, t. 74, pp 214-219.
- GEUKENS F. 1969 - *De ouderdom der druksplijting in het caledonisch Massief van Stavelot*.  
Med. Kon. VI. Acad., Klasse der Wet., Jg. 31, nr 4.
- GOSSELET J. 1888 - *L'Ardenne*.  
Mém. Serv. de la Carte Géologique de la France.
- HEY M. 1954 - *A new review of the chlorite*.  
Min. Mag., 30, pp 277-292.
- KRAMM U. 1973 - *Chloritoid stability in manganese rich low-grade metamorphic rocks, Venn Stavelot Massif, Ardennes*.  
Contr. Min. Petrol., t. 41, pp 179-196.

- KRAMM U. 1976 - *The coticule rocks (spessartine quartzites) of the Venn Stavelot Massif, Ardennes, a volcanoclastic metasediment?*  
Contr. Min. Petrol., t. 56, pp 135-155.
- KRAMM U. 1980 - *Muscovit-Paragonit Phasenbeziehungen in niedriggradig metamorphen Schiefen des Venn-Stavelot Massivs, Ardennen.*  
Springer - Verlag.
- LESSUISE A. 1981 - *Le coticule.*  
Rapport publié par l'INIEX.
- LOHEST M. 1911 - *Sur le métamorphisme de la zone de Salm-château.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 38, pp M 11-25.
- LOHEST M. 1913 - *Expériences de tectonique.*  
Mém. Soc. Géol. Belg., t. 39, pp M 547-585 (voir pp 572-573).
- LOHEST M. & FORIR M. 1901 - *Allure du Cambrien au Sud de Vielsalm.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 28, pp M 129-147.
- MACAR P. 1973 - *Structures sédimentaires diverses dans le coticule du Massif de Stavelot.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 96, pp 133-155.
- MICHOT P. 1976 - *Le segment varisque et son antécédent calédonien.*  
Symposium der Deutschen Akademie des Naturforscher Leopoldina 1974.
- MICHOT P. 1980a - *Le segment tectogène calédonien belge.*  
Mém. de la Classe des Sciences, in 8°, 2ème série, t.43, fasc. 6.
- MICHOT P. 1980b - *Belgique.*  
Publication du 26ème Congrès Géologique International. Paris, 1980.
- NYOBWE C. 1982 - *Critique de l'évaluation de la cristallinité des Kaolinites par diffraction des rayons-X. Application à des 'kaolinites' belges.*  
Mém. de fin d'Etude de Licence Sc. Géol. et Min., 1982.
- PAPELEUX J. 1971 - *Note sur la pierre à rasoir: a) la mine à Regné (Luxembourg), b) l'atelier à Sart - Liernoux (Liège)*  
Musée de la Vie Wallonne, manuscrit non publié.
- PIRLET H. 1975 - *Grandes lignes de l'évolution du Paléozoïque du Sud de la Belgique.*  
Assoc. Française pour l'Avancement des Sciences. Actes du 94ème Congrès, 1975.
- REMACLE G. 1974 - *Sur l'industrie de la pierre à rasoir.*  
Glain et Salm, n° 1, 1974, pp 3-10.
- RENARD A. 1878 - *Sur la structure et la composition du coticule.*  
Mém. Acad. Roy. de Belgique.
- SCHREYER W. 1975 - *New petrologic evidence for Hercynian metamorphism in the Venn-Stavelot Massif, Belgium.*  
Geologischer Rundschau, 64, pp 819-830

- THEUNISSEN K. 1965 - *Bijdrage tot de studie van de zuidrand van het Massief van Stavelot.*  
Licentiaatsverhandeling, K.U.L.
- THEUNISSEN K. 1970 - *L'andalousite et ses phases de transformation dans la région de Vielsalm.*  
Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. 93, pp 363-382.
- THEUNISSEN K. 1971 - *Verband tussen de tectonische vervorming en de metamorphe rekristallisatie in het doorbraakdal van de Salm te Salmchâteau.*  
Thèse de Doctorat, K.U.L.
- THOREZ J. 1976 - *Practical identification of clay minerals.*  
Editions G. Lelotte, Dison.
- VANGUESTAINE M. 1973 - *Etude palynologique du Cambro-ordovicien de Belgique et de l'Ardenne française.*  
Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Liège.
- VANGUESTAINE M. 1974 - *Espèces zonales d'Acritarches du Cambro-Trémadocien de Belgique et de l'Ardenne française.*  
Review of Paleobotany and Palynology, 18, pp 63-82.



ECHANTILLON  
H22A  
VEINE FINE  
COTICULE ET  
PHYLLADE

S. |  
250 $\mu$

LUMIÈRE  
TRANSMISE  
1 NICOL

*Cette microphotographie représente la transition coticule (à gauche) - phyllade (à droite). Le phyllade apparaît plus sombre à cause de son contenu en hématite.*

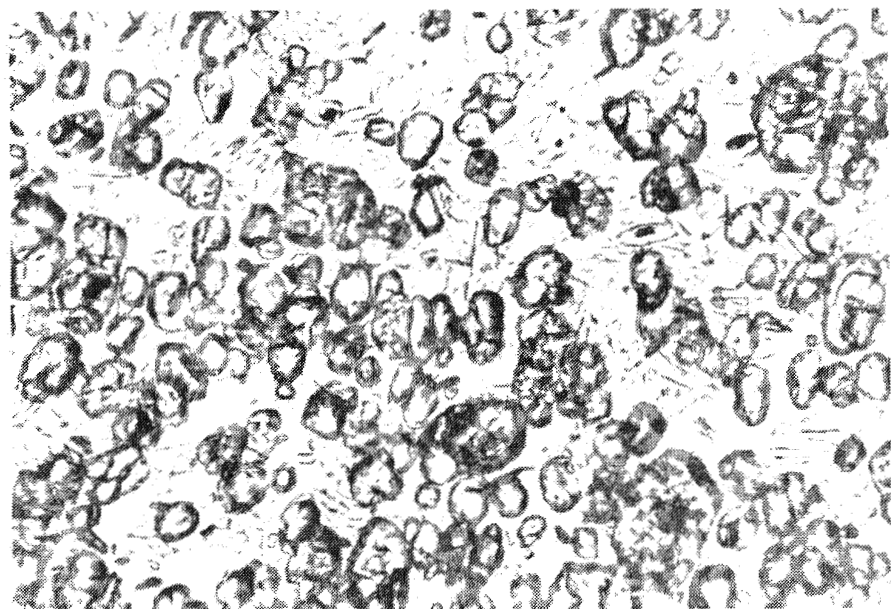
*L'ensemble est très homogène et hormis la stratification, aucune structure particulière n'est observable.*

ECHANTILLON  
H22Ac  
VEINE FINE  
COTICULE

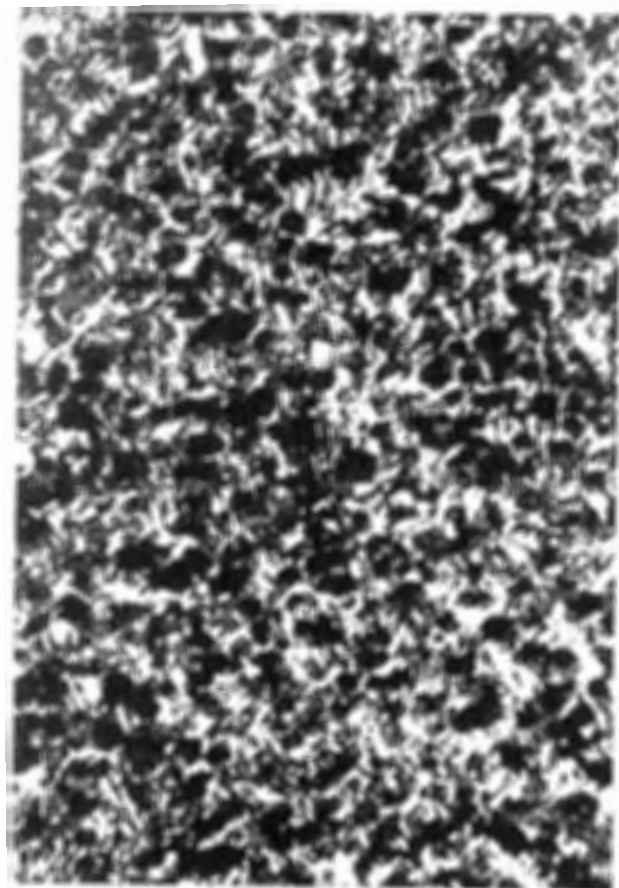
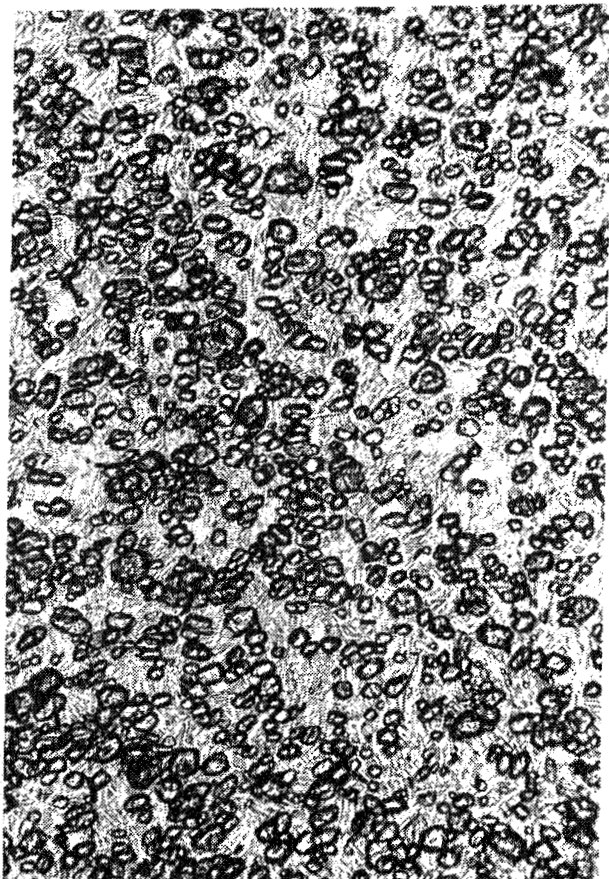
—  
S.

16 $\mu$

LUMIÈRE  
TRANSMISE  
1 NICOL



*Il s'agit du même échantillon que sur la photo supérieure, mais à un plus fort grossissement. Dans la matrice de séricite on peut observer les grains de grenat qui sont de très petite taille (max. 20 microns). Quelques grenats, (surtout ceux de plus grande taille) présentent certaines des faces du rhombodécaèdre, mais la plupart sont de forme ovale avec un allongement qui se dispose statistiquement perpendiculairement à la stratification.*



LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

2 NICOLS

40 $\mu$

S.

ECHANTILLON H22AC

VEINE FINE - COTICULE.

*Nous pouvons observer ici le coticule avec un grossissement intermédiaire entre les deux photos de la planche 1.*

*On peut observer sur la photo de gauche :*

- l'homogénéité de la roche,
- la disposition de la séricite et du grenat,
- les formes du grenat déjà définies dans le commentaire de la photo du bas de la planche 1,
- l'allongement préférentiel du grenat (perpendiculairement à la stratification).

*La photo de droite représente la même section mais entre nicols croisés. L'extinction d'une grande quantité de grenats (ceux de plus grande taille) est due à la faible épaisseur de la lame mince (10 à 15 microns).*

Dans cette section, les structures sédimentaires sont très développées.

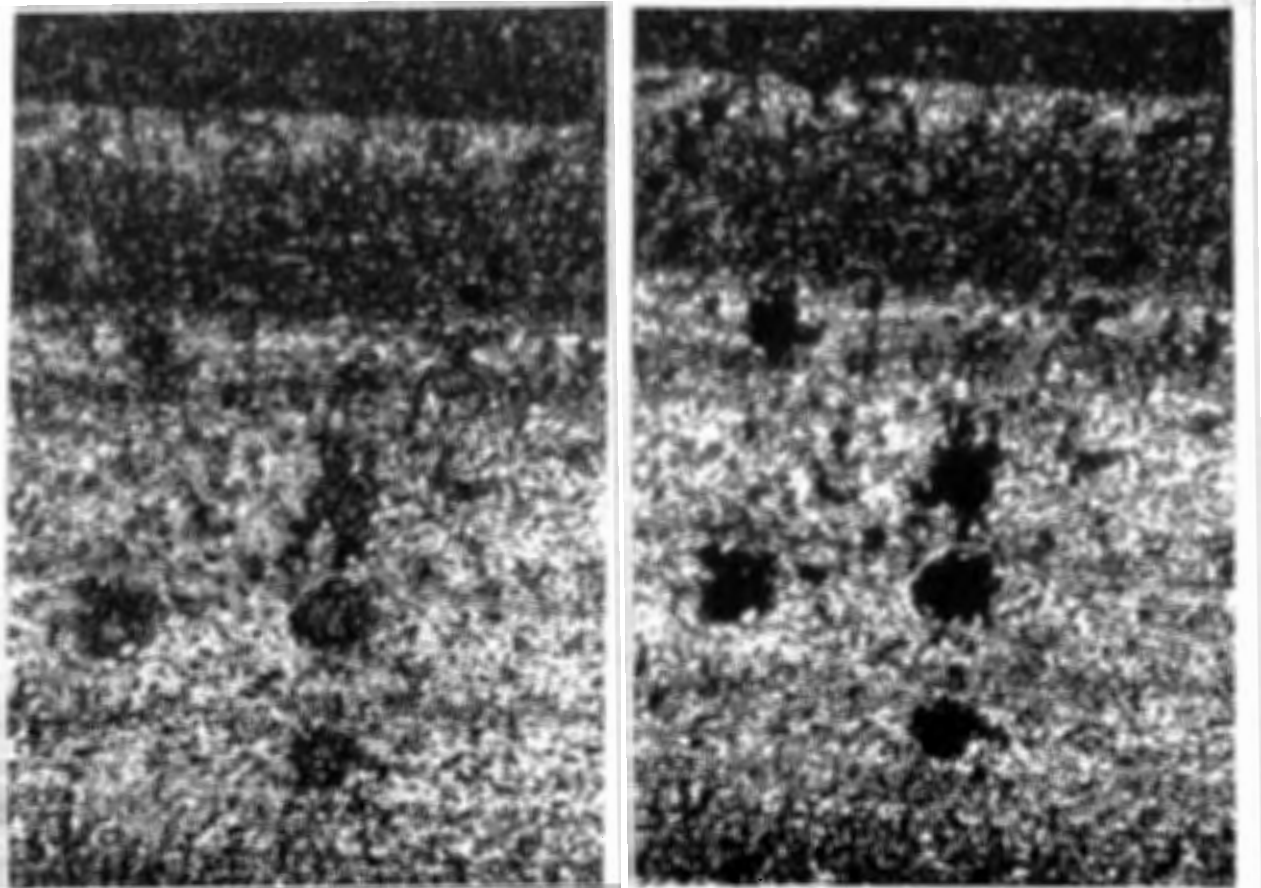
On peut observer deux types de lits :

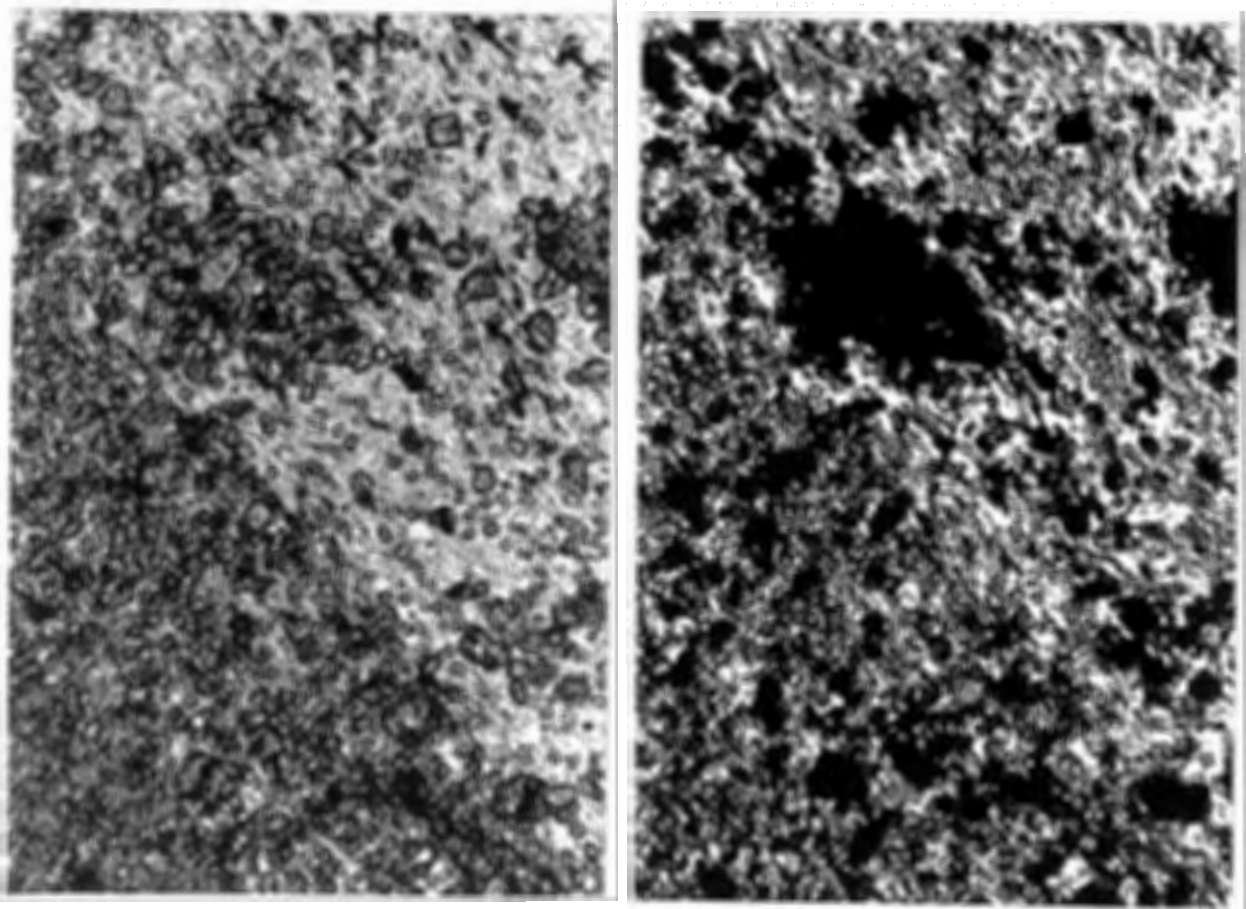
- très riches en grenats (haut de la photo) comme dans la plus grande partie de la veine
- plus pauvres en grenat mais qui se présentent sous deux formes :
  - . disséminés dans la matrice séri iteuse
  - . regroupés en agrégats globulaires qui ne laissent pas passer la lumière entre nicols croisés (diamètre supérieur ou égal à  $100\mu$ ).

ECHANTILLON H32Ac. VEINE DADOS - COTICULE  
LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL                      2 NICOLS

100 $\mu$

S.





LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL 2 NICOLS 40 $\mu$   
ECHANTILLON H32AC. VEINE DADOS COTICULE.

S.

*Il s'agit de la même veine que les photos de la planche 3 mais avec un grossissement plus élevé.*

*Nous pouvons observer la stratification avec les lits de composition différente qui ont été décrits à la planche 3.*

*Le gros plan de l'agrégat de grenat montre qu'il ne s'agit pas d'un même grain, mais d'une mosaïque de cristaux qui sont jointifs ce qui explique la forme extérieure très découpée.*

*Le faible grossissement permet de voir le passage coticule en haut - phyllade en bas d'un échantillon qui contient de nombreux noyaux de kaolinite éteints entre nicols croisés. Ces noyaux contiennent des inclusions : dans le coticule, il s'agit de grenat et dans le phyllade, il y a en plus de l'hématite ce qui les rend presque opaques en lumière naturelle.*

*On peut également observer la schistosité de crénulation qui contourne ces noyaux.*

*Aux planches 6 et 10, nous avons reproduits des agrandissements de cette roche. (nous avons représenté la direction de la schistosité de crénulation par Sc).*

ECHANTILLON P61A

VEINE GROSSE JAUNE

COTICULE-PHYLLADE

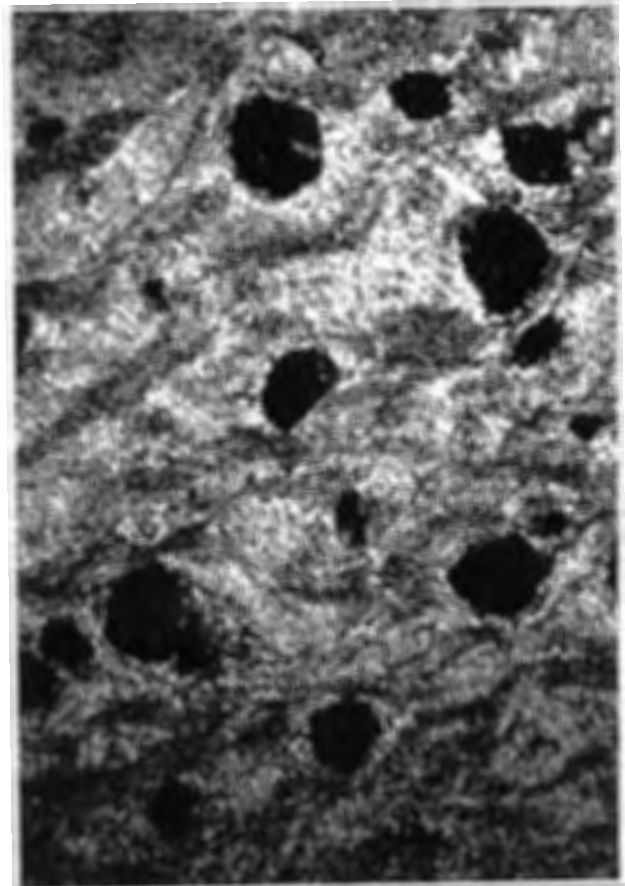
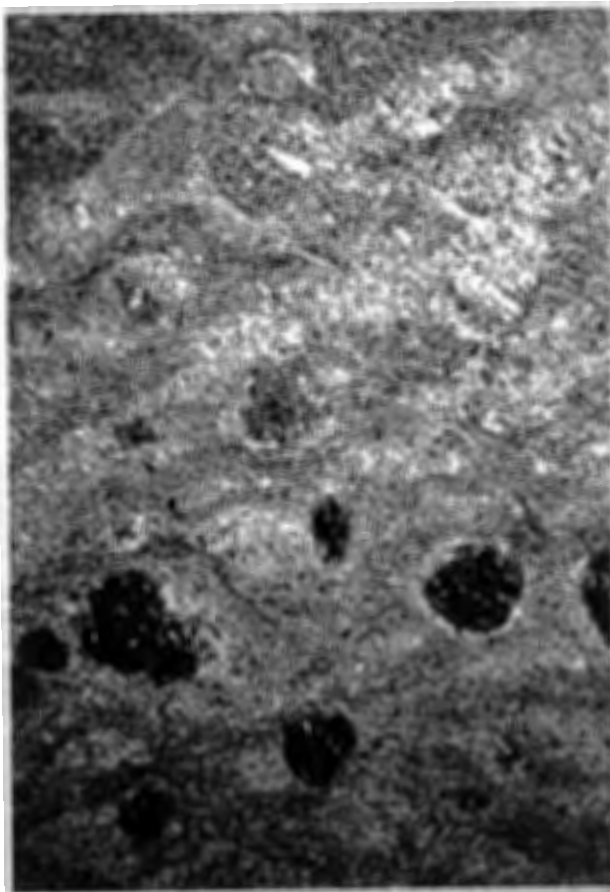
LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

2 NICOLS

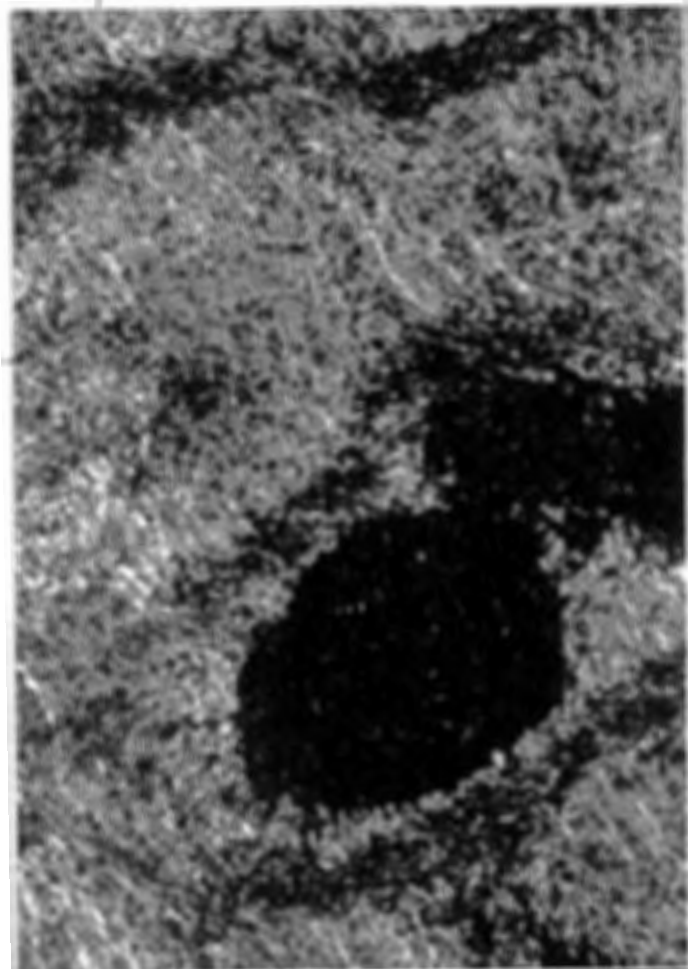
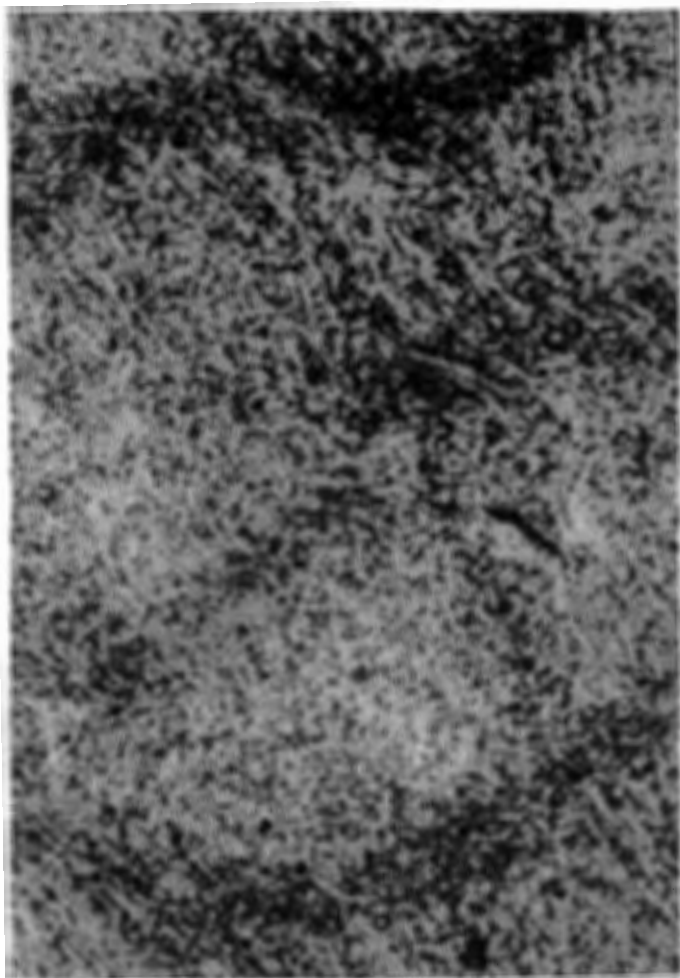
250 $\mu$

Sc

S.







LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

2 NICOLS

100 $\mu$

Sc

ECHANTILLON P61Ac.

VEINE GROSSE JAUNE

COTICULE

*Sur la photo de gauche, on peut observer les emplacements de deux noyaux dont les différences ne peuvent s'observer qu'entre nicols croisés : le noyau supérieur gauche est formé de séricite tandis que l'autre est composé de kaolinite avec de la séricite en bordure. Ce dernier se distingue facilement grâce à l'extinction de la kaolinite (entre nicols croisés).*

*Remarquons également que la deuxième schistosité, qui se marque surtout par une concentration en grenat, contourne en épousant les formes des noyaux des deux types à l'intérieur desquels la première schistosité a aligné les paillettes des phyllosilicates.*

On peut observer un noyau de kaolinite partiellement transformé en séricite. Sur la photo de gauche, la structure semble être homogène (répartition assez uniforme des grenats dans la matrice phylladeuse) si ce n'est la présence de la schistosité de crénulation qui concentre quelque peu les grenats.

Comme dans la plupart des lames (qui sont épaisses d'environ 30 microns), le grenat isotrope n'est pas éteint en lumière polarisée (car de taille inférieure à 15 microns).

De très rares grains d'hématite (partie inférieure gauche) ont pour effet de colorer le coticule en jaune grisâtre.

ECHANTILLON H42Ac.

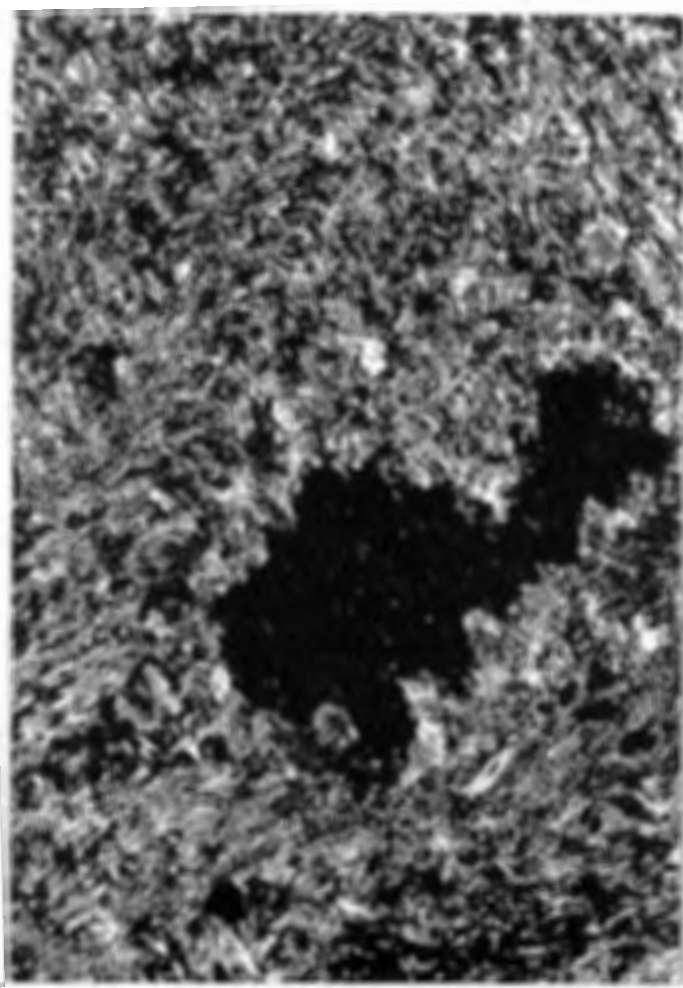
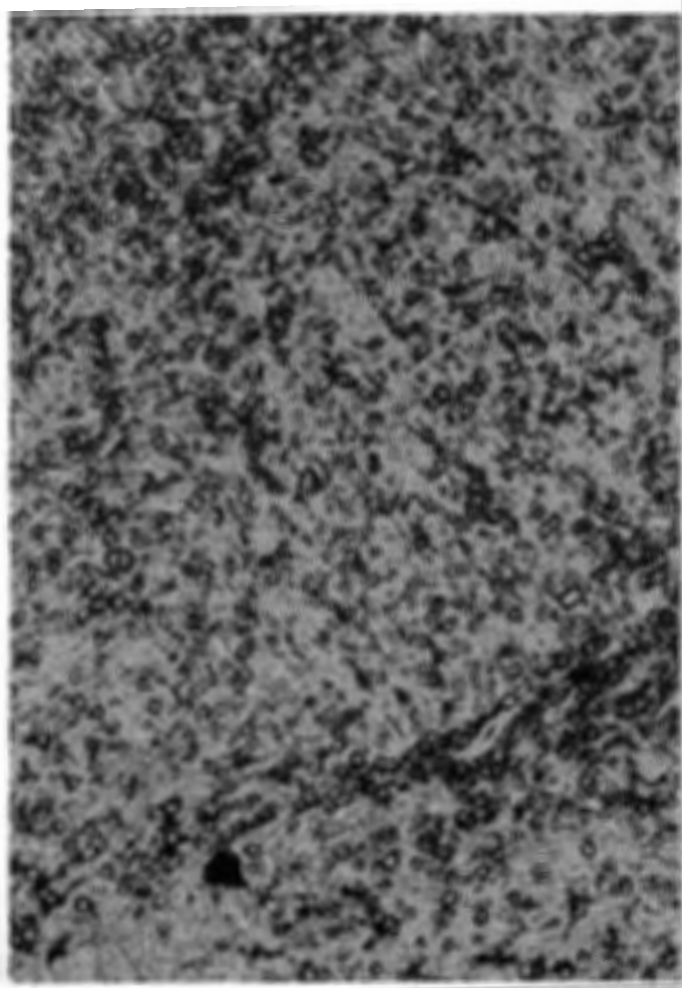
VEINE PETAS GROS DOUBLE

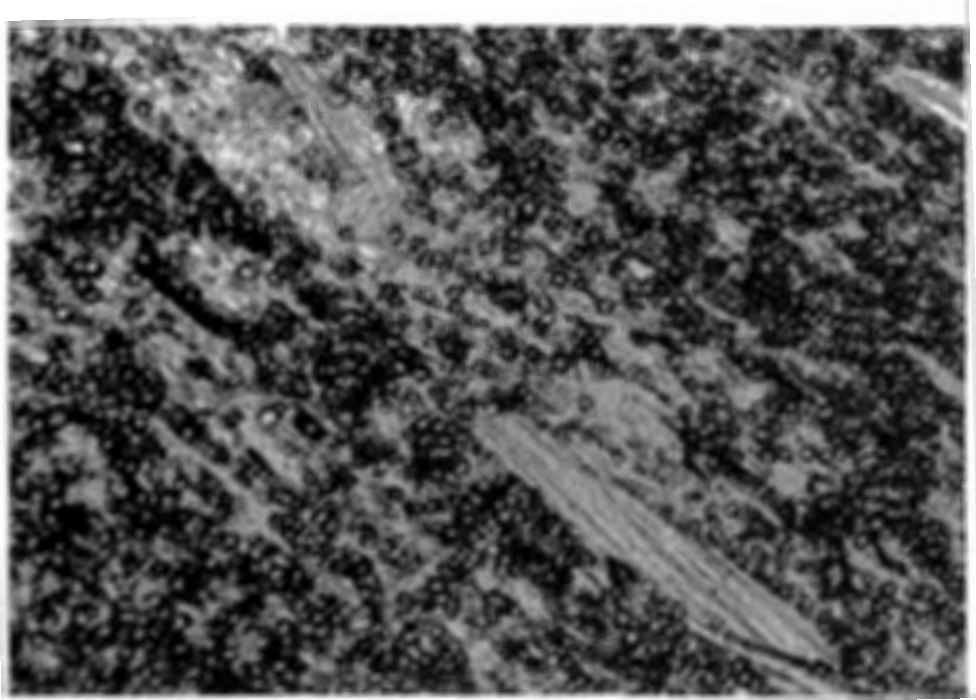
COTICULE

LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

2 NICOLS

40 $\mu$





LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

40 $\mu$

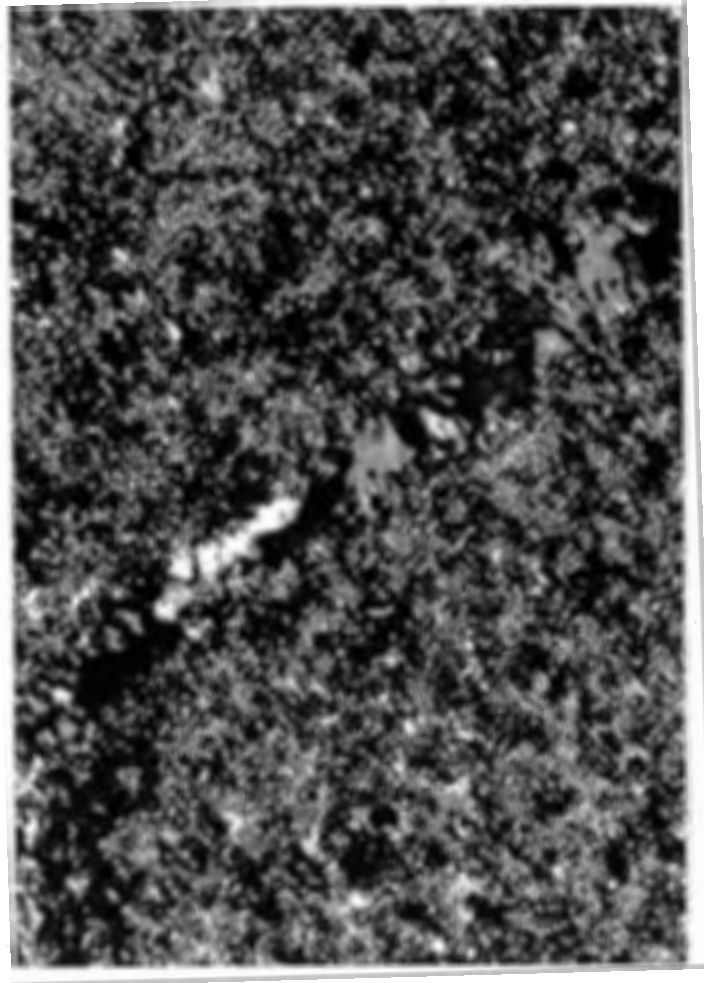
S. /

ECHANTILLON P53Ac.

VEINETTE OLD ROCK

COTICULE

*Cette illustration a été retenue pour mettre en évidence la présence de phyllosilicates détritiques de très grande taille. Il s'agit ici d'une paillette de chlorite de 250 microns de longueur dont l'orientation est parallèle à la stratification.*



LUMIÈRE TRANSMISE 2 NICOLS  $\overline{40\mu}$  S. /  
ECHANTILLON H37Bc. VEINE ALLEMANDE COTICULE

*Cette pierre serait d'excellente qualité si elle n'était pas traversée par des veinules de quartz perpendiculaires à la stratification. Ce défaut se rencontre surtout à Regné et dans une moindre mesure à Hébronval.*

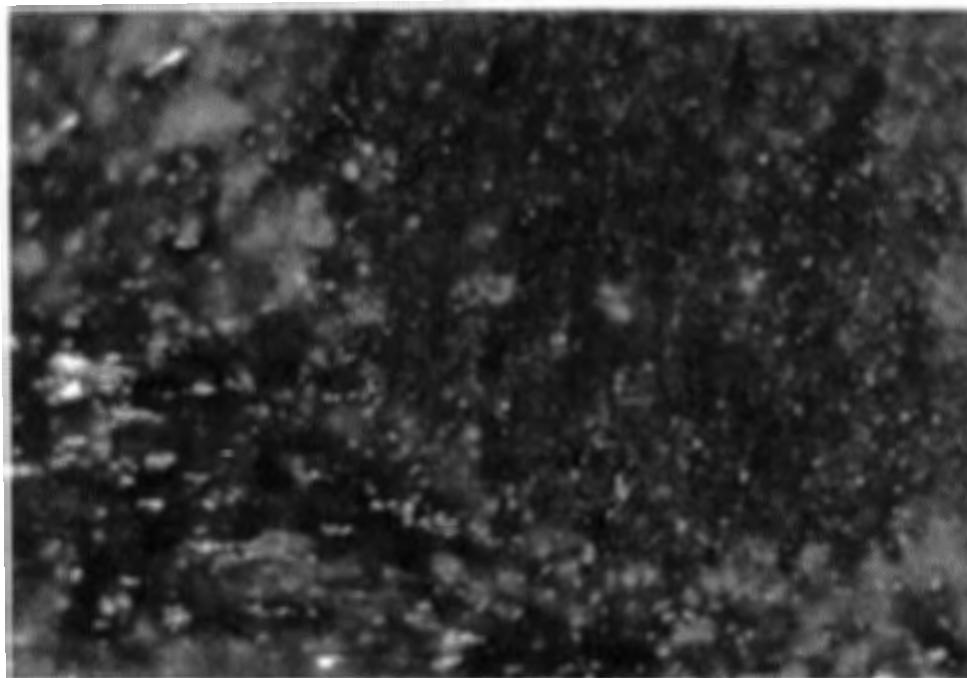
*La plage rougeâtre correspond à un noyau de kaolinite qui contient, en inclusion, de l'hématite très fine, responsable de cette coloration.*

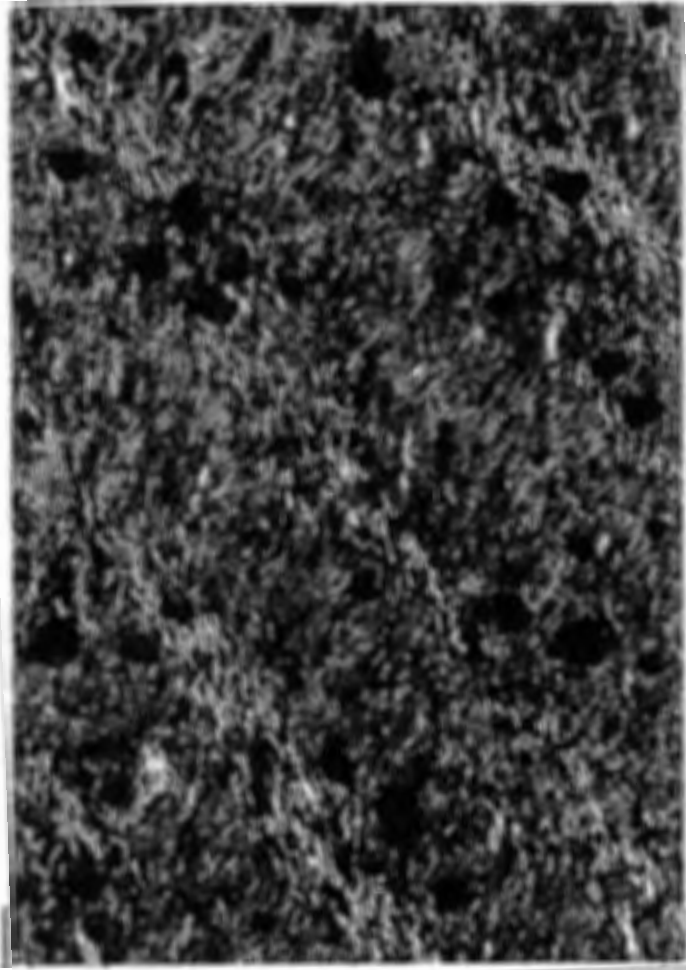
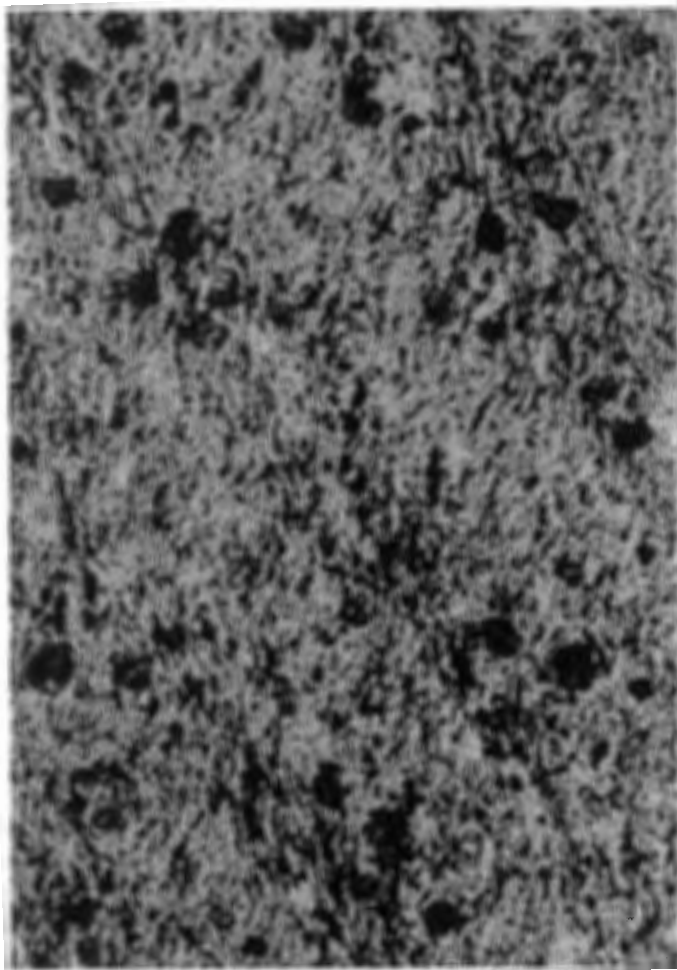
*En dehors de ce noyau, l'hématite se présente sous forme de grains de plus grande taille et elle apparaît en blanc très brillant.*

ECHANTILLON P64Af. VEINE GROSSE JAUNE PHYLLADE

LUMIÈRE RÉFLÉCHIE 1 NICOL

16 $\mu$





LUMIÈRE TRANSMISE 1 NICOL

2 NICOLS + LAME DE GYPSE

40 $\mu$

S.

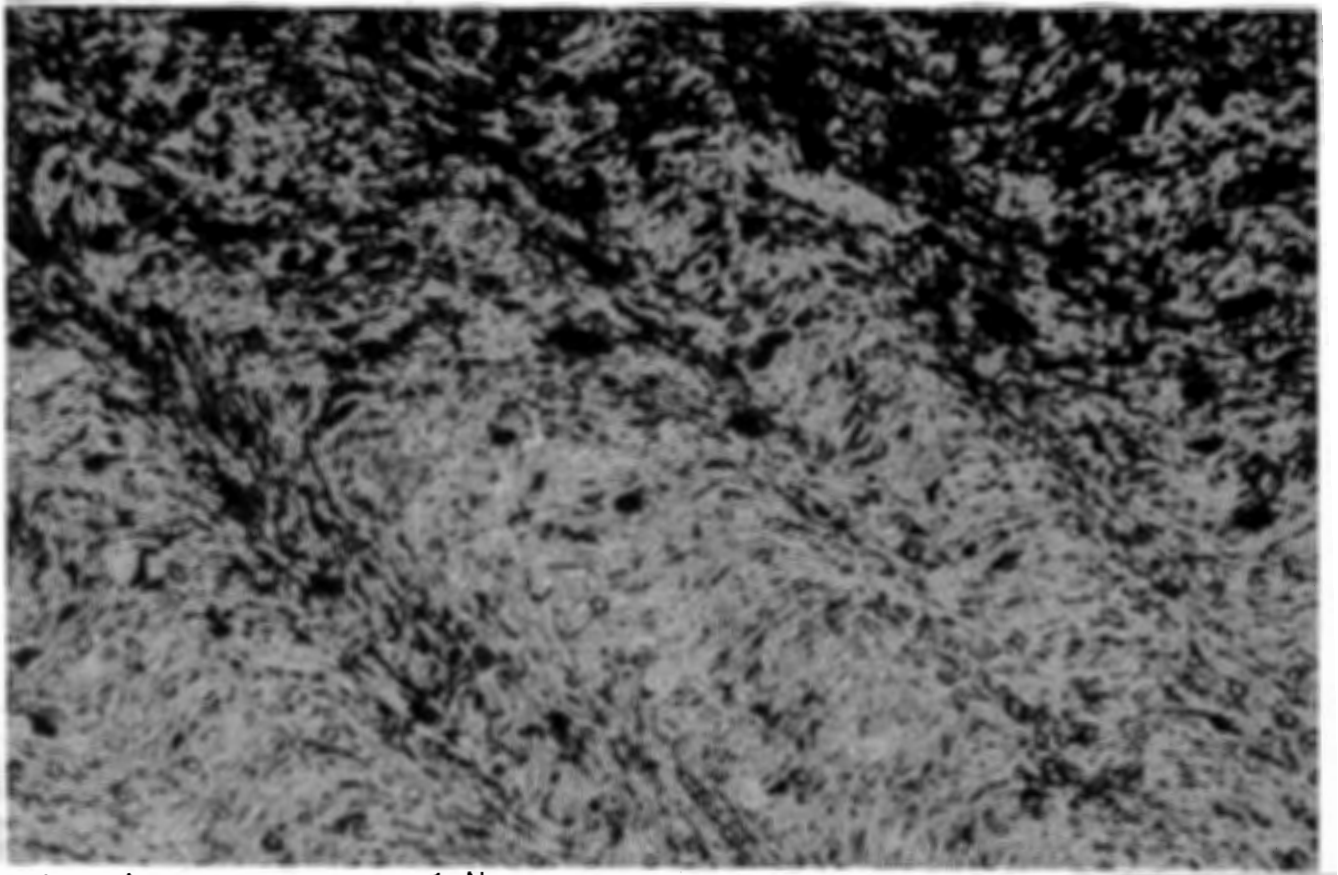
Sc

ECHANTILLON L01. LORRAINE (PHYLLADE)

*Photo au microscope en lame mince d'une même section : à gauche en lumière parallèle et à droite entre nicols croisés avec addition de la lame de gypse.*

*On peut observer :*

- les inclusions d'hématite qui spacie les grains de grenat
- sur la photo de droite, le retard introduit par la lame de gypse met la schistosité de crénulation (très régulière) en évidence.



LUMIÈRE TRANSMISE — 1 NICOL

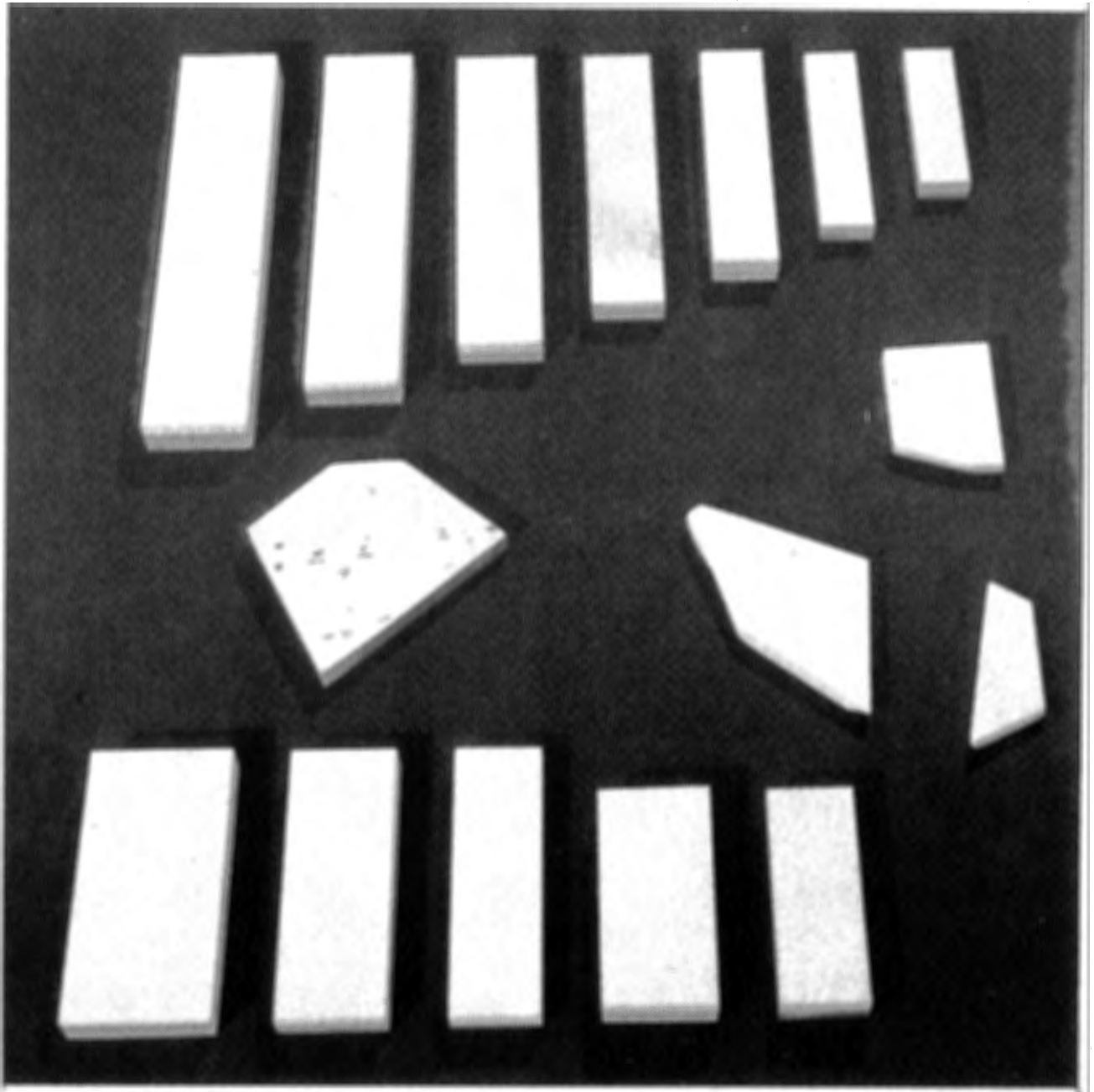
300 $\mu$

Sc

S.

*La transition coticule en bas, phyllade en haut s'effectue sur une distance inférieure à 100 microns. La forte proportion de séricite permet le développement de la schistosité de part et d'autre de la transition.*

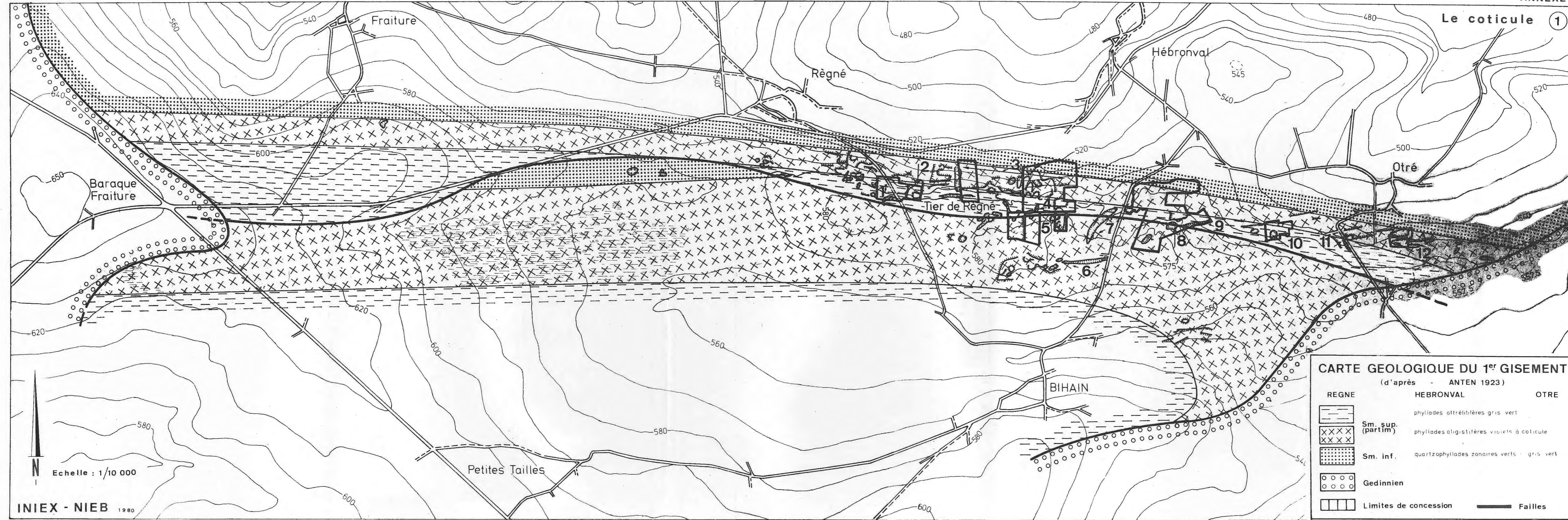
*Cette schistosité de crénulation se traduit par des variations dans l'orientation des phyllosilicates et par l'accumulation de grenats entre les microlithons.*



*Cette photo donne un aperçu des différents formats de coticule taillé :*

- en haut : pierres à rasoir (formats standards),*
- au centre : bouts "belges",*
- en bas : pierres à rasoir de formats particuliers (destinées spécialement à l'exportation vers les U.S.A.).*



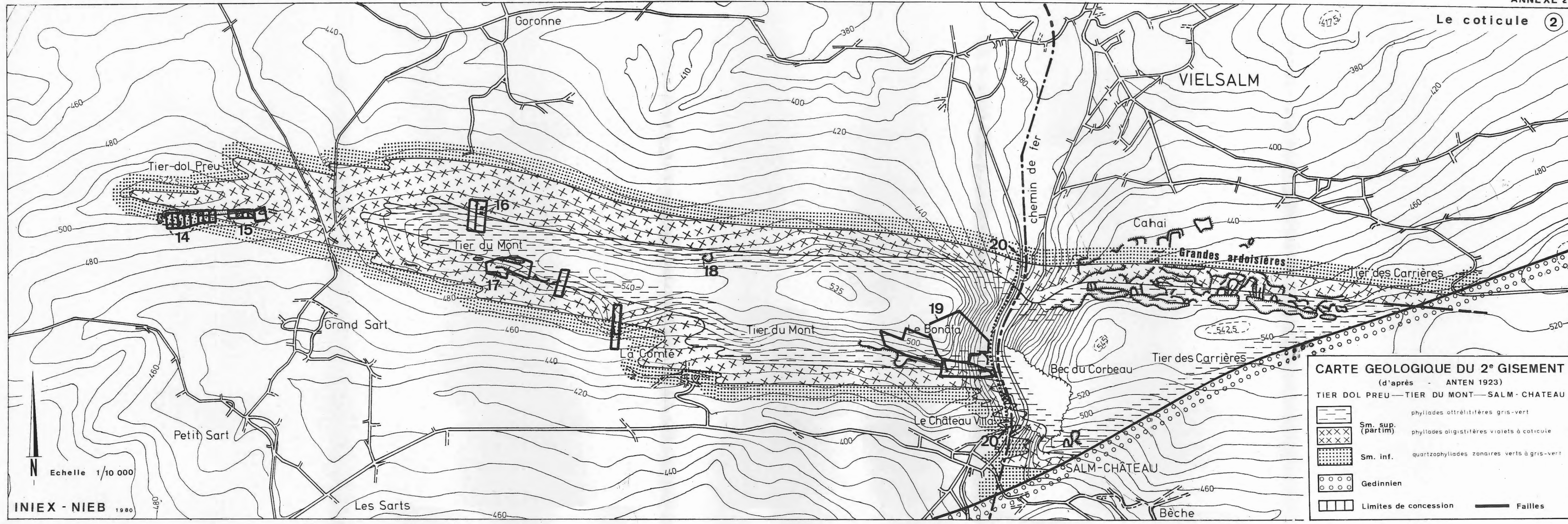


**CARTE GEOLOGIQUE DU 1<sup>er</sup> GISEMENT**

(d'après ANTEN 1923)

REGNE	HEBRONVAL	OTRE
	phyllades otrétilifères gris vert	
	Sm. sup. (partim)	phyllades oligistifères violets à coticule
	Sm. inf.	quartzophyllades zonaires verts - gris vert
	Gedinnien	
	Limites de concession	
	Failles	

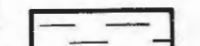
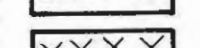
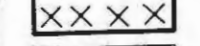

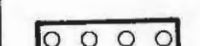
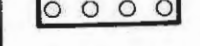
N  
Echelle : 1/10 000



**CARTE GEOLOGIQUE DU 2<sup>e</sup> GISEMENT**

(d'après - ANTEN 1923)

TIER DOL PREU — TIER DU MONT — SALM-CHATEAU

-  phyllades otréitiformes gris-vert
-  Sm. sup. (partim) phyllades oligistiformes violets à coticule
-  Sm. inf. quartzophyllades zonaires verts à gris-vert
-  Gedinnien
-  Limites de concession
-  Failles

N  
Echelle 1/10 000

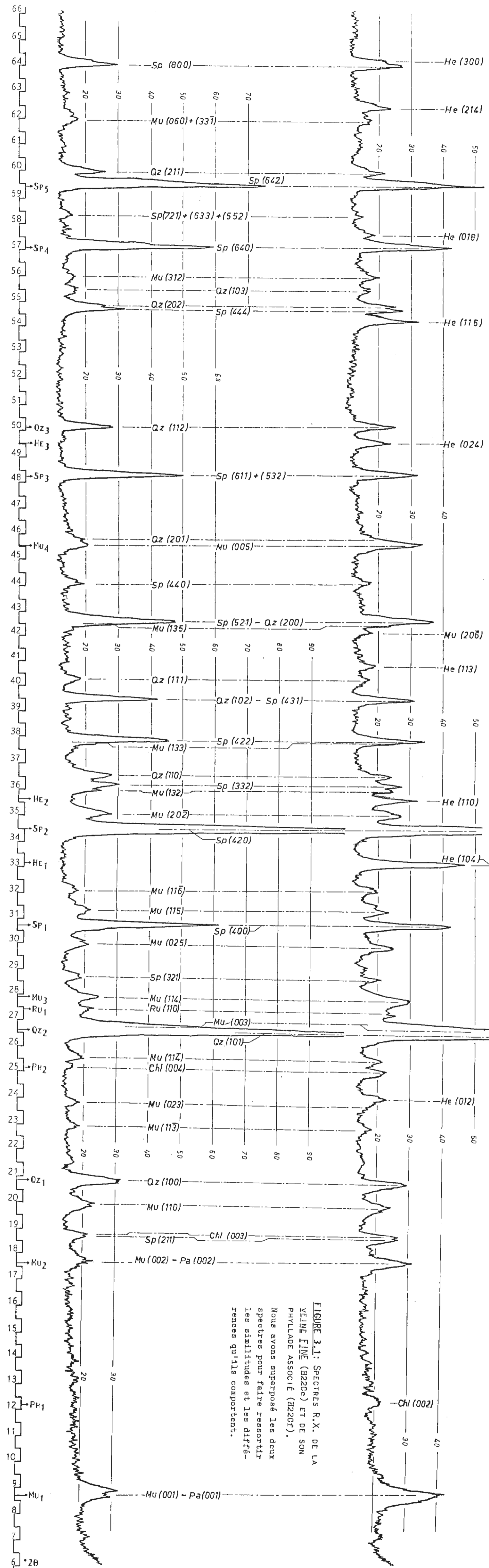


FIGURE 3.1: SPECTRES R.X. DE LA VEINE FINE (H220c) ET DE SON PHYLLADE ASSOCIÉ (H220f). Nous avons superposé les deux spectres pour faire ressortir les similitudes et les différences qu'ils comportent.