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: III: Moraine du glacier descendant du Nuptse

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738707

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: 08.07.2025

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

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 coincée 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.

PÉTROGRAPHIE.

Les échantillons qui vont être décrits dans ce chapitre constituent un mélange provenant non seulement de l'écaille du Nuptsé, mais aussi de la Dalle du Thibet et des nappes du Khumbu avec leur couverture.

Mais connaissant un peu la constitution de tous ces ensembles, sauf celle de l'écaille du Nuptsé, on pourra par déduction en tirer un aperçu de la composition de cette dernière.

Granites aplitiques et alcalins.

Granite aplitique alcalin à muscovite, un peu écrasé (158/1/10).

Structure aplitique, à plagioclases automorphes, un peu cataclastique.

Le quartz forme de petites inclusions arrondies dans les feldspaths, et des plages allongées, indentées, un peu cataclastiques.

Les plagioclases (albite) sont très nettement automorphes, un peu séricitisés: leurs macles sont souvent tordues. Le feldspath potassique (orthose triclinique, éventuellement microcline, macles floues, ext. sur Snp = 8°), xénomorphe, est parfois en inclusions dans les plagioclases. La muscovite se présente en très belles lamelles rectangulaires, dont l'extrémité forme souvent une association très fine avec le quartz. On observe çà et là quelques lamelles de biotite brune, parfois entièrement chloritisées, avec exsudats foncés. Les micas sont toujours un peu ployés.

Minéraux accessoires: Zircon, très peu de tourmaline.

Les autres échantillons présentent des caractères sinon analogues, du moins très approchants:

Granites aplitiques à tourmaline et muscovite (158/1/28, 20 b).

Ces granites sont très semblables à l'échantillon 158/1/10, mais moins riches en muscovite; par contre, la tourmaline bleutée apparaît.

Ici encore, le feldspath potassique montre de fines macles polysynthétiques; l'extinction sur la Snp atteint 4°.

Granite aplitique à tourmaline (158/1/23).

Ce granite ne montre, comme élément foncé, que la tourmaline verte à centre bleuté, contenant souvent des inclusions arrondies de quartz.

Le feldspath potassique est le microcline (macles polysynthétiques peu visibles, ext. sur Snp = 10°).

	Quartz	Feldspath potassique	Plagioclase	Autres minéraux
Echantillon 158/1/18	18,5 %	41 %	24,5 %	16 %

Granite grossier aplitique à deux micas et tourmaline (158/1/18).

Structure grenue, un peu en mortier.

Quartz, brisé, formant de longues zones cataclastiques; muscovite, criblée d'inclusions de sphène (?), tordue et allongée; biotite altérée (pennine), avec exsudats.

Le feldspath potassique est l'orthose.

On observe quelques grains squelettiques de tourmaline.

Gneiss.

Gneiss quartzitique à deux micas et tourmaline (158/1/11).

Structure granoblastique.

Entre les zones formées de quartz granoblastique et de feldspath arrondi, avec quelques petites lamelles de biotite parallèle brune, on observe des zones allongées formées de lamelles de biotite et de muscovite, contenant parfois des prismes de tourmaline à inclusions de quartz.

Cette roche, ayant la composition d'un gneiss, évoque néanmoins un quartzite feldspathique par sa structure et sa richesse en quartz.

Gneiss alcalin à deux micas (158/1/0).

Structure lépidoblastique.

Quartz, en grains lenticulaires à extinction onduleuse. Séricite et biotite, formant un tissu lépidoblastique assez fin. Feldspath potassique, en poeciloblastes assez grands, englobant les autres minéraux tout en repoussant légèrement les feuillets de mica.

On reconnaît encore un peu d'albite et de chlorite, dispersive dans les tons brique, en petits amas allongés.

Minéral accessoire: Apatite.

Cette roche représente très certainement un grès riche en ciment argileux, en voie de feldspathisation.

Gneiss dioritiques.

Gneiss dioritique à deux micas et magnétite (158/1/25);
» » à deux micas et tourmaline (158/1/6);
» » à biotite (158/1/20a).

Structure grano- à lépidoblastique.

Le quartz se présente en petites plages arrondies à extinction un peu onduleuse (certains lits s'enrichissent en plages plus importantes).

Le plagioclase se distingue difficilement du quartz (macles peu apparentes, composition autour de 20% An) et forme également des plages arrondies.

Les micas entourent quartz et plagioclase; ils sont assez régulièrement alignés.

L'échantillon 158/1/25 est riche en magnétite, l'échantillon 158/1/6 contient une quantité assez importante de petits prismes de tourmaline idiomorphe, de couleur bleu-vert.

Ces gneiss ont un caractère nettement para par leur richesse en quartz et leur structure en mosaïque.

Gneiss à deux micas riche en magnétite (158/1/14).

Ce gneiss a une structure très finement grenue.

Quartz et feldspaths formant de petites plages granoblastiques assez arrondies. Biotite, en lamelles vert-brun bien développées, orientée dans tous les sens. Ce gneiss contient passablement de magnétite, d'apatite et de zircon.

Gneiss à bytownite, hornblende et épidote (158/1/16).

Ce gneiss est proche des amphibolites par sa composition et sa structure.

Cette dernière est grano- à lépidoblastique.

La hornblende, vert-beige, pléochroïque, forme des plages allongées, poeciloblastiques (inclusions de quartz); le plagioclase (bytownite) se présente en grands poeciloblastes maclés, contenant de nombreuses gouttelettes de quartz. L'épidote, légèrement pléochroïque, forme des grains arrondis. La magnétite se présente en très beaux octaèdres.

Minéraux accessoires: Sphène fréquent, apatite, zircon.

Phyllite à deux micas (158/1/1), (voir fig. 7).

Structure lépidoblastique.

De petits grains de quartz allongés, à tendance lenticulaire et extinction roulante, sont entourés d'un feutrage de lamelles de séricite et d'un peu de biotite. Quelques grandes lamelles déchiquetées de ce mica repoussant le feutrage de phyllites. La calcite, constellée d'inclusions, forme quelques lits allongés, grenus, avec très peu de quartz et de mica.

Minéraux accessoires: Zircon, magnétite, tourmaline bleutée, chlorite.

Grès calcaire à biotite (158/1/3).

Structure très finement grenue.

Quartz en petits grains arrondis et bien recristallisés; calcite en petites plages xénomorphes un peu plus grandes.

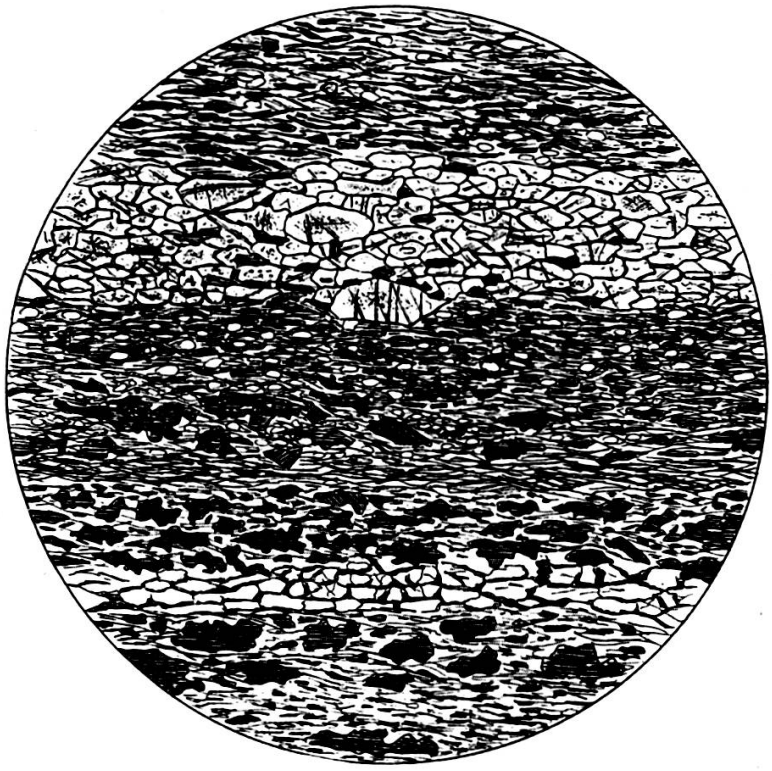

Fig. 7.

Echantillon 158/1/1. (G = 20 ×.) Phyllite à deux micas. Tissu lépidoblastique de micas. Passées de calcite et de quartz. Apatite, magnétite.

Biotite, en petites lamelles brun-vert parallèles, ceinturant la calcite et le quartz.

Les minéraux accessoires sont la magnétite, le sphène, la séricite, la tourmaline.

Grès calcaire phylliteux (158/1/5, 7a, 30).

Ces deux échantillons ne diffèrent des précédents que par une structure à tendance lépidoblastique (biotite orientée) et la présence d'un peu de feldspath (plagioclase et feldspath potassique).

Calcaires métamorphiques.

Calcaires un peu gréseux (158/1/8, 9, 24, 26, 34).

Leur structure est grenue. La calcite forme des grains arrondis, légèrement allongés, très maclés; les petites plages de quartz arrondies sont disposées en petits lits un peu lenticulaires.

On observe encore quelques fines lamelles de séricite et de biotite, avec des granules opaques.

Calcaire recristallisé à phlogopite (158/1/29).

Il est presque identique aux précédents.

On observe un assez grand développement des lamelles de phlogopite, disposées dans tous les sens.

Calcaire gréseux à épidote et chlorite avec cornéenne feldspathique à épidote et séricite (158/1/27).

Cet échantillon contient des associations minérales différentes, se répartissant en deux zones.

L'une contient en prépondérance de la calcite, grenue, maclée, avec quelques grains de quartz, feldspath, et des lamelles de biotite et chlorite entremêlées. L'épidote et le sphène sont communs.

L'autre zone a la composition d'une cornéenne. Elle est constituée de petits grains d'albite séricitisée, de feldspath potassique en petites plages, de quartz arrondi, de petits grains d'épidote, et de quelques lamelles de chlorite. Le sphène est très commun.

Quartzites.

Quartzites feldspathiques à biotite (158/1/2, 4, 13, 19).

Structure granoblastique, parallèle.

Quartz en plages arrondies, en mosaïque.

Feldspath, souvent altéré (oligoclase 20% An ou orthose), se distinguant difficilement du quartz par ses indices et éventuellement ses macles, peu apparentes.

Biotite fraîche, brun-vert, en lamelles parallèles.

L'échantillon 158/1/19 contient en plus un peu de séricite orientée dans tous les sens, avec des zones riches en magnétite.

L'échantillon 158/1/4 contient de la tourmaline bleu-vert et des zones où le quartz forme de grandes plages dentelliformes, à extinction roulante.

L'échantillon 158/1/4 contient une zone oblique par rapport à la direction générale, sorte de filonnet, à partir duquel la biotite est chloritisée, le feldspath altéré, et apparaissent quelques petits grains d'épidote.

Cette roche est riche en magnétite.

Enfin, l'échantillon 158/1/2 est un quartzite riche en feldspath (maclé selon Karlsbad, vraisemblablement orthose). On reconnaît encore de nombreux petits prismes idiomorphes de tourmaline bleu-vert-rose, contenant fréquemment des inclusions de quartz.

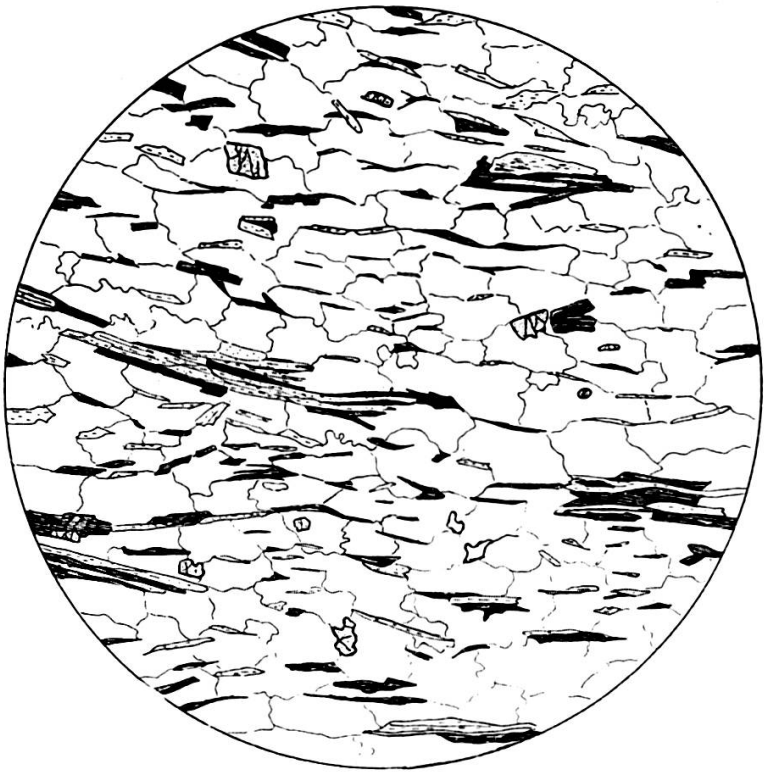

Fig. 8.

Echantillon 158/1/31. (G = 20 ×.) Quartzite à deux micas et tourmaline.
Quartz, muscovite et biotite, tourmaline.

Dans tous ces quartzites, le zircon et l'apatite sont fréquents.

Dans les deux échantillons suivants, le grain est nettement plus grand:

Quartzite à deux micas et tourmaline (158/1/31), (voir fig. 8).

Cette roche a une structure grano- à lépidoblastique. La structure est proche de celle des micaschistes, mais la grande richesse en quartz fait néanmoins classer cet échantillon dans les quartzites.

Le quartz est dentelliforme et constitue de grandes plages.

La biotite, lorsqu'elle accompagne les grains de quartz, se présente en petites lamelles brunes orientées; elle s'accumule

aussi, entremêlée de séricite, en de longues bandes entourant les zones riches en quartz, leur donnant un aspect lenticulaire.

On observe encore de petits prismes verts de tourmaline, corrodés et contenant souvent des inclusions de quartz et quelques petites plages de feldspath potassique perthitique et d'albite.

Minéraux accessoires: Apatite, zircon.

Quartzite albitique à biotite (158/1/33).

A peu de chose près, cette roche est parfaitement semblable à la précédente. Le mica est plus régulièrement réparti et lité, et la tourmaline moins fréquente.

Micaschistes.

Micaschiste à épidote et biotite plus ou moins chloritisée (158/1/21).

Structure très finement grenue à lépidoblastique.

On observe des petits grains très fins de quartz endenté et d'épidote; la biotite vert-brun, très fréquente, se présente en lamelles trapues un peu parallèles. Quelques petits prismes bleutés de tourmaline.

Minéral accessoire: Apatite.

Micaschiste à biotite, polylithionite et tourmaline (158/1/33').

Structure lépido- à poeciloblastique.

Quartz apparaissant en grandes plages irrégulières, souvent très dentelliformes. Micas (biotite vert-brun et polylithionite à feuillets passant par pléochroïsme du violet au rose) très serrés, formant des ondulations autour de grands porphyroblastes de tourmaline, parfois chavirés, bourrés d'inclusions alignées de quartz. Ce minéral repousse tous les autres, et près de sa bordure, le quartz est plus finement dentelliforme et cataclastique.

Minéraux accessoires: Apatite, zircon, minerai de fer.

Tourmalinite à microcline (158/1/15).

Structure grano- à poeciloblastique.

La tourmaline, qui constitue la plus grande partie de la roche, forme de grands poeciloblastes déchiquetés, contenant de multiples inclusions de quartz. Le microcline (ext. sur Snp = 10°), à treillissage très flou, se présente en plages grenues, irrégulières, parfois perthitiques, entre les poeciloblastes de tourmaline. On observe encore un peu d'albite en inclusion dans le microcline avec de la myrmécite.

Minéraux accessoires: Apatite, chlorite, magnétite.

Conclusions.

La pétrographie des échantillons prélevés sur les moraines du glacier descendant du Nuptsé se résume comme suit:

Granites aplitiques, alcalins, riches en tourmaline.

Gneiss: alcalins, quartzitique, dioritiques, riches en éléments mélanocrates;

Phyllites à deux micas;

Grès calcaires à biotite, phylliteux;

Calcaire gréseux, à phlogopite et épidote;

Cornéenne feldspathique;

Quartzites feldspathiques à biotite, à deux micas et tourmaline, albitique;

Micaschistes à biotite, épidote, polylithionite;

Tourmalinite à microcline.

Lorsque l'on compare cette composition avec celle que nous connaissons de la Dalle du Thibet, des Clochetons et des nappes du Khumbu [9], il n'apparaît que deux groupes un peu nouveaux de roches: c'est celui des quartzites et des micaschistes.

L'écaille du Nuptsé semble donc contenir une plus grande proportion de quartzites et de micaschistes que les autres ensembles limitrophes.

Enfin, cette écaille anticlinale offre un métamorphisme assez profond. La présence de biotite bien développée, même dans l'échantillon 158/1/1 (phyllite à deux micas), permet d'attribuer à ces roches le métamorphisme de la partie médiane de la mésozone (voir aussi les conclusions générales à la fin de ce chapitre).

Conclusion à l'étude de cette première partie.

Comparaisons entre les ensembles examinés jusqu'ici.

Il ne reste plus qu'à examiner, par un tableau comparatif, les similitudes et les différences pétrographiques entre les nappes du Khumbu, l'écaille du Nuptsé, la série des Clochetons (gneiss noirs du Barun), et la Dalle du Thibet.

Notons encore que les échantillons, pris sur les moraines, l'ont été statistiquement en nombre suffisant pour permettre à l'ensemble géologique ou tectonique, dont sont issues les moraines, d'être déterminé pétrographiquement avec assez d'exactitude; en outre, la fréquence des échantillons de même sorte permet de se rendre compte de la fréquence de cette sorte dans l'ensemble examiné.

	Nappes de Khumbu[1]	Dalle du Thibet	Ecaille du Nuptsé	Clochetons
Granites alcalins	63	5	—	—
Granites aplitiques, aplites	14	16	5	18
Granites normaux . . .	8	3	—	—
Granites monzonitiques .	7	5	—	—
Granodiorites	2	1	—	—
Diorites quartziques . . .	6	1	—	—
Diorites leucocrates . . .	1	—	—	1
Diorites	2	—	—	4
Gabbros à hornblende . .	2	4	—	—
Gneiss alcalins	15	7	1	1
Gneiss granitiques	12	4	—	7
Gneiss syénodioritique, syénitique	2	—	—	—
Gneiss monzonitiques . .	1	5	—	1
Gneiss granodioritique . .	—	1	—	—
Gneiss dioritiques	22	20	5	2
Quartzites	4	—	7	1
Cornéennes variées . . .	9	9	1	5
Calcaires à minéraux . .	18	6	1	—
Micaschistes	2	—	2	—
Amphibolites	5	5	—	1
Brèche	1	—	—	—
Calcaire gréseux	1	—	9	—
Argilite recristallisée . . .	1	—	—	—
Pyroxénite à grenat . . .	—	—	—	1
Roches de contact, grenatites	—	6	—	2
Phyllites à deux micas . .	—	1	1	—
Tourmalinite	—	—	1	—
Total des échantillons	198	99	33	44

[1] Nous ne prenons dans cet ensemble que les parties supérieures, c'est-à-dire celles qui sont le plus proches de la Dalle du Thibet. Nous les avons définies dans notre précédente note [9] comme: zone à tourmaline et microcline, zone à tourmaline et orthose triclinique, zone à tourmaline et orthose.

Comparaisons et remarques pétrographiques.

La similitude entre les ensembles que nous avons pétrographiquement analysés est assez évidente.

Les particularités de chaque groupe sont les suivantes:

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

Les Clochetons sont riches en granites alcalins et roches contenant des éléments mélanocrates.

La Dalle du Thibet est riche en roches de contact.

L'écaille du Nuptsé est riche en quartzites et calcaires gréseux, pauvre en granites alcalins et en gneiss.

Profondeur de métamorphisme de ces ensembles.

Nous avons déjà établi, dans les conclusions relatives à chaque ensemble, une profondeur approximative du métamorphisme.

L'estimation de la profondeur est approximative, car souvent ce métamorphisme a été oblitéré par des intrusions ultérieures.

Dalle du Thibet: partie supérieure (sommet du Cho-Oyu): limite entre mésozone et épizone.

Partie inférieure (roches récoltées par A. Lombard, au Pumori et au Nangpa La): zone médiane ou inférieure de la mésozone.

Série des Clochetons: (roches les moins métamorphiques) partie inférieure ou médiane de la mésozone.

Ecaille du Nuptsé (comprenant aussi la Dalle du Thibet et des gneiss du Khumbu): (roches les moins métamorphiques) partie médiane de la mésozone.

Nappes du Khumbu: partie supérieure [9] (roches les moins métamorphiques) mésozone supérieure.

Conclusions intéressant la tectonique et la géologie.

1. *La Dalle du Thibet.*

Il semble peu probable que le charriage de la Dalle du Thibet sur les nappes du Khumbu soit extrêmement important.

En effet, les roches, des deux côtés du plan de chevauchement, montrent d'importantes similitudes.

D'une part, le métamorphisme (qui est antérieur aux injections des granites de la Dalle du Thibet) ne paraît pas être essentiellement différent de part et d'autre de cette discontinuité tectonique (voir tableau ci-dessus).

D'autre part, la composition pétrographique des roches de ces ensembles, avant d'avoir subi les nombreuses injections du granite leucocrate à tourmaline de la Dalle du Thibet, était assez uniforme.

2. *La série des Clochetons.*

La couleur foncée de cette série et les sommets d'allure caractéristique qu'elle forme ont éveillé l'attention de A. Lombard (qui a donné le nom évocateur à cette série) et P. Bordet (qui les a appelés gneiss noirs du Barun).

Pétrographiquement, rien ne distingue très typiquement cette série des autres ensembles limitrophes. Elle représente une zone riche en roches intrusives (aplites, pegmatites, granites, diorites), en roches de contact (cornéennes, pyroxénites...) et en gneiss divers.

On peut noter la fréquence élevée des pyroxènes et des amphiboles dans les gneiss et les cornéennes. Ces minéraux sont peut-être responsables de la couleur foncée de la série des Clochetons.

3. *L'écaille du Nuptsé.*

Le métamorphisme le plus faible observé dans cette écaille est celui de la partie médiane de la mésozone.

On ne peut vérifier si cette écaille appartient réellement aux nappes du Khumbu ou à la Dalle du Thibet, puisque ces deux ensembles sont très semblables à plusieurs points de vue.

On peut toutefois remarquer que l'écaille du Nuptsé n'a pas beaucoup été injectée par les granites de la Dalle du Thibet. L'origine de ce fait est vraisemblablement à rechercher dans la position tectonique particulière de cette écaille.

En effet, si cet ensemble provient de la partie supérieure des nappes du Khumbu [11], on devrait y reconnaître une composition pétrographique un peu semblable à celle des Clochetons (intrusions non comprises, qui sont postérieures au métamorphisme général), puisque les Clochetons constituent le sommet des nappes du Khumbu. Or, la richesse en quartzites de l'écaille du Nuptsé, et celle en minéraux mélanocrates, des Clochetons, ne nous incline pas à attribuer une même position à ces deux ensembles.

On peut encore supposer que l'écaille du Nuptsé représente un compartiment assez élevé dans la série de la Dalle du Thibet, car il semble moins métamorphique et moins injecté (l'injection se trouvant à la base de la Dalle du Thibet), ce compartiment ayant été chevauché ultérieurement par la Dalle du Thibet.

Mais il reste évident que seul le géologue ou le pétrographe qui a parcouru la région peut trancher définitivement ces problèmes tectoniques.

Chapitre IV.

LES NAPPES DE KATHMANDU ET DE NAWAKOT

Les nappes de Kathmandu et de Nawakot (ensemble du Haut Himalaya et du Bas Himalaya [2]) forment les chaînes de montagne situées entre les nappes de Khumbu au N et les molasses du Siwalik s'enfonçant au S sous les alluvions du Gange.

D'après T. Hagen [6] — qui le premier a démontré l'existence de ces nappes dans le Népal Central —, les nappes de