La dalle du Thibet

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **10 (1957)**

Heft 3

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Migmatites de Namche Bazar	Nappes de Khumbu 1-3	Nappes de Khumbu 1-3
Granite du Makalu	Dalle du Thibet	Granite du Mustang
Série du Thibet	Dalle du Thibet	Série thibétaine.

Chapitre premier

LA DALLE DU THIBET

Introduction.

Le nom de cet ensemble a été donné par A. Lombard [11]. D'après cet auteur, la Dalle du Thibet est formée d'une base granitique, supportant une série pélitique normale, de moins en moins métamorphique à mesure qu'on s'élève dans la série, l'ensemble chevauchant les nappes de Khumbu.

P. Bordet [1, 2], qui a participé comme géologue à l'Expédition française à l'Himalaya (Makalu 1954), n'a pas donné la même interprétation.

« Le granite du Makalu, présentant une disposition stratoïde..., ne constituerait pas un élément tectonique indépendant des deux séries qui l'encadrent, puisqu'il les injecte et les métamorphose. Par ailleurs, il y aurait identité pétrographique entre la partie supérieure de la série du Barun et la base de la série de l'Everest. Ce granite aurait été injecté, postérieurement à une phase tectonique tertiaire, dans une zone de discontinuité mécanique résultant d'un mouvement relatif des phyllades de l'Everest sur les gneiss du Barun.

C'est ainsi que ces deux séries maintenant séparées par le granite du Makalu n'en auraient constitué initialement qu'une seule, dont le sommet est Permo-Carbonifère (le versant N de l'Everest a livré des fossiles) et la base vraisemblablement précambrienne ».

Quant au granite du Makalu, il serait tertiaire et postérieur aux premiers mouvements tectoniques (il est représenté par un granite clair à tourmaline, non écrasé).

PÉTROGRAPHIE.

Depuis longtemps déjà, le granite leucocrate à tourmaline, qui constitue la base de la Dalle du Thibet, avait attiré l'attention des géologues attachés aux expéditions britanniques à l'Himalaya.

Il y a quelque temps, une description pétrographique et géologique du Cho-Oyu a été donnée par M. Gysin et A. Lombard [4]. Ce haut sommet est taillé dans la série continue et plissée de la base de la Dalle du Thibet.

Les roches récoltées sur ce sommet sont les suivantes:

« Paragneiss dioritiques et monzonitiques, formant les contreforts méridionaux de la montagne au-dessous de 6.200 m et la calotte glaciaire du sommet, au-dessus de 6.600 m.

» Granites aplitiques apparaissant entre les deux cotes.

» Aux paragneiss sont associés des grenatites et des cornéennes; en outre, les gneiss sont traversés par des dykes de gabbros et de plagiaplites, eux-mêmes parfois recoupés par des pegmatites à orthose ».

Les auteurs de cette note ont établi la chronologie suivante:

1. Métamorphisme général des sédiments, formation des gneiss.
2. Intrusions de gabbros et de plagiaplites.
3. Venues granitiques, formation des grenatites et des cornéennes, injection des pegmatites à orthose dans la série du Thibet et dans les nappes du Khumbu.

Nous allons donner la description pétrographique des roches appartenant à la Dalle du Thibet (constituée, nous le rappelons, par le granite intrusif et sa couverture pélitique). Les échantillons ont été récoltés sur des moraines, dans deux régions différentes:

La première (échant. 238), est très proche du Nangpa La; la seconde (échant. 130, 131, 132, 139) se situe entre le camp de base de l'Expédition genevoise sur le glacier de Khumbu, et les versants S et W du Pumori.

Moraines du Glacier du Nangpa La.

Les roches de cette région sont des granites clairs parfois riches en tourmaline.

Granites leucocrates à deux micas (238/1/1, 2), (fig. 1).

	Quartz	Feldspath potassique	Plagio-clase	Autres minéraux
Echant. 238/1/2 (Voir figure 1.)	27%	42%	24,5%	6,5%

Fig. 1.

Echantillon 238/1/2. (G = 35 ×.) Granite leucocrate à deux micas. Quartz (Q), orthose (O), plagioclase 8% An (P), muscovite (M), biotite (B), tourmaline (T).

Albite (0 —8% An), formant des plages allongées, prismatiques. Feldspath potassique (orthose, extinction sur Snp = 0°) enrobant souvent les plagioclases.

Biotite, brune, riche en auréoles pléochroïques, souvent partiellement chloritisée (pennine); muscovite se présentant en lamelles trapues, parfois squelettiques, au sein des feldspaths.

Quartz, en grandes plages xénomorphes, montrant une tendance (surtout dans l'échantillon 238/1/2) à former de grosses gouttes arrondies à la limite des grains des autres minéraux.

Notons encore la présence de tourmaline, de très peu de myrmécite, de zircon et d'apatite.

Granite monzonitique leucocrate à deux micas et tourmaline (238/1/4).

Ce granite ressemble beaucoup au précédent. La structure est identique mais le plagioclase (25% An) est un peu plus fréquent. La tourmaline, abondante, forme de petits cristaux idiomorphes et de grands prismes squelettiques (inclusions de quartz et de plagioclase).

Conclusion.

L'ensemble de la Dalle du Thibet est représenté au Nangpa La par des granites aplitiques à deux micas parfois riches en tourmaline. Leur structure est grenue; ces roches ne présentent aucune trace d'écrasement.

Le feldspath potassique est l'orthose (2 V = 60° env., ext. sur Snp = 0°).

Versant S du Pumori.

Les échantillons provenant de cette région sont en plus grand nombre et offrent une plus grande variété que les précédents. Ce sont surtout des granites et diorites quartziques, des gneiss de composition diverse, parfois riches en amphibole et pyroxène, des cornéennes, des amphibolites et une roche de contact.

Granites aplitiques et aplites.

On observe dans ce groupe des roches à structure aplitique plus ou moins marquée: structure à plagioclases idiomorphes, orthose et quartz arrondi, passant à une structure en mosaïque, les feldspaths étant criblés d'inclusions de quartz.

Granites aplitiques à biotite (130/8, 130/10, 131/5, 132/0).

	Quartz	Feldspath potassique	Plagio-clase	Autres minéraux
Echant. 130/10	27,5%	32,5%	39%	1,2%

Structure grenue, plus ou moins aplitique.

Plagioclase, souvent un peu séricitisé, subrectangulaire et contenant de 0 à 25% An. Orthose (extinction pratiquement droite sur Snp); quartz formant des plages assez arrondies, criblant souvent les feldspaths. Lamelles de biotite, peu fréquentes et parfois chloritisées, ayant tendance à se disposer parallèlement.

Minéraux accessoires: Zircon, magnétite, apatite, sphène, peut-être un peu de topaze.

Dans l'échantillon 131/5 (granite aplitique en contact avec une cornéenne à biotite et diopside plus ou moins ouralitisé), on observe un enchevêtrement complet des éléments leucocrates. La structure devient poeciloblastique et même graphique; la biotite, corrodée, est presque absente.

Il est intéressant de remarquer le contraste existant entre la basicité des plagioclases du granite aplitique (contenant de l'oligoclase 25% An) et celle des plagioclases de la cornéenne (cette dernière contenant un plagioclase à 60% An). Cette observation laisse présumer du caractère intrusif de ce granite aplitique.

Granite aplitique à deux micas et tourmaline (132/14).

Granites aplitiques à muscovite et tourmaline (132/7, 139/5).

Granite aplitique à deux micas (132/5).

Structure semblable à celle des granites aplitiques.

Plagioclases (0 à 12% An) nettement rectangulaires; l'orthose est xénomorphe et le quartz a tendance à former des plages arrondies, mais toutefois sans apparaître en gouttelettes dans les feldspaths.

Muscovite, très belle, généralement rectangulaire. La tourmaline apparaît en prismes brun-verdâtre.

L'échantillon 132/14 est un peu écrasé. Les micas commencent à s'effilocher en traînées souvent capricieuses. Les feldspaths (albite et orthose) sont un peu lenticulaires. Le mortier qui les entoure est constitué de quartz, d'albite, et de myrmécite envahissante; sa recristallisation est déjà bien avancée.

Tourmaline en prismes assez grands.

Aplites.

Il existe deux sortes d'aplites.

L'échantillon 132/9 est une aplite à phlogopite (fig. 2).

Les grains sont isométriques et régulièrement arrondis.

Albite, maclée, contenant de petites inclusions de feldspath potassique; quartz se présentant en petits grains à contours circulaires; phlogopite en petites lamelles subparallèles et légèrement colorées.

Fig. 2.

Echantillon 132/9. (G = 50 ×.) Aplite albitique à phlogopite. Albite (P), quartz (Q), phlogopite (M).

Les échantillons 132/10 (aplite monzonitique à deux micas) et 132/12 (aplite albitique à tourmaline et deux micas) ont une structure et une composition minéralogique différentes. Les plagioclases (5 à 30% An) varient de composition dans la même plaque mince; le feldspath potassique (orthose) présente des formes bien rectangulaires.

Biotite brune altérée, muscovite en grandes lamelles.

Minéraux accessoires: Apatite, chlorite, zircon. L'échantillon 132/12 contient en outre quelques plages de tourmaline.

Granites alcalins écrasés à muscovite (131/2, 7);
à deux micas (131/11).

Leur écrasement n'est pas très poussé et les recristallisations sont importantes. Les grands individus de feldspath sont

enrobés dans un rare mortier quartzo-feldspathique, tandis que les grains de quartz sont réduits en une mosaïque de petits grains recristallisés; les lamelles de micas sont légèrement ployées.

Minéral accessoire: Apatite (quelques prismes trapus).

L'échantillon 131/11 présente une structure un peu gneissique.

Granites alcalins à deux micas (139/2, 4).

Structure grenue, un peu aplitique par endroits.

Orthose, parfois en plages un peu carrées, souvent entourée de myrmécite et de petits grains d'albite secondaire. Albite, altérée (elle contient de la calcite et de la séricite) plus ou moins idiomorphe.

Biotite, disposée dans tous les sens, parfois très chloritisée. Belles lamelles de muscovite, parfois en individus squelettiques inclus dans l'orthose.

Minéraux accessoires: Chlorite, apatite, tourmaline (dans l'échantillon 131/4), calcite, séricite.

Granites à biotite et tourmaline (130/1);
à biotite (130/0x);
à biotite riche en apatite (130/14).

Structure grossièrement grenue. Quartz, ayant tendance à former de petites inclusions en gouttelettes et de petites griffes dans les feldspaths potassiques. Orthose se présentant en grandes plages xénomorphes, très finement perthitiques, moulant les restes de quartz et de plagioclases.

L'échantillon 130/14 renferme beaucoup d'apatite, et la basicité du plagioclase atteint 33% An.

L'échantillon 130/0 contient passablement de tourmaline.

Granites monzonitiques (130/6, 130/7, 130/17, 131/9).

	Quartz	Feldspath potassique	Plagio-clase	Autres minéraux
Echant. 130/7	30%	30%	33,5%	6,5%

Les échantillons 130/6, 7, 17) sont des granites monzonitiques tourmalinifères, à structure grenue; les plagioclases (27% An) et le feldspath potassique (orthose) sont plus ou moins idiomorphes. Le quartz moule les feldspaths et se trouve parfois en petites inclusions arrondies dans ces derniers. La tourmaline forme des prismes trapus, la muscovite de larges paillettes souvent déchiquetées, parfois en inclusion dans les feldspaths. La biotite est presque complètement chloritisée.

Minéral accessoire: Sphène.

L'échantillon 131/9 montre une structure écrasée en voie de recristallisation. Le quartz se présente en plages concassées, les plagioclases (oligoclase 28% An), à macles souvent tordues, sont disposés dans une mésostase quartzo-feldspathique, rongeant les minéraux leucocrates. La muscovite forme des lamelles effilochées; la biotite est le plus souvent complètement chloritisée.

Minéraux accessoires: Epidote, magnétite, apatite, zircon.

Granodiorite à biotite (130/19).

Structure grenue, un peu aplitique.

Le quartz, arrondi, est souvent inclus dans les feldspaths.

Les plagioclases (20% An), bien maclés, s'individualisent en cristaux subcarrés; l'orthose contient parfois des résidus d'oligoclase associés à des griffes de quartz myrmécitique. La biotite est brun-vert, et forme des lamelles plus ou moins parallèles.

Minéraux accessoires: Zircon, apatite, tourmaline, clinochlore, pyrite.

Diorite quartzique à biotite (130/2).

C'est une roche à structure grenue, formée d'oligoclase (18% An) fortement maclée, de quartz souvent arrondi, de très rares sections de feldspath potassique et de nombreuses lamelles de biotite brun-rouge, orientées dans tous les sens. Un peu de muscovite.

Les gneiss.

Leur composition est très variée.

Gneiss alcalins: à deux micas (131/3, 8).

La structure est en mortier, fortement recristallisée.

Les plagioclases (albite 0 à 10% An) présentent des macles lamellaires fortement ployées. L'orthose entoure le feldspath calcosodique; elle forme de grandes plages xénomorphes envahissantes, se distinguant difficilement des autres minéraux.

Le quartz, cataclastique et dentelliforme, s'observe aussi en petites plages circulaires dans les feldspaths. Les micas, surtout la biotite, s'effeuillent autour des minéraux.

La roche présente un caractère leucocrate.

Minéraux accessoires: Zircon (formant des auréoles pléochroïques dans la biotite), apatite, séricite.

L'échantillon 132/13 (gneiss alcalin à biotite) montre une structure granoblastique.

L'échantillon 139/8 (gneiss alcalin à biotite) offre un tout autre caractère.

La biotite apparaît en petites lamelles très fraîches, plus ou moins parallèles. Le fond leucocrate est formé surtout d'orthose, incluant poecilitiquement de petites gouttelettes de quartz, de petites lamelles de séricite et de biotite.

La tourmaline se présente en petits prismes orientés dans toutes les directions.

Minéraux accessoires: Apatite, magnétite, rutile, chlorite, calcite.

Gneiss granitiques à biotite.

On peut en reconnaître deux variétés.

La première (130/11, 130/15) montre une structure bien recristallisée.

Grains de quartz, arrondis, endentés; orthose, parfois en cristaux bien développés, s'entourant parfois de plagioclases (myrmécite fréquente, oligoclase 20% An, macles peu visibles). Lamelles de biotite plus ou moins parallèles montrant des auréoles pléochroïques.

Minéraux accessoires: Zircon, apatite, séricite; l'échantillon 130/11 contient en outre du rutile, l'échantillon 130/15 un nid de fibrolite de forme capricieuse.

La seconde variété de gneiss présente une structure plus grossière (130/16).

Biotite, en concentrations importantes, par place fortement chloritisée et remplacée, parallèlement au clivage p, par de l'épidote jaune citron, lancéolée, formant des inclusions parallèles et allongées.

Plagioclase (33% An) presque complètement séricitisé; quartz formant de grandes plages xénomorphes.

Minéraux accessoires: Calcite, muscovite.

L'échantillon 139/3 est très riche en quartz. Tout au plus observe-t-on quelques plages xénomorphes d'orthose et d'oligoclase entre les grandes plages granoblastiques de quartz.

Biotite peu fréquente, en petites lamelles.

Gneiss monzonitiques (130, 132/6, 7).

Ils ont une structure grenue banale.

Les échantillons 132/6 et 132/7 contiennent de la biotite largement cristallisée; le quartz est arrondi, le plagioclase

(25% et 35% An) et l'orthose sont xénomorphes. La muscovite, peu fréquente, est squelettique.

Minéraux accessoires: Sillimanite (139/7), zircon, apatite.

L'échantillon 132/7 (gneiss monzonitique à tourmaline et muscovite) offre aussi une structure grenue; les feldspaths, spécialement les plagioclases, montrent une tendance à développer des formes idiomorphes. Ils sont un peu altérés. Grains de quartz endentés, un peu dentelliformes; muscovite en lamelles très trapues.

Chlorite, remplie d'exsudats ferrugineux, provenant très vraisemblablement de biotite. Tourmaline en prismes idiomorphes brunâtres.

Ce gneiss est assez leucocrate.

Gneiss granodioritique à biotite (132/8).

Ce gneiss est très proche des échantillons précédents de gneiss monzonitique (voir 130/, 132/6, 7); il ne s'en distingue que par une diminution de la quantité d'orthose par rapport à celle du plagioclase.

Gneiss dioritiques.

Ils présentent deux groupes offrant des structures bien distinctes.

Le premier groupe est représenté par des gneiss dioritiques assez largement cristallisés, à structure parallèle, dans lesquels le feldspath potassique est pratiquement absent.

Le deuxième groupe est caractéristique par la finesse de son grain et la présence de biotite, de pyroxène et d'amphibole.

Gneiss dioritique à biotite (130/1, 130/13, 130/18, 131/13, 132/1, 139/1), (voir fig. 3).

Structure grenue parallèle, parfois à tendance poeciloblastique.

Ces gneiss sont à rapprocher des gneiss monzonitiques et granodioritiques précédents. Ils contiennent des lits à structure plus grossière, formés surtout de plagioclase. Ce dernier contient en général 25 à 39% An. On observe çà et là un peu d'orthose cimentant les grains. Biotite souvent très fraîche, quartz montrant une tendance à s'inclure dans les feldspaths.

Minéraux accessoires: Apatite, zircon, tourmaline.

Gneiss dioritique à biotite, hornblende et diopside (139/0).

Structure très fine, grano- à lépidoblastique.

Cet échantillon présente une alternance de deux lits de composition différente.

Le premier lit est formé de biotite brune en petites lamelles, sur un fond grenu de quartz et de plagioclase basique. On observe un peu de tourmaline et de feldspath potassique.

Minéraux accessoires: Sphène, zircon, apatite.

Le second lit contient du diopside et de la hornblende. Cette amphibole, en poeciloblastes souvent assez bien déve-

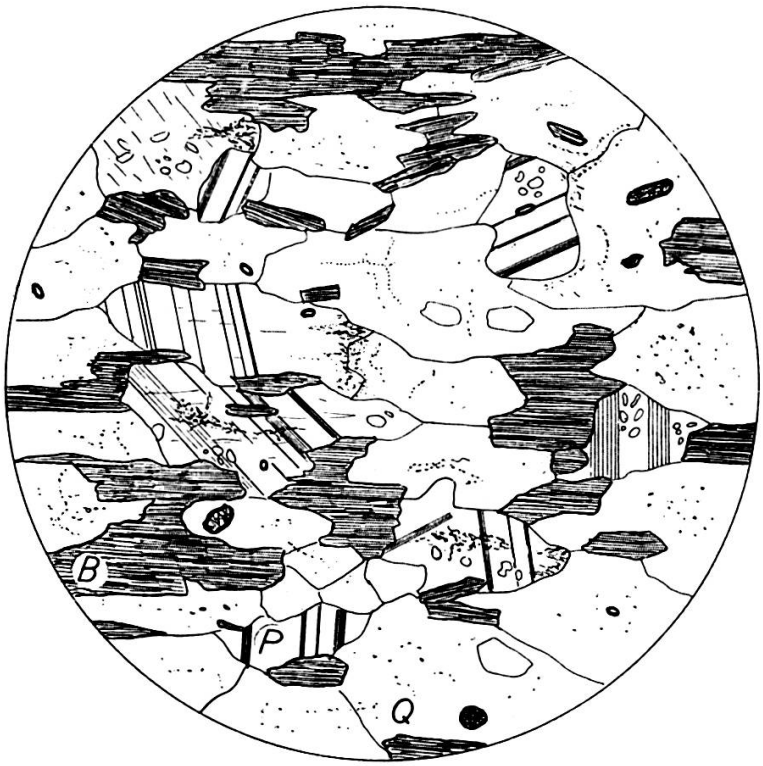

Fig. 3.

Echantillon 132/1. (G = 40 ×). Gneiss dioritique.
Plagioclase (P), quartz (Q), biotite (B).

loppés, ne semble pas provenir de la transformation du diopside, qui forme de petits grains xénomorphes indépendants. La biotite fait ici défaut.

Le fond leucocrate est formé par une mosaïque d'andésine (48% An) et de quartz.

Minéraux accessoires: Sphène fréquent, apatite, zircon.

Cornéennes (131/Oa, 1, 4, 6), (voir fig. 4).

Ce sont des gneiss très fins, dans lesquels le litage est peu apparent. Ces cornéennes contiennent toutes de la biotite, avec de la hornblende et du diopside dans certains cas. Le plagio-

clase est difficilement identifiable, car il se présente en plages très petites dont la séricitisation est souvent très avancée. Peut-être, entre les grains, trouve-t-on de la cordiérite, mais il est délicat de l'affirmer (petites plages xénomorphes à extinction fibreuse et indice peut-être plus grand que le baume et

Fig. 4.

Echantillon 131/6. G = 62 ×.) Cornéenne feldspathique à biotite et hornblende.
Quartz (Q), plagioclase basique (P), hornblende (H), biotite (B), sphène, zircon, apatite.

même le quartz). La hornblende paraît dériver du diopside dont on peut découvrir des restes dans l'amphibole (131/0b, 131/4, 6, cornéennes feldspathiques à biotite et hornblende).

L'échantillon 131/0/a (cornéenne feldspathique à diopside, biotite et hornblende) présente deux zones: L'une à diopside, l'autre à biotite.

Ces deux lits sont séparés par une zone où se développent des poeciloblastes de hornblende (hornblende vert-brun, parfois bleutée; l'extinction de Ng/m atteint la valeur de 20°) semblant inclure des restes de diopside peu différenciés.

Le fond clair est représenté par une mosaïque de quartz et de feldspath (labrador 50% An, maclé polysynthétiquement).

L'apatite et le sphène sont très fréquents, en petits grains agglomérés.

Fig. 5.

Echantillon 132/2. (G = 35 ×.) Amphibolite feldspathique à hornblende.
Hornblende (H), plagioclase (P), chlorite (C).

Les amphibolites.

Elles se caractérisent par une grande richesse en hornblende.

La taille des minéraux et la basicité du plagioclase varient beaucoup d'un échantillon à l'autre.

Les échantillons 130/9 et 132/2 (voir fig. 5) sont des amphibolites massives. Leur structure est granoblastique, un peu poeciloblastique.

On observe des grains de hornblende vert-brun en grande proportion, de l'andésine souvent zonée (30-50% An); quelques grains de quartz se trouvent en inclusions poecilitiques dans l'amphibole et le plagioclase. Les rares lamelles de biotite ont été transformées en chlorite.

L'apatite et surtout le sphène sont abondants. On trouve encore un peu de magnétite.

L'échantillon 130/4 possède une structure plus poeciloblastique et contient une assez grande quantité d'ilménite. La basicité du plagioclase atteint 55% An; il est parfois criblé de petites inclusions arrondies de quartz.
Minéraux accessoires: Sphène, apatite.

L'échantillon 132/4A est une amphibolite feldspathique riche en quartz et s'approche des gneiss à amphibole.
Le quartz a une structure en mosaïque et certains lits sont plus riches en plagioclase (70% An env.) souvent criblé de feldspath potassique.
Minéraux accessoires: Epidote, apatite.

L'amphibolite 132/4B ressemble beaucoup à la précédente. Les plagioclases poeciloblastiques montrent des traces d'écrasement (macles tordues) et le quartz est concentré en lentilles allongées à extinction un peu roulante. On observe un peu de chlorite, dispersive dans les tons violets, semblant dériver de l'amphibole.

La préparation 130/3 (granogabbro) comporte plusieurs lits de composition différente:

a) Partie formée de nombreuses petites plages de hornblende (Ng/m = 24°) associées à un peu de chlorite (teintes de dispersion violettes) dans un fond grenu formé surtout de plagioclase (71% An), de quartz et de quelques plages xénomorphes d'orthose (Snp 0°, 2v petit). Le sphène est abondant.

b) Partie médiane formée de la même amphibole; mais le quartz xénomorphe est plus abondant.

c) Dernière partie surtout riche en plagioclase de même basicité où le quartz est peu abondant. On observe du diopside partiellement épigénisé en hornblende vert-clair granuleuse, associée à de nombreuses plages d'épidote jaune, des grains de dipyre et de la calcite.
Quelques grains de sphène.

Roche de contact (136/6), (voir fig. 6, chap. II).

Structure grenue.

On reconnaît un agrégat de diopside un peu verdâtre (ext. Ng/m = 38°), des grains de dipyre altérés en calcite,

cette dernière se développant parallèlement au clivage du scapolite; le sphène, abondant, forme des plages assez grandes. Le plagioclase, zoné, maclé, altéré et contenant de multiples inclusions des autres minéraux, a une basicité voisine de 45% An. On remarque encore la présence de quelques grenats à faibles anomalies optiques, de clinozoïsite dispersive, et de faisceaux d'aiguilles fines, centroradiées, à extinction presque droite (anthophyllite ou trémolite?).

Conclusions.

L'ensemble géologique appelé par A. Lombard « Dalle du Thibet » est d'une composition pétrographique assez simple.

Les roches récoltées dans la région du Nangpa La sont des granites alcalins et monzonitiques contenant de la tourmaline.

Celles récoltées sur le versant Sud du Pumori sont plus variées. On y observe surtout des granites, granodiorites et diorites quartziques, des gneiss de diverse composition, parfois riches en pyroxène et amphibole, enfin des amphibolites et une roche de contact.

Le tableau suivant a été fait dans le dessein de faire ressortir une certaine similitude entre les roches de la région du Cho-Oyu [4] et celles du versant S du Pumori.

Roches du Cho-Oyu et Nangpa La	*Versant S et W du Pumori*
Granites alcalins aplitiques à muscovite et tourmaline	Granites aplitiques et alcalins
Granites aplitiques à 2 micas	—
Granite monzonitique leucocrate	—
Gabbros (plag. = 75% An)	—
Paragneiss monzonitique à biotite	
monzonitique à biotite et hornblende	Tous les gneiss
dioritique	—
Grenatites	Roche de contact
Cornéennes feldspathiques à pyroxène, cordiérite, amphibole	Cornéennes
Cipolin	—
Plagiaplite quartzifère	—
Phyllite chlorito-séricitique calcaire	—

La comparaison ci-dessus permet de supposer que l'ensemble géologique appelé par A. Lombard « Dalle du Thibet » est d'une assez grande homogénéité sur la ligne Cho-Oyu-Everest (env. 35 km). Le granite qui constitue la base de cet ensemble a fait vraisemblablement intrusion dans des roches de composition assez identique dans ces deux régions.

Nous allons encore tenter d'apporter une contribution pétrographique aux hypothèses géologiques exposées sur la Dalle du Thibet en tête de ce chapitre.

Essayons tout d'abord de nous rendre compte jusqu'à quel point la semelle granitique de cet ensemble a été écrasée. On peut en avoir un aperçu en examinant statisquement la structure des granites précédents.

Granites	*Ecrasement*
Nangpa La:	
2 granites alc. à deux micas (238/1/1, 2)	Nul
1 granite monzonitique à deux micas et tourmaline (238/1/4)	Nul
Versant S du Pumori:	
3 granites aplitiques à biotite (130/8, 10, 131/5)	Nul
1 granite aplitique à biotite (132/0)	Notable orientation
1 granite aplitique alcalin à deux micas et tourmaline (132/14)	Ecrasé
2 granites aplitiques à muscovite et tourmaline (132/7)	Nul
1 granite aplitique à deux micas (139/5)	Nul
3 aplites (132/9, 10, 12)	Nul
2 granites alcalins à muscovite (131/2, 7)	Notable
1 granite alcalin à deux micas (131/11)	Notable
2 granites alcalins à deux micas (139/2, 4)	Nul
2 granites à biotite et tourmaline (130/1, 0x)	Notable

1 granite à biotite et tourmaline riche en apatite (130/14)	Nul
3 granites monzonitiques (130/6, 7, 17)	Nul
1 granite monzonitique (130/9)	Notable, suivi de recristallisations
1 granodiorite à biotite (130/19)	Orientation notable
1 diorite quartzique à biotite (130/2)	Orientation notable

Cho-Oyu [1]

2 granites aplitiques à deux micas (20, 21)	Nul
1 granite aplitique à deux micas	Faible
3 granites aplitiques alcalins (236/1/4, 6, 21)	Faible

Au total, on obtient 17 granites et 3 aplites ne présentant aucune trace d'écrasement, 11 granites peu écrasés, et 3 granites à structure un peu parallèle. Ce bilan permet de supposer que ce granite intrusif s'est mis en place entre la série du Thibet et les nappes de Khumbu vers la fin des mouvements qui permirent l'injection du granite entre ces deux unités.

La comparaison entre les séries situées au-dessus et au-dessous de ce granite intrusif peut donner une idée du mouvement d'une série par rapport à l'autre. En effet, une similitude minéralogique, pétrographique et de métamorphisme entre ces deux séries permettra de supposer que les mouvements de la série supérieure (série du Thibet) sur la série inférieure (nappes du Khumbu) ont peu de chances d'être très importants.

Nous ferons cette comparaison à la fin du chapitre III.

Métamorphisme de la Dalle du Thibet.

Selon Gysin et Lombard [4] et P. Bordet [1, 2], la série de la Dalle du Thibet était déjà métamorphisée avant l'intrusion granitique de la base de cette série. Ce métamorphisme est

[1] Les N° des échantillons pour cette région renvoient le lecteur à la publication (4).

très souvent oblitéré par les phénomènes postérieurs de contact et d'injection.

Au Cho-Oyu, la roche la moins métamorphique recueillie est une phylite chlorito-séricitique calcique imbibée de syénite aplitique [4]. Il semble qu'on puisse attribuer au métamorphisme des roches proches du sommet du Cho-Oyu, une profondeur correspondant à la limite entre mésozone et épizone.

Quant au métamorphisme des roches de la Dalle du Thibet, recueillies par A. Lombard dans la région du Nangpa La et au S du Pumori, il ne dépasse vraisemblablement pas, avec ses amphibolites, la partie médiane de la mésozone.

Il se peut donc que le métamorphisme de la Dalle du Thibet s'étage de la manière suivante:

La partie inférieure de cet ensemble serait constituée de roches dont le métamorphisme est approximativement celui de la mésozone inférieure ou médiane (roches récoltées par A. Lombard au S. du Pumori). Le métamorphisme de la partie supérieure de la Dalle du Thibet atteindrait celui de la limite mésozone-épizone (roches récoltées par J. Juge près du sommet du Cho-Oyu).

Différences entre le granite de la Dalle et les granites et gneiss des nappes de Khumbu.

La différence est en premier lieu minéralogique; elle se manifeste par un triclinisme variable du feldspath potassique [9].

L'orthose (triclinisme nul), est caractéristique du granite intrusif de la Dalle du Thibet (angle 2V compris entre —50 et —70°, extinction droite sur la perpendiculaire à la bissectrice aiguë par rapport à p(001)). Le microcline (triclinisme maximum est caractéristique des granites et gneiss des nappes) de Khumbu (angle 2V plus grand que —75°, macles polysynthétiques visibles ou non, extinction sur la perpendiculaire à la bissectrice aiguë par rapport à p(001) atteignant ou dépassant 8°).

Dans la zone intermédiaire, on observe des feldspaths potassiques à triclinisme variable (voir aussi [3]).

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.