

**Zeitschrift:** Archives des sciences physiques et naturelles  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 15 (1933)

**Artikel:** Étude du gisement de molybdénite d'Azegour (Maroc)  
**Autor:** Grosclaude, René-E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740578>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

ÉTUDE DU GISEMENT  
DE  
MOLYBDÉNITE D'AZEGOUR  
(MAROC)

PAR

**René-E. GROSCLAUDE**

(Avec 4 fig. et 3 planches)

## INTRODUCTION

## HISTORIQUE.

La société des mines de Beni-Aicha prit, la première, la concession pour exploiter la chalcopryrite et la blende dans la région d'Azegour. Ce n'est que plus tard que les ingénieurs, en travaillant en profondeur et en faisant des grattages dans d'autres régions, découvrirent la molybdénite. Ils cherchèrent à l'exploiter et équipèrent une petite usine de flottation. Les mauvaises conditions d'exploitation, dues au manque de méthode, obligèrent la société à cesser toute activité.

En même temps, la société des mines d'Entifa, concessionnaire de la partie du gisement située sur la rive gauche de l'Ouedacker, fit des recherches dans la région d'Entifa. Elle découvrit du minerai de molybdène dans la bande calcaire centrale à l'endroit où elle est coupée par l'oued Adrouss. Les moyens d'exploitation trop primitifs et l'éloignement du gîte des voies de communication rendirent les travaux trop onéreux, ce qui força la société à fermer ses chantiers.

En 1929, plusieurs ingénieurs vinrent reconnaître le gisement. Ce furent MM. Haugou, Fulop et Hébrard. En 1930, la société



« Le Molybdène » se constitua et envoya le professeur Duparc pour étudier le gisement et diriger la mise en exploitation. La société commença immédiatement le traçage et actuellement un important réseau de galeries facilite les recherches.

#### SITUATION GÉOGRAPHIQUE.

Azegour est situé dans l'Atlas de Marrakech à environ 80 km au S de cette ville.

Pour atteindre le gisement, une route carrossable traverse le Haouz de Marrakech jusqu'à Amismiz, petit village situé au pied des premiers contreforts de l'Atlas. Le Haouz de Marrakech est une large plaine d'alluvions déposées par les oueds descendant de cette dernière montagne.

D'Amismiz, une piste de montagne, carrossable, longue d'une vingtaine de km, conduit à la mine. Elle monte dans des formations sédimentaires rougeâtres, d'âge mésozoïque, plaquées sur un socle hercynien et plongeant vers le N sous les alluvions du Haouz de Marrakech. Après 1 ou 2 km, la piste quitte ces formations rougeâtres pour pénétrer dans le socle hercynien. Celui-ci est constitué par des schistes d'âge cambrien, redressés et dirigés N-S. La piste tracée sur ce complexe arrive jusqu'à un plateau situé à 2000 m d'altitude où l'on retrouve la couverture sédimentaire plongeant ici légèrement vers le S. De là, la route descend dans le crétacé et atteint le plateau d'Azegour (1500 m).

Le plateau d'Azegour est une petite plaine d'alluvions fermée au N par un verrou granitique dans lequel l'Ouedacker s'est taillé une profonde gorge en direction S-N. Les bâtiments de la mine sont construits à une cinquantaine de mètres à l'E de cette gorge. Le gisement de molybdénite se trouve au N des bâtiments dans une bande calcaire intercalée dans les schistes et fortement métamorphisée par le granite (Pl. III).

#### SYSTÈME HYDROGRAPHIQUE.

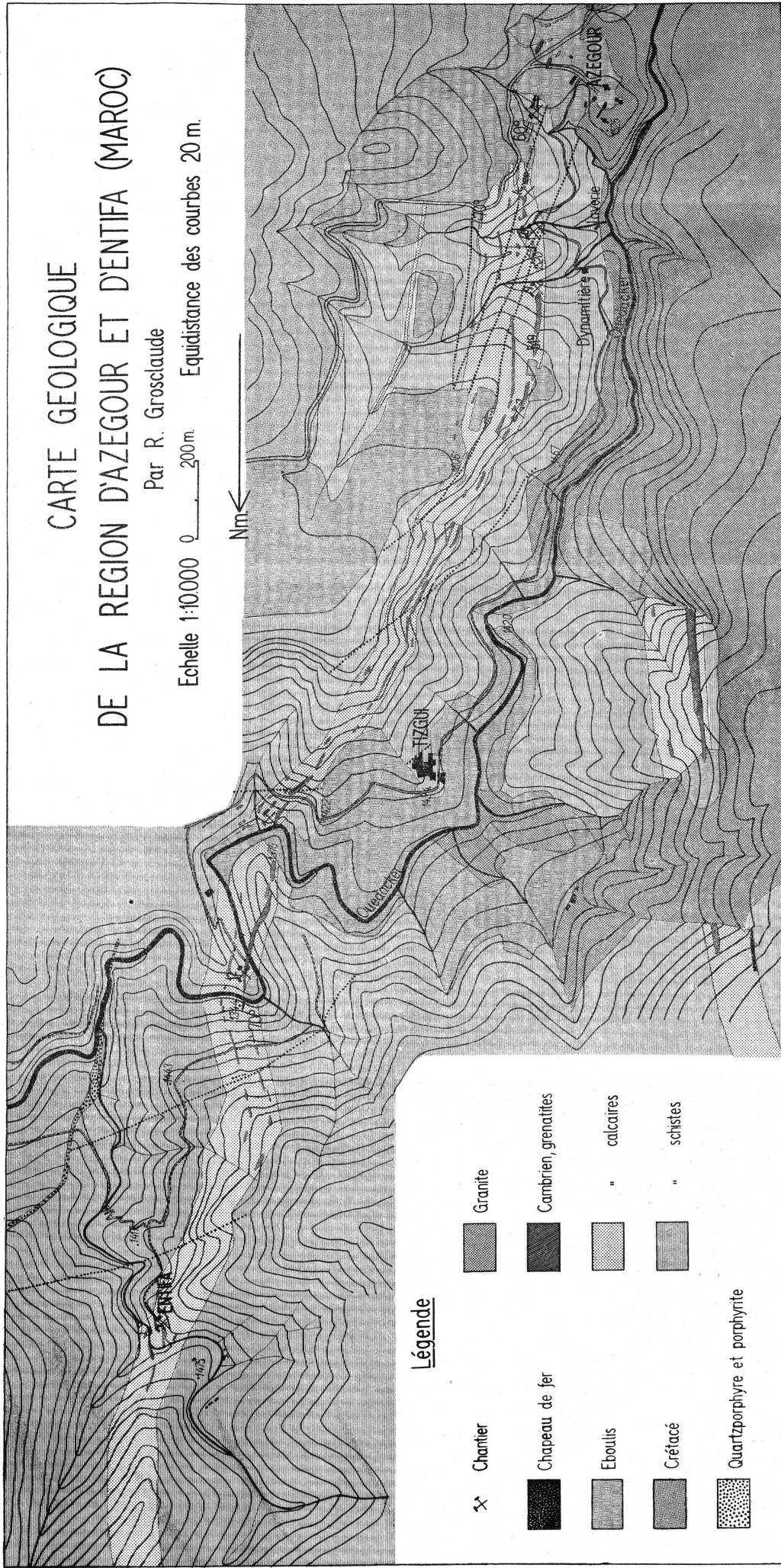
La couverture sédimentaire, constituée par un complexe de calcaires et de grès, retient difficilement l'eau, tandis que le socle hercynien est imperméable.

# CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'AZEGOUR ET D'ENTIFA (MOROCCO)

Par R. Grosclaude

Echelle 1:10000 0 200m Equidistance des courbes 20 m.

Nim ←



### Légende

- ✕ Chantier
- Chapeau de fer
- Granite
- Cambrien, grenatites
- Eboulis
- calcaires
- Crétacé
- schistes
- Quartzporphyre et porphyrite

Un seul cours d'eau coule dans la région d'Azegour, c'est l'Ouedacker. Il prend sa source dans les montagnes qui dominent la vallée d'Amensif, traverse les formations secondaires jusqu'à la plaine d'Azegour où il reçoit, au moment des pluies, les eaux de la vallée d'El Médinet. En temps de sécheresse il se perd dans cette plaine et réapparaît près du verrou granitique. Il se dirige ensuite par une gorge profonde taillée dans le granite puis dans les schistes, jusque vers le Haouz de Marrakech. On l'utilise pour l'irrigation des cultures.

Le débit de l'Ouedacker, qui n'est que de 24 lit./min. en étiage, peut atteindre un volume considérable en temps de pluies.

#### SYSTÈME OROGRAPHIQUE.

Le socle hercynien (schistes métamorphiques) forme au N d'Azegour des sommets à pentes régulières, de couleur gris-foncé, dont les principaux sont le djebel Tisgine et le djebel Adrouss.

Le plateau de Toulkine, situé sur la rive gauche de l'Ouedacker, est en granite rose.

Deux collines dominant de part et d'autre le plateau d'Azegour sont constituées par des alternances de calcaires et de grès crétacés qui plongent légèrement vers le S et forment plus loin le plateau d'El Médinet.

Enfin, tout au S, le djebel Erdouz ferme l'horizon. C'est une partie du socle hercynien qui chevauche le Crétacé.

#### CLIMAT.

En été, la température est de 35° à l'ombre pendant la journée. Les nuits sont fraîches (10-12°). Il ne pleut que très rarement dans la belle saison.

Pendant l'hiver, il y a de nombreuses précipitations qui rendent les routes impraticables. Il tombe quelquefois de la neige, mais celle-ci fond immédiatement.

#### VÉGÉTATION.

Toute la végétation est concentrée au bord de l'Ouedacker. De magnifiques noyers poussent dans la plaine d'Azegour.

Les oliviers et les amandiers sont cultivés près des villages. Il y a encore quelques figuiers de Barbarie autour de Tizgui. Enfin des lauriers roses croissent au bord de l'eau.

Sur les pentes arides, il ne pousse que quelques chênes-verts, de la bruyère, de la menthe et de la sauge.

#### POPULATION.

La population de la région d'Azegour est sédentaire. Ce sont des Berbères qui eux-mêmes s'appellent Chleuhs et parlent une langue différente de l'arabe. Ils vivent de l'élevage du bétail et de la culture de l'orge. Politiquement, ils obéissent au caïd Goundafi auquel ils paient des impôts et fournissent gratuitement quelques journées de travail par an.

Ces Berbères ont une constitution robuste et ils s'adaptent facilement aux travaux de la mine où ils montrent des qualités de résistance remarquables.

#### CHAPITRE I

### ÉTUDE GÉOLOGIQUE

Dans ce chapitre, nous ferons une description géologique des différents terrains de la région d'Azegour et nous en esquisserons la tectonique. L'étude pétrographique des roches se fera au chapitre II.

#### CAMBRIEN.

Sauf au djebel Tiradine, où il y a un petit synclinal de carbonifère, tout le socle hercynien du N de l'Atlas est formé d'un épais complexe cambrien. C'est Neltner qui en a le premier déterminé l'âge dans la région qui nous intéresse en trouvant des Arcaéocyathidés au djebel Erdouz, situé au S d'Azegour.

Entre Amismiz et Azegour, le cambrien est composé de schistes dirigés N-S et plongeant de 60° à 80° vers l'E, alternant avec des bancs calcaires. Près d'Amismiz, les schistes sont

verdâtres et satinés et renferment de petits cubes de pyrite. Les calcaires (marbres) ont une patine jaunâtre et une cassure conchoïdale de couleur grise.

En s'approchant du massif granitique d'Azegour, le complexe devient métamorphique. Les schistes verdâtres passent peu à

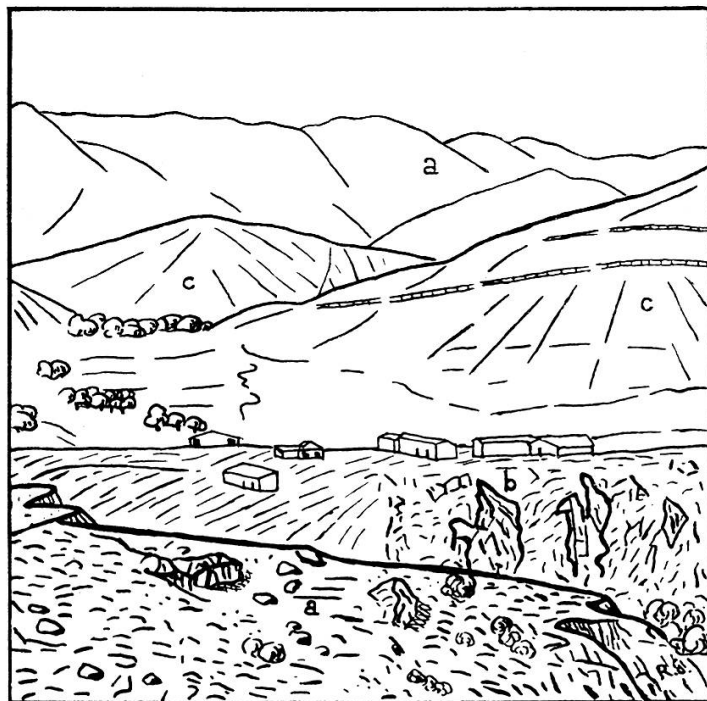


Fig. 1.

Vue d'Azegour prise de la route Azegour-Amismiz.

a) Cambrien. b) Granite. c) Crétacé.

peu à des schistes noirs tachetés pour se transformer au voisinage du granite en schistes feldspathisés et micacés. Les marbres passent à des calcaires siliceux, très durs, formant crête, puis à des cipolins et enfin à des grenatites de couleur verdâtre, terme le plus poussé du métamorphisme.

A Azegour, les schistes disparaissent au S, sous le Crétacé, près du marabout Si Mohamed ou m'Barek; à l'E, ils s'appuient près de l'Ouedacker sur un massif granitique.

Pour examiner les différents faciès des schistes, il faut suivre la piste qui mène d'Azegour à Entifa en passant par Tizgui. Près des bâtiments de la mine, les schistes sont noirs et durs,

puis vers la dynamitière, ils se chargent de feldspaths et de micas et sont traversés par une quantité de petits filonnets de quartzporphyre. Après le village de Tizgui, ils redeviennent moins métamorphiques et plus compacts. Ils sont plus clairs et contiennent des veines noires. Dans la région d'Entifa, ils sont semblables à ceux que nous avons vus en quittant Azegour.

Des schistes tachetés se rencontrent, sur la route d'Amismiz, près du contact du socle hercynien et du Crétacé.

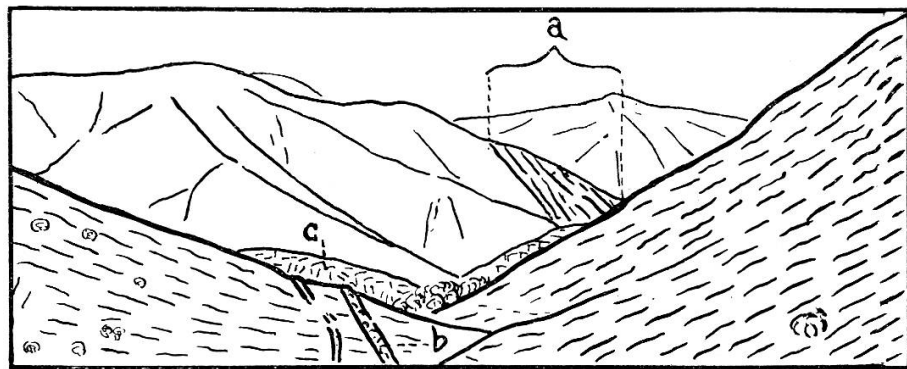


Fig. 2.

Schistes cambriens dans la région de Tizgui.

a) Bande calcaire centrale. b) Filon de quartzporphyre. c) Granite.

Dans la région d'Azegour, on voit dans les schistes trois bandes calcaires plongeant fortement vers l'E; ce sont: la bande W, la bande centrale et la bande E.

Pour atteindre *la bande W*, on suit la piste qui mène d'Azegour à Tizgui et traverse l'Ouedacker près d'un ravin, au contact du granite et des schistes. La bande calcaire W est intercalée dans les schistes au haut du ravin. Sa largeur est d'environ 150 m, sa direction N-S et son plongement de 60° à 80° vers l'E. Elle est constituée par des calcaires décomposés dans lesquels il y a une bande de grenatites à gros grains d'une puissance de 20 m. La bande W est coupée par le granite, au S dans le ravin dont nous venons de parler, et au N près de la piste qui relie Tizgui à Toulkine. Elle réapparaît plus au N en s'élargissant. Nous l'avons suivie jusqu'au village d'Adrouss où quelques travaux infructueux ont été entrepris dans un chapeau de fer.



*La bande centrale* est la plus importante. C'est dans celle-ci qu'ont été faits tous les travaux de mine. Elle apparaît sous les éboulis crétacés une cinquantaine de m à l'E des bâtiments de la mine, se dirige dans la direction N-N-W, s'incurve vers le N à l'endroit où elle est coupée par l'Ouedacker, puis reprend sa direction primitive. Elle se continue jusque dans la plaine d'Amismiz où elle disparaît sous les alluvions modernes. Sa puissance, très réduite à Azegour, atteint 200 m au chantier 7 (Pl. III) puis diminue un peu. Elle est d'environ 150 m à Entifa.

Près d'Azegour, la bande centrale est marquée par deux petits chapeaux de fer, produits de décomposition de calcaires ferrugineux. Au chantier 1, encore très étroite, elle est entièrement constituée par des grenatites très altérées. Elle s'élargit ensuite et, sur la crête qui sépare le ravin de la Dynamitière de celui de la Laverie, nous y avons noté de l'E à l'W la coupe suivante:

1. Calcaires à grenats . . . . .	8 m.
2. Calcaires durs avec traces ferrugineuses	10 m.
3. Calcaires à grenats . . . . .	6 m.
4. Calcaires cristallins à patine brunâtre .	20 m.
5. Cipolins . . . . .	10 m.
6. Quartzporphyres . . . . .	3 m.
7. Grenatites . . . . .	10 m.
8. Eboulis calcaires . . . . .	9 m.
9. Calcaires durs cristallins formant crête	31 m.
10. Cipolins . . . . .	10 m.
11. Calcaires cristallins . . . . .	13 m.
12. Grenatites décomposées . . . . .	8 m.
13. Calcaires cristallins en partie sous les éboulis . . . . .	23 m.

Plus au N, on distingue difficilement deux zones plus grenatitères dont le toit est en cipolins francs. A partir d'Entifa, les grenatites disparaissent peu à peu et font place à des calcaires, car nous nous éloignons de plus en plus du massif granitique d'Azegour, cause du métamorphisme.

*La bande calcaire E* apparaît sous le crétacé à environ 150 m de la bande centrale. On la suit sur 200 m, puis elle est recouverte par des éboulis et disparaît par étirement. Son épaisseur varie de 20 à 40 m. Elle est constituée par des calcaires durs à patine brunâtre, au mur desquels on trouve un mince banc de grenatites écrasées.

## GRANITE.

Le promontoire, sur lequel est bâti Azegour, est en granite. Le contact entre celui-ci et les schistes passe à l'E des bâtiments de la mine, descend vers l'Ouedacker et suit la gorge jusqu'au petit ravin où nous avons vu la bande W. Le granite passe là sous les schistes et réapparaît en face du village de Tizgui. A l'W, tout le plateau de Toulkine est en granite. Au S, ce dernier disparaît sous les formations crétacées d'El Médinet.

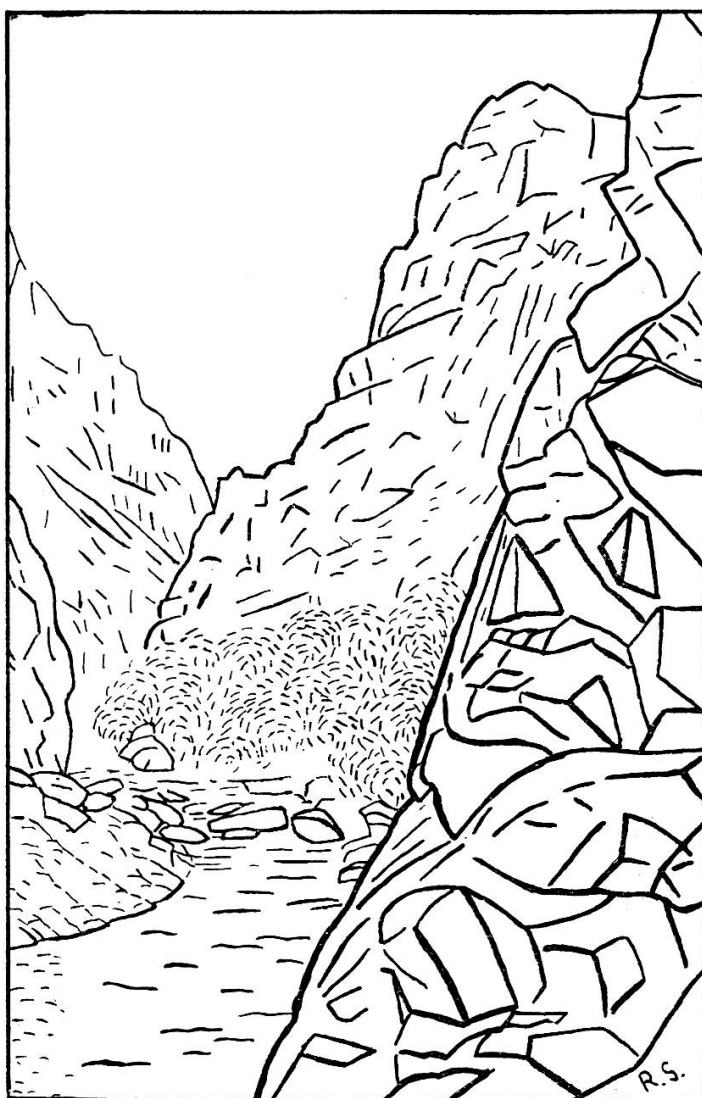


Fig. 3.

Gorge taillée dans le granite par l'Ouedacker  
près d'Azegour.

C'est ce granite qui a métamorphisé toute la série cambrienne et apporté la minéralisation. D'aspect rosé, il est essentiellement constitué de quartz et d'orthose.

L'âge de la mise en place du massif granitique n'est pas exactement déterminé. On sait en tout cas qu'il est postcambrien, puisque le granite coupe cette formation, mais on ne peut rien dire de plus, aucun terrain plus jeune que le Cambrien ne se trouvant dans le socle hercynien.

#### PORPHYRITES.

Ces roches forment dans le Cambrien de nombreux filons verdâtres orientés N-E-S-W. On en voit quelques-uns en surface, mais les travaux souterrains ont montré qu'ils étaient très nombreux.

Ils sont verticaux et traversent diagonalement les bandes calcaires. Leur épaisseur n'est jamais considérable et atteint rarement un mètre.

L'âge des porphyrites n'est pas exactement défini. On sait que ces roches sont en tout cas plus âgées que les quartzporphyres dont nous allons parler, puisqu'en certains endroits, elles sont coupées par ces derniers. D'autre part, le granite n'en contient aucune.

#### QUARTZPORPHYRES.

Les filons de quartzporphyres sont surtout développés sur la bordure W du complexe cambrien. Contrairement aux porphyrites, ils se prolongent dans le granite où on en trouve un très bel exemple près des bâtiments de la mine.

En allant vers Tizgui, on voit deux beaux filons, rose-clair, encaissés dans les schistes sur la rive gauche de l'Ouedacker.

A l'E du chantier 2, il existe tout près de la route d'Amismiz un gros gisement de quartzporphyre qui a plutôt l'aspect d'un gros dyke que d'un filon.

Ces filons sont verticaux et dirigés N-E-S-W. Leur épaisseur varie de un à quelques mètres.

## CRÉTACÉ.

Le crétacé recouvre, depuis Azegour dans la direction du S, tout le complexe Cambrien et le granite. Il forme un vaste plateau dont les couches s'inclinent légèrement vers le S.

Moret donne une coupe de ce crétacé dont voici le résumé :

1. Grès sombres très grossiers avec lits marneux verdâtres et calcaires (Valanginien et Hauterivien).
2. Complexe de grès jaunes (Barrémien et Aptien).
3. Complexe grés-marneux jaune.
4. Grès fins peu marneux avec un banc plus calcaire au sommet (Albien).
5. Grès, marnes vertes et rouges (Cénomanién).
6. Barre calcaire à fossiles silicifiés (Turonien et Cénomanién).
7. Grès jaunes sableux, grès grossiers, marnes rouges et vertes à gypse (Sénonien).
8. Calcaires et couches phosphatées (Eocène).

L'examen de la colline, fait à distance, montre que la base est constituée par un complexe lagunaire de grès rouges (crétacé inférieur). Au-dessus, viennent des alternances de grès et de

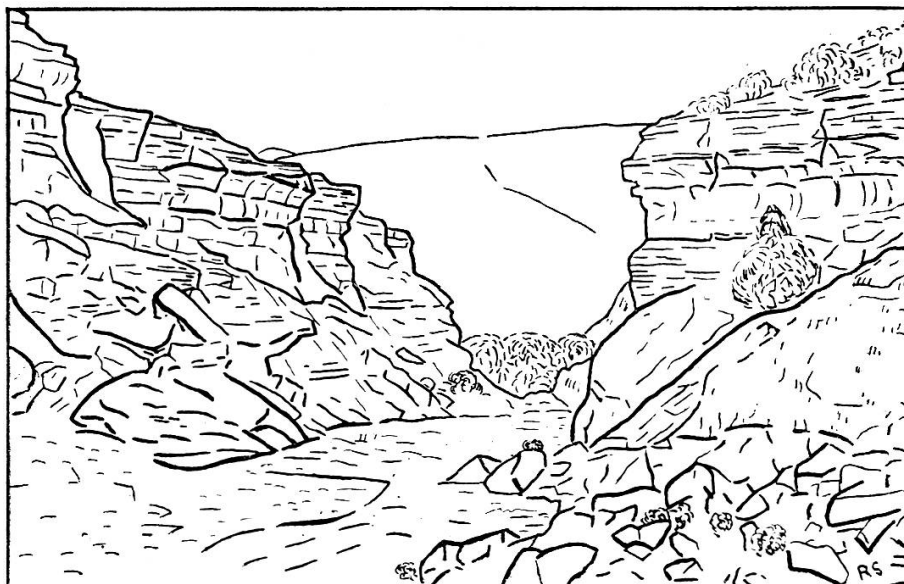


Fig. 4.

Calcaires crétacés (Cénomanién-Turonien)  
près de la source de l'oued Anougal.

calcaires représentant les terrains du Barrémien au Cénomaniens. Enfin, une large bande calcaire (Turonien) forme le sommet de la colline.

#### ESQUISSE TECTONIQUE.

Le plissement hercynien s'est fait en direction E-W. C'est pour cela que tout le complexe d'Azegour a une direction orthogonale au plissement alpin.

Tout le cambrien d'Azegour forme un vaste anticlinal qui se continue à l'E par le synclinal du Djebel Tiradine. Il y a eu probablement plusieurs plissements secondaires, mais l'état d'écrasement et de métamorphisme de la région ne permet pas de les retrouver. On ne peut déterminer si les bancs calcaires constituent une série normale ou s'il s'agit d'une suite d'anticlinaux et de synclinaux écrasés et laminés ou peut-être encore de chevauchements.

Le plissement alpin ne s'est pas fait sentir à Azegour sur le socle hercynien. Par suite du chevauchement de l'Erdouz le Crétacé a glissé sur le Cambrien et a donné une flexure dirigée EW dont la tête a été érodée. Un des deux flancs plongeant fortement vers le N forme le Crétacé d'Amismiz, tandis que l'autre, légèrement incliné vers le S, est représenté par les deux collines qui dominent Azegour et se prolongent par le plateau d'El Médinet.

## CHAPITRE II

### ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

#### LE GRANITE.

C'est une roche rose, à grain moyen, riche en quartz et pauvre en mica. Elle est uniforme sur tout l'affleurement et ne renferme pas de molybdénite, sauf dans un petit filonnet

situé près du contact du granite avec les calcaires métamorphiques de la bande W. Ce granite est à tendance aplitique. (Nos 42 et 82) <sup>1</sup>.

*Éléments constitutifs.*

La magnétite, en petits grains parfois octaédriques, est peu fréquente.

La biotite est extrêmement rare. On n'en rencontre qu'une ou deux lamelles par coupe. Elle est brune, polychroïque avec  $n_g$  = brun très foncé et  $n_p$  = brun pâle.

Les plagioclases sont moins abondants que l'orthose. Ils sont maclés selon l'albite en lamelles fines. La variété correspond à un oligoclase à 18 % d'anorthite.

L'orthose est l'élément principal après le quartz. Il moule ordinairement les plagioclases qui sont plus petits. Il renferme quelques filonnets d'albite fort minces.

Le quartz est le dernier élément consolidé. Il est abondant, *pro parte* allotriomorphe, *pro parte* idiomorphe. Les extinctions nettes de cet élément montrent que le granite n'a pas subi de grands efforts tectoniques.

Sur une coupe, on remarque un élément d'amphibole non déterminable.

Les phénomènes d'altération se sont légèrement fait sentir sur les feldspaths. Ceux-ci sont un peu kaolinisés et par endroits saupoudrés d'une fine poussière ferrugineuse.

*Analyse chimique.*

Nous avons analysé quelques-unes des roches les plus caractéristiques de la série que nous allons décrire. Ces analyses ont été faites par la méthode Duparc, bien connue.

Par cette méthode d'analyse nous avons obtenu les résultats suivants pour le granite (N<sup>o</sup> 42):

<sup>1</sup> Ces numéros correspondent aux échantillons de la collection rapportée d'Azegour.

SiO <sub>2</sub> . . . . .	73,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,10
FeO . . . . .	0,22
CaO . . . . .	1,04
MgO . . . . .	0,06
K <sub>2</sub> O . . . . .	5,23
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,24
PaF . . . . .	0,27
Total . . . . .	<u>100,13</u>

## LES QUARTZPORPHYRES.

Les quartzporphyres sont d'aspect uniforme. La pâte, homogène et compacte, est de couleur rose à rouge saumon. La première consolidation, visible à l'œil nu, est en majorité constituée de quartz, bien que les feldspaths ne fassent jamais défaut. Ces derniers sont de couleur rosée. (Nos 19, 41, 60, 38 et 75.)

*Première consolidation.*

Les cristaux de la première consolidation sont petits et abondants.

Les plagioclases sont rares et ordinairement complètement kaolinisés. Il y a pourtant quelques individus déterminables maclés selon l'albite et la péricline. La variété est de l'oligoclase à 25 % d'anorthite. Sur certaines coupes, les plagioclases et le quartz forment des agrégats.

L'orthose, complètement décomposé, donne dans la coupe des taches plus sombres. Il est rempli de substance kaolinique grise et opaque. Sur quelques spécimens, on trouve la macle de Carlsbad. Les contours sont souvent fortement corrodés.

Le quartz est de beaucoup l'élément prédominant de la première consolidation. Il se trouve en cristaux bipyramidés, quelquefois légèrement corrodés, soit dispersés dans la pâte, soit réunis régionalement.

La dimension moyenne des éléments de la première consolidation est de 0,6 à 0,8 mm. Il existe cependant quelques cristaux plus grands, qui mesurent jusqu'à 1,5 mm.

Sur une coupe, on remarque quelques plages opaques de sulfures.

*Seconde consolidation.*

La seconde consolidation, qui constitue la pâte, est plus abondante que la première. Elle est holocristalline et microgranulitique, constituée par une association de petites lamelles de micas blancs, de grains de quartz et de grains d'orthose, sans matière vitreuse. La pâte est imprégnée par endroits de produits ferrugineux qui sont de l'oligiste.

Sur certaines coupes, le grain et la composition de la pâte sont régionalement variables; en quelques endroits, il y a accumulation de micas blancs et le grain est assez grossier; dans d'autres, il est plus petit. Sa dimension moyenne varie de 0,02 à 0,03 mm.

Il est à noter que, dans un ou deux cas, on observe dans la pâte une plus grosse lamelle de mica qui pourrait passer pour un phénocrystal.

*Analyse chimique:*

	N° 19	N° 41	N° 60
SiO <sub>2</sub> . . . . .	75,88	76,10	76,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,41	12,22	11,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,51	1,44	1,67
CaO . . . . .	0,50	0,16	0,34
MgO . . . . .	0,15	0,09	0,08
K <sub>2</sub> O . . . . .	6,02	7,09	8,23
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,40	2,81	3,47
PaF . . . . .	0,59	0,62	0,34
Total. . .	99,41	100,53	100,98

## LES PORPHYRITES.

Ce sont des roches brun-rougeâtre, brun-grisâtre, rarement grises, à pâte très compacte et à première consolidation plus ou moins abondante, formée de feldspaths roses et d'un élément noir, verdâtre. Tous les échantillons que nous avons récoltés sont très décomposés, même en profondeur (Nos 79, 87, 89, 91, 50, 84, 92 et 93).



*Première consolidation.*

La magnétite est en amas ou en grains libres octaédriques dans la pâte.

L'élément noir est de la hornblende. Il est entièrement décomposé. Les sections de ce minéral sont allongées suivant (100), mais souvent les contours disparaissent et la hornblende forme seulement une tache informe au milieu de la pâte.

La hornblende présente trois modes de décomposition et de remplissage :

1° Dans le cas le plus fréquent, les sections sont complètement remplies de chlorite. Celle-ci est polychroïque avec  $n_g =$  vert pâle et  $n_p =$  vert très pâle presque incolore. La biréfringence  $n_g - n_p$  est faible et la dispersion sensible.

2° Le cristal allongé est divisé en deux parties, l'une formée par de la chlorite, l'autre par des grains de calcite.

3° Dans le cas le plus rare, la calcite en grains transparents remplit tout l'intérieur du minéral.

Les plagioclases sont complètement décomposés et remplis de kaolin et de petites lamelles de damourite. Sur quelques exemplaires, la macle de l'albite et de la péricline sont encore visibles. La variété est probablement de l'andésine à 50 % d'anorthite.

*Seconde consolidation.*

La pâte est de nature microlithique. Elle est très altérée et formée par des microlithes feldspathiques enchevêtrés qui sont associés à des lamelles de chlorite verte et à de petits grains opaques de magnétite. Les microlithes indéterminables sont vraisemblablement de l'andésine. Leur dimension varie de 0,10 à 0,13 mm.

Dans certaines coupes, la pâte est un peu différente; elle est constituée par une masse kaolinitique grisâtre dans laquelle on observe quelques microlithes informes de plagioclases et des produits ferrugineux en grains. Il existe dans cette pâte de la calcite en grains ou en plages.

*Analyse chimique :*

SiO <sub>2</sub> . . . . .	58,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,01
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,27
FeO . . . . .	2,51
CaO . . . . .	2,80
MgO . . . . .	4,05
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,01
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6,36
MnO . . . . .	0,64
CO <sub>2</sub> . . . . .	0,40
PaF . . . . .	1,63
Total . . . . .	101,34

## LES SCHISTES MÉTAMORPHIQUES.

Selon l'endroit d'où elles proviennent, ces roches sont assez variées. Elles sont grises, rudes au toucher, plus ou moins finement grenues. Sur quelques-unes d'entre elles, on distingue à l'œil nu de nombreuses petites lamelles de mica noir.

Quelques variétés très schisteuses sont rubéfiées et altérées, d'autres sont tachetées.

Dans le voisinage des quartzporphyres, ces schistes sont fréquemment injectés; les bandes schisteuses grises alternent alors avec des zones de quartzprophyre.

On distingue les variétés suivantes:

*Les schistes granulitisés.*

Ces roches présentent à l'œil nu une structure parallèle avec des bandes micacées et d'autres formées de granulite rose.

S.l.M.<sup>1</sup>, on voit que le fond de la roche est constitué principalement par de l'orthose très rarement maclé selon Carlsbad. L'orthose est accompagné d'un peu de microcline et d'oligoclase acide à 20 % d'An. A ces éléments s'associent de la biotite brune en lamelles très fraîches avec polychroïsme intense

<sup>1</sup> S. l. M. = sous le microscope.

( $n_g$  = brun-rouge foncé,  $n_p$  = brun très pâle), puis du mica blanc abondant également, mais en lamelles corrodées. L'orientation des lamelles de biotite dessine la structure parallèle de la roche.

Sur certaines coupes, il y a des traînées de chlorite presque incolore qui empâtent les lamelles de muscovite (Nos 61, 62 et 5).

*Les schistes quartzito-micacés.*

Les schistes quartzito-micacés sont de couleur gris-verdâtre, à grain très fin et cassure esquilleuse.

S.I.M., la roche est formée de petits grains de quartz, d'orthose, d'éléments ferrugineux et de lamelles de biotite brune. Le tout forme une masse d'un grain uniforme, les éléments étant régulièrement mêlés (Nos 1, 2 et 49).

Voici les résultats de l'analyse chimique du N° 2:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	62,80
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,53
FeO . . . . .	4,47
CaO . . . . .	1,95
MgO . . . . .	3,00
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,65
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4,63
PaF . . . . .	0,40
Total . . . . .	99,98

*Les schistes à andalousite.*

Cette roche qui est bien différente des précédentes a cependant le même aspect à l'œil nu. Elle est grisâtre et litée en petits bancs.

S.I.M., aux faibles grossissements, elle paraît formée par une masse à grains très fins et micacés dans laquelle on observe des taches blanchâtres allongées et orientées. Cette masse est très homogène et composée par de la biotite et du quartz en proportions variables. La dimension des grains est de 0,02 à 0,03 mm.

Les taches transparentes, sauf celles qui sont à la périphérie,

sont remplies par les mêmes éléments que la masse. Les propriétés de ce minéral blanc correspondent à celles de l'andalousite (Nos 46, 59 et 63).

L'analyse chimique du N° 46 a donné les résultats suivants:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	59,29
TiO <sub>2</sub> . . . . .	3,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,48
FeO . . . . .	3,58
CaO . . . . .	3,30
MgO . . . . .	1,78
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,44
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,35
PaF . . . . .	1,36
	<hr/>
Total . . . . .	100,05

*Les schistes tachetés.*

A l'œil nu, ces schistes sont couverts de taches brunâtres qui sont de l'andalousite.

S.l.M., cette roche a les mêmes caractéristiques que la précédente sauf que les cristaux d'andalousite sont remplis d'un produit ferrugineux opaque (N° 16).

En voici l'analyse (N° 16):

SiO <sub>2</sub> . . . . .	55,92
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	22,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,85
FeO . . . . .	4,50
CaO . . . . .	0,78
MgO . . . . .	1,76
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,82
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,00
PaF . . . . .	3,24
	<hr/>
Total . . . . .	99,30

LES CALCAIRES MÉTAMORPHIQUES.

Les calcaires métamorphiques encaissent les cornéennes à grenats.

Les uns sont largement cristallisés ou tout à fait marmorisés.

Leur constitution chimique n'a pas été changée par le métamorphisme et ils ne contiennent pas de minéraux de contact.

Les autres ont été profondément modifiés et ont donné naissance à des roches qui n'ont plus aucune analogie avec les calcaires.

Nous avons classé les différents types de calcaires de la façon suivante:

*Les calcaires francs.*

Ces roches sont de couleur blanche, très friables quand elles sont cristallisées, très dures quand elles sont marmorisées. Plusieurs gardent une schistosité marquée.

S.I.M., elles sont formées presque exclusivement de cristaux de calcite orientés dans toutes les directions. Sur les spécimens, plus particulièrement schisteux, les cristaux de calcite sont allongés suivant une seule direction.

Ordinairement aucun minéral n'accompagne la calcite. Pourtant quelques coupes présentent de petits amas de quartz polyédriques noyés dans la masse. Dans la variété schisteuse, il y a des traînées opaques de produits ferrugineux (Nos 7, 11, 47, 52, 54 et 56).

La constitution chimique de ces calcaires (N° 7) est la suivante:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,10
CaO . . . . .	52,70
MgO . . . . .	traces
CO <sub>2</sub> . . . . .	42,00
PaF . . . . .	—
Total. . . . .	99,80

*Les calcaires à wollastonite.*

Cette roche paraît entièrement formée par de la wollastonite en fibres et en bâtonnets de couleur blanche. La longueur des bâtonnets peut atteindre 2 cm.

Les caractéristiques physiques de ce minéral sont les suivantes:

Dureté 5;  
 Densité 2,8;  
 Fusibilité 3; fond en un verre blanc qui recristallise;  
 Poussière incolore;  
 Chauffé dans un tube, dégage de l'eau;  
 Attaqué par l'acide chlorhydrique, forme une gelée.

S.l.M., les cristaux sont allongés et incolores. L'extinction est parallèle à l'allongement. Dans la roche, la wollastonite est associée à quelques rares cristaux de grenats incolores.

*Les calcaires siliceux.*

On rencontre ces roches de couleur blanchâtre sur la rive gauche de l'Ouedacker près du chantier 12. Elles sont extrêmement dures et ont une cassure esquilleuse. A l'œil nu, on y voit de gros cristaux de quartz.

S.l.M., ces roches sont formées d'une association de petits grains de quartz, de lamelles de biotite brune polychroïque, d'octaèdres de magnétite et d'un peu d'oligiste. Régionalement, la proportion des minéraux peut varier et en certains endroits, il y a accumulation de l'un d'eux.

La roche contient encore de grandes plages de calcite, de l'épidote et quelques rares grains de grenats.

La schistosité de la roche est marquée par des traînées qui sont principalement formées de grains de quartz plus gros (N° 23).

La constitution chimique du N° 23 est la suivante:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	67,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,40
CaO . . . . .	4,45
MgO . . . . .	0,80
K <sub>2</sub> O . . . . .	7,05
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,70
PaF . . . . .	0,65
Total. . . . .	99,80

*Les cornéennes micacées.*

Dans les calcaires siliceux, on trouve de petits bancs formés par une roche gris-verdâtre extrêmement compacte.

S.I.M., cette roche est presque entièrement constituée par des lamelles groupées parallèlement d'un mica à peine coloré et très faiblement polychroïque associées à de nombreux grains de magnétite. Par endroit, il y a un peu de quartz (N° 24).

A l'analyse, cette roche a donné les résultats suivants:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	49,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,35
FeO . . . . .	2,80
CaO . . . . .	11,40
MgO . . . . .	4,70
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,06
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,96
PaF . . . . .	0,70
	98,58

## LES CORNÉENNES A GRENATS.

Ces roches se rencontrent dans les trois bandes calcaires dont nous avons parlé plus haut. Elles forment des lentilles allongées et écrasées, intercalées dans les calcaires métamorphiques. En certains endroits, il n'y a pas de limite nette entre ces deux roches; les cornéennes perdent peu à peu leurs grenats, s'enrichissent en calcite et passent graduellement à des calcaires.

Les cornéennes à grenats sont macroscopiquement très différentes.

Les unes sont de couleur rosée ou café au lait; leur structure est compacte avec une légère disposition schisteuse, soulignée par les lamelles de molybdénite qu'elles renferment.

D'autres sont de couleur plus foncée que les précédentes, leur grain est grossier et leur structure cristalline.

D'autres encore sont finement grenues et de couleur vert-grisâtre; elles contiennent de petites lamelles de molybdénite.

Certains types sont très différents. Ils sont formés par un mélange de duparcite bacillaire verdâtre et de grenats de

couleur rose. La roche a un aspect cristallin de couleur noir-verdâtre.

Enfin, certains échantillons paraissent formés d'un mélange en parties égales de grenat rose et petits prismes d'idocrase.

### *Minéraux constitutifs.*

Le grenat est de couleur jaune-rougeâtre par transparence. Il est souvent craquelé et les fissures sont remplies de matières ferrugineuses opaques.

Une variété extraite de la roche a donné les caractéristiques suivantes :

Couleur brun-rougeâtre pâle ;  
Dodécaèdre rhomboïdal à faces striées ;  
Densité 3,6 (par les liqueurs lourdes) ;  
Dureté 7,5 ;  
Fusibilité 3, fond en un émail brun.

S.I.M., le grenat est légèrement coloré en rose. Il est craquelé et isotrope.

L'idocrase est en cristaux présentant ordinairement la face (110) et des traces peu nettes de clivage (001). Par transparence il est blanc, parfois zoné, mais les zones n'apparaissent que par une variation de la biréfringence.

Les caractéristiques physiques de ce minéral sont les suivantes :

Densité 3,4 ;  
Dureté 6,5 ;  
Fusibilité 3, fond en un émail brun.

S.I.M., le minéral est zoné. Il ne présente pas de polychroïsme. Son allongement est négatif, son indice de réfraction 1,72 et sa biréfringence maxima 0,003.

La duparcite se présente macroscopiquement sous forme de prismes allongés ou de baguettes qui mesurent jusqu'à 5 cm de longueur. Ces baguettes sont groupées en faisceaux centro-radiés, ou dispersées dans les cornéennes.



Ce minéral peut être considéré comme une variété d'idocrase. Purifié et isolé, il a donné les constantes suivantes:

Densité 3,42;

Dureté 7,5;

Fusibilité 3, fond en un émail brun-noirâtre.

L'allongement de la duparcite est prismatique et certains cristaux paraissent terminés. Les clivages sont beaucoup plus distincts que ceux de l'idocrase.

En lumière naturelle, la duparcite est incolore. Elle est bordée par une auréole plus ou moins large de couleur brunâtre due à l'altération du minéral. L'indice de réfraction moyen est de 1,70 et la biréfringence maxima de 0,008.

Le diopside se trouve dans toutes les cornéennes à grenats. Il est généralement petit et dispersé au milieu du grenat; il moule rarement un cristal d'idocrase. Les cristaux sont informes et légèrement allongés. Le clivage (110) est toujours visible. L'extinction  $n_g$  se fait à environ  $40^\circ$  de la trace du clivage.

La chlorite est rare et ne se rencontre que dans certaines coupes. Elle est vert-brunâtre et presque isotrope. Son polychroïsme est très faible.

La calcite est abondante; elle se trouve soit en plages entre les grenats, soit dans certains cristaux d'idocrase décomposé.

Le quartz est rare. On le trouve en grains isolés ou en plages formées d'éléments polygonaux.

La disposition de la molybdénite dans les cornéennes à grenats sera étudiée au chapitre suivant.

### *Différents types de cornéennes à grenats.*

S.l.M., on peut distinguer plusieurs types de cornéennes à grenats qui en partie correspondent à ceux que montre l'examen macroscopique. Voici les principaux:

*Les grenatites franches.*

S.I.M., ces roches sont essentiellement formées de grenats de couleur jaune-brunâtre en lumière naturelle et parfaitement isotrope. Les grenats sont craquelés et les fissures remplies de produits ferrugineux opaques.

Dans certaines coupes, les grenats ont été complètement écrasés et transformés en une masse grisâtre constituée par une quantité de chlorite vert pâle.

On trouve rarement un petit grain d'idocrase et de diopside empâté dans le grenat (Nos 3, 65, 68 et 72).

L'analyse du N° 3 a donné les résultats suivants:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	35,60
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,90
FeO . . . . .	—
CaO . . . . .	30,90
MgO . . . . .	2,95
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,18
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,47
PaF . . . . .	2,45
	<hr/>
Total. . . . .	99,35

*Les grenatites quartzieuses.*

Nous n'avons trouvé qu'un échantillon de ces roches. Elles sont formées par du grenat jaunâtre présentant des zones concentriques, mais de même coloration, séparées par des produits grisâtres.

Dans ce grenat qui constitue la masse principale, il y a du quartz tantôt à l'état de grains isolés, tantôt en plages formées par la réunion de plusieurs individus polyédriques.

On trouve encore quelques rares plages de calcite et une ou deux lamelles de biotite (N° 81).

*Les grenatites à diopside.*

Ces roches sont formées par des bandes grenatifères alternant avec des zones constituées par du diopside.

Le grenat est craquelé et très décomposé; il est de couleur légèrement rosée. Le diopside est en prismes informes allongés et alignés en traînées parallèles.

On distingue ça et là un cristal d'idocrase (Nos 31, 25).

#### *Les idocrasites.*

Ces roches sont en grande partie ou en totalité formées d'idocrase et de duparcite. L'idocrase en cristaux est légèrement rosé; la duparcite est entourée de sa zone d'altération plus ou moins opaque.

Le grenat est rare et peut même manquer totalement. On trouve quelquefois entre deux cristaux d'idocrase une bande étroite de couleur verte qui paraît isotrope, mais qui est en réalité de la chlorite. Dans certaines coupes, on trouve, calés entre la duparcite et l'idocrase, quelques cristaux de diopside plus coloré que d'habitude; leur teinte est jaunâtre. Enfin, on trouve quelques rares plages de calcite qui moule les cristaux d'idocrase (Nos 32, 83 et 76).

#### *Les idocrasites à calcite.*

Ces roches sont une variété des précédentes, mais contiennent une quantité anormale de calcite. La duparcite affecte une disposition centroradiée et ses cristaux sont empâtés dans la calcite. Régionalement, il y a quelques grains de diopside qui enveloppent aussi la duparcite (N° 73).

#### *Les grenato-idocrasites.*

Les grenato-idocrasites renferment en quantité variable du grenat, de l'idocrase et de la duparcite. On y trouve fréquemment du diopside en petits grains et un peu de calcite.

Les combinaisons entre les différents minéraux peuvent être très variées et il semble que ce type de roche est dominant à Azegour (Nos 71, 57).

## CHAPITRE III

## ÉTUDE DE LA MINÉRALISATION

Dans une note sur la classification des gîtes, Duparc et Amstutz citent Azegour comme le prototype des gîtes de télécontact. Dans ceux-ci, la minéralisation, due aux gaz ou aux vapeurs émanés de la roche éruptive pendant ou après sa consolidation, s'est déposée à une certaine distance dans les terrains qui la recouvrent.

A Azegour, la minéralisation s'est faite en deux temps. Tout d'abord, les fumerolles provenant du massif granitique ont pénétré dans le complexe cambrien et ont formé une magnifique auréole métamorphique décrite au chapitre I.

Le granite a envoyé ensuite des vapeurs, contenant les minéralisateurs, qui se sont déposées plus particulièrement dans les cornéennes à grenats. En effet, lorsque des roches à grenats se forment à partir de sédiments sous l'influence de gaz, il y a diminution de volume et il est tout naturel que la minéralisation se soit fixée dans la roche la plus vacuolaire. A l'appui de cette thèse, nous avons remarqué dans les coupes minces que le minéral remplit toujours les interstices de la gangue qui elle-même est idiomorphe.

La minéralisation s'est en quelque sorte produite par distillation fractionnée. Les gaz minéralisateurs ont traversé la partie du complexe cambrien directement en contact avec le granite et se sont déposés à une certaine distance dans une région moins chaude. Les minéraux se sont alors fixés par ordre de densité, les plus lourds se trouvant dessous. La partie inférieure du gisement est imprégnée de molybdénite; au-dessus il y a de la chalcopryrite, tandis que la partie supérieure est constituée par de la blende.

Accessoirement, on trouve comme minerais de l'hématite, de la pyrite, de la pyrrhotine, de la galène et du mispickel.

Nous allons examiner les différents minerais en commençant par ceux qui forment la partie inférieure du gisement.

### *La molybdénite.*

La molybdénite est le minerais principal des cornéennes à grenats d'Azegour.

On l'exploite actuellement dans la bande centrale entre le chantier 1 et le chantier 9. Dans la même bande, on en connaît encore d'autres affleurements plus au N. Certains de ceux-ci ont du reste déjà été exploités par les compagnies précédentes. L'ancien chantier 12 se trouve à l'endroit où l'Ouedacker coupe la bande centrale. Le chantier 22 est sur la rive gauche de l'Ouedacker. A Entifa, la compagnie qui portait ce nom a reconnu les derniers affleurements de molybdénite dans la direction N.

Au S d'Azegour, aucune reconnaissance n'a encore été faite sous le crétacé. Vers le marabout si Mohamed ou m'Barek, il y a encore quelques vestiges de travaux arabes, mais ceux-ci avaient été entrepris en vue de l'exploitation du cuivre.

La bande W est stérile dans la région d'Azegour parce que trop près du massif granitique. Plus au N, à Adrouss, un affleurement montre un peu de molybdénite associée à de la galène.

Enfin, citons pour mémoire les cornéennes à grenats de la bande E, minéralisées, qui n'ont pas d'importance au point de vue industriel.

La disposition de la molybdénite dans la gangue diffère suivant le type de cornéennes à grenats.

Dans les grenatites franches, elle affecte la forme de lamelles de 1 à 3 cm qui peuvent quelquefois être notablement plus grandes. Souvent, elles forment des rosettes à structure plus ou moins analogue à celle des Eisenrosen. Elles sont disséminées dans la masse ou soulignent la schistosité de la roche par des traînées parallèles.

Dans les grenato-idocrasites et les idocrasites, dont la structure de la roche est plus fine, les lamelles de molybdénite sont plus petites; elles mesurent de 0,5 à 1 mm et sont alors dispersées régulièrement dans la roche. Elles sont disposées entre les minéraux, ce qui donne l'impression, comme nous l'avons dit plus haut, que la minéralisation s'est faite après la transformation des calcaires en cornéennes à grenats.

La molybdénite est rarement oxydée en surface en molybdite de couleur jaune. Cette transformation est visible seulement dans la région d'Entifa.

#### *La chalcopyrite.*

La chalcopyrite se trouve en affleurement au chantier 4. Près du marabout si Mohamed ou m'Barek, des scories cuivreuses indiquent que les Arabes exploitaient déjà ce minerai.

On voit nettement le passage de la molybdénite à la chalcopyrite dans le puits du chantier 4. Au fond de ce puits, on a une minéralisation pure en molybdénite; plus on s'approche de la surface, plus la molybdénite diminue et la chalcopyrite qui n'était qu'un minéral accessoire au fond du puits, devient l'élément principal de la roche.

La chalcopyrite est en plages jaunes, légèrement irisées. La gangue est toujours formée par des idocrasites; nous n'avons jamais trouvé de minerai de cuivre dans des grenatites franches.

#### *La blende.*

Ce minerai a aussi été exploité au chantier 4. Il imprègne les calcaires métamorphiques situés au-dessus des idocrasites à chalcopyrite.

La blende est disposée en zones parallèles. Elle a un éclat gris métallique assez semblable à celui de la galène.

Par endroit, on trouve un grain de pyrite ou une mouche de galène.

## CHAPITRE IV

## FLOTTATION DE LA MOLYBDÉNITE.

Nous avons entrepris une série d'essais de flottation sur du minerai qui nous avait été envoyé et que nous avons nous-mêmes rapporté d'Azegour. Ces essais ont été faits dans les installations spéciales du laboratoire de Minéralogie. Nous remercions M. le D<sup>r</sup> Pittard, assistant, des conseils qu'il a bien voulu nous donner.

*Description des appareils.*

Le concassage du minerai se fait dans un concasseur à mâchoires réduisant les morceaux à la grosseur d'une noisette.

Le minerai passe ensuite dans un broyeur. Celui-ci est constitué par un disque mobile et un autre fixe entre lesquels le minerai est pulvérisé. Une vis hélicoïdale permet de régler l'écartement des disques et, par là même, la finesse du broyage.

L'appareil de tamisage est constitué par des tamis de différentes mailles, superposés et fixés dans une cage en bois. Tout l'appareil a un mouvement de va-et-vient.

Nous avons employé comme cellule de flottation un appareil à marche discontinue pouvant flotter 300 gr de minerai. Il est composé d'une chambre d'agitation cylindrique dans laquelle tourne un agitateur et d'une cuve tranquille où se fait la séparation entre la gangue et le minerai. Le minerai flotté est entraîné dans un cristalliseur par un léger courant d'eau. La cuve est reliée à la chambre par une ouverture pratiquée dans la partie inférieure de cette dernière.

Pour employer l'appareil, on le remplit d'eau, fait tourner l'agitateur, puis charge le tout-venant et les agents de flottation dans la chambre d'agitation. Le minerai est émulsionné par les palettes et passe dans la cuve tranquille. Là, le minerai enrobé par les agents de flottation gagne la surface, tandis que la gangue

tombe au fond et est remise en mouvement par le courant produit par l'agitateur.

Le minerai recueilli dans le cristalliseur est filtré, séché et pesé. On reconnaît son degré de pureté, soit à la loupe bino-culaire, soit par des essais chimiques.

#### *Broyage du minerai.*

La molybdénite est un corps assez difficile à broyer car elle a tendance à se laminer. Ces lamelles emprisonnent un peu de gangue et forment des sortes de boules qui refusent de passer à travers les mailles du tamis. Cette propriété permet déjà une concentration mécanique du minerai; en effet, la molybdénite est retenue par les tamis à grosses mailles, tandis que la gangue plus fine y passe facilement.

Nous avons fait un essai en broyant modérément le minerai et en le passant sur le groupe de tamis Nos 80, 140 et 200. A la flottation, la classe N° 80 contenait 3% de molybdénite, la classe N° 140 2,4 % et la classe N° 200 2,1 %. Il y a donc eu concentration mécanique due au fait que la gangue se broie très facilement et se réduit en poudre tandis que la molybdénite se lamine et forme des boules.

#### *Essais de flottation.*

Nous avons fait deux séries d'essais de flottation, la première en faisant varier la dimension du grain du minerai, l'autre en changeant les agents de flottation.

Les essais Nos 1, 2 et 3 ont été faits avec le même réactif, mais avec du minerai passé à différents tamis. Pour les essais 4, 5 et 6, nous avons employé du minerai de même classe, mais plusieurs agents de flottation.

#### *Essai N° 1.*

Minerai classe N° 80 (minerai passé au tamis 80 et refusé au tamis 140).

Prise 300 gr.;

Réactif: crésol 0,2 gr.;

Durée de la flottation: 20 min.



Le minerai se sépare de la gangue en masse, dès le début de l'opération. Il est d'une couleur gris métallique avec quelques grains jaunes de pyrite. A la loupe binoculaire, on ne remarque que quelques traces d'impuretés. Par contre, la gangue contient encore un peu de molybdénite que le broyage, pas assez poussé, n'a pas séparée du stérile.

*Essai N° 2.*

Minerai, classe N° 140;  
Prise 300 gr.;  
Réactif: crésol 0,2 gr.;  
Durée de la flottation: 20 min.

La séparation se fait dès le début et la partie flottée est assez pure. Il ne faut pas prolonger l'opération car la gangue a tendance à gagner la surface et à se mélanger au minerai. A la loupe binoculaire, les concentrés sont un peu moins purs que ceux de la classe N° 80; en revanche la gangue ne contient pas de molybdénite.

*Essai N° 3.*

Minerai, classe N° 200;  
Prise 300 gr.;  
Réactif: crésol 0,2 gr.;  
Durée de la flottation: 20 min.

Le minerai flotte très bien mais entraîne avec lui de la gangue qui, trop légère, est chassée par le courant produit par l'agitateur. Les concentrés contiennent des impuretés, par contre la gangue est stérile.

*Essai N° 4.*

Minerai, classe N° 200;  
Prise 300 gr.;  
Réactif: huile fluide 10 gr.;  
Durée de la flottation: 20 min.

Pour avoir une séparation convenable, il faut employer une grande quantité d'huile, ce qui a plusieurs inconvénients:

1° La gangue est souvent touchée par l'huile et est entraînée à la surface avec la molybdénite.

2° Les concentrés contiennent beaucoup d'huile; il faut alors les porter à haute température pour éliminer les matières grasses.

*Essai N° 5.*

Minerai, classe N° 200;  
Prise 300 gr.;  
Réactif: huile de pin 1 gr., acide sulfurique 5 gr.;  
Durée de la flottation: 30 min.

Plusieurs essais nous ont montré que la séparation n'est quantitative qu'au bout de 30 min. L'acide sulfurique a pour but d'empêcher la gangue de flotter avec le minerai. L'emploi de l'huile de pin est assez délicat et la flottation ne réussit pas toujours.

*Essai N° 6.*

Minerai, classe N° 200;  
Prise 300 gr.;  
Réactif: crésol 0,3 gr., acide sulfurique 5 gr.;  
Durée de la flottation: 20 min.

L'opération s'est très bien effectuée. Il semble que l'acide sulfurique aide la séparation du minerai de sa gangue en empêchant cette dernière de flotter.

Nous estimons, après de nombreux essais, que le crésol et quelques gouttes d'acide sulfurique sont les meilleurs agents pour les flottations de laboratoire. Ils permettent une séparation rapide et sûre de la molybdénite de sa gangue.

## CHAPITRE V

## CONCLUSIONS

D'une manière générale la molybdénite se rencontre dans de nombreux gîtes, mais sa concentration insuffisante ne permet son exploitation que dans quelques cas. Les gisements de molybdénite actuellement en production sont situés au Canada et en Norvège. Le minerai s'y trouve en imprégnation comme à Azegour.

Le minerai accessoire qui abaisse la valeur marchande de la molybdénite est la chalcopryrite. Or, celle-ci n'existe que dans

les parties supérieures du gisement d'Azegour. En profondeur, la molybdénite ne contient pas d'impuretés.

Les travaux actuels ont surtout été entrepris en direction. Il n'y a pas encore de puits assez avancé pour reconnaître l'épaisseur de la minéralisation. Celle-ci doit dépendre de la disposition du granite en profondeur. En effet, Azegour étant un gîte de télécontact, la zone imprégnée doit suivre à une certaine distance les contours de la roche éruptive qui en est la source, c'est-à-dire du granite.

La chalcopryrite et la blende que l'on voit dans la partie supérieure du gisement n'ont d'intérêt qu'au point de vue scientifique. Elles aident à expliquer la genèse du gîte et montrent comment les minerais émanés du granite se sont déposés par distillation fractionnée dans le complexe cambrien.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DUPARC, L. Sur le gîte de molybdénite d'Azegour. — *C. R. soc. phys. Genève*, vol. 47, n° 2 (1930).
- DUPARC, L. Sur les phénomènes de contact du granite d'Azegour et sur les gisements de molybdénite. — *Bull. suisse de min. et pétrogr.*, t.10 (1930).
- DUPARC, L. Les gisements de molybdénite d'Azegour (Maroc). — *Mém. présenté au Congr. intern. des mines, etc., 6<sup>me</sup> session, Liège, juin 1930.*
- MORET, L. Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech (1931).
- MORET, L. Carte géologique provisoire de l'Atlas de Marrakech. Echelle 1:200.000.
- DUPARC, L. et AMSTUTZ, A. Sur la classification des gîtes métallifères. — *Bull. suisse de Min. et Pét.*, t. 12 (1932).
- DUPARC, L. Sur les roches éruptives et métamorphiques d'Azegour (Maroc). — *Actes soc. helv. sc. nat.*, p. 348 (1932).
- HEIM, A. Observations tectoniques dans le Haut Atlas. — *C. R. soc. géol. de France*, N° 10, p. 128 (1932).
- HEIM, A. Tektonische Beobachtungen im Hohen Atlas. — *Actes soc. helv. sc. nat.*, p. 345 (1932).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

- N° 42. Granite. Orthose avec filonnets d'albite. Oligoclase maclé selon Ab. Plages de quartz.
- N° 41. Quartzporphyre. Pâte microgranulitique avec première consolidation quartzeuze.
- N° 79. Porphyrite. Plagioclase très altéré. Pâte microlithique.
- N° 71. Section polie. Disposition de la molybdénite dans sa gangue (idocrasite).

Les microphotographies des N°s 42, 41 et 79 ont été prises en lumière polarisée, celle du N° 71 en lumière naturelle.

Grossissement = environ 50 fois.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

- N° 11. Calcaire cristallin. Plages de calcite plus ou moins grandes.
- N° 85. Calcaire à wollastonite. Roche formée surtout de cristaux de wollastonite.
- N° 68. Grenatite franche. Grenats sillonnés de fissures remplies de produits ferrugineux.
- N° 71. Grenato-idocrasite. Duparcite avec sa zone d'altération. Plages de calcite et de grenats. Une lamelle de molybdénite.

Les N°s 11, 85 et 68 ont été photographiés en lumière naturelle, le N° 71, en lumière polarisée.

Grossissement = environ 50 fois.



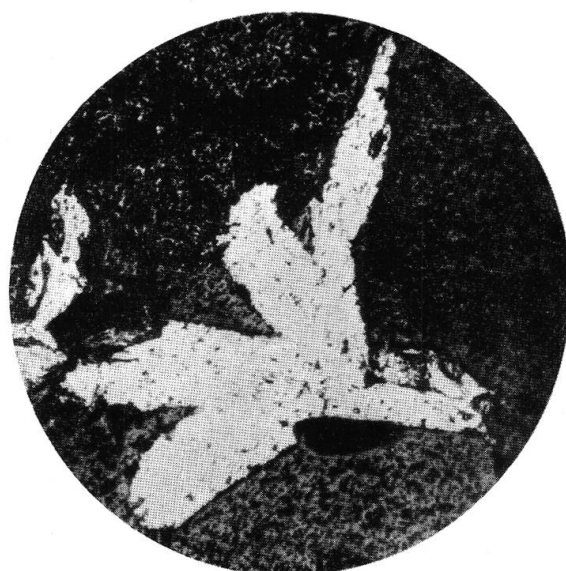
N° 42



N° 41

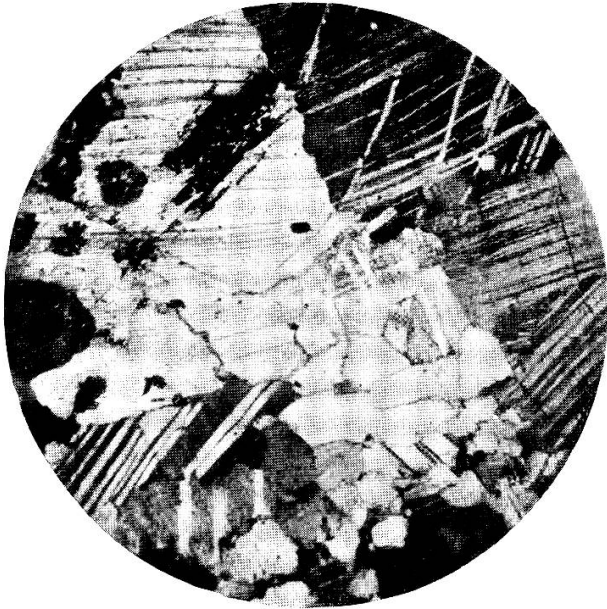


N° 79

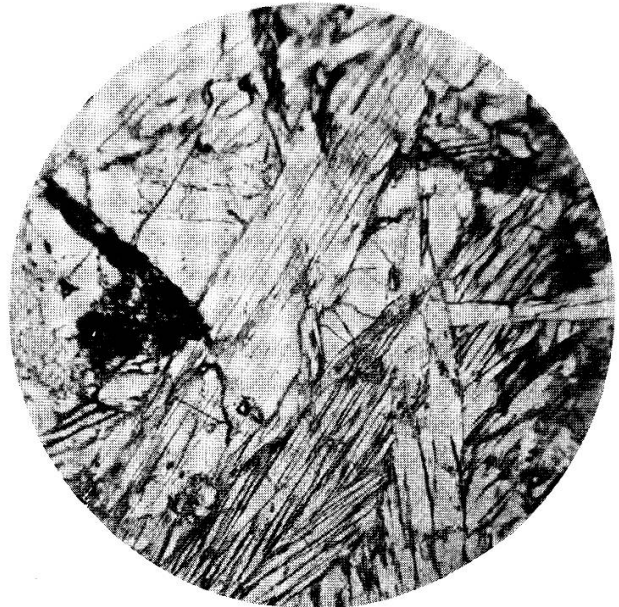


N° 71

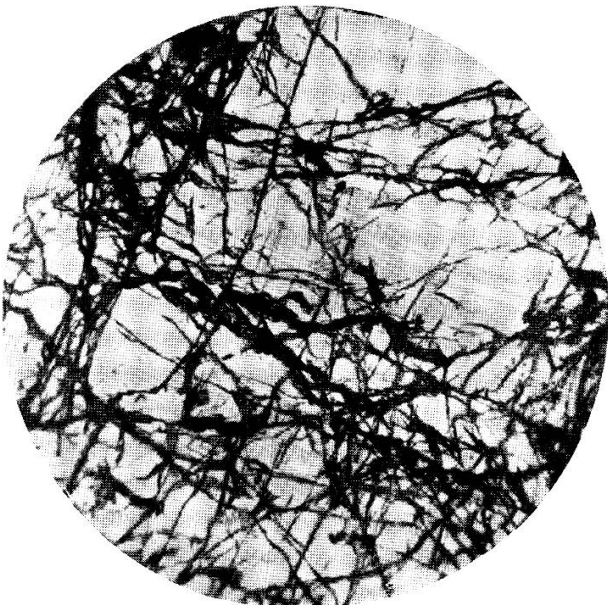




N° 11



N° 85



N° 68



N° 71

