



**HAL**  
open science

**Les Siwaliks du Népal central: Structure et géomorphologie d'un piédmont en cours de déformation  
(The central nepalese siwaliks: structure and geomorphology of an upheaveling piedmont)**

Gérard Hérail, Georges Masclé

► **To cite this version:**

Gérard Hérail, Georges Masclé. Les Siwaliks du Népal central: Structure et géomorphologie d'un piédmont en cours de déformation (The central nepalese siwaliks: structure and geomorphology of an upheaveling piedmont). Bulletin de l'Association de géographes français, 1980, 57, pp.259 - 267. 10.3406/bagf.1980.5190 . hal-03299633

**HAL Id: hal-03299633**

**<https://univ-tlse2.hal.science/hal-03299633>**

Submitted on 26 Jul 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les Siwaliks du Népal central : Structure et géomorphologie d'un  
piédmont en cours de déformation (*The central nepalese siwaliks :  
structure and geomorphology of an upheaveling piedmont*)

Gérard Hérail, Georges Mascle

**Abstract**

Abstract. - The différenciation of the Siwaliks' geomorphological units, in the Central Nepal, is closely related to their piedmont's strains and to the fact that folded structures are leaning over southwards. The northern reliefs are the older ones ; their southern slopes were truncated by these erosion processus that are common on pediments. It is asserted that the tectonic strains and deformations are still going on and that the southern folded structures are overthrust on the Terai recent Quaternary deposits.

**Résumé**

Résumé. - Les ensembles géomorphostructuraux composant les Siwaliks du Népal central sont directement liés à la déformation du piémont et au déversement des structures vers le sud. Les reliefs situés au nord sont les plus anciens. Leur versant sud a été érodé par des phénomènes de glaciplanation. La déformation serait toujours active et les structures méridionales chevaucheraient le Quaternaire récent du Terai.

---

**Citer ce document / Cite this document :**

Hérail Gérard, Mascle Georges. Les Siwaliks du Népal central : Structure et géomorphologie d'un piédmont en cours de déformation (*The central nepalese siwaliks : structure and geomorphology of an upheaveling piedmont*). In: Bulletin de l'Association de géographes français, N°470-471, 57e année, Mai-juin 1980. pp. 259-267;

doi : <https://doi.org/10.3406/bagf.1980.5190>

[https://www.persee.fr/doc/bagf\\_0004-5322\\_1980\\_num\\_57\\_470\\_5190](https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_1980_num_57_470_5190)

---

Fichier pdf généré le 25/04/2018

Gérard HERAIL \* et Georges MASCLE \*\*

## LES SIWALIKS DU NEPAL CENTRAL : STRUCTURE ET GEOMORPHOLOGIE D'UN PIEDMONT EN COURS DE DEFORMATION

THE CENTRAL NEPALESE SIWALIKS : STRUCTURE AND GEOMORPHOLOGY OF AN UPHEAVING PIEDMONT

**RESUME.** - *Les ensembles géomorphostructuraux composant les Siwaliks du Népal central sont directement liés à la déformation du piémont et au déversement des structures vers le sud. Les reliefs situés au nord sont les plus anciens. Leur versant sud a été érodé par des phénomènes de glaciplanation. La déformation serait toujours active et les structures méridionales chevaucheraient le Quaternaire récent du Terai.*

**ABSTRACT.** - *The differentiation of the Siwaliks' geomorphological units, in the Central Nepal, is closely related to their piedmont's strains and to the fact that folded structures are leaning over southwards. The northern reliefs are the older ones ; their southern slopes were truncated by these erosion processus that are common on pediments. It is asserted that the tectonic strains and deformations are still going on and that the southern folded structures are overthrust on the Terai recent Quaternary deposits.*

**Mots clés :** Himalaya, Siwalik, piémont, tectonique quaternaire.

De l'Assam au Pakistan, l'arc himalayen est bordé sur sa frange méridionale par des « collines » (Siwaliks Hills) modelées dans des séries détritiques mio-pliocènes. Les Siwaliks sont limités au nord par les reliefs du Mahabharat (fig. 1) qui atteignent, dans la région étudiée, 2 500 m environ. Ce massif est constitué de séries détritiques mal datées, de granites et de roches métamorphiques appartenant à la Dalle du Tibet (fig. 2) ; tout cet ensemble est séparé par le MCT (1) des terrains du Moyen Pays (schistes, quartzites, grès, calcaires). Dans la partie orientale de la région étudiée, le front méridional du Mahabharat est assez élevé (environ 2 000 m de commandement) mais

\* Institut de Géographie Daniel-Faucher, C.I.M.A. ERA C.N.R.S., Université de Toulouse Le Mirail, 31058 Toulouse Cedex.

\*\* Laboratoire de Géodynamique sous-marine, B.P. 48, 06230 Villefranche sur Mer. \* Et \*\* GRECO, 130012 C.N.R.S. « Himalaya-Karakorum ».

(1) M.C.T. : Main Central Thrust. - M.B.T. : Main Boundary Thrust.

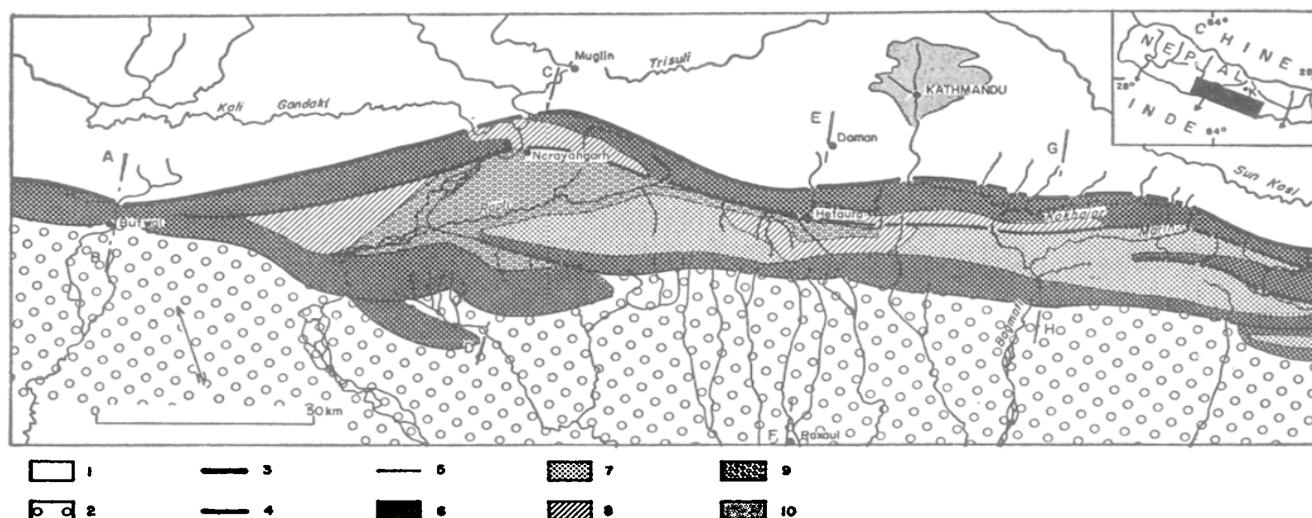


Fig. 1. - Les Siwaliks du Népal central : les ensembles géomorphostructuraux. - 1. Mahabharat ; 2. Plaine du Teraï ; 3. M.B.T. ; 4. Chevauchement des Duns ; 5. Chevauchement frontal des Siwaliks ; 6. Relief constitué principalement par des barres et crêts taillés dans les séries essentiellement gréseuses des Siwaliks inférieurs ou moyens ; 7. Relief constitué principalement par des pyramides taillées dans les conglomérats des Siwaliks supérieurs ; 8. Principaux secteurs de hauts glacis et hautes terrasses alluviales ; 9. Principaux secteurs de basses terrasses alluviales ; 10. Bassin de Kathmandu.

aéré par des vallées profondes aux versants dénudés par des glissements. Vers l'ouest, il est plus bas (environ 1 000 m de commandement) mais plus massif et constitue une véritable muraille. Le Mahabharat est séparé des Siwaliks (qui culminent vers 1 350 m) par le M.B.T. Les Siwaliks tendent à chevaucher les terrains récents du Teraï (plaine Indogangétique) situé à 300 m d'altitude.

#### I. LES ENSEMBLES GEOMORPHOSTRUCTURAUX COMPOSANT LES SIWALIKS DU NEPAL CENTRAL

Malgré les nombreuses variations latérales, on reconnaît fréquemment du nord au sud la succession de trois ensembles principaux (fig. 1).

**1. La crête septentrionale composée des reliefs les plus élevés** (1 350 m environ). Elle se suit tout au long de la région étudiée, hachée par les percées épigéniques des rivières issues de Mahabharat. Cette crête massive est constituée par la juxtaposition de barres et de crêts tournés vers le sud et taillés dans les sédiments des Siwaliks inférieurs ou moyens. Les versants nord, raides, sont souvent accidentés de nombreuses formes de glissements conformes au pendage. Le versant sud de cet ensemble est rongé par des glacis d'érosion : le plus haut est situé à 300 m environ au-dessus du lit actuel des rivières. Ces glacis sont recouverts de sols fersiallitiques épais. Au débouché de la Trisuli-Kali Gandaki, ce haut glacis a tranché la quasi-totalité

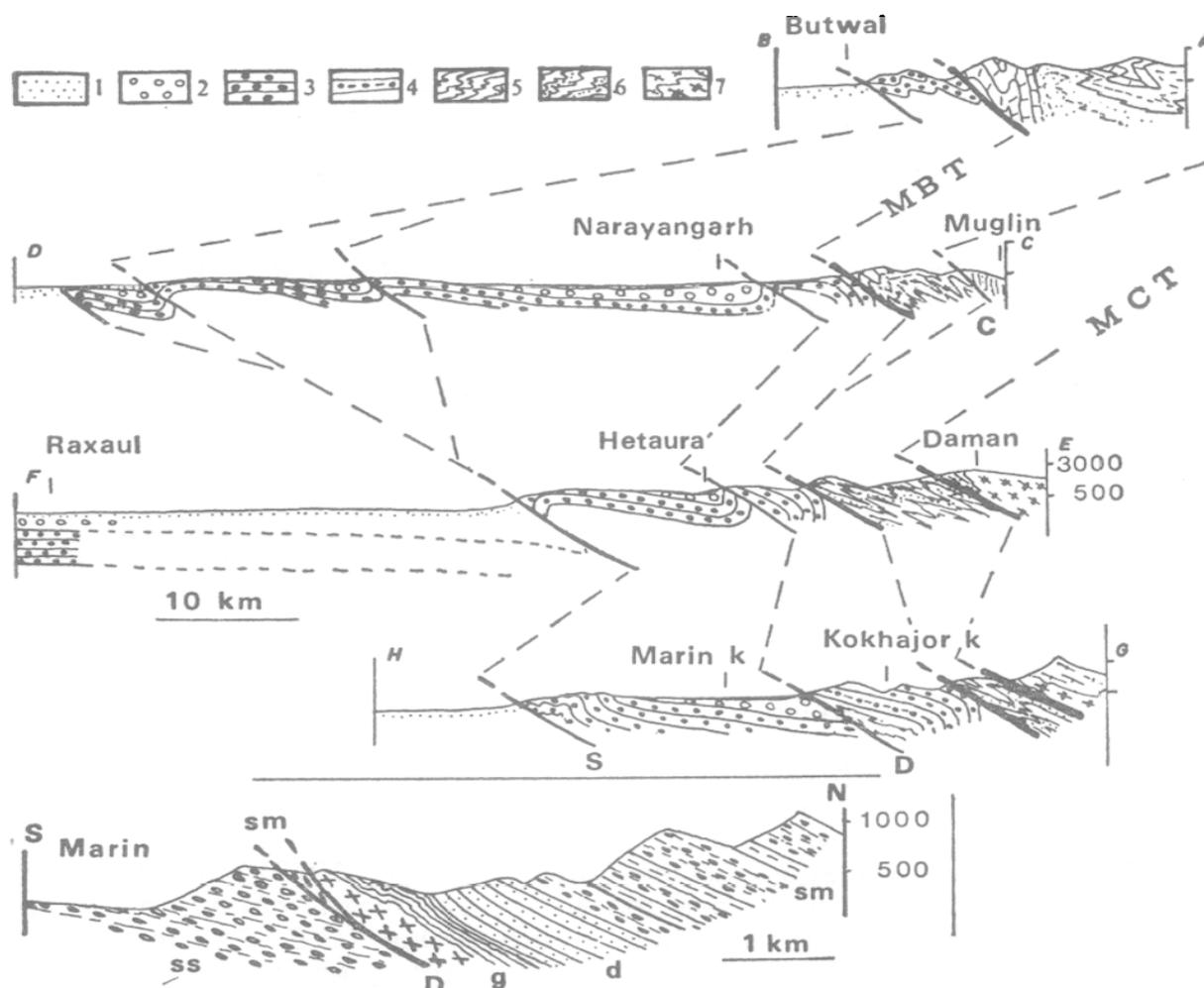


Fig. 2 (en haut) : Coupes méridiennes dans les Siwaliks du Népal central (selon les tracés indiqués sur la figure 1). - 1. Alluvions du Terai (Quaternaire récent); 2. Siwaliks supérieurs; 3. Siwaliks inférieurs et moyens; 4. Substratum des Siwaliks (Murees ou Darmsala); 5. Séries du Moyen Pays inférieur; 6. Séries du Moyen Pays supérieur (Chail-Kuncha); 7. Dalle du Thibet. - C. chevauchement de l'unité de Kuncha. - D : chevauchement des Duns. - S : chevauchement des Siwaliks.

Fig. 3 (en bas) : Le substratum des Siwaliks et le chevauchement des Duns rive droite de la Marin Khola. - Abréviations : d : grès de Darmsala ou Murees ; g : dolérites ; sm : Siwaliks inférieurs-moyens ; ss : Siwaliks supérieurs.

des reliefs et il n'est conservé qu'à l'état de lambeaux perchés au-dessus de niveaux d'érosion ou de terrasses alluviales plus récents. Les emboîtements de forme ne sont bien développés qu'au débouché des grandes vallées sur le versant méridional de cette ligne de reliefs.

2. **Au sud, un faisceau de crêts domine le Terai** (700 à 900 m d'altitude environ). Ces crêts, à regard sud, ont des formes très nettes, beaucoup moins émoussées que les reliefs des Siwaliks septentrionaux. La régularité de ces reliefs taillés dans les dépôts molassiques gréso-pélitiques des Siwaliks moyens est rompue lorsqu'affleurent

les conglomérats des Siwaliks supérieurs. Dans ce cas, les crêtes sont remplacés par des alignements de pyramides dissymétriques séparées par des ravins profonds, encombrés de blocs et de galets.

3. **Entre ces deux lignes de reliefs, une dépression centrale étirée W-E** (300 m d'altitude environ). Dans cette région basse, un modelé de pyramides déchiquetées, souvent élaboré à partir de la dissection d'un glacier supérieur qui mord sur les reliefs bordiers, s'oppose aux surfaces planes des glaciers et des terrasses des duns (Hetaura, Narayangarh).

## II. LES MATERIAUX ET LEUR DEFORMATION

Trois grands groupes de matériaux sont visibles dans les Siwaliks du Népal central : les dépôts des Siwaliks proprement dits, le substratum qui a été observé pour la première fois au Népal, les dépôts post-Siwaliks.

### 1. La série des Siwaliks

Le terme de Siwalik vient de la région des Siwaliks Hills située près de Hardwar (N.E. de Delhi) où ont été récoltés les premiers vertébrés fossiles. Il désigne une série détritique continentale - sauf en Assam où existent des passées marines (S.K. Acharya, 1973) - épaisse de 4 000 à 8 000 m. L'âge de ces matériaux va du Miocène moyen au Pleistocène moyen. Cet ensemble a été divisé (G.E. Pilgrim, 1910) sur des bases essentiellement lithostratigraphiques et sédimentologiques en Siwaliks inférieurs et Siwaliks moyens essentiellement gréseux et pélitiques, et en Siwaliks supérieurs essentiellement conglomératiques. Sur des bases paléontologiques (G.E. Pilgrim, 1913, 1917), on a distingué les étages Kamlial et Chinji qui correspondent aux Siwaliks inférieurs, Nagri et Dhok Patan correspondant approximativement aux Siwaliks moyens, et enfin Tatrot, Pinjor et Boulder Conglomerate correspondant aux Siwaliks supérieurs. Les correlations avec les stratotypes européens sont délicates. La base de la formation Chinji se situerait à environ 15,5 M.A. (G.D. Johnson, 1977), la base de la formation Nagri aurait un âge de 10,2 M.A. (J. Barnd et al., 1978) et celle de la formation Dhok Patan 8,6 M.A. (J. Barnd et al., 1978). La limite Tatrot-Pinjor se situerait entre 1,8 et 3 M.A. (H.M. Keller et al., 1977). Au Népal, les distinctions proposées par les différents auteurs (J.B. Auden, 1935, A. Lombard, 1958, P. Bordet, 1961, T. Hagen, 1959, K.W. Glennie et M.A. Ziegler, 1964, M. Itihara et al., 1972) reposent seulement sur des critères lithologiques mais les rares découvertes paléontologiques (R.M. West et al., 1978) paraissent les confirmer. Dans la région étudiée, deux grandes séries peuvent être séparées.

a) **A la base des grès et des conglomérats** (Siwaliks inférieurs et/ou moyens). Au nord, affleure une série essentiellement gréseuse assimi-

lable aux Siwaliks inférieurs ou moyens (2). La séquence type se compose de conglomérats (quartzites de différents faciès, gneiss) à galets et blocs, conglomérats à graviers, grès quartzofeldspathiques à stratifications obliques courbes, grès fins à laminations, pélites rouges ou grises laminées ou massives, parfois bioturbées, et pouvant contenir des lentilles charbonneuse, pélites à nodules carbonatés de plus en plus abondants vers le haut. Les directions de provenance du matériau varient entre N 330° et N 40°. L'organisation sédimentaire suggère une mise en place par des rivières de type braided divagant sur de larges cônes de déjection.

Les faciès varient latéralement. A l'ouest de la région étudiée, les conglomérats sont rarissimes et affleurent toujours en bancs peu épais et discontinus. Ils deviennent de plus en plus abondants vers l'ouest (confluence de la Bagmati et de la Kokhajor) où ils représentent les restes d'un cône de déjection épais de plus de 100 m qui affleure dans la vallée de la Kokhajor. Ce cône n'est pas en relation avec une vallée actuelle. Ces conglomérats qui furent assimilés aux Siwaliks supérieurs (T. Hagen, 1959) sont bien interstratifiés dans les formations de base de la série Siwalik. Dans le paysage, cette épaisse accumulation conglomératique apparaît en creux par rapport aux séries gréseuses.

Au sud de la dépression centrale et en bordure du Teraï, les crêts sont taillés dans des matériaux assimilables par leur faciès aux Siwaliks moyens typiques. La séquence type est très proche de celle décrite précédemment. Les conglomérats sont beaucoup moins abondants et jamais on n'a observé d'amas conglomératique épais, les zones à fin de séquence constituées par des termes charbonneux sont fréquents (vallée de la Sakti Khola par exemple). Les apports proviennent également du nord. Les sédiments observés représentent des faciès plus distaux que ceux qui ont été décrits au nord. Les faciès de plaine d'inondation et les sédiments mis en place par des rivières méandriques sont relativement abondants.

**b) Les conglomérats des Siwaliks supérieurs.** Ces conglomérats affleurent dans la dépression centrale et localement sur les reliefs méridionaux dominant le Teraï. Leur couleur ocre orangée contraste avec la couleur grise des grès sous-jacents. La série débute par une alternance de bancs de conglomérats à petits galets et de bancs de sable et de limons argileux rouge-orangés ; ce faciès correspond à ce que l'on range classiquement dans l'étage Tatrot. Progressivement, les termes conglomératiques prennent de l'importance et la série devient de plus en plus grossière vers le haut.

Régionalement, on remarque des variations de faciès importantes. Dans la vallée de la Bakaya Khola, la série est moins grossière. même dans la partie supérieure de la série, alors que dans la région d'Hetaura les Siwaliks supérieurs débutent brusquement par des bancs conglomératiques épais entrelardés de lentilles sableuses parsemées de gros blocs.

(2) Au cours de notre dernière mission, nous avons récolté de nombreux échantillons de feuilles fossiles non encore déterminées et de rares fossiles de vertébrés. Ces derniers, trouvés au nord de Narayangarh, sont étudiés par H. Thomas (Museum) ; ils se rattacheront à la faune de l'étage Nagri.

On retrouve dans les conglomérats des Siwaliks supérieurs des galets de quartzites de même nature que ceux que l'on observe dans les séries sous-jacentes mais aussi des galets de grès provenant des terrains Siwaliks affleurant au nord, des galets de grès provenant du substrat des Siwaliks entaillé par les affluents de rive droite de la Marin et des galets de gneiss et de granite à tourmaline issus des reliefs situés dans le haut pays, au nord du bassin de Kathmandu. Ces sédiments ont été accumulés en cônes de déjection coalescents issus des principales vallées. Les premiers apports sont canalisés dans les creux synclinaux en cours de formation alors que vers le haut de la série, cette canalisation est de moins en moins sensible. A l'échelle de l'affleurement les Siwaliks supérieurs reposent en concordance sur les terrains sous-jacents, alors qu'à l'échelle régionale on observe des légères discordances.

## **2. Le substratum des dépôts Siwaliks affleure exceptionnellement.**

Il n'est visible que sur le versant nord de la Marin Khola. Immédiatement sous les grès des Siwaliks moyens ou inférieurs, affleure une série de grès roses en petits bancs décimétriques à stratifications obliques courbes passant vers le bas à des grès verts fortement lithifiés. Ces matériaux sédimentaires assimilables par leur faciès aux Murees (ou Darmsala), reposent sur des dolérites. Celles-ci chevauchent vers le sud des matériaux Siwaliks (fig. 3).

## **3. Les dépôts post-Siwaliks (Younger deposits, younger gravel, Dun deposits des différents auteurs).**

Sous ce vocable sont rassemblés les dépôts du Pléistocène moyen et supérieur. Il s'agit des couvertures alluviales des terrasses situées le long des rivières et dans les duns, et aussi des matériaux accumulés en cônes de déjection coalescents très aplatis qui forment la plaine du Teraī, au sud des Siwaliks. Dans les Siwaliks les terrasses alluviales sont en nombre variable mais on observe toujours, dans les duns et à leur périphérie, une haute terrasse située entre 60-70 m et une centaine de mètres au-dessus du lit actuel des rivières. La nappe alluviale est constituée de galets et de blocs de grès, quartzites, granites et diverses roches métamorphiques ; ce matériau est profondément altéré et fortement rubéfié près de la surface (sol fersialitique). Localement, cette haute terrasse se raccorde latéralement à des glacis d'érosion. L'épaisseur de la couverture alluviale varie régionalement. Dans le dun de Narayargarh, elle est de l'ordre de 20 à 30 m alors que le long des rivières situées à l'est d'Hetaura, hors de l'influence du dun, elle n'est que de quelques mètres (3 à 5). Un autre niveau alluvial altéré est présent 40 à 50 m en contrebas, puis on passe aux nappes alluviales à matériau frais. La composition pétrographique ne semble pas varier d'une nappe à l'autre et leur épaisseur est toujours très faible en dehors du dun de la Rapti. Dans les gorges qui traversent les reliefs septentrionaux ou qui longent le Mahabharat, les terrasses sont de très

faible étendue et leur géométrie est très variable d'un secteur à l'autre. La nappe alluviale qui les compose est constituée de matériau fluviatile, de matériau torrentiel et de coulées boueuses ; pour l'essentiel elles sont liées au réaménagement, par les rivières, de cônes torrentiels ou d'éboulements.

Au sud des Siwaliks, sur la plaine du Teraī, les rivières réentaillent en basses terrasses le matériau quaternaire accumulé en cônes de déjection. L'épaisseur des sédiments post-Siwaliks atteint 270 m au nord de Birgang (T. Shibasaki et al., 1971).

#### 4. La déformation du matériau

A l'échelle régionale, cette déformation se caractérise par la succession du nord au sud de plis déversés fréquemment limités, sur leur flanc sud, par des failles chevauchantes (fig. 2). A l'échelle de l'affleurement, les formations Siwaliks (inférieurs, moyens, supérieurs) sont intensément fracturées. Les fractures les plus nombreuses sont à jeu inverse soit cohérent avec le fonctionnement du chevauchement bordier (M.B.T.) et donc à regard nord, soit antithétiques et donc à regard sud. A l'affleurement, on note en général quelques fractures à regard nord dont le rejet peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres et espacés de 0,5 à 1 m, et de très nombreuses fractures antithétiques dont le rejet est millimétrique et l'espacement décimétrique.

Dans les sédiments ces déformations se traduisent, surtout au voisinage du M.B.T., par l'apparition d'une schistosité fruste dans les séquences pélitiques, et par la formation de galets impressionnés et de zones de galets éclatés et cisailés dans les lits conglomératiques.

Ces structures ont pu être reconnues dans les séries du Moyen Pays, à proximité du M.B.T. Là, elles sont superposées aux structures antérieures liées à l'évolution du M.C.T. décrites par M. Brunel et al., (1979).

A l'échelle des Siwaliks, la fracturation n'est pas répartie uniformément. Les fractures sont plutôt organisées en « couloirs » de déformation qui caractérisent :

- les abords de la zone de chevauchement bordier (M.B.T.) ;
- une zone de chevauchement intra-siwaliks ou chevauchement des duns ;
- la zone frontale ou chevauchement frontal des Siwaliks. Le long de cet accident, les terrains Siwaliks viennent en translation sur les dépôts quaternaires du Teraī (T. Hagen, 1956).

A ces zones de chevauchement correspondent les accidents topographiques majeurs.

Des fractures subverticales existent également. Elles sont orientées de N 00 à N 070 avec un maximum à N 030. Elles présentent parfois des cannelures horizontales suggérant un jeu décrochant souvent sénestre.

### III. CONCLUSION : LES GRANDS TRAITES DE L'EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE : DES SIWALIKS DU NEPAL CENTRAL

Les reliefs dominants situés au nord sont les premiers à apparaître, liés au jeu du M.B.T. Au fur et à mesure de leur surrection, ils sont entaillés par les vallées des rivières issues du Mahabharat et de la Haute Chaîne, ce que suggère la composition pétrographique des dépôts conglomératiques Siwaliks supérieurs. Au cours de la mise en place du matériau Siwalik, la déformation compressive se poursuit et influence la sédimentation ; les dépôts de base des Siwaliks supérieurs (Tatrot) sont peu différents de certains sédiments des Siwaliks moyens et sont canalisés dans les synclinaux en cours de formation. Progressivement les dépôts deviennent de plus en plus grossiers et tendent à transgresser les structures sous-jacentes (au sud et au sud-est d'Hetaura par exemple). Cette série sédimentaire inverse, proximale et syntectonique est la marque d'une surrection des reliefs. L'ensemble de la sédimentation Siwaliks enregistre cette surrection et indique un « rapprochement » des reliefs lié au jeu chevauchant.

Ce jeu tectonique va de pair avec le développement de phénomènes de glaciplanation qui ont pour niveau de base local le fond des duns. Au même moment, se mettent en place les principaux affluents autochtones des rivières allochtones issues des reliefs himalayens septentrionaux. L'édification des terrasses alluviales est corrélative de la constitution de ce réseau mais la faible épaisseur de la couverture alluviale contraste avec l'importance des dépôts du Pléistocène post-siwalik supérieur accumulés dans le Teraï. **Les Siwaliks sont un piémont en voie de destruction, au contraire du Teraï.** Toutefois, au sein des Siwaliks il faut faire une place à part aux grands duns où l'épaisseur des dépôts quaternaires post-Siwaliks correspond à des secteurs de déformation « souple » (Narayangarh). L'érosion est bien plus active dans les secteurs de chevauchement.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ACHARYYA (S.K.), 1973 : Stratigraphy and structure of the frontal zone of Darjeeling Western Duars area with special reference to the Gondwana sediments, Ph. D. Thesis, Univ. of Calcutta, 193 p.
- AUDEN (J.B.), 1935 : Traverses in the Himalaya, Geol. Surv. India Rec. 69, pp. 123-167.
- BARND (J.), JOHNSON (N.M.), JOHNSON (G.D.), 1978 : The magnetic polarity stratigraphy and age of the Siwalik group near Dhok Patan village, Patwar Plateau, Pakistan, Earth and Planet. Sc. Let. 41, pp. 355-364.
- BORDET (P.) : Recherches géologiques dans l'Himalaya du Népal, région de Makulu, Ed. C.N.R.S., Paris, 275 p.
- BRUNEL (M.), COLCHEN (M.), LE FORT (P.), MASCLE (G.), PECHER (A.), 1979 : Structural analysis and tectonic evolution of the Central Himalaya of Nepal, in Structural Geology of the Himalaya, P.S. Saklani ed., Delhi, pp. 247-264.
- GLENNIE (K.W.) et ZIEGLER (M.A.), 1964 : The Siwalik Formation in Nepal, 22<sup>e</sup> Cong. Geol. Int., Delhi, vol. 15, pp. 82-95.

- HAGEN (T.), 1956 : Über eine Überschiebung der Tertiäre Siwaliks über das rezentes Ganges Alluvium in Ostnepal, Geogr. Helvetica, 5, pp. 217-219.
- HAGEN (T.) : Über den geologischen Bau des Nepal-Himalayas, Jb. St Gall Natur. Ges. 76, pp. 3-48.
- ITIHARA (M.), SHIBASAKI (T.) et MIYAMOTO (N.), 1972 : Photogeological survey of the Siwalik Ranges and the Terai Plain, Southeastern Nepal, J. of Geosciences, Osaka City Univ. 15 (4), pp. 77-98.
- JOHNSON (G.D.), 1977 : Paleopedology of Ramapithecus-bearing sediments, North India, Geol. Rundsch. 66, pp. 192-216.
- KELLER (H.M.), TAHIRKHELLI (R.A.K.), MIRZA (M.A.), JOHNSON (G.D.), JOHNSON (N.M.), OPDYKE (N.D.), 1977 : Magnetic polarity stratigraphy of the Upper Siwalik deposits, Pabbi Hills, Pakistan, Earth and Planet. Sc. Let. 36, pp. 187-201.
- LOMBARD (A.), 1958 : Un Itinéraire géologique dans l'est du Népal (Massif du Mont Everest), Mem. Soc. Helv. Sci. Nat. 82, pp. 1-107.
- PILGRIM (G.E.), 1910 : Preliminary note on a revised classification of the Tertiary freshwater deposits of India, Geol. Surv. India Rec. 40, pp. 185-205.
- PILGRIM (G.E.), 1913 : The correlation of the Siwaliks with mammal horizons of Europe, Geol. Surv. India Rec. 42, pp. 264-326.
- PILGRIM (G.E.), 1917 : Preliminary note on some recent mammalian collection from the basal beds of Siwaliks, Geol. Surv. India Rec. 48, pp. 98-101.
- SASTRI (V.V.), BHANDARI (L.L.), RAJU (A.T.R.) et DATTA (A.K.), 1971 : Tectonic framework and subsurface stratigraphy of the Ganga Basin, Journ. Geol. Soc. India 12 (3), pp. 222-233.
- SHIBASAKI (T.) et MIYAMOTO (N.), 1971 : Groundwater resources and development in Birganj area of the Terai Plain, Nepal, Report of U.N.D.P./F.A.O., 57 p.
- WEST (R.M.), LUKACS (J.R.), MUNTHE (J.) et HUSSAIN (S.T.), 1978 : Vertebrate fauna from Neogene Siwalik Group, Dang Valley, Western Nepal, J. of Paleont. vol. 52 (5), pp. 1015-1022.

## DISCUSSION

M. R. COQUE remarque que les formations Siwaliks sont très épaisses, ce qui suppose l'érosion de hauts reliefs alors que dans cette communication, comme dans celle de M. Fort, on souligne la jeunesse du volume montagneux.

M. G. HERAIL : L'épaisseur de l'accumulation indique qu'il y a eu érosion d'une importante tranche de matériau rocheux sans que les reliefs aient été très élevés. La sédimentation Siwalik est corrélative de la surrection et du « rapprochement » des reliefs.

M. O. DOLLFUS fait remarquer que, aujourd'hui, le Mahabharat fournit plus de matériau aux torrents et rivières que la Haute Chaîne.

M. R. COQUE demande s'il existe réellement des glaciaires d'érosion dans les Siwaliks et M. J. Demangeot s'interroge sur le contexte climatique et biogéographique dans lequel ils se seraient élaborés.

M. G. HERAIL : On observe bien localement des surfaces d'aplanissement tronquant les matériaux Siwaliks et légèrement inclinés vers les « duns » ; ces surfaces se raccordent parfois à des dépôts de hautes terrasses alluviales. Dans l'état actuel de la recherche, on ne peut rien dire du contexte bioclimatique de leur élaboration. Il semble bien, par contre, que le dépôt des matériaux Siwaliks se soient faits dans un milieu tropical ou subtropical (d'après les études polliniques effectuées par Y.K. Mathur).