

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 10 (1957)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal : pétrographie des éléments structuraux du Népal occidental entre l'Éverest et le Gange  
**Autor:** Krummenacher, D.  
**Kapitel:** II: Les clochetons  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738707>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

La constance de la tourmaline est aussi typique du granite de la Dalle, quoique ce minéral pneumatolytique puisse imprégner profondément les nappes du Khumbu, et, nous le verrons plus tard, aussi les nappes de Kathmandu et de Nawakot, situées beaucoup plus loin vers le S.

Signalons enfin que le caractère intrusif du granite de la Dalle du Thibet est parfois visible même dans les coupes minces (voir par ex. 131/5). Les plagioclases présentent souvent une structure idiomorphe, assez typique des granites intrusifs [7].

## CHAPITRE II.

### LES CLOCHETONS

#### INTRODUCTION.

De nombreux petits sommets crénelés, de couleur sombre, apparaissent juste en avant de la Dalle du Thibet. On les retrouve vers le S jusque dans la région de Ghat, au-delà de Namche Bazar [11].

D'après A. Lombard [11], leur matériau serait constitué de paragneiss peu métamorphiques appartenant au sommet des nappes de Khumbu. P. Bordet les a appelés « gneiss noirs du Barun ».

Comme on va le voir dans la partie pétrographique, cette série contient de nombreuses injections issues du granite de la Dalle du Thibet.

A. Lombard a récolté les échantillons provenant de la série des Clochetons dans deux régions distinctes :

1. Sur les moraines du Glacier du Nangpa La.
2. Sur les moraines de la rive droite du Glacier de Khumbu.

## PÉTROGRAPHIE.

Les roches récoltées dans ces deux régions se ressemblent beaucoup. Ce sont des aplites, pegmatites, granites aplitiques riches en tourmaline, des diorites et microdiorites, des gneiss très variés, parfois riches en diopside et hornblende, et enfin des cornéennes, roches de contact et amphibolites.

*Moraines du Glacier du Nangpa La.**Aplites.*

Ces roches leucocrates sont de composition et d'allure variées.

L'échantillon 238/1/39 (aplite albitique à phlogopite) est parfaitement semblable à celle décrite dans le chapitre consacré à la Dalle du Thibet (voir échant. 132/9, fig. 2). L'albite, fraîche, en grains parfois un peu idiomorphes, est en même proportion que le quartz. Ce dernier minéral est arrondi, et forme souvent des inclusions dans les plagioclases. On rencontre en outre un peu de feldspath potassique autour des grains de quartz. La phlogopite, en lamelles assez parallèles, présente des tons beige-clair à incolore.

Minéraux accessoires: Rutile, zircon.

Aplites alcalines riches en quartz (238/1/34, 238/1/20).

Le premier échantillon (238/1/34), avec sa forte prédominance en quartz, ressemble un peu à un quartzite. Le quartz est indenté, en assez grandes plages. L'albite, bien maclée, en moindre proportion, contient parfois de petites plages d'orthose très trouble, qui forme aussi de petits grains épars.

Quelques lamelles brunes de biotite parallèle.

Le second échantillon (238/1/20) a un cachet plus aplitique.

Quelques rares plages d'orthose trouble, avec un peu d'apatite, sont presque totalement envahies par le quartz xénomorphe. On observe çà et là quelques lamelles parallèles de biotite brune.

Minéraux accessoires: Zircon, apatite, rutile.

Les échantillons 238/1/5 et 238/1/36 sont de caractère différent.

L'échantillon 238/1/36 (aplite à deux micas et tourmaline) offre une structure enchevêtrée évoquant une cristallisation

rapide. Les plagioclases sont zonés (25% An en moyenne) et altérés au centre, en un mélange de petites lamelles de séricite et de zéolites en veinules; leurs macles sont parfois tordues et le quartz est plus ou moins cataclastique.

Orthose, très fréquente, xénomorphe, s'insinuant partout; myrmécite entourant de nombreux feldspaths; quartz, souvent dentelliforme, envahissant.

Biotite brune, piquetée de nombreuses auréoles pléochroïques, se présentant souvent en feuillets tordus; séricite commençant à s'effiloche en trainées onduleuses. Zones sub-circulaires, formées d'un agrégat de séricite fine, de matière isotrope un peu jaunâtre et de chlorite (pinite?).

Grands cristaux squelettiques de tourmaline.

L'échantillon 238/1/5 (aplite à muscovite) est encore plus typiquement aplitique. Enchevêtrement de quartz arrondi, très souvent en inclusions dans les feldspaths; orthose, très perthitique, assez idiomorphe; plagioclases, altérés (zéolites) et envahissants.

Biotite rare et presque complètement chloritisée. Lamelles de muscovite un peu tordues, presque carrées.

Petits cristaux idiomorphes de tourmaline, parfois chloritisée en chapelets dans un filonnet.

### *Pegmatites.*

Elles se distinguent par leur structure très grossière et leur pauvreté en micas. Elles ont toutes une structure légèrement écrasée.

L'échantillon 238/1/12'' (pegmatite alcaline) présente une structure grossièrement grenue, un peu cloisonnée [7].

Les grandes plages d'orthose altérée paraissent avoir rongé les lamelles de biotite, dont il ne reste plus que de fines dentelles. On observe encore un peu d'albite, vraisemblablement secondaire, en inclusion le long de certains clivages du feldspath potassique. Elle se trouve associée aussi à de petites plages arrondies de quartz et ronge la périphérie des feldspaths (cette disposition fait apparaître la structure cloisonnée).

Les plagioclases sont rares (10-20% An), maclés et entourés d'une auréole secondaire plus acide. Le zircon est peu abondant.

Les échantillons 238/1/8 et 238/1/12 (pegmatite à oligoclase et pegmatite alcaline à biotite) sont très semblables.

Le plagioclase maclé (macles courbes), variant de 10 à 16% An, est souvent criblé de petites inclusions carrées de

feldspath potassique. Le quartz est informe, dentelliforme, un peu cataclastique.

Minéraux accessoires: Muscovite, biotite, apatite, sillimanite.

### *Granites.*

Ils sont tous assez leucocrates; la plupart sont assez riches en tourmaline.

Granites aplitiques à biotite et tourmaline (238/1/10a, 27, 30); granite aplitique à deux micas et tourmaline (238/1/37).

La structure est grenue à plagioclases automorphes. Le feldspath, un peu zoné, peut contenir jusqu'à 25% An. Il montre dans sa disposition une légère fluidalité. Le quartz est xénomorphe, généralement arrondi et en inclusion dans les feldspaths. L'orthose, très finement perthitique, est maclée selon Karlsbad. La biotite est un peu ployée et trouble.

L'échantillon 238/1/10a contient de la pinite arrondie, entourée d'un peu de sillimanite. On observe encore deux petits cristaux de disthène à centre rose pléochroïque.

L'échantillon 238/1/27 contient aussi de la pinite, de l'apatite, du zircon, de la pennine, du rutile et de la tourmaline.

Enfin, notons la présence de sillimanite, de tourmaline brune, de magnétite et de zircon dans l'échantillon 238/1/30.

L'échantillon 238/1/33 est assez altéré. On peut distinguer de l'orthose, du quartz xénomorphe, des plagioclases presque complètement zéolitisés (l'échantillon à vue montre des feldspaths roses). Des veinules de zéolites traversent la roche. On observe encore un peu de tourmaline squelettique. Les deux micas sont toujours un peu ployés.

### *Diorites et microdiorites.*

Diorite quartzique à diopside plus ou moins ouralitisé (238/1/25).

Diorite rubanée à diopside plus ou moins ouralitisé (238/1/29).

Diorite à hornblende et biotite (238/1/25).

Ces diorites sont assez proches des amphibolites feldspathiques plus ou moins quartzieuses décrites précédemment (voir Dalle du Thibet).

Les échantillons 238/1/10 et 238/1/29 sont très semblables.

Leur structure est grenue, poeciloblastique et rubanée.

Les bandes sont marquées par l'alternance de zones à diopside et à hornblende, cette dernière dérivant du pyroxène par ouralitisation (on observe parfois dans l'amphibole des restes de pyroxène presque totalement épigénisé). Ces deux minéraux sont plus ou moins poeciloblastiques; ils incluent

surtout des plages arrondies de quartz, et plus rarement de feldspath. (Andésine xénomorphe un peu zéolitisée (33-35% An, inclusions de quartz).

Minéraux accessoires: Sphène, apatite; l'échantillon 238/1/29 contient un peu de zircon et de zoïsite.

L'échantillon 238/1/25 (diorite à hornblende et biotite), montre une structure grenue poecilitique.

De grands éléments poecilitiques de hornblende verte (inclusions de quartz et surtout de feldspath), avec de petites plages arrondies de plagioclase bien maclé (45% An), sont disposés en lits entre des zones onduleuses formées de biotite brune et de plagioclase, avec un peu de quartz. Ce dernier minéral constitue çà et là quelques grandes plages.

Minéraux accessoires: Apatite, sphène fréquent, pennine.

#### *Microdiorite altérée à pennine (238/1/23).*

Cet échantillon est d'un tout autre caractère. Sa structure est microgrenue à graphique.

On observe de grands cristaux porphyriques de plagioclase, interpénétrés et peu maclés (60% An), contenant des inclusions graphiques de feldspath potassique, avec des veinules de zéolites formant parfois de petites plages. La pâte est constituée de petits cristaux enchevêtrés de plagioclase, idiomorphes, d'apatite en prismes parfaitement développés, avec un peu de calcite et de quartz arrondi.

Une chlorite, dispersive dans les tons violets, est concentrée en certains points de la roche; elle paraît dériver de biotite, dont elle contient quelques restes. Ces concentrations sont en outre riches en exsudats très fins de leucoxène ou de sphène.

#### *Gneiss.*

Gneiss riche en quartz, à biotite (238/1/5') (ou quartzite feldspathique à biotite).

La structure est grenue, un peu cataclastique et un peu parallèle.

Le quartz est de forme irrégulière; il se présente soit en plages assez grandes, résultant de la recristallisation d'éléments plus petits, soit en plages arrondies assez petites. La biotite est finement litée, en lamelles allongées. On rencontre parfois un peu de plagioclase (oligoclase).

Peut-être s'agit-il d'un quartzite, mais on n'en rencontre plus la structure en mosaïque.

Gneiss granitique à hornblende (238/1/19, 238/1/24).

La structure est grenue parallèle, à tendance porphyroblastique et poeciloblastique.

La hornblende verte, est un peu porphyroblastique et poeciloblastique. Elle contient encore quelques restes plus clairs de diopside.

L'orthose, abondante, maclée selon Karlsbad, forme un fond xénoblastique. Le plagioclase, très altéré, aussi xénomorphe, correspond à une andésine à 32% An.

Un peu de quartz.

Minéraux accessoires: Sphène, apatite, zircon.

L'échantillon 238/1/19 contient un peu de tourmaline et de pennine.

Ces deux gneiss s'approchent, par leur composition, des amphibolites feldspathiques.

Gneiss granitique à diopside plus ou moins ouralitisé (238/1/31, 38).

Structure et composition proches des deux échantillons précédents. On observe un rubanage formé par l'ouralitisation plus ou moins poussée du diopside, qui se fait de la manière suivante:

D'une zone à diopside intact, on passe dans une zone étroite où le pyroxène se tache de hornblende vert-foncé, à partir du centre et des bords; puis pratiquement tout le diopside est transformé; il ne subsiste dans l'amphibole plus qu'en fantômes verts, plus clairs, dont l'extinction ne se fait pas tout à fait simultanément avec celle de la hornblende.

On peut remarquer que dans la zone à diopside, le plagioclase (andésine 45% An) prédomine largement, alors que dans celle à ouralite, le seul feldspath représenté est l'orthose, contenant de petites inclusions arrondies de quartz.

Minéraux accessoires: Sphène fréquent, zoïsite, zircon.

L'échantillon 238/1/40 (gneiss fin à labrador 68% An et diopside plus ou moins ouralitisé) ressemble en tous points aux deux échantillons précédents.

*Cornéennes feldspathiques à grenat et diopside (238/1/15).*

La structure est grenue, à peine parallèle.

On observe de petits grains de diopside verdâtre, isométriques, par endroits devenant un peu poeciloblastiques. Le quartz, arrondi, est aussi fréquent que le plagioclase (70% An, finement maclé).

Grenat rose se développant en grandes plages xénomorphes.

Minéraux accessoires: Sphène, veinules de zéolite, zoïsite.



*Pyroxénite à grenat (238/1/9).*

\* Cette roche, à structure xénoblastique, est presque uniquement constituée de grenats roses en grandes plages informes et de diopside, inégalement réparties dans la roche. On aperçoit, entre les grenats, quelques restes maclés de plagioclase (75% An), un peu de zoïsite dispersive, et quelques plages de quartz arrondies.

Minéraux accessoires: Sphène, tourmaline, chlorite.



Fig. 6.

Echantillon 238/1/13. (G = 30 ×.) Roche de contact.  
Grenat (G), plagioclase basique (P), dipyre (W), trémolite (T),  
diopside (D), clinozoïsite (C), sphène, zircon, apatite.

*Roches de contact à diopside, grenat, amphibole, bytownite*

(238/1/13, 22), (voir fig. 6).

Elles ressemblent beaucoup à celle décrite dans le chapitre précédent (voir 136/6); mais le dipyre est peu fréquent.

Structure granoblastique. Le grenat, avec peut-être un peu d'idocrase, forme des plages xénomorphes, avec du diopside poeciloblastique, du plagioclase zoné (env. 80% An) et de la zoïsite. On retrouve les mêmes agrégats centroradiés d'un



minéral en aiguilles que nous pensons être de la trémolite (?) ( $2V = -40$  à  $-50^\circ$ , ext. de Ng/m = quelques degrés).

Le sphène est fréquent.

*Amphibolite à biotite et bytownite (238/1/14).*

La structure est poeciloblastique à lépidoblastique.

De grands éléments allongés et poeciloblastiques de hornblende verte (inclusions de plagioclase et de quartz) forment une bonne partie de la roche. La biotite, brun-rougeâtre, très allongée et très fraîche, lépidoblastique, est très abondante. Le plagioclase (88% An), parfois zéolitisé, inclut poeciloblastiquement de petits grains de quartz.

Minéraux accessoires: Sphène, apatite, magnétite.

*Rive droite du Glacier de Khumbu.*

*Granites aplitiques.*

Granite aplitique à tourmaline (141/2/2).

Structure grenue, aplitique.

Le quartz se présente en grandes plages xénomorphes et en nombreuses gouttelettes dans les plagioclases, y formant parfois des bourgeons myrmécitiques. Le plagioclase est régulièrement zoné (5-15% An) et se trouve parfois en inclusions dans le feldspath potassique (orthose). La tourmaline, très fréquente, se développe en grands cristaux arrondis brun-vert; l'apatite forme des grains idiomorphes. Un peu de muscovite.

Granite aplitique alcalin à muscovite et tourmaline en contact avec gneiss alcalin à deux micas (141/2/10).

La structure est assez changeante. Elle est surtout parallèle, à tendance porphyroblastique, ou grenue aplitique à plagioclases automorphes.

Le quartz forme de grandes plages xénomorphes et se trouve fréquemment en gouttelettes dans les feldspaths; l'orthose, se présentant parfois en phénocristaux, enrobe de nombreux autres minéraux (plagioclases à tendance automorphe (10% An), petites aiguilles de tourmaline en trainées discontinues).

Muscovite, en belles lamelles subcarrées, parfois ployées.

Minéraux accessoires: Apatite, parfois très développée.

Les zones gneissiques contiennent en plus de grandes lamelles de biotite très chloritisée (pennine, avec exsudats de magnétite); l'albite à tendance idiomorphe est très séricitisée. La myrmécite est commune.

Minéraux accessoires: Apatite, calcite, magnétite, zircon, tourmaline.

Granite aplitique à muscovite et tourmaline (141/2/5).

Structure finement grenue, à plagioclases automorphes, avec une légère tendance microgrenue.

Quartz en plages assez arrondies, petites, indentées, en gouttelettes aussi dans les plagioclases. Ce dernier (26% An), montre souvent une tendance porphyrique, avec formes idiomorphes allongées. L'orthose, xénomorphe, a tendance à remplacer les plagioclases. La muscovite forme quelques lamelles assez développées, trapues, et la tourmaline de petits prismes et baguettes à formes parfaites, de couleur vert-bleuté.

Granite aplitique à deux micas (141/3/0).

La structure est assez confuse, écrasée avec intenses recristallisations, aboutissant à une structure cloisonnée.

Le quartz forme des zones capricieuses, très dentelliformes, cataclastiques, partiellement recristallisées. On observe de nombreux bourgeons myrmécitiques. Les feldspaths sont très envahissants; l'orthose a tendance à ronger l'albite. La biotite, tachée d'inclusions pléochroïques, est souvent ployée et entourée de lamelles de séricite. La muscovite se présente en belles lamelles, enveloppées d'un agrégat très fin quartzo-séricitique.

La mésostase est constituée de petits grains de quartz, d'albite, de myrmécite, d'orthose, de séricite et de restes de biotite.

Minéraux accessoires: Apatite, sphène.

Granite aplitique à biotite (141/2/11).

Structure grenue, aplitique.

Cette roche est formée principalement d'albite 10% An, bien maclée, arrondie, à légère tendance idiomorphe; de quartz arrondi, parfois en inclusions subidiomorphes dans l'albite, et d'orthose plus rare, xénomorphe. La biotite apparaît en lamelles brunes, allongées, peu parallèles.

Minéraux accessoires: Rutile, parsemé dans la roche; apatite, en plages assez grandes, un peu corrodées.

*Diorite leucocrate* (141/2/7).

Par disparition de l'orthose et légère augmentation de la teneur en An du plagioclase (17% An), le granite passe à cette

diorite leucocrate. La biotite est en rares écailles, avec un peu de séricite. Le quartz forme de petites inclusions arrondies dans le plagioclase.

Minéraux accessoires: Quelques grains de rutile.

### *Gneiss.*

Gneiss alcalin à biotite et sillimanite (141/2/6).

Composition variable. On peut observer une structure par place nématoblastique, par ailleurs grenue et parallèle.

La partie nématoblastique représente vraisemblablement une ancienne enclave incomplètement homogénéisée: le fond est constitué de quartz grenu, un peu allongé, presque complètement caché par la fibrolite formant un feutrage ondoyant. Au centre de cette zone, on observe plusieurs grenats, avec inclusions de quartz, complètement transformés en un minéral opaque (vraisemblablement la magnétite).

La partie grenue parallèle est formée de quartz grenu, un peu allongé, de lamelles de biotite par endroits complètement chloritisée, d'orthose xénomorphe, avec un peu d'albite 10% An et de myrmécite.

Minéraux accessoires: Magnétite, zircon.

Gneiss granitique à biotite et sillimanite (142/2/4).

Structure granoblastique, parallèle, parfois nématoblastique.

Ce gneiss ressemble beaucoup à l'échantillon précédent (141/2/6).

Quartz très engrené, souvent en grosses inclusions arrondies dans les plagioclases (cristaux peu individualisés, 25% An); orthose, parfois en grands xénoblastes, enveloppant souvent le quartz et les squelettes de muscovite; fibrolite, en nombreux écheveaux inégalement répartis; biotite, en belles lamelles orientées très fraîches, de couleur brun-rouge (auréoles pléochroïques).

Minéraux accessoires: Rutile, magnétite, zircon.

Les autres gneiss sont d'un tout autre caractère: ils sont finement grenus à très finement grenus, et contiennent de la biotite, de la tourmaline et du diopside.

Gneiss granitiques à biotite et tourmaline (141/3/4, 6).

Structure très finement grenue, un peu lépidoblastique, litée.

Certains lits semblent un peu détritiques: on reconnaît encore la forme anguleuse des grains de quartz et l'allure

arrondie des feldspaths (?) (orthose principalement et andésine 40-45% An). La biotite moule les grains et souvent y pénètre.

D'autres lits sont plus riches en orthose, qui prend une allure franchement granoblastique, et englobe des restes de quartz blastique et de nombreuses gouttelettes de quartz secondaire. Ces blastes sont entourés d'un fin agrégat de quartz et de feldspath submicroscopiques, dans lequel on reconnaît la myrmécite.

Certains lits enfin sont plus riches en quartz, évoquant d'anciennes trainées de quartz écrasé et dentelliforme, ultérieurement recristallisées. Cette roche est vraisemblablement un quartzite feldspathique argileux recristallisé, en voie de feldspathisation.

Gneiss finement grenu rubané à biotite et diopside (141/3/8).

Structure finement grenue, poeciloblastique, anciennement cataclastique, litée.

Certaines zones sont grenues et contiennent surtout de l'orthose, accompagnée de petits grains de quartz arrondi et de fines lamelles de biotite orientées dans tous les sens.

D'autres zones, lenticulaires, sont riches en quartz dentelliforme, allongé perpendiculairement à la direction du lit, en orthose et en biotite finement lamellaire.

Le reste de la roche est constitué par un assemblage assez finement grenu de quartz, de taille variable, indenté, d'orthose, de plagioclase 35% An finement maclé, enfin de diopside en grands xénoblastes poeciloblastiques.

Minéraux accessoires: Quelques losanges de hornblende verte; sphène, apatite, zircon assez commun, magnétite rare.

Gneiss monzonitique à biotite (141/2/6').

La structure est granoblastique parallèle.

Ce gneiss banal est formé de biotite brun-jaune en grandes lamelles parallèles, parfois chloritisées. Le plagioclase, séricitisé par endroits, un peu idiomorphe (27% An), est en voie de remplacement par l'orthose.

Le feldspath potassique apparaît en grandes plages xénomorphes.

Minéraux accessoires: Apatite arrondie.

Gneiss dioritique finement grenu à diopside (141/3/7).

Structure finement granoblastique et poeciloblastique.

Le quartz, indenté, finement grenu, est très fréquent; le plagioclase, un peu maclé, forme de petites plages arrondies (env. 40% An). Le diopside se présente en petits grains, à

côté de quelques grands xénoblastes de hornblende poecilitique ne dérivant pas de l'ouralitisé du pyroxène.

Minéraux accessoires: Apatite, zircon, sphène.

Gneiss gabbroïque à diopside plus ou moins ouralitisé (141/2/3).

Structure grenue, parallèle, poeciloblastique.

Dans cet échantillon, le diopside est très abondant, en grands xénoblastes poecilitiques (inclusions de quartz et de plagioclase) en voie d'ouralitisation totale. Le plagioclase contient 80% An et s'altère par place en zéolite. Le quartz est peu fréquent et arrondi, parfois en trainées, formant quelques grandes plages indentées. L'orthose est très rare.

Minéraux accessoires: Sphène, apatite, zircon.

#### *Cornéennes.*

Cornéenne feldspathique à hornblende et biotite (141/3/5);

» » à diopside plus ou moins ouralitisé et biotite (141/2/8);

» » à diopside et hornblende (141/3/1);

» » à diopside (141/3/2).

Elles sont très semblables aux cornéennes précédemment décrites, et se rapprochent des gneiss dioritiques finement grenus (voir par ex. 141/3/7) par diminution de la grosseur du grain de ces derniers.

Leur structure est très finement granoblastique, légèrement litée.

Le quartz forme toujours de petites plages indentées; le feldspath, parfois altéré, est surtout représenté par du plagioclase (45-70% An), et, suivant les lits, par de l'orthose.

Le diopside, formé de petits grains xénoblastiques déchiquetés, s'ouralitise parfois totalement, ou se trouve côte à côte avec l'ouralite (ext.  $16^\circ$  de Ng/mn,  $2V = \text{env. } -75^\circ$ ). La biotite brune, en lamelles irrégulières et sans forme, s'altère en pennine très dispersive.

Minéraux accessoires: Apatite, zircon, sphène.

#### *Calcschiste à deux micas (141/4).*

Structure lépidoblastique, grenue, anciennement clastique.

On observe un fond grenu de calcite maclée, allongée, avec des grains de quartz arrondis, d'albite (10% An au plus) rare (la structure clastique de ces deux minéraux est encore bien visible), et de nombreuses lamelles parallèles de séricite. La biotite, dont on aperçoit certains restes dans la chlorite,

semble avoir donné naissance à des produits d'altération sous forme de concrétions allongées, jaune-brun.

On reconnaît encore quelques petits grains mal formés d'épidote jaunâtre (éventuellement de sphène). Un peu de zircon.

#### CONCLUSIONS.

Les comparaisons entre les divers ensembles examinés, apportant utilement une contribution aux problèmes géologiques, seront faites à la fin du chapitre suivant.

Mais on peut d'ores et déjà remarquer que la série dite des Clochetons se rapproche beaucoup pétrographiquement de la Série du Thibet qui la surmonte. En outre, le métamorphisme y est identique. (L'échantillon le moins métamorphique est le calcschiste 141/1, qu'on peut approximativement attribuer à la partie inférieure de la mésozone. Les autres échantillons correspondent à une zone plus profonde (catazone) ou à une zone d'injection, avec phénomènes de contact.

En bref, la série des Clochetons contient surtout des roches intrusives (granites, aplites, diorites) et de contact (cornéennes, roches de contact, etc...).

### CHAPITRE III.

#### MORAINE DU GLACIER DESCENDANT DU NUPTSE

Les géologues A. Lombard [11] et T. Hagen (Les Alpes, août 1956) ont reconnu dans le Nuptsé une écaille anticlinale coïncée entre la Dalle du Thibet et les nappes du Khumbu.

Cette écaille serait un fragment des nappes du Khumbu [11]. Elle semblerait responsable de la haute altitude de l'Everest et du Lhotsé, car la Dalle du Thibet, constituant ces deux sommets, se serait dressée à cet endroit sur l'écaille du Nuptsé, lors des dernières poussées du N au S, formant ainsi une culmination transverse.