

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 53 (1960)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Observations complémentaires de Pétrographie et de Géologie dans le Massif du Mont Everest-Lhotse  
**Autor:** Gysin, Marcel / Lombard, Augustin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-162709>

### **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:** 14.10.2025

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

# Observations complémentaires de Pétrographie et de Géologie dans le Massif du Mont Everest-Lhotse

par **Marcel Gysin** et **Augustin Lombard** (Genève)

Avec 5 figures dans le texte et 2 planches (I et II)

---

## I. Introduction

La mission scientifique genevoise attachée à l'Expédition de l'Everest en 1952 s'est proposée d'étudier la géologie de l'Est du Népal suivant l'itinéraire d'accès au Mt Everest en partant de Katmandu et en arrivant à Jaynagar. Quelques notes préliminaires ont été publiées en 1953 par l'un de nous (A. L.) et les résultats complets ont paru récemment (AUG. LOMBARD, 1958).

Depuis lors, les échantillons rapportés par cette mission ont été analysés du point de vue pétrographique par M. GYSIN (M. GYSIN 1956) et par ses élèves (A. SACHS et D. KRUMMENACHER, 1956). L'un d'eux en a publié une étude très complète (D. KRUMMENACHER, 1957) dont nous extrairons ici quelques résultats.

D'autre part, un précieux complément à la connaissance pétrographique de la chaîne a été apporté par l'expédition de 1954 au Cho Oyu dirigée par R. LAMBERT et JEAN JUGE. Ce dernier a récolté des échantillons de la partie élevée de ce sommet. Nous en avons publié l'analyse pétrographique et tiré les conclusions d'ensemble (M. GYSIN et AUG. LOMBARD, 1956).

Enfin, les membres de l'expédition suisse de 1956 à l'Everest-Lhotse ont rapporté un lot d'échantillons soigneusement repérés, provenant des parties hautes de ces deux sommets.

Ils apportent une précieuse documentation pétrographique sur des parties du massif qui restaient encore inconnues.

L'étude pétrographique de ces roches (M. G.) permet de compléter la coupe géologique dressée en 1953 et 1958 (A. L.) et va former la partie principale de ce travail.

La Fondation Suisse pour les Recherches Alpines nous a confié la publication de ces études complémentaires. Cette mise au point s'ajoutera utilement à l'importante étude du Dr. FRITZ MÜLLER, publiée dans les «Montagnes du Monde». Nous tenons à exprimer notre gratitude à la Fondation qui n'a cessé de montrer l'intérêt qu'elle portait à cet échantillonnage complémentaire, à son étude pétrographique et à sa publication. Elle nous a obligeamment communiqué les photos aériennes.

Notre gratitude et notre hommage d'admiration vont aux membres de l'expédition car ils ont su, malgré leurs charges et les difficultés de leur ascension, faire une place à nos études en se chargeant de prélever des spécimens et de les rapporter en lieu sûr.

Il nous a paru hors de propos de rendre compte ici des travaux de P. BORDET sur le Makalu et de T. HAGEN sur la tectonique du Népal. Ce sont des études d'ensemble concernant des régions voisines dont l'objet sortait du cadre local que nous nous sommes prescrit. Nous les mentionnons toutefois, vu leur importance pour la compréhension de nos recherches.

## II. Le massif du Cho-Oyu

Ce sommet fait partie de la «Dalle du Tibet» et l'on retrouve dans ses parois une importante assise granitique surmontée de séries métamorphiques qui montent jusqu'au sommet. L'ensemble est plissé et repose sur la série des Clochetons que nous rattachons à l'unité supérieure des nappes du Khumbu.



Fig. 1. Haute vallée de la Dudh Kosi. Au fond la chaîne du Cho Oyu – Gayachung Khang et le Nup La dans les séries de la Dalle du Tibet. Au pied des versants, une longue dépression glaciaire en avant de laquelle surgissent les «Clochetons», à gauche de la photo. A droite, entre la prolongation des Colchetons et la dépression du Nup La, s'intercale l'échelle du Nup La (au-dessus et en arrière de la barre de nuages). Photo A.L.

Cette vue très sommaire, est désormais complétée par les observations suivantes:

Le granite est du type aplitique, alcalin à muscovite et à tourmaline. C'est le granite de base de la dalle, récolté à Jasamba, au Sud du col de Nangpa.

Plus haut et au bas de la pyramide du Cho Oyu, les premières pentes fortement ravinées sont en paragneiss plongeant vers le Nord. On y a récolté: paragneiss dioritique à biotite, paragneiss alcalin à biotite, paragneiss monzonitique à biotite, grenatites, cornéennes, cipolins.

La partie moyenne, située entre les cotes 6100 et 6900 forme un vaste plateau granitique couvert d'un glacier. A sa base se trouvent des roches filoniennes gabbroïques, localement grenatisées et accompagnées de plagiaplites quartzifères.

La partie supérieure attire l'attention à distance par son allure bien stratifiée et par la présence de «bancs» durs. Ce complexe n'est pas sédimentaire, en dépit des apparences, mais il est formé de paragneiss dioritique à biotite. On y trouve en outre des phyllites chlorito-séricitiques calcaires et des cornéennes. C'est ce qu'avait d'ailleurs indiqué A. M. HERON en 1922 pour les montagnes situées entre le Nangpa La et l'Everest.

Le métamorphisme général des paragneiss serait antérieur à la venue granitique, de même que les intrusions gabbroïques. La formation des cornéennes et des grenatites ainsi que les infiltrations pegmatitiques seraient à rattacher à la granitisation, sans préjuger du mécanisme de cette venue granitique.



Fig. 2. Glacier du Khumbu. Bloc de moraine montrant les injections aplitiques, les grenatites et les cornéennes.

Photo A.L.

La succession des phénomènes métamorphiques et magmatiques se présenterait comme suit :

- 1° Métamorphisme général des sédiments, formation des gneiss.
- 2° Intrusion des gabbros et plagiaplites.
- 3° Venue granitique, formation des grenatites et des cornéennes.

L'âge des plissements est encore inconnu par rapport aux venues granitiques. Il paraît y avoir eu deux phases de poussées, l'une d'Ouest en Est et l'autre du Nord au Sud.

### III. Pétrographie des unités tectoniques entre l'Everest, Namche Bazar et Okhaldunga

#### A. - LA DALLE DU TIBET (fig. 3)

Cette unité tectonique comprend de bas en haut du granite, puis des termes métamorphiques surmontés de séries sédimentaires dont les plus basses affleurent dans l'Everest, au col Sud et dont les plus élevées se trouvent loin au Nord dans le Tertiaire du Tibet.

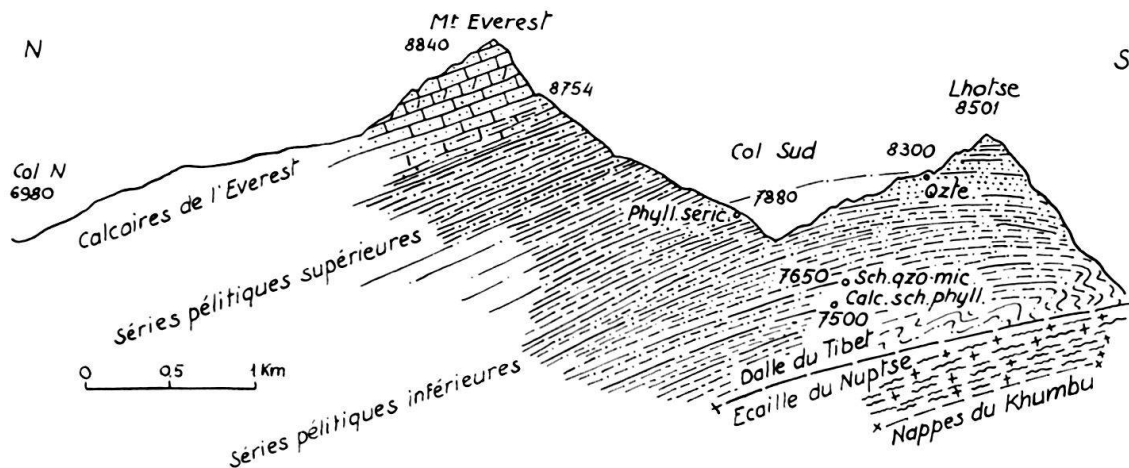


Fig. 3. Profil schématique du Mt Everest au Lhotse.

Ce profil représente les 3 unités tectoniques superposées qui forment le massif du Mont Everest et ses abords. Ce sont de bas en haut :

- les nappes du Khumbu dont la partie supérieure comprend la «Série des clochetons», peu métamorphique ;
- l'écaille du Nuptse dont on ne voit que l'arrière très réduit ;
- la «dalle du Tibet», unité comprenant différents termes pétrographiques dont il est question dans cette note.

Cette série forme une masse dont la base est chevauchée sur la nappe supérieure du Khumbu (série des Clochetons) et localement sur l'écaille du Nuptse.

Cette interprétation essentiellement tectonique tend à individualiser les diverses unités. Il s'y oppose celle de P. BORDET, pour lequel la série du Tibet fait stratigraphiquement suite à celle des nappes supérieures du Khumbu (série du Barun). Le granite du Nuptse-base de l'Everest prolonge celui du Makalu et aurait été injecté postérieurement à une phase tectonique tertiaire dans une zone de discontinuité mécanique résultant d'un mouvement des phyllades de l'Everest sur les gneiss du Barun.

Des observations ultérieures et des levés de cartes géologiques permettront de vérifier l'une ou l'autre des hypothèses. Les données pétrographiques de D. KRUMMENACHER apportent une confirmation de la seconde thèse.

Le granite de la dalle du Tibet, au Nangpa-La, est une roche claire, leucocrate, à deux micas et à tourmaline. Un autre échantillon de ce granite est monzonitique et ressemble pour le reste, au type précédent. La structure est grenue et la roche ne présente pas de trace d'écrasement.

Les roches éruptives récoltées au pied du Pumori sont variées. A côté du granite, il y a beaucoup d'aprites, des granodiorites et diorites quartziques, des gneiss variés à pyroxènes, à amphiboles, des cornéennes et enfin des amphibolites.

Le caractère intrusif du granite est net. Toutefois, une forte proportion des échantillons de la région du Pumori montre des traces assez faibles d'écrasement. D. KRUMMENACHER en voit la cause dans un léger mouvement de la dalle du Tibet sur son soubassement.

#### MÉTAMORPHISME DE LA DALLE

Selon GYSIN et LOMBARD (1955), P. BORDET et M. LATREILLE (1955), la série de la Dalle était déjà métamorphisée avant l'intrusion granitique de la base de cette série, mais ce métamorphisme est très souvent oblitéré par les phénomènes postérieurs de contact et d'injection. Il se rattacherait à la mésozone inférieure ou médiane.

*Différence entre le granite de la Dalle et les gneiss et granites des nappes du Khumbu.*

Suivant D. KRUMMENACHER, la différence est avant tout d'ordre minéralogique; elle se manifeste par un triclinisme variable du feldspath potassique. La tourmaline n'est pas exclusivement répandue dans la Dalle mais se retrouve dans les autres grandes unités tectoniques, bien que moins fréquente.

Comme on le voit, les différences paraissent très faibles entre les granites de ces deux unités tectoniques.

#### B. - LA SÉRIE DES CLOCHETONS

Cette série comprend une longue suite de petits sommets sombres et crénelés qui se dressent dans une zone déprimée en avant de la Dalle du Tibet. Ce sont les «gneiss noirs du Barun». Ils appartiennent à la nappe V (supérieure) du Khumbu.

Leur composition pétrographique est complexe et se rapproche de celle de la série du Tibet. Elle comprend des roches intrusives: granites, aplites, pegmatites, diorites, des roches de contact: cornéennes, pyroxénites, et des roches métamorphiques: calcschiste à deux micas. Le métamorphisme y est identique; il se rattache soit à la partie inférieure de la mésozone, soit surtout à la catazone ou à une zone d'injection avec phénomènes de contact.

#### C. - CONCLUSIONS

La similitude pétrographique entre ces unités tectoniques est assez évidente pour D. KRUMMENACHER. Les particularités sont les suivantes:

Les nappes du Khumbu sont riches en granites alcalins et calcaires à minéraux.

La série des Clochetons est chargée de granites alcalins et roches à éléments mélanocrates.

La Dalle du Tibet renferme beaucoup de roches de contact.

Il en résulte, pour D. K., que le charriage de la Dalle du Tibet sur les nappes du Khumbu est peu important car les contrastes entre ces deux unités sont peu marqués, tant au point de vue de la granitisation qu'à celui du métamorphisme.

### **IV. Description pétrographique des échantillons de roches récoltés par l'expédition suisse à l'Everest et au Lhotse en mai 1956**

#### INTRODUCTION

La composition des couches formant les hautes crêtes du col Sud à l'Everest et celle des versants du Lhotse n'était que très imparfaitement connues jusqu'ici.

Les premières expéditions anglaises vers le col Nord ont mentionné des calcaires et R. AUBERT a rapporté du col Sud un échantillon de pélite lors de l'ascension de 1952.

Les descriptions qui suivent complètent une importante lacune dans la connaissance pétrographique du massif. Géologiquement, les échantillons appartiennent à la série du Tibet, ici chevauchée en formant une unité appelée Dalle du Tibet et reposant sur l'écaille du Nuptse.

L'emplacement des roches prélevées est indiqué sur les figures 4 et 5.



Fig. 4. Vue aérienne du sommet du glacier de Khumbu, du col Sud, du Lhotse et de l'arête du Nuptse. Emplacement des échantillons décrits dans le texte.

## ECHANTILLON N° 1, fig. 4 et pl. I, fig. 1

Base du Lhotse, éboulis de la bande jaune-vert, à la cote 7500 m. Récolté le 5 V 56 par E. REISS.

A l'œil nu, calcaire grenu gris-jaune, un peu schisteux, renfermant des traînées parallèles de matières gris-vert et brunâtres, ainsi que des nids de pyrite et des nodules cristallins blanchâtres.

Sous le microscope, on observe un agrégat de gros grains de calcite souvent maclée, renfermant de nombreuses petites plages de quartz, de petits grains blastiques de feldspath potassique à inclusions quartzzeuses, des écailles de séricite et de biotite brune en voie de chloritisation et de minuscules prismes de tourmaline verte. Cet agrégat contient des veines et de gros nids leucocrates remplis d'un mélange de quartz grenu, de plagioclase à 73% An en voie de séricitisation, de pyrite, de séricite écaillée, de biotite chloritisée en très fines lamelles, de tourmaline verte, de sphène et d'épidote, ces divers minéraux, notamment les plagioclases, étant enrobés et partiellement remplacés par un feldspath potassique de dernière venue.

Diamètre moyen des grains de calcite = 0,30 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 56,9% CaCO<sub>3</sub>; 1,6% MgCO<sub>3</sub>; 36,2% résidu insoluble.

Planimétrie du résidu: 40,6 % quartz, 20,2% séricite, 19,8% feldspath potassique, 15,4% plagioclase, 4,0% pyrite, chlorite, etc.

Diagnostic: *Calcaire gréseux métamorphique en voie d'orthosification.*

## ECHANTILLON N° 2, fig. 4

Base du Lhotsé, à la même hauteur, mais un peu plus à l'Est. Récolté le 5. V. 56 par F. LUCHSINGER.

A l'œil nu, fragment de quartz enduit de chlorite verte.

Sous le microscope, agrégat de grosses plages dentelées de quartz et d'une purée cataclastique du même minéral, parsemé par places de feuillet de chlorite verte aux teintes de dispersion brunâtres et de petits grains de calcite remplaçant le quartz.

Diagnostic: *Quartz filonien.*

## ECHANTILLON N° 3, fig. 4

Base du Lhotse, un peu au-dessus de l'échantillon précédent. Récolté le 5. V. 56 par F. LUCHSINGER.

A l'œil nu, roche compacte, stratifiée, gris-vert avec lits gris foncé, présentant sur les plans de fracture un enduit finement cristallin d'épidote. Les parties compactes vertes font effervescence à l'acide, les parties gris-foncé ne réagissent pas.

Sous le microscope, les parties gris-foncé sont formées de nombreuses lamelles de biotite brun-foncé, très fraîches, fortement pléochroïques, accompagnées de rares granules de sphène jaune-orange, d'épidote et d'apatite, et de plages opaques d'oxyde de fer. Entre ces divers éléments, le quartz constitue une mosaïque finement grenue où un feldspath potassique forme de petits blastes qui enrobent les grains de quartz; on observe aussi de rares petites plages maclées de plagioclase.



Dans les parties gris-vert, le biotite est en grande partie transformée en chlorite verte aux teintes de dispersion brunâtres; l'épidote, en gros grains, est assez abondante. On voit apparaître d'assez nombreuses plages xénomorphes de carbonate. Le feldspath potassique devient plus rare; la roche contient alors de nombreuses petites plages d'un minéral incolore, correspondant probablement à un plagioclase séricitisé.

Diamètre moyen des grains de quartz: = 0,05 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 13,5%  $\text{CaCO}_3$ , 3,0%  $\text{MgCO}_3$ , 81,6% résidu insoluble.

Diagnostic: *Schiste calcaréo-micacé à épidote, en voie de chloritisation.*

#### ECHANTILLON N° 4, fig. 4

Base du Lhotsé, très légèrement au-dessus de l'échantillon précédent, éboulis de la bande jaune. Récolté le 5. V. 56 par E. REISS.

A l'œil nu, roche compacte grise et gris-vert, renfermant des veines lenticulaires de quartz et de calcite jaunâtre.

Sous le microscope, roche schisteuse finement grenue, formée de nombreuses petites lamelles de biotite brun-foncé et de chlorite verte aux teintes de dispersion chaudron, de multiples petits grains de quartz, de minuscules prismes de tourmaline verte, de granules d'épidote, de rares plages de feldspath potassique entourant souvent des grains un peu séricitisés de plagioclase.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,05 mm.

Analyse planimétrique: 45,7% quartz, 26,7% biotite, 17,9% feldspaths, 5,5% chlorite, 4,2% épidote, tourmaline, etc.

Diagnostic: *Phyllite feldspathique quartzo-micacée.*

#### ECHANTILLON N° 5, fig. 4

Base du Lhotsé, éboulis un peu à l'Est de l'échantillon précédent, cote 7650 m. Récolté le 5. V. 56 par E. REISS.

A l'œil nu, roche schisteuse, rubanée, comportant des lits calcaires jaunâtres et de minces couches phylliteuses verdâtres.

Sous le microscope, agrégat grossier de calcite maclée, parsemé de petites plages de quartz et traversé par des traînées parallèles de quartz finement grenu, d'épidote et de sphène en minuscules granules, de séricite écaillée, de biotite brune en voie de chloritisation et de plages blastiques de labrador à 50-60% An finement maclé.

Diamètre moyen des grains de calcite = 0,50 mm.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,10 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 54,2%  $\text{CaCO}_3$ ; 1,6%  $\text{MgCO}_3$ ; 36,8% résidu insoluble.

Planimétrie du résidu: 80,0% quartz, 10,0% épidote, sphène, 6,0% labrador, 4,0% biotite, chlorite, séricite.

Diagnostic: *Calcaire gréseux métamorphique.*

#### ECHANTILLON N° 6, fig. 4 et 5

Base du Lhotsé, éboulis de l'Eperon des Genevois, cote 7950 m. Récolté le 25. V. 56 par E. REISS.

A l'œil nu, roche schisteuse grise et gris-vert, compacte, renfermant de fines paillettes de mica gris-brun foncé.

Sous le microscope, la préparation est formée de trois parties distinctes, normales à la schistosité de la roche :

*Partie a)* Partie fraîche, schisteuse, formée d'un treillis écaillé de biotite brun-verdâtre associée à un peu de séricite jaunâtre et à des grains de pyrite et d'ilménite, ce treillis enserrant de nombreuses petites plages de quartz. La biotite constitue aussi quelques gros porphyroblastes obliques sur la schistosité. On observe aussi quelques gros grains d'apatite.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,04 mm.

Diagnostic: *Schiste quartzo-micacé. Microphoto 2/II.*

*Partie b)* Cette partie médiane, plus claire, est formée d'un treillis écaillé de séricite et de chlorite vert-clair aux teintes de dispersion bleues, parsemé de minuscules granules d'ilménite, de prismes de tourmaline verte, de granules d'épidote et de sphère criblés de fines inclusions brunâtres. Ce treillis enserre de nombreux petits grains de quartz.

Diagnostic: *Phyllite quartzo-chlorito-séricitique.*

*Partie c)* Cette troisième zone plus claire comporte un treillis de chlorite verte aux teintes de dispersion bleues et d'un minéral micro-écaillé jaunâtre, modérément réfringent et biréfringent, se substituant à la séricite de la partie b) et correspondant peut-être à un minéral du groupe de la montmorillonite. Ce treillis enserre de minuscules granules d'épidote et de nombreux petits grains de quartz.

Diagnostic: *Phyllite quartzo-chlorito-séricitique argileuse.*

#### ECHANTILLON N° 7a, fig. 4 et 5

Col Sud. Récolté le 25. V. 56 par E. REISS.

A l'œil nu, schiste séricitique criblé de beaux porphyroblastes rectangulaires de biotite vert-brun.

Sous le microscope, treillis écaillé de séricite renfermant de rares petites plages de quartz, quelques feuillettes de chlorite verte aux teintes de dispersion jaunâtres et de minuscules grains d'ilménite contenant des inclusions silicatées. Ce treillis est parsemé de grands porphyroblastes de biotite brun-verdâtre, orientés normalement à la schistosité de la roche. On observe aussi quelques gros grains de pyrite.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,05 mm.

Diamètre moyen des porphyroblastes de biotite = 0,70 mm.

Diagnostic: *Phyllite séricitique à biotite.*

#### ECHANTILLON N° 7b, fig. 4 et 5

Même origine que l'échantillon n° 7a.

A l'œil nu, roche compacte gris foncé, à rubanage jaune clair.

Sous le microscope, agrégat de nombreux petits grains de quartz, de plagioclase acide fortement séricitisé, de rares petites plages de feldspath potassique, de granules de leucoxène plus ou moins opaque, d'épidote impure et de minuscules écailles de séricite, de biotite brun-vert et de chlorite verdâtre aux teintes de dispersion jaunâtres.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,04 mm.

Diagnostic: *Cornéenne quartzo-feldspathique chlorito-micacée*.

ECHANTILLON N° 8, fig. 4 et 5

Nez rocheux un peu au-dessus du Col Sud, à la cote 8015 m. sur la carte de Houston. Récolté le 25. V. 56 par F. MUELLER.

A l'œil nu, schiste séricitique gris verdâtre.

Sous le microscope, roche à grain très fin comportant des écailles de chlorite verdâtre aux teintes de dispersion bleues renfermant des résidus de biotite brune, de rares paillettes de séricite, de nombreux grains de quartz, des granules d'épidote impure et d'apatite, et de nombreuses petites plages de plagioclase acide fortement séricitisé. La préparation est traversée par de fines veinules remplies de calcite, de rares sections maclées de plagioclase acide et de nombreux grains d'un minéral incolore pouvant correspondre à une zéolite (Indices nettement inférieurs à 1,54, lamelles polysynthétiques, 2V très petit ou nul, signe optique négatif, extinction de 36° par rapport à Ng sur la section normale à Nm.).

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,03 mm.

Diagnostic: *Phyllite quartzo-chloriteuse feldspathique*.

ECHANTILLON N° 9, fig. 4 et 5; pl. I, fig. 2

Eboulis de la face Ouest du Lhotse, à la cote d'environ 8100 m. Récolté par E. REISS le 18. V. 56.

A l'œil nu, phyllite grise compacte, très finement micacée.

Sous le microscope, roche schisteuse à grain très fin formée de quartz, de plagioclase à 28% An finement maclé, d'épidote et d'ilménite, traversée par des bandes écailleuses de biotite brune.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,03 mm.

Diagnostic: *Phyllite quartzo-feldspathique micacée*. Microphoto 1/III.

ECHANTILLON N° 10, fig. 4 et 5; pl. I, fig. 3

Sur la face Ouest du Lhotse, éboulis du couloir provenant de la zone rougeâtre, luisante, cote 8300 m. Récolté le 18. V. 56 par E. REISS.

A l'œil nu, roche quartzitique compacte, rougeâtre.

Sous le microscope, la roche apparaît formée d'un agrégat finement grenu de quartz, d'oligoclase-albite finement maclée et de carbonate, parsemé de granules opaques ou translucides rougeâtres, de débris de tourmaline verte et de très petits grains d'épidote. La préparation est traversée par un réseau de fissures remplies d'un carbonate, devenant rougeâtre par oxydation et correspondant probablement à une ankérite.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,04 mm.

Diagnostic: *Quartzite feldspathique, fissuré et carbonaté*.

ECHANTILLON N° 11, fig. 5

Arête de l'Everest, au-dessus du Col Sud, aux environs de 8700 m, bande jaune sous le sommet Sud. Récolté le 24. V. 56 par H. R. VON GUNTEN.

A l'œil nu, calcaire jaune en plaquettes.

Sous le microscope, agrégat extrêmement fin de carbonate parsemé de minuscules cristaux de zircon et de rutile, de granules rougeâtres translucides, de débris de tourmaline vert-brun, de petites plages de quartz et d'assez nombreux feuillets de séricite. La préparation est traversée par une veine de calcite maclée, grossièrement grenue.

Diamètre moyen des grains de carbonate = 0,01 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 40,7%  $\text{CaCO}_3$ ; 2,4%  $\text{MgCO}_3$ ; 54,3% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire gréseux séricitique.*



Fig. 5. Vue aérienne du Mont Everest prise du Sud-Ouest. Mont Everest, col Sud et arête du Lhotse. Au premier plan, l'arête joignant le Lhotse au Nuptse, cachant le glacier de Khumbu.

Emplacement des échantillons décrits dans le texte.

#### ECHANTILLON N° 12, fig. 5

Arête de l'Everest, débris sous le sommet Sud. Récolté le 24. V. 56 par H. R. von GUNTEN.

A l'œil nu, calcaire bréchiforme gris, à veinules jaunâtres.

Sous le microscope, roche finement grenue formée de petites plages de carbonate, de nombreux grains de quartz et de microcline, de quelques lamelles de séricite et de minuscules cristaux arrondis de zircon. Cette masse grenue contient des plages et des nids grossièrement cristallins de calcite maclée, ainsi que de petits cristaux de pyrite.

Diamètre moyen des grains de carbonate = 0,04 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 41,2%  $\text{CaCO}_3$ ; 11,8%  $\text{MgCO}_3$ ; 42,5% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire dolomitique gréseux, bréchiforme.*

ECHANTILLON N° 13, fig. 5

Arête de l'Everest, à quelques mètres au-dessous du Sommet Sud. Récolté le 24. V. 56 par H. R. VON GUNTEN.

A l'œil nu, calcaire gris-jaune en plaquettes.

Sous le microscope, agrégat finement grenu de carbonate, parfois maclé, renfermant de petites plages d'albite, lisses ou maclées, assez abondantes, de rares grains de quartz, quelques feuillettes de séricite, de minuscules granules opaques ou translucides rougeâtres, de très petits prismes de tourmaline vert-brun à noyau bleu clair, et de rares grains de zircon.

Diamètre moyen des grains de carbonate = 0,06 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 50,2%  $\text{CaCO}_3$ ; 1,0%  $\text{MgCO}_3$ ; 46,7% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire albitique.*

ECHANTILLON N° 14, fig. 5

Arête de l'Everest, au-dessous du Pas Tensing. Récolté le 24. V. 56 par ADOLF REIST.

A l'œil nu, calcite blanche grossièrement cristalline.

Sous le microscope, très grosses plages de calcite finement maclée, un peu brunâtre, renfermant de fines veines de calcite plus finement cristallisée.

Analyse chimique (D. REELFS): 99,4%  $\text{CaCO}_3$ .

Diagnostic: *Calcite cristalline.*

ECHANTILLON N° 15, fig. 5

Arête de l'Everest, au-dessus du Bond Tensing. Récolté le 24. V. 56 par ADOLF REIST.

A l'œil nu, calcaire compact gris traversé par des veinules blanches de calcite.

Sous le microscope, agrégat finement grenu de carbonate parsemé de minuscules cristaux de pyrite et traversé par des veines de calcite maclée grossièrement cristalline, formant aussi quelques grosses plages enrobées dans la masse finement grenue. On observe aussi de petites écailles de séricite, de rares et minuscules grains de zircon et de très petites plages d'albite rarement maclée (Sur Sng, l'extinction atteint 20°, les indices de réfraction étant voisins de l'indice du baume).

Diamètre moyen des grains de carbonate = 0,03 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 78,8%  $\text{CaCO}_3$ ; 8,3%  $\text{MgCO}_3$ ; 7,4% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire un peu dolomitique, légèrement séricitique et albitique.*

ECHANTILLON N° 16a, fig. 5

Arête de l'Everest, lambeau rocheux sur l'arête de garde. Récolté le 24. V. 56 par ADOLF REIST.

A l'œil nu, calcaire gris, compact.

Sous le microscope, calcaire finement grenu renfermant des nids et veinules de calcite maclée, de petites plages informes de quartz, d'albite (extinction de 15° sur la section normale à  $pg_1$ ) et de rare feldspath potassique (indices inférieurs à 1,54, extinction voisine de 0° sur la section normale à Np). On distingue aussi de fines écailles de séricite, des granules translucides rougeâtres et de nombreux petits grains de pyrite.

Diamètre moyen des grains de calcite = 0,02 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 73,6%  $CaCO_3$ ; 5,2%  $MgCO_3$ ; 17,0% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire légèrement dolomitique, un peu gréseux.*

#### ECHANTILLON N° 16b, fig. 5

Arête del 'Everest, même origine que l'échantillon précédent. Récolté le 24. V. 56 par A. REIST.

A l'œil nu, calcaire jaune en plaquettes.

Sous le microscope, agrégat grenu de calcite maclée, renfermant de petites plages arrondies de quartz et d'albite (indices voisins de 1,54, extinction de 17° sur la section normale à Ng), ainsi que de minuscules granules opaques.

Diamètre moyen des grains de calcite = 0,10 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 83,0%  $CaCO_3$ , 2,5%  $MgCO_3$ ; 9,1% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire grenu en plaquettes.*

#### ECHANTILLON N° 16c, fig. 5; pl. II, fig. 2

Arête de l'Everest, même origine que l'échantillon précédent. Récolté le 24, V. 56 par A. REIST.

A l'œil nu, calcaire gris, un peu schisteux et ocreux.

Sous le microscope, roche phylliteuse formée d'un treillis de séricite renfermant de minces lits de calcite grenue et de nombreuses petites plages allongées de quartz et d'albite (Extinction de 20° sur la section normale à Ng). On observe aussi de minuscules granules opaques et quelques petits prismes de tourmaline brune.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,05 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 20,6%  $CaCO_3$ ; 4,4%  $MgCO_3$ ; 65,8% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcophyllite quartzo-albitique et séricitique.*

#### ECHANTILLON N° 16d, fig. 5; pl. II, fig. 1

Arête de l'Everest, même origine que l'échantillon précédent. Récolté le 24. V. 56 par A. REIST.

A l'œil nu, calcschiste gris.

Sous le microscope, roche schisteuse finement grenue formée d'un treillis lâche de séricite et d'un peu de chlorite verdâtre, parsemé de granules de pyrite et de nombreuses petites plages d'oligoclase-albite maclée (Indices voisins de 1,54, extinction de 12° sur la section normale à  $pg_1$ ) et de quartz. Le treillis séricitique est entrecoupé de minces lits parallèles de carbonate. On observe aussi quelques minuscules prismes de tourmaline vert brun.

Diamètre moyen des grains de quartz = 0,04 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 9,2% CaCO<sub>3</sub>; 2,3% MgCO<sub>3</sub>; 82,6% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcschiste chlorito-séricitique*.

ECHANTILLON N° 17, fig. 5; pl. II, fig. 3

Arête de l'Everest, rochers du sommet, cote environ 8800 m. Récolté par H. R. VON GUNTEN, le 24. V. 56.

A l'œil nu, calcaire compact gris.

Sous le microscope, agrégat très fin de calcite parsemé de granules opaques ou translucides brunâtres, la schistosité étant accusée par l'alignement de minuscules lamelles de séricite et par de petites plages de quartz, d'oligoclase-albite et de rare microcline treillissé.

Diamètre moyen des grains de calcite = 0,02 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 75,2% CaCO<sub>3</sub>; 6,5% MgCO<sub>3</sub>; 13,5% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire gréseux finement grenu*.

ECHANTILLON N° 18, fig. 5

Sommet de l'Everest, au-dessus de la cote 8820 m. Récolté par H. R. VON GUNTEN le 24. V. 56.

A l'œil nu, calcaire compact gris.

Sous le microscope, agrégat très finement grenu de carbonate parsemé de minuscules granules et filaments opaques, de lamelles de séricite, de petits grains de quartz et d'oligoclase-albite, de rares petites plages de microcline treillissé et de minuscules prismes de tourmaline cert-brun et de zircon.

Diamètre moyen des grains de carbonate = 0,02 mm.

Analyse chimique (D. REELFS): 66,9% CaCO<sub>3</sub>; 7,6% MgCO<sub>3</sub>; 20,4% résidu insoluble.

Diagnostic: *Calcaire gréseux finement grenu*.

**Tableau récapitulatif.**

Récapitulation		Minéraux constitutifs principaux				
		Calcite	Quartz	Feldspath	Biotite Chlorite	Séricite
1) Calcaire gréseux métamorphique en voie d'orthosification . . . . .	Lhotse	xxxxx	xx	xx		x
3) Schiste calcaréoemicacé à épidote en voie de chloritisation . . . . .	Lhotse	xx	xxx	xx	xxx	
4) Phyllite feldspathique quartzomicacée . . . . .	Lhotse		xxxx	xx	xxxx	
5) Calcaire gréseux métamorphique . . . . .	Lhotse	xxxxx	xx	x	x	x
6) Schiste quartzomicacé . . . . .	Lhotse		xxxxx		xxxx	x
Phyllite quartzochlorito-séricitique . . . . .	id		xxxxx		xxxx	x
Phyllite quartzochlorito-séricitique argileuse . . . . .	id		xxxx		xxx	xxx

**Tableau récapitulatif (Suite)**

Récapitulation	Minéraux constitutifs principaux					
		Calcite	Quarté	Feldspath	Biotite Chlorite	Séricite
7) a-Phyllite séricitique à biotite . . . . .	Col Sud		xx		xxxx	xxx
b-Cornéenne quartzofeldspathique chlorito-micacée . . . . .	id		xxxx	xx	xxx	xx
8) Phyllite quartzochloriteuse feldspathique . . .	Au-dessus Col Sud		xxxx	xx	xxx	x
9) Phyllite quartzofeldspathique micacée . . . . .	Lhotse		xxxx	xxx	xxx	
10) Quartzite feldspathique . . . . .	Lhotse	xx	xxxxx	xxx		
11) Calcaire gréseux séricitique . . . . .	Everest	xxxxx	xxx			xx
12) Calcaire dolomitique gréseux . . . . .	id	xxxxxx	xxx	x		
13) Calcaire albitique . . . . .	id	xxxxx	x	xxxx		
15) Calcaire un peu dolomitique, séricitique et albitique . . . . .	id	xxxxxxxx		x		x
16) a-Calcaire un peu gréseux et dolomitique . . . . .	id	xxxxxxxx	x	x		
b-Calcaire grenu en plaquettes . . . . .	Everest	xxxxxxxx	x	x		
c-Calcophyllite quartzoalbitique séricitique . . .	id	xx	xx	xx		xxxx
d-Calcschiste chlorito-séricitique . . . . .	id	xx	xx	xx	x	xxx
17) Calcaire gréseux . . . . .	id	xxxxxx	x	x		x
18) Calcaire gréseux . . . . .	id	xxxxxx	x	x		x

Les roches du Lhotsé et du Col Sud présentent un métamorphisme de la mésozone, caractérisé par la présence de biotite, ou de l'épizone, se traduisant par la rétrogradation du mica noir en chlorite.

Les roches de la partie supérieure de l'Everest sont franchement sédimentaires et ne renferment que des minéraux détritiques ou de diagenèse.

### CONCLUSIONS

Les séries de roches formant le Mt Everest et le Lhotsé peuvent se diviser de la manière suivante (figure 3):

- Calcaire du Mt Everest                      Calcaires dolomitiques et gréseux, 100 m au minimum.
- Série pélitique supérieure du Mt Everest                      Schistes, quartzites et calcaires métamorphisés. Ep. 500 m minimum.
- Série pélitique inférieure du Mt Everest                      Même faciès que dans la série supérieure. Granitisation et métamorphisme accru.



Ces subdivisions correspondent à celles, plus générales, données par M. S. KRISHNAN (1952, p. 305) et les confirment. Les calcaires ressemblent par leur pétrographie au «Plateau Limestone» de Birmanie (op. cit. p. 229) dont l'âge s'étend du Dévonien au Permien. Les séries pélitiques, si l'on poursuit cette comparaison, seraient alors comparables aux Zebingyi beds du Silurien supérieur-Dévonien inférieur (cf. WADIA, *Geology of India*, 1953, p. 169).

Les roches de l'Everest n'ont toutefois donné jusqu'ici aucun fossile alors que les séries birmanes en renferment beaucoup. La comparaison est donc fragile. Suivant P. BORDET et M. LATREILLE (op. cit. p. 3), les couches de Lachi décrites par WAGER qui reposent sur la série de l'Everest sont datées du Permo-Carbonifère. La série de l'Everest doit donc représenter la base du Primaire et les gneiss du Barun sous-jacents, le Précambrien. Gneiss, ectinites ou migmatites sont essentiellement précambriens et les roches épimétamorphiques qui les surmontent sont primaires.

Notre attribution provisoire des calcaires de l'Everest au Dévonien se dégage de cette esquisse chronologique, ainsi que celle des pélites au Silurien supérieur. Elle ne se vérifiera que lorsque des levers stratigraphiques permettront de trouver des fossiles en suivant cette bande de terrains dans une région moins métamorphique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BORDET, P. (1955): *Eléments structuraux de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest (Népal Oriental)*. C. R. S. Acad. Sci. 240, 102-104, 3 janvier.
- BORDET, P., & LATREILLE, M. (1955): *Précisions sur la stratigraphie de l'Himalaya de l'Arun*. Ibidem. 281, 1594-1597, 28 nov.
- GYSIN, M. (1956): *Sur la coexistence de l'orthose et du microcline dans un granite de l'Himalaya*. Arch. Sci. Genève 9, fasc. 1.
- GYSIN, M., & LOMBARD, AUG. (1955): *Esquisse géologique du Massif du Cho-Oyu (Himalaya du Népal)*. *Eclogae geol. Helv.* 48, Nr. 2.
- (1959): *Note sur la composition de roches métamorphiques et sédimentaires des sommets du Mont Everest-Lhotse (Himalaya)*. Arch. Sci. Genève 12, fasc. 1.
- HAGEN, T. (1954): *Über die räumliche Verteilung der Intrusionen im Nepal Himalaya*. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 34.
- HAGEN, T., & HUNGER, J. P. (1952): *Über geologisch-petrographische Untersuchungen in Zentral-Nepal*. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 32.
- JUNG, J., & ROQUES, M. (1952): *Introduction à l'étude zonéographique des formations cristallophylliennes*. Bull. Serv. Carte géol. France 235, tome I.
- KRISHNAN, M. S. (1952): *Geology of India and Burma*.
- KRUMMENACHER, D. (1956): *Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal. Note n° 1: Sur quelques roches de la région de Namche Bazar*. Arch. Sci. Genève, 9/1.
- (1956): *Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal. Note n° 2: Sur quelques roches du bassin supérieur de la Dudh Kosi, de l'Imja Khola et de la Bothe Kosi*. Ibidem 9/3.
- (1957): *Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal*. Arch. Sci. Genève 10, fasc. 3.
- LOMBARD, AUG. (1953): *La mission géologique genevoise à l'Everest*. Actes Soc. Helv. Sci. nat.
- (1953): *La tectonique du Népal oriental. Un profil de l'Everest à la plaine du Gange*. Bull. Soc. géol. France [6], 321-327.
- (1958): *Un itinéraire géologique dans l'Est du Népal*. Mém. Soc. Helv. Sci. nat. 82, Mém. 1, Juin.
- LOMBARD, AUG., & BORDET, P. (1956): *Une coupe géologique dans la région d'Okhaldunga (Népal Oriental)*. Ibidem, [6], 4, 21-25.
- WADIA, M. (1953): *Geology of India*.



Fig. 1. Echantillon n° 1, Lhotse. L.P.  
Calcaire gréseux métamorphique en voie d'orthoquartzification  $G = 2 \times$

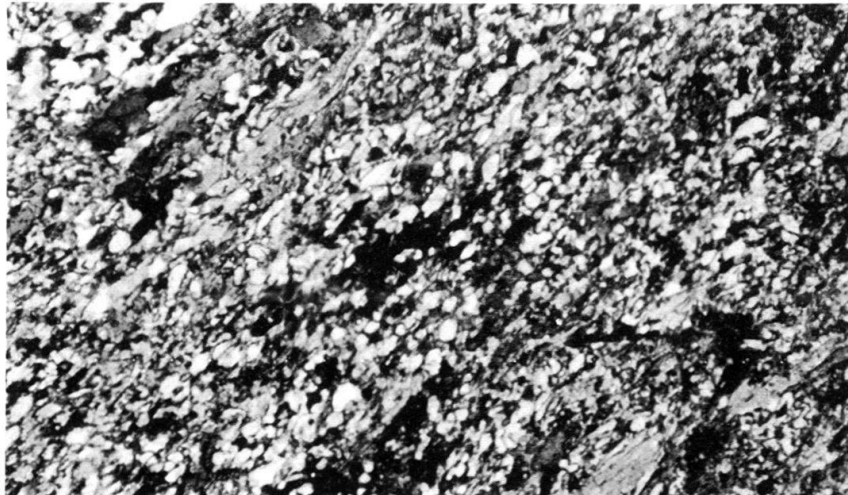


Fig. 2. Echantillon n° 9, Lhotse. L.P. Phyllite quartzo-feldspathique micacée  $G = 25 \times$

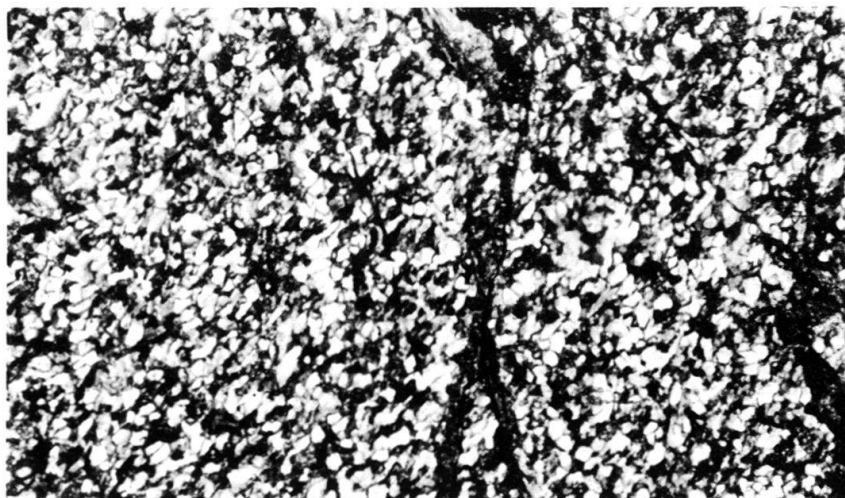


Fig. 3. Echantillon n° 10, Lhotse. L.P. Quartzite feldspathique, fissuré et carbonaté  $G = 30 \times$

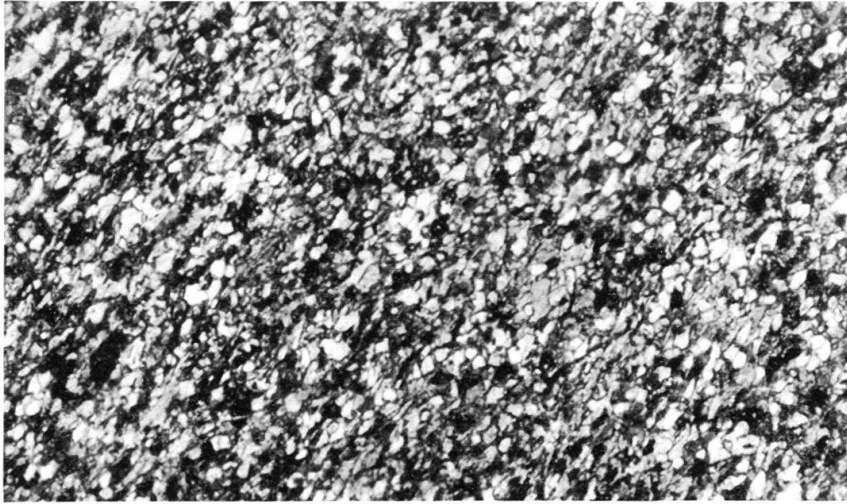


Fig. 1. Echantillon n° 16d, Everest. L.P. Calcschiste chlorito-séricitique  $G = 30 \times$

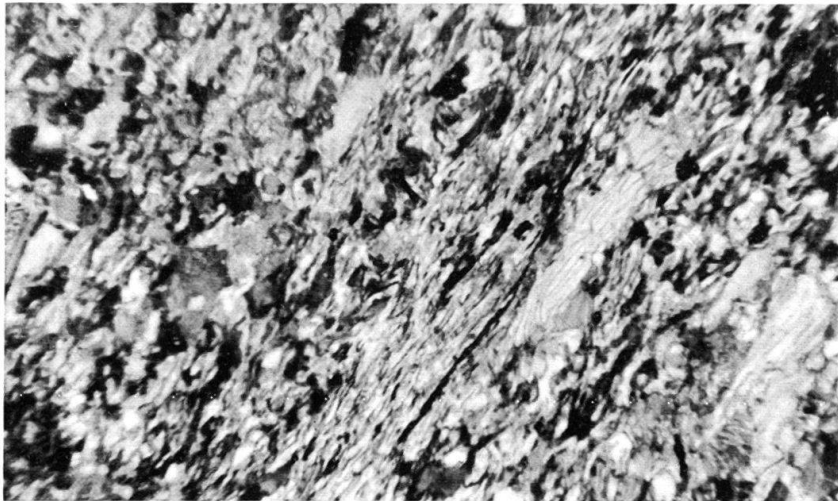


Fig. 2. Echantillon n° 16c, Everest. L.P. Calcophyllite quartzo-albitique séricitique  $G = 80 \times$

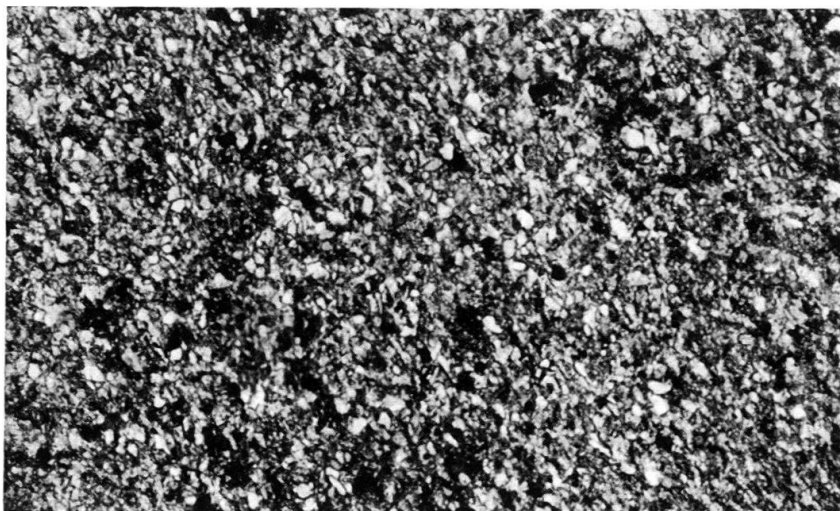


Fig. 3. Echantillon n° 17, Everest. L.P. Calcaire gréseux  $G = 30 \times$