Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 41 (1961)

Heft: 2

Artikel: Déterminations d'âge isotopique faites sur quelques roches de l'Himalaya du Népal par la méthode potassium-argon

Autor: Krummenacher, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-31901

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: 15.07.2025

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

Déterminations d'âge isotopique faites sur quelques roches de l'Himalaya du Népal par la méthode potassium-argon

Par *Daniel Krummenacher* (Genève[1]))

Résumé

Après une revue des principales connaissances géologiques et pétrographiques acquises jusqu'à ce jour dans l'E du Népal, l'auteur présente les résultats de 15 déterminations d'âge, obtenues par la méthode K/A, sur des roches prélevées dans des unités tectoniques très différentes de cette région.

Les résultats indiquent: I. L'arrêt du métamorphisme alpin (himalayen), qui, dans cette région, semble très important, date de la fin du Miocène ou du début du Pliocène (env. 13 M. a.). II. Un métamorphisme précambrien est mis en évidence par une muscovite détritique provenant d'un quartzite non métamorphique. III. Les roches catazonales donnent des âges plus récents que les roches épizonales. Une hypothèse est avancée pour expliquer ce fait.

Abstract

A summary of the knowledge about petrography and geology of E Nepal Himalaya and the results of 15 age determinations by the K/A method on samples from very different tectonic units of this area, are given in this paper.

The results show that: I. The end of the Alpine (Himalayan) metamorphism in E Nepal takes place at the end of Miocen or beginning of Pliocen (about 13 M. a.). II. A Precambrian metamorphism is brought up by the K/A age of a detrital muscovite separated from a non metamorphosed quartzite. III. The K/A ages of catazonal rocks are younger than those of epizonal origin. An hypothesis is given to explain this particular point.

Introduction

Les quelques déterminations d'âge isotopique présentées dans ce travail ont été effectuées sur du matériel récolté par le professeur A. Lombard lors de l'expédition scientifique genevoise à l'Everest en 1952.

---

[1]) Laboratoire de minéralogie, Genève.

Nous avons fait ces mesures à l'Université de Californie à Berkeley, avec le spectromètre de masse type Reynolds; nous avons bénéficié des appareils prêtés par le Département de Géologie de cette Université et de l'aide de nos collègues et amis J. F. Evernden, G. H. Curtis, J. Obradovich et L. Kovich, auxquels nous présentons ici nos chaleureux remerciements. Enfin, les professeurs P. Bordet et A. Lombard ont revu mon texte et y ont ajouté des précisions: qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de toute notre gratitude.

Géologie et pétrographie de l'E de l'Himalaya du Népal

Les géologues qui ont parcouru l'est de l'Himalaya du Nepal y ont tous reconnu une structure en nappes: T. Hagen et J. P. Hunger (1952), T. Hagen (1959), A. Lombard (1953), P. Bordet et M. Latreille (1955).

Ces auteurs ont adopté, pour les divers ensembles structuraux de cette région, du Sud au Nord, la nomenclature suivante:

Toni Hagen (1952, 1959)	A. Lombard (1953)	P. Bordet et M. Latreille (1955)
Série des Siwaliks	Série des Siwaliks	Série de Dharan
Nappes de Nawakot	Nappes de Nawakot	Série de Sanguri
Nappes de Kathmandu 1—4		Ensemble du Bas-Himalaya
		Ensemble du Haut-Himalaya:
Nappe de Kathmandu 5	Nappes de Khumbu 1—3	Série du Barun, migmatites de Namche Bazar
Granite du Mustang	Base granitique de la Dalle du Thibet	Granite du Makalu
Série thibétaine	Dalle et Série du Thibet	Série du Thibet

1. Série des Siwaliks; série de Dharan

Cette série, d'épaisseur variable, est formée de molasse tertiaire parfois ondulée ou plissée. Elle est en contact avec les alluvions du Gange. Son âge est miocène inférieur (P. Bordet et M. Latreille, 1955; T. Hagen, 1959).

2. Nappes de Nawakot; série de Sanguri

Ces nappes, comparables en bien des points aux nappes helvétiques (T. Hagen, 1954), sont charriées sur la série des Siwaliks.

Cet auteur y a distingué 4 nappes dont les séries s'étendent du Carbonifère au Jurassique inférieur:

a) Brèches polygéniques souvent rougeâtres (Rhétien?);
b) Calcaires et dolomites (Trias);
c) Quartzites, phyllites, conglomérats (Permien);
d) Quartzites, phyllites charbonneuses (Carbonifère).

Bien que ces nappes ne soient, en général, pas métamorphiques, leur front et la zone des racines sont parfois injectés et métamorphisés (granites, pegmatites à minéraux de Cu, micaschistes, gneiss).

3. Nappes de Kathmandu 1—4; ensemble du Bas-Himalaya

Ces nappes, constituant la majeure partie des montagnes himalayennes, sont formées de 4 éléments au moins. Leur existence se reconnaît à l'aide d'un seul horizon fossilifère et surtout de critères lithologiques.

Selon T. Hagen et P. Hunger (1952), chaque nappe se caractérise par la série suivante:

a) Calcaire (Ordovicien);
b) Quartzites clairs à cassure rougeâtre;
c) Quartzites argileux et schistes bariolés;
d) Schistes micacés et phyllites (Précambrien);
e) Gneiss, avec intrusions.

Ces nappes contiennent des intrusions antérieures ou postérieures aux chevauchements, surtout dans la zone des racines et dans les zones frontales.

T. Hagen (1954) signale qu'à la différence des Alpes, le cristallin des nappes de Kathmandu n'est pas obligatoirement plus ancien que son enveloppe non ou peu métamorphique. Enfin, dans la zone des racines, le métamorphisme, bien que variable suivant les régions, prend une plus grande ampleur et il devient alors difficile de distinguer les divers termes de la série.

D'après P. Bordet et M. Latreille (1955), les nappes de Kathmandu 1—4 (pour ces auteurs: Ensemble du Bas-Himalaya, dont ils excluent la nappe de Kathmandu 5, appartenant à la série de Barun)

„ne sont que la répétition tectonique, parfois perturbée, d'une unique série stratigraphique dont la coupe est la suivante de haut en bas:

a) Phyllades bleues (Carbonifère inférieur).
b) Phyllades rouges ou jaunes plus ou moins irrégulières (Dévonien supérieur).

c) Phyllades du même type, mais contenant des passées de roches carbonatées brunes, ainsi que des amphibolites noduleuses et sphérolitiques, à amphiboles blanches, plus rarement des amphibolites noires, du talc, des lits de quartzites (Dévonien moyen).
d) Quartzites supérieurs souvent colorés en vert par de la chlorite (Dévonien inférieur).
e) Phyllades bleues avec quartz d'exsudation jaune, souvent grenatifères; ce niveau contient assez fréquemment une passée de schistes graphiteux noirs à faciès ‚schistes à graptolites' (Silurien supérieur).
f) Quartzites inférieurs contenant de la biotite, du grenat, parfois du disthène; à ce niveau sont souvent associées des lentilles de cipolin bleu très typique et des passées de schistes graphiteux (Silurien inférieur).
g) Micaschistes à muscovite, superposés à des micaschistes à deux micas avec localement passées d'amphibolites vertes (Cambrien).
h) Migmatites (souvent embréchites œillées) en contact avec les micaschistes par l'intermédiaire d'un front de métamorphisme plus ou moins net.

Le faciès de cette série est très constant dans l'E du Népal. L'épaisseur maximum de ces niveaux semble atteindre 1500 à 1800 m[2])".

Nous-même, étudiant la pétrographie des échantillons récoltés par A. Lombard dans les nappes de Kathmandu (D. Krummenacher, 1957), avons signalé la présence, dans les gneiss de celles-ci, de passages graduels entre arkoses métamorphiques et gneiss: il est donc vraisemblable que les migmatites du niveau „h" de P. Bordet et M. Latreille soient, en partie du moins, d'anciennes arkoses métamorphiques. Enfin, le métamorphisme moyen de la base des nappes de Kathmandu correspond à la catazone supérieure ou à la mésozone inférieure[3]).

4. Série du Barun; nappe de Kathmandu 5; nappes de Khumbu 1—3

Entre les racines de la nappe de Kathmandu 4 et la série thibétaine se trouve une importante masse de schistes cristallins qu'A. Lombard (1958) a nommée „nappes de Khumbu". Elles correspondraient à l'unité 5 des nappes de Kathmandu de T. Hagen.

Si A. Lombard et T. Hagen ne séparent pas par une discontinuité majeure les nappes de Kathmandu 1—4 de la nappe de Kathmandu 5, P. Bordet et M. Latreille, au contraire (1955), pensent que pétrographiquement, ainsi que tectoniquement, la série du Barun (base de la série du Haut-Himalaya) est très différente des nappes de Kathmandu. Elle représenterait la base précambrienne d'une épaisse série comprenant

[2]) Migmatites non comprises.

[3]) On observe un changement brusque dans le métamorphisme au niveau des micaschistes.

un très grand développement de migmatites dans la région de Namche Bazar, et dont les parties médianes et supérieures constituent les séries décrites ci-dessous.

Nos recherches en pétrographie microscopique (D. KRUMMENACHER, 1956a, 1956b, 1957) ont montré que la base des nappes du Khumbu appartient à la catazone moyenne (exception faite des migmatites de Namche Bazar, qui présentent un faciès catazonal inférieur), tandis que le sommet de celles-ci contient des roches appartenant à la mésozone inférieure.

5. Dalle du Thibet et sa base granitique; zone du Thibet et granite du Mustang; série du Thibet et granite du Makalu

Cet élément, d'après A. LOMBARD (1953) est formé d'une base granitique, supportant une série pélitique normale de moins en moins métamorphique à mesure qu'on s'élève dans celle-ci, le tout chevauchant les nappes de Khumbu.

L'intrusion granitique qui forme la base de la dalle du Thibet est pour A. LOMBARD (1958) anté-phase ultime de plissement. Selon T. HAGEN (1954), elle est anté-phase principale de plissement, se prolongeant au plus jusqu'au début des premiers plis. Elle serait surtout d'âge crétacé supérieur.

P. BORDET (1955a, b) 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."

Pour cet auteur, la série comprise entre le sommet non métamorphique de l'Everest (le versant N de ce sommet a livré des fossiles permo-carbonifères) et le granite du Makalu est d'âge primaire inférieur à précambrien, et les gneiss du Barun sous-jacents sont précambriens.

Nous renvoyons le lecteur au profil de l'Everest à la plaine du Gange dressé par A. LOMBARD (1953, 1958), où toutes les unités tectoniques décrites ci-dessus sont dessinées en détail, ainsi qu'aux cartes et profils plus généraux de P. BORDET (1961) et T. HAGEN (1959). Enfin, la pétrographie microscopique des roches de la collection d'A. LOMBARD et les quelques conclusions qu'on peut en tirer sont analysées dans nos trois notes (1956a, b, 1957) et le travail de P. BORDET (1961).

Age stratigraphique de ces séries

Le tableau ci-dessous résume les hypothèses avancées à ce sujet par T. HAGEN et P. BORDET.

Séries	P. BORDET	T. HAGEN
Siwaliks		Miocène inférieur
Nappes de Nawakot	Crétacé-Précambrien	Rhétien-Carbonifère
Nappes de Kathmandu 1—4	Carbonifère-Précambrien	Carbonifère inférieur-Précambrien
Nappes de Khumbu, nappe de Kathmandu 5	Précambrien	
Granite du Makalu, granite de Mustagn	Crétacé ou Tertiaire	Crétacé
Dalle du Thibet et série thibétaine	Tertiaire-Précambrien	

Le métamorphisme

Nous avons déduit de l'étude pétrographique des échantillons d'A. LOMBARD que le métamorphisme, bien que variable suivant les unités, se répartissait en général de la manière suivante (D. KRUMMENACHER, 1957; nous précisons les résultats obtenus à cette époque par des données de P. BORDET (1961)).

Niveaux stratigraphiques	*Degrés de métamorphisme*
Précambrien	Mésozonal à catazonal profond
Cambro-Silurien	Epizonal ou nul
Dévonien-Carbonifère	En général exempt de métamorphisme, sinon parfois légèrement épizonal
Post-Carbonifère	Exempt de métamorphisme

L'âge du métamorphisme

Ce point est assez controversé. Selon P. BORDET et M. LATREILLE (1955):

„il n'apparaît pas de trace certaine de phase orogénique anté-alpine: de ce fait, l'âge du métamorphisme ne peut être précisé et il n'est pas impossible que certaines migmatisations soient en rapport avec l'orogenèse alpine".

P. BORDET (1961, p. 212) a néanmoins revisé son jugement depuis lors: il pense actuellement que le métamorphisme principal de ces séries

est précambrien et que l'influence du métamorphisme alpin est, dans le S, assez faible; qu'il passe par un maximum (zone des micaschistes inférieurs) dans l'axe de la haute chaîne et puis qu'il diminue brusquement dans la direction de la frontière thibétaine.

A notre connaissance, T. HAGEN n'a pas émis d'opinion concernant l'âge du métamorphisme dans l'Himalaya, mais signale, ainsi, du reste, qu'A. LOMBARD (1958), les traces d'une ancienne tectonique N–S. T. HAGEN rappelle que la tectonique varisque dans le Gondwana est N–S. Enfin A. BERTHELSON (1953), dans une étude des gneiss et des granites de la région du Rupshu (Cachemire), écrit que

„the student who wishes to attack the problem of the central gneisses and the granites of Himalaya should keep the possible metatectic origin of these rocks in mind" (p. 408).

L'auteur pense que les granites et les gneiss de cette région, d'âge varisque ou prévarisque, ont été remobilisés pendant l'orogenèse alpine.

Mesures d'âge isotopique par la méthode K/A

Nous avons entrepris nos déterminations dans l'idée de trouver quelques indications concernant ce ou ces métamorphismes. Les échantillons analysés ont été choisis dans des régions très différentes. Tous sont empruntés à des roches métamorphiques, à l'exception de celui marqué d'un astérisque.

Provenance et âge potassium/argon des échantillons

Echant.	*Collection* A. LOMBARD	*Age K/A*	*Origine et description*
KA 20*	381/10	728 ± 12 M. a.	Quartzite micacé (muscovite détritique) non métamorphique des nappes de Nawakot.
KA 21	15/1/a	15,9 ± 0,6 M. a.	Phyllite à séricite. Partie supérieure d'une nappe de Kathmandu.
KA 22	34/1	16,4 ± 1,2 M. a.	Arkose métamorphique à deux micas. Base d'une nappe de Kathmandu.
KA 23	322/1	12,9 ± 0,2 M. a.	Gneiss quartzo-dioritique. Nappe de Kathmandu 5.
KA 24	269/31	9,8 ± 0,1 M. a.	Gneiss dioritique à biotite. Nappes de Khumbu.
KA 25	82/1/a	9,8 ± 0,9 M. a.	Diorite migmatique à biotite. Gneiss du Barun.

Echant.	*Collection* A. Lombard	*Age K/A*	*Origine et description*
KA 26	86/1/a	10,5 ± 1,0 M. a.	Gneiss à pinite et biotite. Migmatites de Namche Bazar.
KA 27	172/1	13,3 ± 0,6 M. a.	Gneiss alcalin à biotite. Migmatites de Namche Bazar.
KA 28	260/7	14,6 ± 1,8 M. a.	Gneiss dioritique à biotite. Partie sup. des nappes de Khumbu.
KA 29	238/1/14	14,8 ± 1,5 M. a.	Amphibolite à biotite et bytownite. Partie supérieure des nappes de Khumbu (dite des Clochetons).
KA 30	130/13	17,6 ± 0,3 M. a.	Gneiss dioritique à biotite. Partie inf. de la Dalle du Thibet.
KA 31	139/1	13,5 ± 0,4 M. a.	Gneiss dioritique à biotite. Partie inf. de la Dalle du Thibet.
KA 32	132/5	16,8 ± 1,6 M. a.	Granite alcalin à biotite de la Dalle du Thibet.
KA 33	158/1/31	16,5 ± 1,6 M. a.	Quartzite à tourmaline du Nuptsé. Dalle du Thibet, partie supérieure.
KA 34	7/a[4])	17,3 ± 0,6 M. a.	Schiste séricitique à biotite verte. Dalle du Thibet, entre le col S et le sommet de l'Everest, point 8400.

Données analytiques

Echant.	*Min. analysé*	% *K*	*Poids échant.* g	10^{-11} mol. ^{40}A *radiogénique*	*atmosphérique*
KA 20	Muscovite détritique	2,356	0,3764	143,10	20,4
KA 21	Séricite	4,950	0,4145	5,432	15,63
KA 22	Biotite	7,329	0,2438	5,492	29,09
KA 23	Biotite	7,185	0,5261	9,612	9,28
KA 24	Biotite	7,478	0,9841	17,238	25,89
KA 25	Biotite	7,828	0,7781	10,930	73,08
KA 26	Biotite	7,000	0,4772	6,451	45,09
KA 27	Biotite	5,817	0,3352	4,770	17,69
KA 28	Biotite	7,549	0,2962	5,969	55,89
KA 29	Biotite	4,937	0,4265	5,697	46,00
KA 30	Biotite	7,415	0,6786	16,192	23,28
KA 31	Biotite	7,420	0,3194	5,859	12,05
KA 32	Biotite	6,826	0,3670	7,714	27,30
KA 33	Biotite	6,678	0,3033	6,110	42,95
KA 34	Biotite	6,206	0,8947	17,620	31,38

Constantes utilisées: $\lambda_K = 0{,}584 \times 10^{-10}$ année^{-1}; $\lambda_\beta = 0{,}472 \times 10^{-9}$ année^{-1}.

[4]) Cet échantillon nous a été remis par l'expédition suisse à l'Everest en 1956 (voir M. Gysin et A. Lombard, 1960).

Conclusions

Toutes les roches métamorphiques, récoltées à des endroits éloignés les uns des autres de plusieurs centaines de km et sur des unités tectoniques très diverses, donnent un âge situé entre 17,6 et 9,8 M. a.

Rappelons que la limite Pliocène/Miocène a été fixée par J. F. EVERNDEN et collaborateurs (sous presse) à 13 M. a. Nos âges se situant autour de cette limite, la conclusion est nette: ils indiquent, par leur régularité, un événement précis; la fin du métamorphisme alpin (himalayen) dans cette région.

Cependant, on peut faire intervenir dans ce cas une précision complémentaire: l'âge K/A d'un minéral potassique correspond à l'époque où ce minéral retient complètement l'argon radiogénique dans son réseau, et lorsqu'on date un métamorphisme par cette méthode, on suppose implicitement que la roche, après avoir subi ce métamorphisme, a été presque instantanément déplacée dans une zone de l'écorce terrestre à gradients de température et de pression tels que le minéral potassique pouvait retenir complètement l'argon radiogénique formé dans son réseau.

Fait à noter: si l'on groupe les âges K/A obtenus selon les faciès, on trouve le tableau et les moyennes suivantes:

Faciès	*Echantillon*	*Moyenne*
Epizone	KA 21, 34	16,6 M. a.
Mésozone	KA 22, 29, 33	15,9 M. a.
Catazone moyenne à supérieure	KA 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31	13,1 M. a.
Catazone inférieure	KA 26	10,5 M. a.

Les valeurs les plus récentes, malgré l'approximation que comporte l'établissement de ce tableau, semblent bien se retrouver dans les termes les plus profonds.

Cette remarque nous suggère l'explication suivante: lorsque cette immense série de 8000 à 9000 m (P. BORDET, 1955) s'est érodée, les roches catazonales se sont trouvées plus tard que les roches épizonales dans une partie de l'écorce terrestre telle que les minéraux potassiques pouvaient retenir leur argon radiogénique. C'est pour cette raison que l'âge des premières roches est plus récent que celui des secondes[5]).

[5]) Théoriquement, une telle manière de voir permettrait, connaissant l'épaisseur de la série, supposant que le gradient favorable soit situé toujours à la même profondeur et déterminant la différence d'âge K/A des roches catazonales et épizonales, de calculer la vitesse d'érosion. Dans le cas ci-dessus, cette vitesse est de 15 cm/siècle environ.

Nous pensons qu'il faudrait chercher dans cette manière de voir une explication aux âges très récents (18, 19, 18 par K/A et 17 M. a. par Rb/Sr) trouvés par E. JÄGER et H. FAUL (1959) dans les gneiss du Tessin[6]). Ces roches appartiennent en effet à la zone la plus profonde des Alpes.

Quant à la présence d'un métamorphisme plus ancien dans l'Himalaya, il est mis en évidence par la mesure que nous avons faite sur la muscovite détritique provenant des nappes non métamorphiques de Nawakot. D'autre part, il ne peut s'agir que d'un âge minimum, car (J. F. EVERNDEN, communication orale) plusieurs expériences ont déjà montré que le transport d'un mica aboutit à une perte sensible en argon radiogénique.

Nous adopterons donc pour l'instant les hypothèses suivantes:

1. La surrection de la chaîne himalayenne est plus récente que celle de la chaîne alpine. La fin du métamorphisme alpin (himalayen) dans cette région du globe se situe autour de la limite Pliocène/Miocène.

2. Il a existé dans la chaîne himalayenne ou autour de celle-ci un métamorphisme d'âge précambrien (marqué par notre mesure de 723 M. a.). Il reste évident que nous ne savons pas d'où vient cette muscovite détritique, quoique les sédiments des nappes de Nawakot, en général grossiers, ne portent pas les marques d'un transport lointain.

3. Le métamorphisme monte dans la série stratigraphique jusqu'au Carbonifère inférieur (voir par exemple P. BORDET et M. LATREILLE, 1955). Ce métamorphisme ne peut être celui daté dans les nappes de Nawakot par la muscovite détritique: nous sommes tentés d'y voir le métamorphisme alpin (himalayen). Les observations microscopiques faites sur ces roches nous y invitent: presque tous les échantillons déterminés sont d'une fraîcheur exceptionnelle et ne montrent aucune trace de plusieurs cycles. Enfin, nous pensons que les âges obtenus auraient été plus discordants si les minéraux potassiques déterminés avaient été formés lors d'un métamorphisme situé entre le Carbonifère et l'orogenèse alpine.

Mais il reste évident que d'autres méthodes doivent être utilisées pour résoudre complètement ce problème. Nous pensons surtout aux méthodes au Pb, celle au Rb/Sr étant trop imprécise pour des âges si récents.

---

[6]) L'hypothèse faite au sujet de la méthode K/A serait également valable pour la méthode Rb/Sr et théoriquement pour toute autre méthode isotopique.

Bibliographie

BERTHELSEN, A. (1953): On the geology of the Rupshu district N. W. Himalaya. A contribution to the problem of the central gneisses. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, Bd. 12/3, p. 350.

BORDET, P. (1955): I. Eléments structuraux de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest (Népal oriental). II. La tectonique de l'Himalaya de l'Arun et de la région de l'Everest (Népal oriental). C. R. Acad. Sciences, 3—10 janvier.

— (1961): Recherches géologiques dans l'Himalaya du Népal, région du Makala. Edition du C.N.R.S., 15 Quai Anatole France, Paris VIIe.

BORDET, P. et LATREILLE, M. (1955): Précisions sur la stratigraphie de l'Himalaya de l'Arun. Précisions sur la tectonique de l'Himalaya de l'Arun. C. R. Acad. Sc. 240, p. 102—104, 3 janvier.

EVERNDEN, J. F., CURTIS, G. H., OBRADOVICH, J. et KISTLER, R. (sous presse): On the evaluation of glauconite and illite for dating sedimentary rocks by the K/A method.

GYSIN, M. et LOMBARD, A. (1960): Observations complémentaires de Pétrographie et de Géologie dans le massif du Mont-Everest–Lhotse. Eclogae geol. Helv., *53*/1, 1960.

HAGEN, T. (1954): Über die räumliche Verteilung der Intrusionen im Nepal-Himalaya. Bull. suisse Min. Pétr., *34*, p. 300.

— (1959): Über den geologischen Bau des Nepal-Himalaya. Jb. St.-Gallischen Natw. Ges., *76*, p. 7.

HAGEN, T. et HUNGER, J. P. (1952): Über geologisch-petrographische Untersuchungen in Zentral-Nepal. Bull. suisse Min. Pétr., *32*, p. 309.

JÄGER, E. et FAUL, H. (1959): Age measurements on some granites and gneisses from the Alps. Bull. Geol. Soc. Amer., *70*, p. 1553.

KRUMMENACHER, D. (1956): Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal. I. Sur quelques roches de la région de Namche Bazar. Arch. Sc. Genève, 9/1, p. 111.

— (1956b): Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal. II. Sur quelques roches du bassin supérieur de la Dudh Kosi, de l'Imja Khola et de la Bhote Kosi. Ibidem, 9/3, p. 263.

— (1957): Contribution à l'étude géologique et pétrographique de l'Himalaya du Népal. Pétrographie des éléments structuraux du Népal occidental entre l'Everest et le Gange. Ibidem, 10/3, p. 269.

LOMBARD, A. (1953): La tectonique du Népal oriental; un profil de l'Everest à la plaine du Gange. Bull. Soc. Géol. France, 6e série, t. III, p. 321—327, 1953.

— (1958): Un itinéraire géologique dans l'E du Népal. Mém. Soc. Helv. Sc. Nat., vol. LXXXII, mém. 1.

Manuscrit reçu le 18 avril 1961.