

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences [1948-1980]
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	9 (1956)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal : sur les roches du bassin supérieur de la Ludh Kosi de l'Imja Khola et de la Bhote Kosi : note n°2
<b>Autor:</b>	Krummenacher, D.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-738976">https://doi.org/10.5169/seals-738976</a>

### **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:** 24.01.2026

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

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET PÉTROGRAPHIQUE DE L'HIMALAYA DU NÉPAL.

SUR LES ROCHES DU BASSIN SUPÉRIEUR  
DE LA DUDH KOSI, DE L'IMJA KHOLA ET DE LA  
BHOTE KOSI. Note n° 2.

PAR

**D. KRUMMENACHER**

---

## *Introduction.*

La région étudiée se situe topographiquement dans l'aire Namche-Bazar-col de Tési Lapcha-Cho-Oyu-Mont Everest, et géologiquement, d'après A. Lombard [7], dans les nappes du Khumbu, et d'après Toni Hagen [5], dans les nappes du Khumbu I, II et la partie méridionale de la nappe III.

Nous nous réservons d'étudier par la suite la Dalle du Thibet d'A. Lombard et sa couverture pélitique (ou la partie supérieure de la nappe de Khumbu III de T. Hagen), dans une dernière note consacrée à cette région.

Cette étude a pu être effectuée grâce à l'appui du Fonds national de la recherche scientifique, auquel nous adressons ici l'expression de notre gratitude.

## *Pétrographie.*

Remarque au sujet de la nomenclature employée:

Nous avons suivi en général la nomenclature de Tröger [8] et pour les gneiss en particulier la nomenclature suivante: partant des rapports entre les feldspaths potassiques et les plagioclases, nous donnons au gneiss le nom correspondant à

une pareille composition dans les roches plutoniques, mais ceci sans présumer de son origine.

Ainsi, un gneiss monzonitique indique que celui-ci contient à égalité plagioclase et feldspath potassique, un gneiss dioritique, peu ou pas de feldspath potassique à côté d'un plagioclase déjà basique, etc.

*Col de Tési Lapcha.*

*Les granites alcalins* (269/1, 2, 11, 20, 22, 26, 30, 32).

Leur texture est souvent nébulitique, parfois pegmatitique. Leur structure est toujours un peu granoclastique à aplitique.

Un échantillon contient du grenat, un autre un peu d'anthophyllite et tous sont à biotite. Le type moyen est représenté par l'échantillon 269/2: la texture est un peu hétérogène et la structure grenue, un peu aplitique et cataclastique. On observe des cristaux de quartz, quelquefois broyés et recristallisés, entourant des plages de microcline souvent treillissé, très perthitique et d'albite assez idiomorphe et sérichtisée, contenant 10% en anorthite. La biotite est en voie de transformation en pennine. On peut reconnaître de la séricite, du grenat, du zircon et de l'apatite.

*Les granites normaux* (269/3, 17).

Ils offrent une texture plus cataclastique que celle des granites alcalins et la teneur en anorthite des plagioclases atteint 25%.

Le microcline est très souvent treillissé, la myrmécite très commune, le quartz souvent cataclastique. La biotite, inégalement répartie, est assez trouble et souvent accompagnée de muscovite. Signalons un granite spécial (269/37), qui se trouverait ailleurs en grande quantité (P. Bordet, communication orale). C'est un granite à microcline contenant de la cordiérite, de la biotite verte et brune, de la poly lithionite et de la dumortierite. A l'œil nu, il offre l'aspect d'un granite grossier à deux micas riche en chlorite. Sous le microscope, on observe une structure grenue à granoclastique. Le quartz est en grandes plages indentées et recristallisées, quelquefois en purée; la cordiérite est remplacée partiellement, suivant des directions

perpendiculaires, par des lamelles de séricite et de biotite vert pâle-incolore (à angle des axes = 25° env.). On observe plus rarement le remplacement de la cordiérite par un minéral isotrope, à indice légèrement supérieur à 1,54, faiblement coloré en orange, qui pourrait appartenir au groupe de la montmorillonite. La préparation présente des lamelles de biotite brune, de grands cristaux de microcline bien treillissé et très perthitique, quelques grains de dumortierite (très rare, petit angle des axes, extinctions droites, coloration bleu ciel dans la direction de np) et un peu de plagioclase sérichtisé. A leur extrémité, certains micas sont violacés, avec un pléochroïsme passant du violet au rose violacé: nous pensons être en présence de polylithionite (mica lithinifère, Winchell [9]). Nous retrouvons ce mica dans d'autres plaques minces.

*Aplites, pegmatites, diorites quartziques.*

Aplites albitiques (269/14, 21), avec très peu de feldspath alcalin et de biotite; on observe de la séricite, du quartz arrondi, du rutile, de l'apatite et du zircon.

Pegmatites alcalines à tourmaline (269/34, 38), formées de microcline très perthitique, largement développé et porphyroclastique, et de quartz recristallisé, souvent en purée. On observe la présence de fibrolite, tourmaline, albite, polylithionite.

Diorites quartziques à biotite (269/9, 13, 39), constituées par du quartz, de l'oligoclase zoné (entre 15-25% an.), de la biotite et de petits grains de tourmaline bleutée. On y trouve aussi de la sillimanite, séricite, chlorite, apatite, du rutile et du zircon.

*Les gneiss.*

Gneiss alcalins (269/10, 15, 16), formés de biotite un peu chloritisée, d'albite et de microcline fortement treillissé, quelquefois aussi de tourmaline, du sphène, de la magnétite, du zircon, du rutile et de l'apatite.

Gneiss granitiques (269/5, 36), semblables aux gneiss alcalins, mais contenant un oligoclase à 25-27% an. Ils renferment du microcline, du quartz cataclastique et de la biotite.

Gneiss dioritiques (269/7, 12, 19, 23, 27), caractérisés par de l'oligoclase parfois antiperthitique (inclusions de microcline) et de la biotite. Notons la présence de tourmaline, de muscovite, de zircon, d'apatite, de sphène, d'épidote, d'anthophyllite. Le quartz est toujours un peu cataclastique.

Gneiss granodioritiques (269/6, 31) constituant les termes intermédiaires entre les gneiss granitiques et les gneiss dioritiques.

*Roches sédimentaires métamorphisées.*

Elles sont représentées par les types suivants:

Calcaires recristallisés à diopside, quartz et microcline (269/29, 35).

Quartzite mylonitisé, un peu séricitique (269/17).

Micaschiste à biotite et séricite, riche en pennine, sillimanite, grenat, zircon (269/8).

*En résumé:* La région du col de Tési Lapcha montre les caractères suivants:

Constance du microcline dans les roches contenant un feldspath potassique;

Apparition de la tourmaline;

Présence, en de rares endroits, de polylithionite et dumortierite;

Plagioclase ne dépassant pas la basicité de 25% an.

Les roches principales sont les granites alcalins et aplitiques, différents types de gneiss et des calcaires à diopside et microcline.

*Torrent de Chulé.*

Cette région est pétrographiquement assez semblable à celle du col de Tési Lapcha. On y observe les groupes suivants:

*Granites alcalins* (257/1/0, b, 2, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14).

Ils sont toujours plus ou moins pegmatitiques et peuvent passer à des pegmatites franches. Leur texture est souvent hétérogène, suggérant celle des migmatites. Leur feldspath alcalin est toujours le microcline, en général bien maclé, très perthitique. Le mica est principalement la biotite. On y trouve

encore une assez grande proportion de minéraux alumineux, notamment la sillimanite et l'anthophyllite souvent étroitement associées. On observe de la tourmaline en prismes bleutés, de l'apatite, du zircon, quelquefois du rutile. Certains granites et pegmatites s'enrichissent considérablement en quartz et albite (257/1/0, 4, 8).

*Granites normaux* (252/1/8, 9, A).

Ils sont absolument semblables aux granites alcalins, mais la teneur en anorthite des plagioclases atteint 20%. Ils montrent une assimilation d'alumine (sillimanite, anthophyllite).

On peut reconnaître encore: quelques *monzonites quartziques* (252/1/c, 10, 13), à biotite ou deux micas, microcline, anthophyllite et pennine; une *granodiorite* (257/1/15) riche en sillimanite, à deux micas et microcline, et des *diorites quartziques* plus ou moins pegmatitiques (252/1/3, 257/1/1, 3), à oligoclase pouvant atteindre 30% an, biotite chloritisée et sillimanite.

*Les gneiss.*

Leur structure est soit finement grenue, soit granoclastique.

Gneiss granitique alcalin (252/1/B), à biotite et sillimanite, riches en zircon et rutile.

Gneiss albitiques à biotite (252/1/12) ou pennine (252/1/11).

Gneiss dioritiques (252/1/4, 5, 7) à biotite et oligoclase contenant 25% an. Signalons encore la présence de polyolithionite dans un gneiss granitique à biotite (252/1/0). Le mica se présente comme taché de zones violettes, passant au rose par pléochroïsme.

*Amphibolites* (257/1/5, 9).

A l'œil nu, ces amphibolites ont l'aspect de lamprophyres. Leur structure est grenue, un peu parallèle, et pœciloblastique. On observe principalement de la hornblende vert bleu-vert clair, à extinction de 15° sur la parallèle. Le plagioclase, souvent lisse, est légèrement sérichtisé (labrador 65% an) et criblé d'inclusions de quartz arrondi. Peu de biotite, magnétite, clinochlore, zircon.

*En résumé*: Les roches principales de cette région sont des granites alcalins, des granites et diorites quartziques, des gneiss de composition variable, à biotite, sillimanite, et des amphibolites à hornblende vert bleu. On peut noter les caractéristiques suivantes:

Constance du microcline et de tourmaline bleutée.

Présence rare de polylithionite.

*Vallée de l'Imja Khola et de la Lobuje Khola.*

Ces deux vallées présentent des caractères pétrographiques assez semblables à ceux des régions décrites dans les pages précédentes. On y trouve des

*Granites alcalins plus ou moins aplitiques* (150/1/1, 3, 5, 166/2).

Ils sont à microcline bien typique, biotite et tourmaline (celle-ci semble encore plus fréquente). Tous ces granites ont une structure un peu cataclastique.

*Gneiss alcalins* (106/2a, 2A, 108/1, 3).

Leur structure est soit grossièrement grenue à cataclasique, soit finement grenue à lépidoblastique. Cette dernière structure est due à la présence de sillimanite, de biotite, d'anthophyllite. La partie grenue est constituée par du quartz cataclastique, du microcline bien maclé et de l'albite atteignant 10% an au max.

*Gneiss granitiques* (106/1, 3, 3c, 150/1/0).

Ils sont fins et rubanés (vraisemblablement paragneiss granitisés). Les feldspaths sont le microcline et un plagioclase, dont la teneur en an. peut s'élever jusqu'à 45%. Ils renferment de la biotite et de la sillimanite. Signalons un gneiss un peu rubané, à structure granoblastique, parfois pœcile-blastique (106/1), contenant un diopside complètement ouralitisé suivant les zones, du microcline perthitique et de l'andésine 45% an; le rubanage est marqué par l'alternance de lits de diopside intact ou complètement ouralitisé.

*Gneiss dioritiques.*

Ils sont formés de biotite et de plagioclase, allant de l'oligo-clase (106/2B, 166/1) à l'andésine (165/2) ou au labrador (106/2a, 2b). Ils contiennent tous de la tourmaline en petits prismes bleutés, et certains, de la sillimanite.

L'échantillon 166/1 contient de petites veinules de zéolites.

*Roches sédimentaires.*

Brèche sédimentaire (150/1/4) dont le ciment est formé de pennine faiblement dispersive et finement grenue; les éléments de cette brèche sont un gneiss à polylithionite et un gneiss granitique très fin à deux micas.

Quartzite feldspathique altéré (150/1).

Calcaire très peu gréseux (160/1/a) (quelques petits éléments de quartz, feldspath et trémolite).

*En résumé:* Cette région se signale par son abondance en gneiss et granites alcalins. Les gneiss granitiques contiennent un plagioclase atteignant jusqu'à 45% an. (ce qui n'est pas le cas pour les régions précédentes, sauf pour les amphibolites); les gneiss dioritiques renferment des plagioclases acides ou basiques, et dans ce dernier cas, ils sont très fins (d'origine para vraisemblablement). Les autres roches d'origine sédimentaires sont un quartzite feldspathique, un calcaire gréseux et une brèche à éléments de gneiss. Les minéraux typiques de ces roches sont la tourmaline, le microcline (lorsqu'un feldspath potassique est présent), la biotite. Signalons encore la présence de polylithionite dans un échantillon, et d'une altération en zéolite.

*Bassin du Glacier de Ngojumbo.*

On observe dans cette région de nouvelles roches et de nouveaux minéraux.

*Granodiorite (288/3).*

A biotite, orthose (extinction sur la snp = 0°, 2V = -60°) et oligoclase à 24% an. La structure est un peu porphyrique.

*Gneiss alcalin à biotite, chlorite et polylithionite (288/9).*

Sa texture est œillée, et ici encore, le feldspath potassique est l'orthose (ext.  $snp = 0^\circ$ ,  $2V = -70^\circ$ ), et la biotite est fortement chloritisée (clinochlore).

*Gneiss granitiques à biotite et tourmaline.*

L'un (304), recueilli sur un affleurement, se caractérise par la présence de microcline, de sillimanite et de plagioclase 24% an. antiperthitique; l'autre, récolté sur une moraine (288/5), est formé d'orthose (angle  $2V = -67$ ,  $-62$ ,  $-65^\circ$ ), d'oligoclase à 15% an, de tourmaline et de biotite.

Les échantillons 288/1 et 288/2 renferment très peu de quartz: ce sont des

*Gneiss syénodioritique (288/1) et gneiss syénitique (288/2).*

Leur texture est un peu nébulitique. Ils renferment de l'orthose (extinction droite sur la  $snp$ ,  $2V = -70^\circ$ ), un oligoclase à 24% an. et de la biotite.

*Gneiss dioritique (289/2).*

Cette roche, contenant du plagioclase à 24% an., renferme des lits leucocrates riches en orthose ( $snp = 0^\circ$ ) en tourmaline vert bleu et en gros grains d'apatite.

*Gneiss dioritique à biotite (288/9).*

Riche en quartz arrondi et plagioclase zoné (27 à 34% an.).

*Diorite leucocrate.*

Riche en sphère (288/8). Roche formée exclusivement d'andésine 45% an., et de sphène, avec un peu de rutile.

*Gabbros à hornblende (288/7, 10).*

Leur structure est grenue à légèrement pœcilitique. On remarque surtout de grandes plages de hornblende vert brun et de labrador (60-62% an.), puis de la calcite, de l'épidote, de la chlorite et du zircon.

*Calcaires à minéraux de contact* (289/0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8b, 9, 10, 11).

A l'œil nu, ces calcaires sont soit un peu rubanés, soit massifs. Sous le microscope, ils sont formés de calcite finement grenue et de minéraux divers plus ou moins abondants: principalement diopside, scapolite (mizzonite), agrégats fibroradiés de trémolite, quelques grains de plagioclase très basique, de la chlorite, du sphène et de la phlogopite.

*En résumé*: Le bassin du Glacier de Ngojumbo est caractérisé par ses calcaires chargés de minéraux de contact, ses gneiss à biotite, alcalins, granodioritiques, syénodioritiques et dioritiques des gabbros à hornblende. On y trouve de l'orthose, à part l'échantillon 304 qui montre un microcline tout à fait caractéristique. (Cette orthose est parfaitement normale, a une extinction droite sur la snp et un angle 2V oscillant autour de  $-65^\circ$ .) La tourmaline est généralement présente, en petits prismes bleutés.

*Glacier à l'W de Lunak.*

Cette région ne comprend que deux sortes de roches:

*Granites alcalins à deux micas* (239/1, 239/1/0, 244/1/1).

Ils montrent tous une structure grenue et légèrement aplique. Ils contiennent tous de l'orthose bien caractéristique; les mesures à la platine universelle donnent les résultats suivants:

Echant.		ng	np	nm	2V	
239/1	Pôle cliv. 001	88	70	20	— 50	orthose sodique
239/1/0	» 001	88	79	12	— 60	» sodifère

On observe régulièrement: de la tourmaline, soit brune, soit beige, parfois contenant les deux couleurs dans un même cristal; de la biotite, à nombreuses inclusions pléochroïques. On trouve parfois de la polylithionite (239/1/0), de l'anthophyllite (244/1/1), de l'albite altérée en zéolite (2V = env.  $-40$ , bir. 0,01, ext. env. droite, all.  $-$ , indice env. 1,5, thomsonite?) (239/1/1).

*Gneiss dioritiques à biotite (244/1/0).*

C'est un gneiss fin, à andésine 32-40% an., contenant de la biotite vert brun, de la tourmaline et de l'apatite.

*En résumé:* On observe dans cette région principalement des granites alcalins. Notons la présence de tourmaline, orthose, polylithionite, et d'une altération en zéolite.

*Bas du Glacier de Khumbu.*

Cette région contient une grande variété de roches.

La majeure partie est formée de *granites alcalins* (113, 113/1, 3b, 6A, 8, 14, 120/2, 3, 128/1, 4, 14, 15, 16, 21, 24, 26, 29, 32, 34, 41, 141/1/1, a, 3, 4, 141/1/1, a, 3, 4, 141/2/0, 147/1/6).

Ils sont plus ou moins aplitiques. L'albite varie entre 0 et 10% An, et la tourmaline est régulièrement présente, ainsi que la biotite, plus ou moins chloritisée. Le feldspath potassique présente ici un grand intérêt. Comme cela peut se voir sur la carte ci-après, au N se trouvent des granites à orthose, et au S des granites à microcline. La région du glacier de Khumbu se situe exactement sur la zone intermédiaire. Dans cette dernière, nous avons observé que l'orthose devenait plus ou moins triclinique. Ces anomalies sont visibles sur la perpendiculaire à la bissectrice aiguë (snp): les extinctions de np par rapport à p(001) ne sont plus droites; dans une même plaque mince, à côté de sections SNP à extinction rigoureusement droite, on trouve des valeurs allant de 3 à 8°; ces obliquités se retrouvent sur la platine universelle.

En voici quelques exemples:

Echant. (113,1), dans une même plaque mince, on trouve:

	ng	np	nm	2V	
Pôle par rapport à p (001)	86	78	12	— 62°	orthose triclinique
	88	85	6	— 62°	» normal
	84	82	10	— 62°	» triclinique

Extinctions sur la SNP: 6°, 0° et 8°; une autre section perpendiculaire au plan des axes montre même une extinction de 16° et les macles treillissées typiques du microcline.

Echant. 128/29: on observe un feldspath potassique avec le treillissage du microcline et une extinction de 8° sur la SNP.

Echant. 147/1/6: Ici, le feldspath potassique est treillissé, s'éteint à 12° sur la snp et 16° sur la perpendiculaire au plan des axes (microcline).

Les autres échantillons montrent les coordonnées habituelles de l'orthose, et une extinction pratiquement droite sur la snp, et un angle des axes variant entre -62 et -70°.

Ces granites alcalins peuvent renfermer de la biotite, de la muscovite, ou les deux micas réunis.

*Granites alcalins aplitiques et pegmatitiques.*

Les granites alcalins passent souvent aux granites aplitiques francs par diminution ou disparition de la biotite, et se remarquent par un enrichissement en tourmaline parfois considérable. On observe surtout les termes suivants:

Granite aplitique fin chloriteux riche en albite (113/3).

Granite aplitique à orthose normal (128/3, 30), très altéré (ext. 0°).

Granites aplitiques à biotite (128/12, 28) et orthose normal (ext. 0°).

Granite aplitique à gros grain, à sillimanite et orthose normal (128/22).

Granites aplitiques à tourmaline (128/28, 33) et orthose normal.

Granite aplitique à tourmaline et microcline (147/1/5).

	ng	np	nm	2V
/001	80	85	12	très grand, mauvais (microcline)

Pegmatite à tourmaline (128/39). Le quartz cataclastique et l'albite sont entourés par de très grandes plages d'orthose triclinique:

	ng	np	nm	2V
/001	85	85	6	— 60°;

petits prismes de tourmaline bleutée en grand nombre.

Granite albitique à tourmaline (147/1/1, 128/9, 17, 23). Ces granites sont presque uniquement formés d'albite, de quartz et de tourmaline. On y trouve encore un peu de séricite, et la tourmaline peut montrer des produits d'altération micacés.

*Granites normaux à biotite (113/6B, 141/1/7).*

Ce sont des granites à orthose, ressemblant parfaitement aux granites précédents, mais le plagioclase atteint 25% an. L'échantillon 113/6B montre de la tourmaline en assez grande quantité et un orthose typique:

	ng	np	nm	2V
/001	89	78	12	— 73°
[001]	87	70,5	20,5	

*Monzonites quartziques à biotite (113/2, 120, 120/1, 5).*

Macroscopiquement, elles ont l'allure de granites aplitiques un peu nébulitiques. Le plagioclase peut contenir jusqu'à 25% an., la biotite est par place chloritisée. L'orthose est soit normal, soit triclinique.

Echant.		ng	np	nm	2V	
120	/001	87	85	7	— 72°	orthose triclinique
120/5	/001	89	79	11	— 61°	» normal
113/2	/001	86	78	12	— 62°	» triclinique

L'échantillon (113,2) est une monzonite quartzique à deux micas.

*Diorites à hornblende (113/5, 120/6).*

Ce sont des roches à structure grenue, formées presque exclusivement de hornblende vert clair et d'andésine (38-40% an.). L'échantillon 120/6 contient une assez forte proportion de biotite et quelques veinules de zéolite. Les minéraux secondaires et accessoires sont la chlorite, la séricite, le sphène et le zircon.

*Les gneiss.*

Gneiss alcalins chlorito-épidotiques (113/4, 7, 15): ces échantillons se présentent comme des gneiss très fins, où la biotite est complètement remplacée par la chlorite. On y trouve de nombreux petits grains d'épidote, d'albite complètement décomposée, de feldspath potassique, de calcite et de séricite.

Gneiss granitique alcalin à deux micas (128/8): celui-ci, à grain fin, semble provenir de l'écrasement d'une aplite granitique (orthose triclinique, extinction 6-7° sur la snp). La biotite est étroitement associée à la muscovite, en lamelles parallèles.

Gneiss granitiques à biotite (113/11, 12): semblables aux gneiss alcalins, mais à plagioclase atteignant 20% an. La biotite est fortement chloritisée, la sillimanite et les aiguilles de rutile sont communes. Ce gneiss est à orthose normal.

Gneiss granitique à deux micas et tourmaline (145/1): La structure grenue orientée de ce gneiss est soulignée principalement par les paillettes parallèles de biotite et de séricite, ainsi que par de petits prismes bleutés de tourmaline.

Gneiss granitique fin à diopside, hornblende et biotite (128/5): c'est un gneiss schisteux rubané, dont la composition varie suivant les strates. Le plagioclase est assez rare et atteint 30% an. Suivant les strates examinées, on observe de la hornblende, du diopside, du sphène, de l'apatite en assez grande quantité. Le quartz est arrondi, l'orthose est fréquent. Il s'agit vraisemblablement d'un paragneiss enrichi en alcalis.

Gneiss monzonitique à biotite (141/1/6): sa texture est un peu nébulistique, son faciès montre une tendance aplitique. On y trouve de l'orthose (ext. droite sur la SNP), du plagioclase 24% an. en quantité équivalente, antiperthitique, de la biotite vert brun à nombreuses inclusions pléochroïques. La myrmécite est très commune.

Gneiss dioritique à biotite (113/9), contenant une oligoclase à 24% an. et un quartz strié.

Gneiss dioritique à biotite et tourmaline (147/1/0): même roche que la précédente, mais enrichie en tourmaline.

Gneiss dioritique à mica et sillimanite (147/1/4): ce gneiss a l'allure d'un micaschiste, mais en réalité est très riche en andésine 35% an. La tourmaline et la sillimanite sont assez communes.

Gneiss dioritique très finement grenu à épidoite, hornblende et riche en sphène (128/27, 147/1/7): la texture est massive, rappelant celle des cornéennes. On voit sous le microscope une fine mosaïque de quartz, de sphène, d'épidoite et de hornblende vert bleu. Le plagioclase est très basique et très peu maclé.

L'échantillon 147/1/7 contient un plagioclase 60% an, de la pennine et du grenat.

Gneiss finement grenu à biotite et anorthite (128/37): la structure est très finement grenue, le quartz et un plagi-

clase (95% an) formant le fond, avec de la biotite brun vert. Le sphène est commun.

#### *Amphibolites.*

Ce sont des amphibolites à hornblende, plus ou moins riches en biotite (120/4, 113/16, 128/6). Le plagioclase est zoné, variant entre 40 et 80% an, souvent criblé de petits grains de quartz arrondi, donnant une structure pœciloblastique. La biotite peut être en assez grande proportion.

#### *Roches sédimentaires métamorphisées.*

Cornéennes: elles sont toujours à grain très fin et contiennent plusieurs minéraux variés:

Cornéenne à deux micas: (128/35), andésine et quartz.

Cornéenne feldspathique rubanée à epidote, biotite et séricite (128/2/A): dans cet échantillon, la biotite semble remplacée par de l'épidote, de la chlorite et de la séricite.

Cornéennes à epidote et hornblende (128/2, 19, 25, 43): sur un fond très finement grenu, on aperçoit des concentrations fibroradiées de hornblende vert bleu très pléochroïque, que l'on pourrait prendre tout d'abord pour un chloritoïde. Le plagioclase est assez basique.

Cornéenne feldspathique à chlorite (147/1/2): cette roche est constituée par un fond d'albite et de feldspath potassique très altéré, et par de la chlorite résultant vraisemblablement de l'altération de la biotite. Le sphène apparaît en petites trainées, et le zircon est fréquent.

Cornéenne à diopside (128/10, 18): fin agrégat d'andésine 48% an, de quartz et de diopside; un peu d'idocrase (?).

#### *Quartzites fins.*

L'échantillon 128/11 est un quartzite epidotique contenant de la hornblende vert bleu; l'échantillon 147/1/8 un quartzite à biotite, muscovite, tourmaline, et contenant de rares petites plages de feldspath.

#### *Calcaires (128/7, 20, 36, 40).*

Ce sont des roches formées presque exclusivement de carbonate finement grenu, quelquefois avec un peu de quartz, de

mica (calcaire gréseux micacé, 128/36), de tourmaline et de pigments charbonneux (128/7).

*Micaschiste à deux micas, oligoclase et sillimanite (147/1/3).*

Cet échantillon ressemble beaucoup au gneiss 147/1/4, mais s'est enrichi en micas.

*Argilite quartzeuse recristallisée (128/13).*

C'est une roche à grain extrêmement fin, formée de nombreuses écailles de biotite brune et de petites plages de quartz ainsi que de granules opaques.

*En résumé:* Les roches principales de cette région sont les suivantes:

Granites alcalins, à tourmaline et biotite;

Granites alcalins aplitiques à biotite, muscovite, tourmaline;

Granites albitiques à tourmaline;

Rares granites normaux à biotite;

Gneiss de composition variée;

Cornéennes à associations variées de minéraux;

Calcaires recristallisés pauvres en silicates.

La tourmaline bleutée, rarement beige brun, est très commune.

Le feldspath potassique de ces roches est en général l'orthose normal, parfois triclinique, rarement le microcline.

### *Conclusions*

Lorsqu'on s'élève du S au N dans le profil géologique donné par A. Lombard [7], on peut observer les zones pétrographiques suivantes:

#### 1. *Zone à microcline seul (172, 178, 279).*

Elle est formée d'une zone de migmatites pétrographiquement assez monotone. On y trouve principalement des granites alcalins, des granites normaux, des granodiorites pegmatitiques, des gneiss de composition variable et finalement des paragneiss séricitiques, à sillimanite et cordiérite.

Les caractéristiques minéralogiques sont les suivantes:  
Un feldspath potassique qui est constamment le microcline;  
Une absence totale de tourmaline;  
Une teneur en anorthite des plagioclases ne dépassant pas 26%.  
(Cette zone a fait l'objet de notre précédente note [6]).

2. *Zone à tourmaline et microcline* (106, 108, 145, 147, 150, 165, 166).

Les roches principales de cette région sont les suivantes:  
Granites alcalins, à microcline, biotite, parfois riches en tourmaline;  
Granites normaux, aplitiques, pegmatites, diorites quartziques, montrant parfois la présence de sillimanite, tourmaline, polylithionite, dumorthiérite, anthophyllite, toujours à microcline lorsque le feldspath potassique existe;  
Gneiss de composition variable, avec les mêmes minéraux;  
Calcaires riches en diopside, quartz et microcline.

En voici les caractéristiques minéralogiques principales:  
Apparition de la tourmaline;  
Teneur en anorthite des plagioclases pouvant atteindre 60%;  
Présence de minéraux comme la dumorthiérite et la polylithionite (très rares).

3. *Zone à tourmaline et orthose* (113, 120, 127, 128, 141, 236, 239, 244, 288, 289).

On peut y observer les roches suivantes:  
Granites alcalins, à deux micas, biotite, tourmaline, albite et tourmaline;  
Granites aplitiques à biotite et tourmaline;  
Granites, monzonites quartziques, à biotite;  
Diorites à hornblende;  
Gneiss de composition variable à mêmes minéraux que les roches ci-dessus;  
Gabbros à hornblende, amphibolites;  
Calcaires à minéraux de contact (diopside, mizzonite, trémolite, phlogopite, anorthite, sphène);  
Cornéennes à associations de minéraux divers: à deux micas, épidote, hornblende, diopside, feldspath assez basique, quartz.

Les caractéristiques minéralogiques de cette région sont les suivantes:

Un feldspath potassique qui est l'orthose normal;  
La présence commune de tourmaline;  
Une teneur en anorthite très variable;  
Rare présence de polylithionite et d'une altération en zéolite.

#### 4. Zone intermédiaire entre 2 et 3 (113, 120, 127, 128, 236).

Cette zone a toutes les caractéristiques de la zone 3, mais son feldspath potassique montre des anomalies: on rencontre soit l'orthose « triclinique », soit de l'orthose normal à côté de l'orthose « triclinique », ou du microcline, soit des plages d'orthose à noyau de microcline (M. Gysin [3]). Déjà O. Sachs avait signalé l'existence d'orthoses anormaux dans les roches de l'Himalaya (communication orale), et M. Gysin a observé à maintes reprises la présence d'orthoses franchement tricliniques dans certains granites de l'Himalaya (étude en préparation sur les feldspaths potassiques de l'Himalaya) et nous a autorisé à faire état de ses observations.

Quelles conclusions peut-on encore tirer de ces observations faites sur les échantillons recueillis par A. Lombard?

Il semble qu'on se trouve en présence de deux aires granitiques distinctes: l'une, au sud, (migmatites de Namche-Barun), paraît plutôt d'origine métasomatique: certains échantillons sont représentés par un type nébulistique ou œillé; l'autre aire, au nord (région proche de la Dalle du Thibet), semble offrir un caractère intrusif: beaucoup d'échantillons présentent des filons éruptifs.

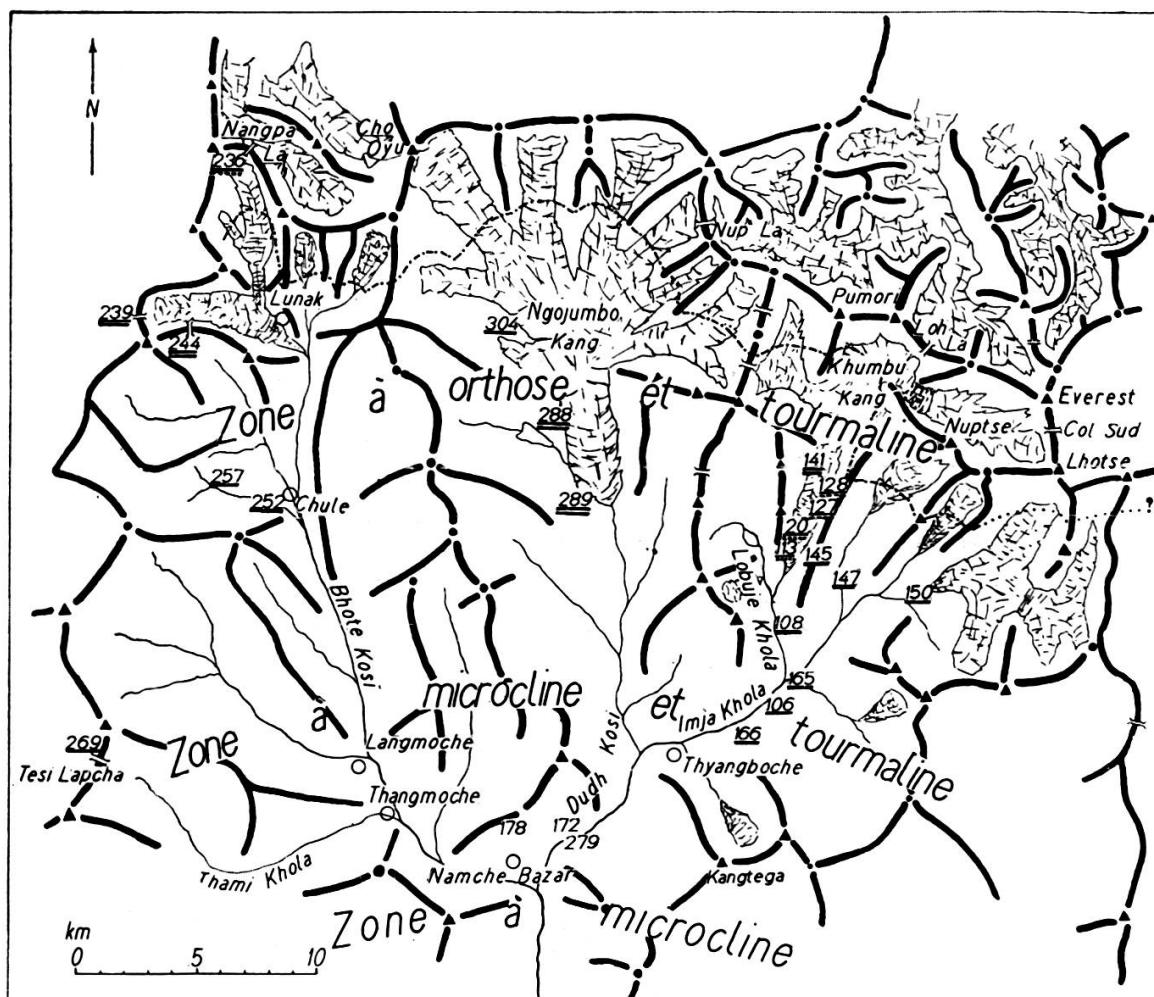
Les différences minéralogiques entre ces deux groupes sont les suivantes:

L'aire métasomatique du sud est représentée par des granites, gneiss et roches connexes, à microcline, imprégnées de minéralisateurs dans leur partie septentrionale; l'aire éruptive située au nord est représentée principalement par des granites et des gneiss alcalins à orthose. Ils sont riches en minéralisateurs (tourmaline principalement), et l'on y trouve aussi, mais plus rarement, de la polylithionite et de la dumorthiérite.

Peut-on déduire des observations précédentes l'âge relatif de ces deux groupes de granites ?

Il semble que le granite à orthose, situé sous la Dalle du Thibet, soit le plus récent, ce qui s'accorderait avec Hagen et Bordet [4]. Mais les arguments pétrographiques pour le démontrer sont assez minces, surtout pour celui qui n'a pas reconnu personnellement le terrain. Toutefois la présence de minéralisateurs (tourmaline principalement) dans les roches à microcline de l'aire métasomatique du sud, pourrait être attribuée à l'action des granites à orthose de l'aire septentrionale, ces granites étant les plus jeunes.

Nous avons reporté sur le dessin ci-dessous le résultat de nos recherches dans cette région. Nous avons laissé tels quels



Croquis de la région située au nord de Namche Bazar

(Voir explications dans le texte.)

les numéros d'échantillons correspondant à la zone à microcline seul, souligné une fois ceux de la zone à microcline et tourmaline, souligné deux fois ceux de la zone à orthose et tourmaline. Ceux de la zone à orthose triclinique sont marqués par un trait plein et un autre interrompu.

La ligne en trait mixte figure la limite de la Dalle du Thibet donnée par A. Lombard; cette limite est tectonique. Elle est vraisemblablement postérieure aux injections granitiques et aux imprégnations de minéralisateurs qui s'étendent plus au sud; toutefois, on peut envisager aussi l'hypothèse d'une imprégnation très diffuse, ultérieure à la mise en place de ces unités tectoniques.

*Université de Genève,  
Institut de Minéralogie.*

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BORDET, P., « Eléments structuraux de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest (Népal oriental). La tectonique de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest (Népal oriental) ». *C. R. Sc. de l'Acad. des Sc.*, 240, pp. 102-104, 3 janv. 1955.
2. — et LATREILLE, M., « Précisions sur la stratigraphie de l'Himalaya de l'Arun. Précisions sur la tectonique de l'Himalaya de l'Arun ». *Ibidem*, 241, pp. 1594-1597, 28 nov. 1955.
3. GYSIN, M., « Sur la coexistence de l'orthose et du microcline dans un granite de l'Himalaya ». *Arch. Sc. Genève*, 9, fasc. 1, pp. 107-110, 1956.
4. HAGEN, T., « Ueber die räumliche Verteilung der Intrusionen im Nepal-Himalaya ». *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 34, pp. 300-308, 1954.
5. — « Das Gebirge Nepals ». *Les Alpes*, 5-7, pp. 124-177, 1956.
6. KRUMMENACHER, D., « 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. Sc. Genève*, 9, fasc. 1, pp. 111-114, 1956.
7. LOMBARD, A., « La tectonique du Népal oriental: un profil de l'Everest à la plaine du Gange ». *Bull. Soc. Géol. France*, 6<sup>e</sup> série, III, pp. 321-327, 1953.
8. TRÖGER, W. E., *Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine*, 1953.
9. WINCHELL, A. N. et H., *Elements of optical mineralogy*, part II: *Description of Minerals*, 4<sup>e</sup> édition.

