

CARTE ÉCOLOGIQUE DU NÉPAL

III : RÉGION KATHMANDU - EVEREST 1/250 000

J. F. DOBREMEZ

INTRODUCTION	18
I - METHODE D'ETUDE ET DE CARTOGRAPHIE	18
II - PRINCIPAUX CARACTERES GEOGRAPHIQUES	19
III - TABLEAU GENERAL DE LA VEGETATION	25
IV - ANALYSE FLORISTICO-ÉCOLOGIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX	25
V - CONCLUSION	29

Résumé. - La carte écologique de la région Kathmandu-Everest au 1/250 000 couvre la plus grande partie du Népal central, région qui offre une coupe complète du pays de la frontière indienne à la frontière du Tibet chinois, de 300 m à plus de 8 500 m d'altitude. L'analyse phytogéographique détaillée, dont seule une synthèse est donnée ici, a permis de décrire 10 étages de végétation et 46 formations végétales, du Tropical inférieur au Nival. La délimitation des unités cartographiées (zones isopotentielle) tient compte non seulement des caractères floristiques mais aussi des caractères géographiques, écologiques et humains du milieu.

Zusammengassung. - Die ökologische Karte des Gebietes Kathmandu-Everest am massstab 1/250 000 entspricht dem grösseren Teil Mittelnepals, das ein ganzes Durschnitt des Landes bietet, von der indischen Grenze bis zum chinesischen Tibet, zwischen 300 und mehr als 8 500 Meter u. M. Der ausführliche pflanzengeographische Beitrag, der hier nur zusammengefasst wird, beschreibt 10 Vegetationsstufen und 46 Phytozönosen, von der tropischen bis zur nivalen Stufe. Die Begrenzung der dargestellten Einheiten (isopotenzieller Zonen) achtet zugleich auf den floristischen, geographischen, ökologischen und menschlichen Charaktern.

Riassunto. - La carta ecologica della regione Kathmandu-Everest alla scala 1/250 000 copre la piu gran parte del Nepal centrale, regione che offre una sezione completa del paese, dalla frontiera indiana alla frontiera del Tibet cinese, da 300 m a piu di 8 500 m di altitudine. L'analisi fitogeografica minuta, di cui soltanto una sintesi e data qui, ha permesso di descrivera 10 piani di vegetazione e 46 formazioni vegetali, del tropicale inferiore al nivale. La delimitazione delle unita cartografiate (zone isopotenziali) tiene conto non soltanto dei caratteri floristici, ma anche dei caratteri geografici, ecologici e umani dell'ambiente.

Summary. - The ecological map of Kathmandu - Everest area, scale 1/250 000, covers the whole central Nepal between India and Tibet. Natural vegetation is distributed in 46 types of vegetation and in 10 vegetation belts. Floristic composition, ecological, geographical and human data are wed to divide the area in " zones isopotentielle".

INTRODUCTION

Poursuivant la cartographie écologique systématique du territoire népalais, entreprise dans le cadre d'une Recherche Coopérative sur Programme du Centre National de la Recherche Scientifique, nous présentons la deuxième feuille au 1/250 000. Cette carte propose un découpage du milieu en zones écologiques isopotentielles qui intègrent dans la mesure du possible tous les facteurs du milieu : physiques, biotiques et anthropiques.

La région cartographiée recouvre environ 25 000 km², son altitude varie de 300 m environ à la frontière indienne à 8 848 m (au sommet du Mont Everest sur la frontière du Tibet chinois) ; elle offre donc une coupe Nord-Sud complète du pays. Cette immense amplitude altitudinale, la plus forte du monde, permet de distinguer une dizaine d'étages de végétation et une cinquantaine de zones écologiques différentes.

Cette notice indique le mode de découpage du milieu naturel et analyse les caractères floristiques et écologiques (climat, géographie, sol, ..) de chaque unité cartographiée. Les caractères anthropiques bien que largement utilisés pour délimiter les zones écologiques sont exposés rapidement. Une note complémentaire ethnologique est publiée par ailleurs dans la série des "Cahiers Népalais" par la Recherche Coopérative sur Programme n° 253 " Ecologie et Géologie de l'Himalaya central ".

Les groupements tropicaux et alpins seront analysés de façon plus détaillée dans la notice des deux prochaines cartes écologiques : Terai central au 1/250 000 et Vallée de Langtang au 1/50 000. En effet, la feuille Kathmandu-Everest ne comporte qu'une zone tropicale restreinte qui ne permet pas de représenter tous les phénomènes, particulièrement d'occupation humaine ; d'autre part l'échelle de 1/250 000 est beaucoup trop petite pour offrir une analyse précise des variations écologiques à haute altitude.

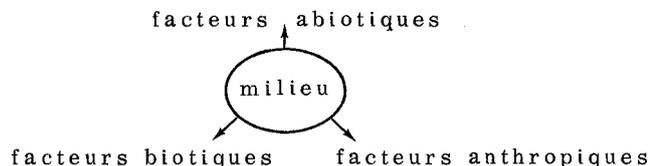
Pour ne pas alourdir le texte de nombreuses références seront faites à trois ouvrages synthétiques parus récemment : Forests of Nepal (STANTON) ; Bibliographie du Népal, volume Botanique (DOBREMEZ, VIGNY, WILLIAMS) et Mise au point d'une méthode cartographique d'études des montagnes tropicales . Le Népal, écologie et phytogéographie (DOBREMEZ). Ces ouvrages sont analysés à la fin de la présente notice.

I.- METHODES D'ETUDE ET DE CARTOGRAPHIE

Depuis 1969 nous avons à cinq reprises parcouru pendant un temps plus ou moins long le centre du Népal. En 1970 nous avons passé cinq mois (juin, juillet, août, novembre et décembre) dans la zone couverte par la carte Kathmandu - Everest.

Malgré les difficultés de communication, le réseau de nos observations est beaucoup plus dense dans les régions d'altitude que dans le Mahabharat. Cela tient en grande partie au fait que les conditions écologiques, plus variables en haute altitude qu'à moyenne altitude, nécessitent une étude plus approfondie de la montagne.

Comme dans la première carte écologique du Népal, région Annapurna-Dhaulagiri, nous avons essayé de traduire sous forme cartographique le plus grand nombre de données écologiques. Nous employons la notion déjà exposée de " zone écologique isopotentielle " en nous basant sur le schéma suivant qui rend compte de la valeur synthétique de notre notion de milieu :



c'est-à-dire que nous avons analysé systématiquement l'ensemble des facteurs écologiques qui forment le milieu. Ils se répartissent dans les trois grandes rubriques suivantes :

- facteurs abiotiques (éléments physiques) : altitude, pente, exposition, hydromorphie, climat, roche-mère, sol, ..

- facteurs biotiques (éléments vivants) : faune, flore, écosystèmes, associations animales et végétales, ..

- facteurs anthropiques (éléments humains) : densité de population, groupes ethniques, comportements sociaux, culturels et religieux, systèmes agro-sylvo-pastoraux, ..

La synthèse de toutes ces données, l'observation de leurs variations, la définition de limites et de fourchettes pour chacune d'entre elles, en particulier pour celles qui ont une importance prépondérante, permet de délimiter des zones à l'intérieur desquelles les facteurs écologiques présentent une certaine stabilité. Ce sont ces zones qui sont cartographiées, chacune avec une couleur particulière.

Bien entendu, les éléments biotiques, en particulier les associations végétales, sont dans la plupart des zones les facteurs les plus faciles à percevoir ; ce sont eux qui ont servi à travers les limites. C'est la raison pour laquelle le système de nomenclature des zones écologiques est basé sur la formation végétale caractéristique. Cela cependant ne doit pas faire oublier qu'il ne s'agit que d'un moyen d'éviter une longue paraphrase qui donnerait la composition écologique exacte de chaque parcelle de territoire de la même façon que le nom d'un étage géologique recouvre en réalité des notions de stratigraphie, de paléontologie, de paléogéographie, de lithologie.

Chaque zone est représentée par une teinte propre, selon le code écologique des couleurs de GAUSSEN. Elle permet de donner une image des principaux traits écologiques (température, humidité, hydromorphie, ..).

La présente notice ainsi que la note complémentaire ethnologique est simplement destinée à fournir des précisions sur le contenu exact de chaque zone écologique.

II.- PRINCIPAUX CARACTERES GEOGRAPHIQUES

a. Situation et éléments morphologiques

La carte Kathmandu-Everest recouvre environ 25 000 km² du Centre Népal (fig. 1) entre 84°30' E et 87° E.

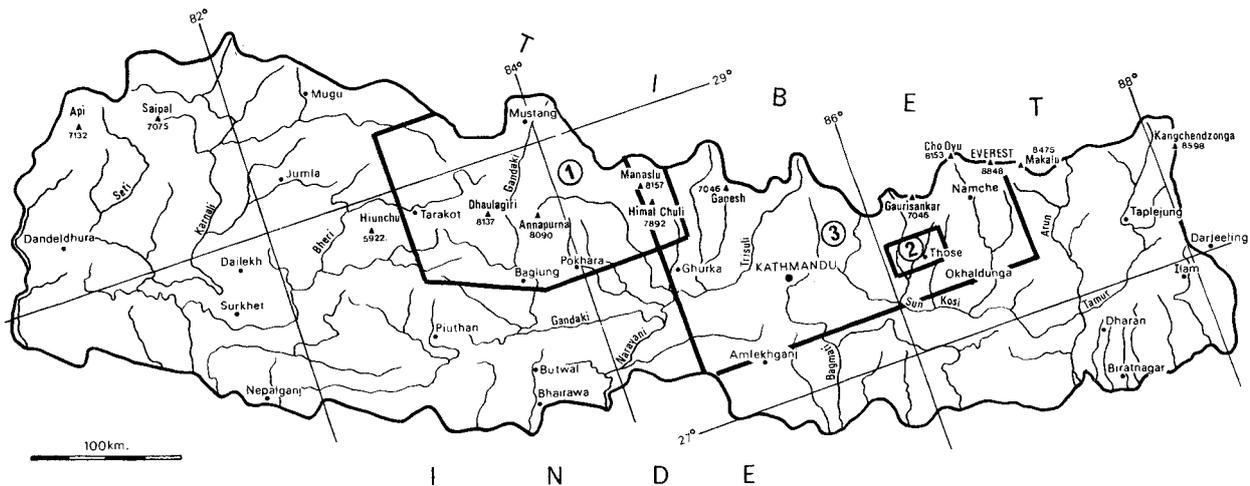


Fig. 1 - Cartes écologiques du Népal publiées : 1 - Annapurna-Dhaulagiri 1/250 000 ; 2 - Jiri-Thodung 1/50 000 ; 3 - Kathmandu-Everest 1/250 000.

Elle offre une coupe méridienne de l'ensemble du Népal entre la frontière indienne à moins de 300 m et la frontière chinoise du Tibet qui atteint 8 848 m au Mont Everest. Elle recouvre tous les éléments longitudinaux de l'Himalaya népalais. Du Sud au Nord :

- Le Terai dont seule une petite partie apparaît sur la carte dans les environs de Bikhna Thori. C'est une plaine basse, 300 m environ, formée par des cailloutis torrentiels en grande partie encore couverts de forêts.

- Les collines des Churia ou Siwalik. Elles atteignent à peine 1 000 m ici ; elles sont formées d'éléments détritiques. C'est une région très boisée, peu habitée, au relief très disséqué par de nombreux torrents.

- La vallée de la Rapti. Ses caractères sont tout à fait comparables à ceux du Terai. L'altitude est plus basse encore. Les rivières s'étalent largement. La forêt est souvent défrichée -phénomène récent- et cède parfois la place, dans les endroits les plus caillouteux, à des groupements herbacés xérophiles.

- Le Mahabharat Lekh. C'est une série de collines assez lourdes dont les points culminants - près de 2 500 m- sont formés par une barre de granite dur. La densité de population est assez faible et très hétérogène. De grandes zones de forêts alternent avec des régions très habitées.

- La vallée de Kathmandu, centre historique, politique et culturel du pays. Avec sa très forte densité de population, elle occupe à 1 400 m d'altitude environ une position clé dans le centre du Népal.

- Les flancs des grands massifs. Entre 1 000 et 2 000 m d'altitude, la population - cartes népalaises et groupes de langues tibéto-birmanes- est très dense. Le milieu naturel est très transformé ; les forêts sont très rares.

- Les grands massifs. Du Manaslu à l'Ouest à l'Everest à l'Est, quelques-uns des plus grands massifs de l'Himalaya sont présents sur la carte : Manaslu 8 156 m, Himal Chuli 7 892 m, Ganesh Himal 7 406 m, Langtang Lirung 7 246 m, Gauri Shankar 7 145 m, Cho Oyu 8 153 m, Everest 8 848 m, Lhotse 8 501 m. De 2 000 à 4 000 m, la plupart des versants sont couverts de forêts. La pluviosité est variable suivant les expositions.

- Les vallées internes. Quelques rivières pénètrent profondément au coeur des massifs : Buri Gandaki, Shiar Khola, Langtang, Rolwaling, Dudh Kosi. Certaines même les contournent. Le climat est en général beaucoup plus sec que sur les versants exposés au Sud. La population, peu dense, est de langue et de culture tibétaines.

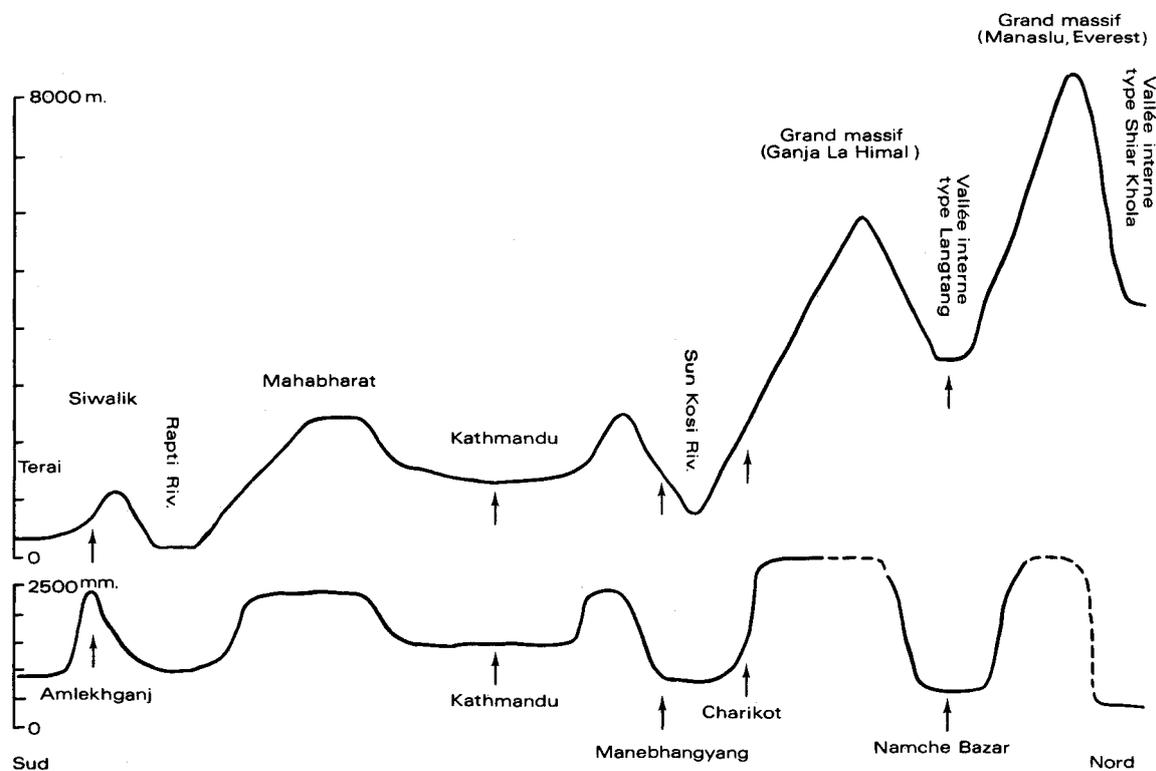


Fig. 2 - Coupes topographique et pluviométrique schématisiques de l'Himalaya népalais au niveau de Kathmandu. Les flèches indiquent la position des stations de mesures climatiques (fig. 3 à 7) par rapport aux reliefs.

b. Climat

Dans les parties les plus basses la température moyenne annuelle est de l'ordre de 25° avec des maxima absolus supérieurs à 45° au mois de mai. Le gradient thermique moyen est de 0,55°/100 m. Il varie beaucoup au cours de l'année ; il peut atteindre 1°/100 m avant la mousson et descend généralement à 0,40°/100 m pendant l'été humide. Il ne gèle généralement pas au-dessous de 2 000 m.

Kathmandu, en raison de sa position dans une cuvette, connaît 28 jours de gel en moyenne malgré sa faible altitude. En hiver le gradient thermique entre le fond de la vallée et les sommets qui l'entourent est inverse, - 0,08° en décembre.

La pluviosité varie, dans le centre du Népal, de 500 mm à 3000 mm/an (Fig. 2). Les isohyètes sont grossièrement calquées sur les courbes de niveau. En effet, les reliefs jouent un rôle d'écran pour les pluies. Les versants sud sont plus arrosés que les versants nord. Les grandes vallées sont particulièrement peu arrosées. Certaines parties de la Sun Kosi reçoivent moins de 1 000 mm de pluie par an. Les vallées internes, surtout en arrière du Manaslu et du Ganesh Himal ont certainement une pluviosité inférieure à 500 mm/an.

Dans toutes les stations, la plus forte partie de la pluviosité tombe pendant la mousson de mai à septembre. La saison sèche longue de 7 à 8 mois à basse altitude est interrompue en haute altitude et à proximité des reliefs par des pluies d'hiver d'origine orographique.

La neige peut tomber à partir de 2 000 m. Les chutes sont presque toujours tardives, après le 15 février. A 3 000 m la neige peut persister pendant trois mois. A 4 000 m la neige fond vers le 15 mai.

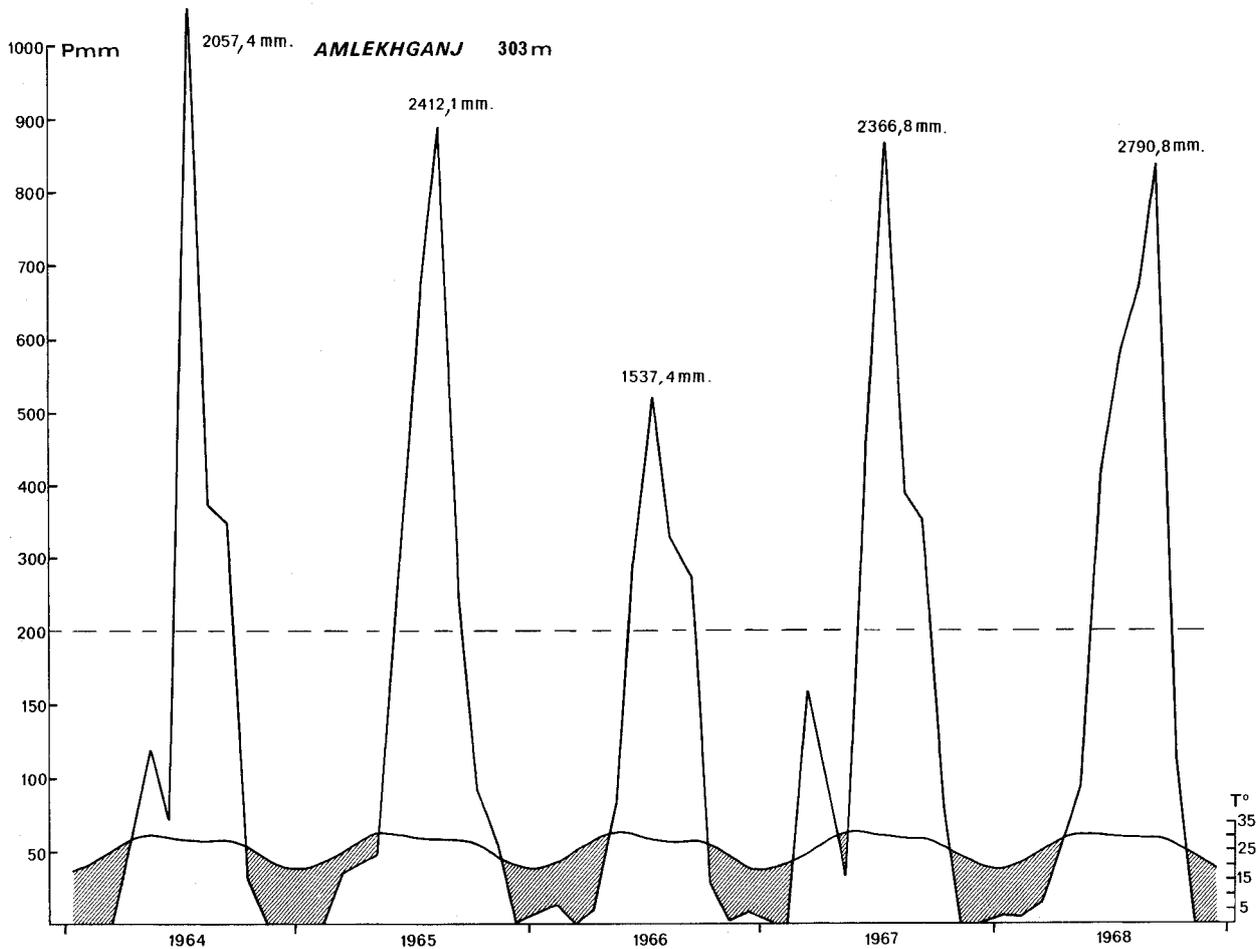


Fig. 3 - Diagrammes ombrothermiques de Amlekhganj.

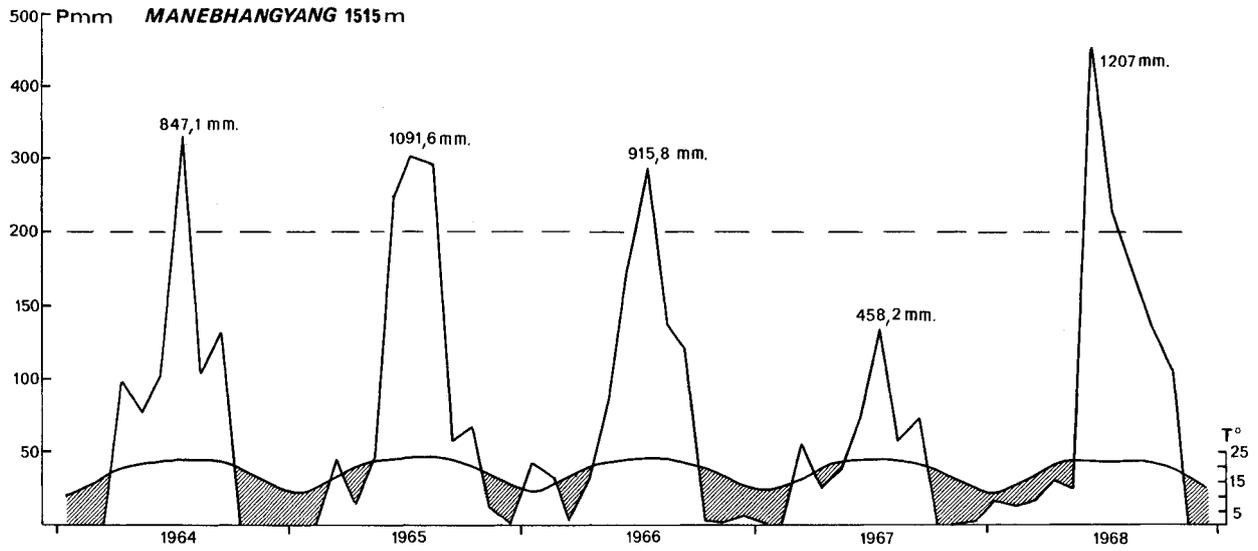


Fig. 4 - Diagrammes ombrothermiques de Manebhangyang.

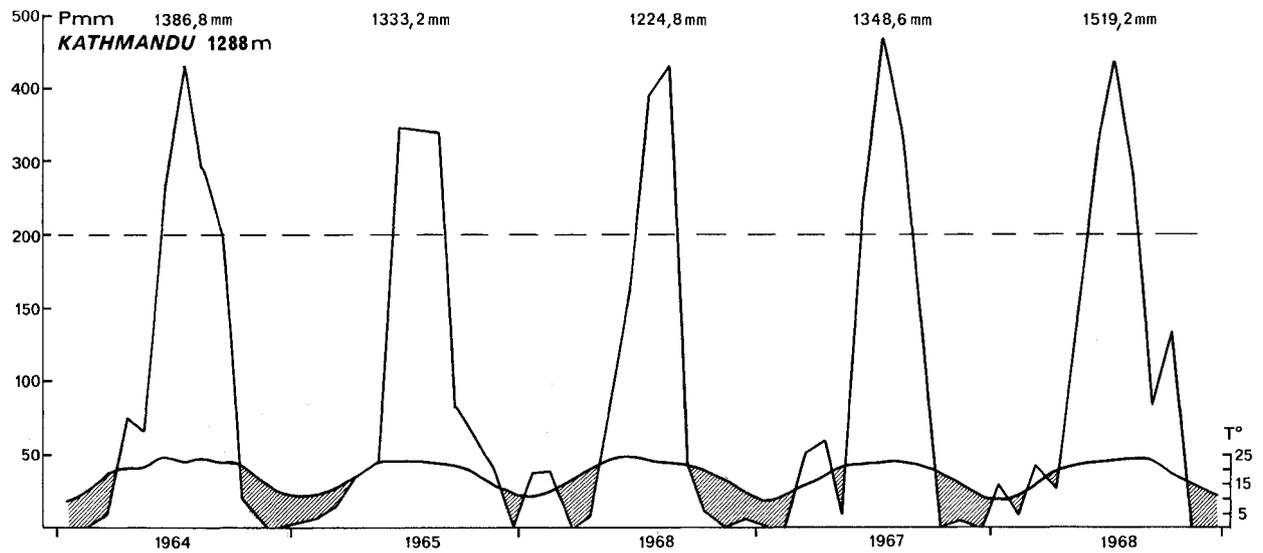


Fig. 5 - Diagrammes ombrothermiques de Kathmandu.

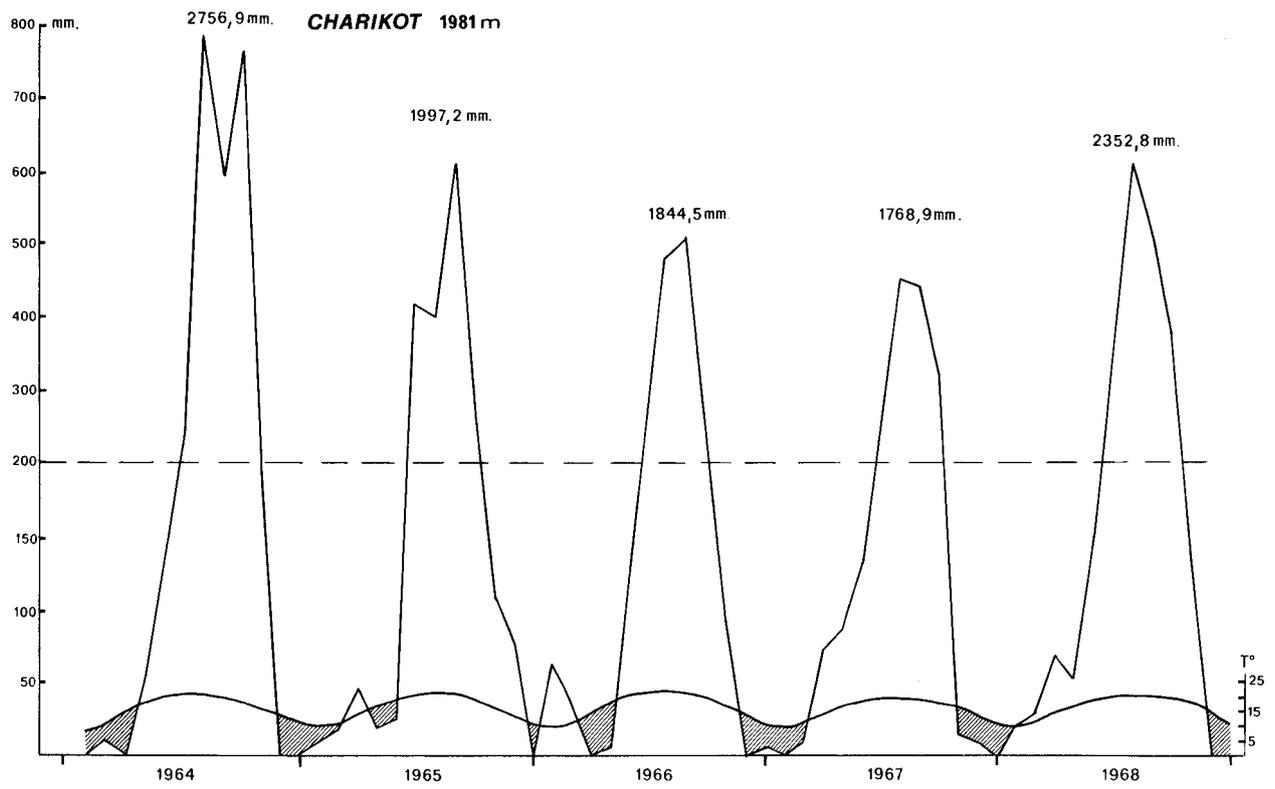


Fig. 6 - Diagrammes ombrothermiques de Charikot.

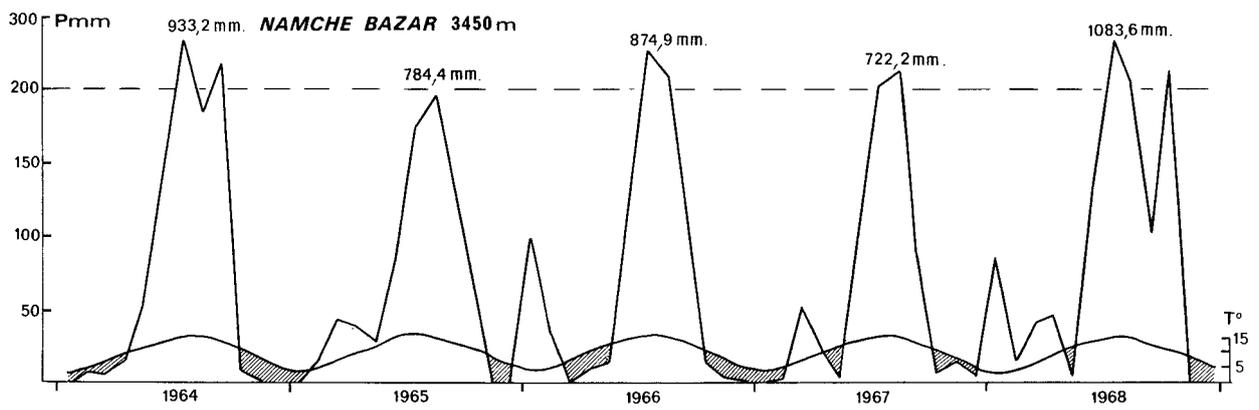


Fig. 7 - Diagrammes ombrothermiques de Namche Bazar.

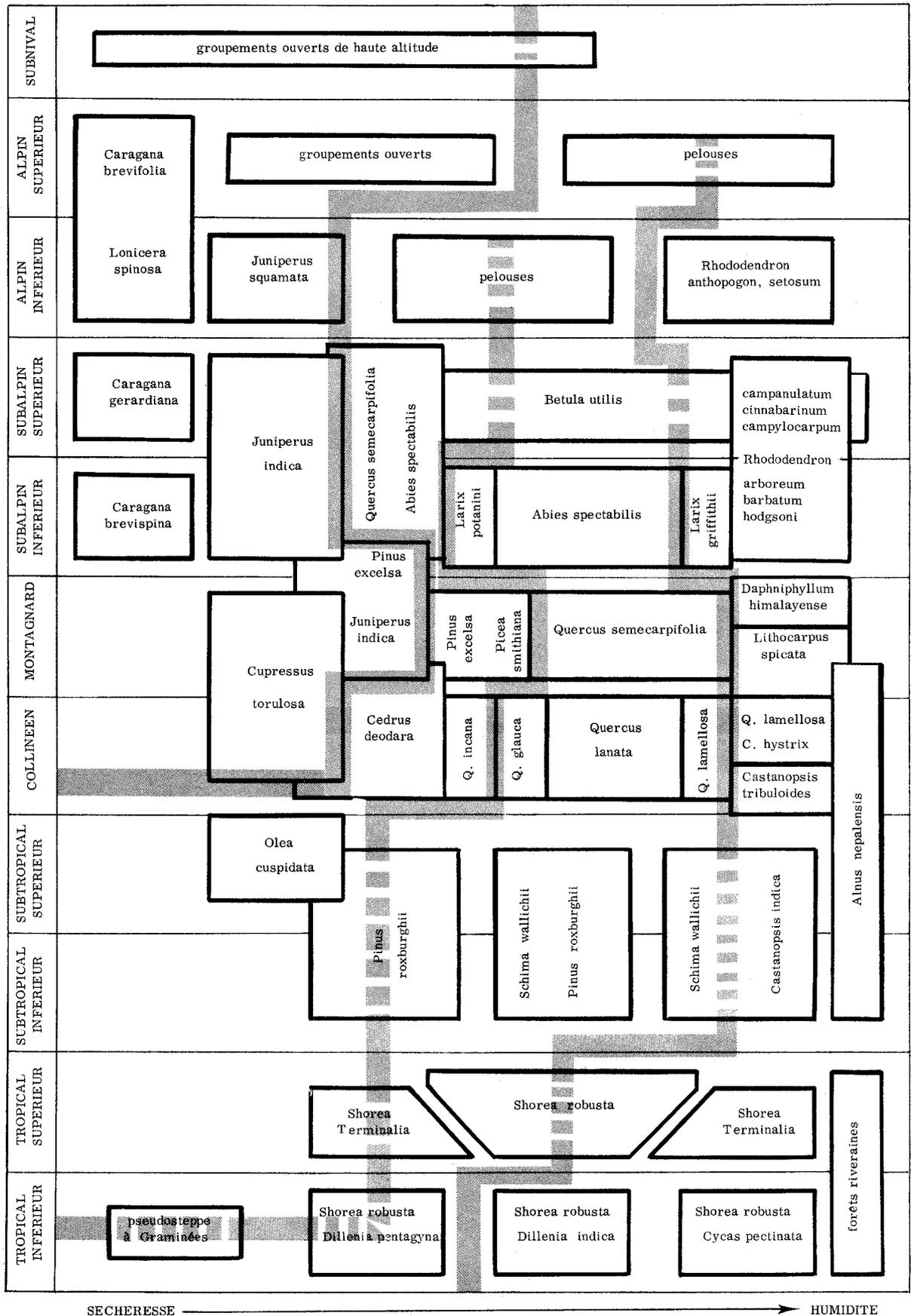


Fig. 8 - Disposition schématique des groupements végétaux népalais. Les limites en grisé correspondent aux quatre domaines phytogéographiques du Népal. De gauche à droite : nord-ouest, ouest, centre et est népalais.

III.- TABLEAU GENERAL DE LA VEGETATION

Nous ne reviendrons pas sur les notions d'étage de végétation et de formation végétale appliquées à l'étude de la végétation népalaise. Elles ont été longuement discutées par ailleurs (DOBREMEZ 1972). La nomenclature et l'homologie avec les successions altitudinales de végétation des Alpes sont exposées dans le même ouvrage.

Afin de simplifier la présentation des zones écologiques de la carte Kathmandu-Everest nous donnons dans la figure 8 un tableau général des étages et des types de végétation du Népal. Les relations altitudinales et latitudinales (gradient d'humidité) sont indiquées par la position respective de chaque type de végétation.

IV.- ANALYSE FLORISTICO-ECOLOGIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX

a. Etage tropical inférieur

L'étage tropical inférieur s'étend en altitude jusqu'à 500 m environ. Il est strictement localisé dans les plaines du Terai et de la Rapti. La répartition de la végétation est surtout fonction des caractères du sol.

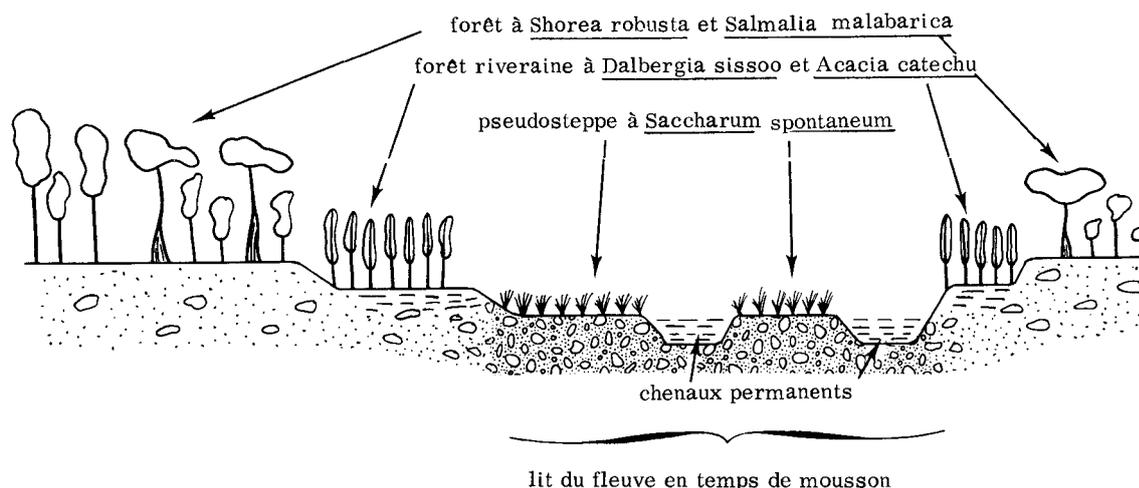


Fig. 9 - Distribution schématique de la végétation dans le Terai.

- Forêt de plaine à *Shorea robusta* et *Dillenia pentagyna*. Elle forme un groupement assez dense, riche en espèces ; les arbres atteignent 30 à 35 m de hauteur. Les strates arborescentes inférieures et arbustives sont denses. La strate herbacée est faible. La forêt est très hétérogène et les espèces dominantes varient beaucoup d'un point à un autre.

Espèces caractéristiques : *Shorea robusta*, *Salmalia malabarica*, *Anogeissus latifolia*, *Adina cordifolia*, *Dillenia indica*, *Mitragyna parvifolia*, *Bauhinia valhii* (liane), *Spathobolus roxburghii* (liane).

- Forêt riveraine à *Shorea robusta* et *Duabanga sonneratioides*. Les petits ravins des Siwaliks sont couverts d'une végétation très dense qui profite de l'humidité du sol et de l'humidité atmosphérique toujours assez fortes. La strate herbacée est toujours très dense.

Espèces caractéristiques : *Duabanga sonneratioides*, *Macaranga denticulata*, *M. pustulata*, *Mallotus philippinensis*.

- Pseudosteppe sur graviers à grandes Graminées. Le lit d'inondation des grandes rivières du Terai est occupé par une formation herbacée haute, "l'herbe à éléphants".

Espèces caractéristiques : *Saccharum spontaneum*, *Phragmites kharka*, *Imperata cylindrica*.

- Forêt riveraine de plaine à *Acacia catechu* et *Dalbergia sissoo*. La plupart des rivières sont bordées de peuplements très denses, souvent monospécifiques d'*Acacia* ou de *Dalbergia* installés sur les graviers consolidés.

b. Etage tropical supérieur

L'étage tropical supérieur s'étend de 500 à 1 000 m environ. Sa limite supérieure est marquée de façon très nette par la disparition de *Shorea robusta*, arbre caractéristique des étages tropicaux. A la limite supérieure, la température moyenne annuelle est de 20° à 21°.

Pour des raisons géomorphologiques (pentes, versants) et climatiques (pluviométrie plus forte que dans la plaine), les sols soumis à des alternances de pluie et d'assèchement sont fortement rubéfiés, alors que les sols du Terai sont généralement gris, peu évolués.

- Forêt à *Shorea robusta* et *Terminalia tomentosa* (faciès Siwalik). Les Siwalik sont couverts d'une forêt claire.

Espèces caractéristiques : *Shorea robusta*, *Terminalia tomentosa*, *T. belerica*, *Pinus roxburghii*, *Eugenia jambolana*, *Semecarpus anacardium*.

- Forêt à *Shorea robusta*. Les rares espaces non utilisés pour les cultures dans le Mahabharat conservent une forêt tropicale très dégradée dans laquelle il ne subsiste pratiquement que *Shorea robusta*, réduit à la taille d'un petit arbre (7 à 10 m) et sévèrement ébranché par les habitants.

- Forêt riveraine à *Shorea robusta* et *Mimosa rubicaulis*. Au bord des rivières, généralement encaissées, la forêt tropicale s'enrichit en espèces hygrophiles.

Espèces caractéristiques : *Mimosa rubicaulis*, *Pandanus furcatus*, *Salmalia malabarica*.

c. Etage subtropical inférieur

Les étages subtropicaux inférieur et supérieur, situés entre 1 000 et 2 000 m d'altitude environ, ont des caractères floristico-écologiques très voisins. Du point de vue géographique et humain aussi leur unité est indéniable ; cependant en raison de la grande amplitude altitudinale et de l'apparition vers 1 500 m de nombreux éléments floristiques tempérées, il est logique de distinguer deux étages de végétation.

Dans l'ordre d'hygrophilie croissante, on peut distinguer quatre formations végétales caractéristiques.

- Forêt xérophile à *Pinus roxburghii*. Espèces caractéristiques : *Pinus roxburghii*, *Phyllanthus emblica*, *Semecarpus anacardium*.

- Forêt mésoxérophile à *Pinus roxburghii* et *Schima wallichii*. Espèces caractéristiques : *Pinus roxburghii*, *Schima wallichii*, *Helicia nilagirica*, *Myrica esculenta*, *Erythrina suberosa*, *Maesa macrophylla*.

- Forêt mésohygrophile à *Schima wallichii* et *Castanopsis indica*. Espèces caractéristiques : *Schima wallichii*, *Castanopsis indica*, *Engelhardtia spicata*, *Myrsine capitellata*, *Saurauja nepalensis*.

- Forêt hygrophile à *Schima wallichii*, *Lagerstroemia parviflora*. Espèces caractéristiques : *Lagerstroemia parviflora*, *Melia azidarach*, *Alnus nepalensis*, *Cedrela toona*, *Albizia mollis*, *Sapium insigne*, *Oroxylum indicum*, *Trichila connaroides*.

Tous ces groupements, sauf en partie le dernier qui est surtout riverain, ont été entièrement défrichés par l'homme. La zone subtropicale à très forte densité humaine est la zone de culture du riz. Les forêts subtropicales sont extrêmement rares.

d. Etage subtropical supérieur

A partir de 1 500 m apparaît un certain nombre d'espèces tempérées telles : *Rhododendron arboreum*, *Lyonia ovalifolia*, *Castanopsis tribuloides*, *Quercus glauca*, *Q. incana*, *Q. lanata*. Elles sont caractéristiques de l'étage subtropical supérieur dans lequel on retrouve les quatre groupements du subtropical inférieur.

e. Etage collinéen de l'Himalaya

L'étage collinéen de l'Himalaya dont la base correspond à la limite supérieure des brouillards de mousson s'étend de 2 000 m environ jusqu'à 2 600 m d'altitude.

En raison de la forte pluviosité et de la nébulosité, c'est une zone peu habitée, utilisée seulement en été comme zone de pâturage par les habitants des étages subtropicaux.

- Forêt mésophile à *Quercus lanata*. *Quercus lanata*, en compagnie de *Rhododendron arboreum*, *Lyonia ovalifolia*, *Myrica esculenta*, *Meliosma dilleniifolia*, couvre tous les versants peu arrosés de l'étage collinéen.

Quercus incana, surtout abondant dans l'Ouest du Népal, forme par endroits des groupements presque purs, tout à fait comparables aux groupements à *Quercus lanata*.

- Forêt mésophile à *Quercus lanata* et *Pinus excelsa*. Bien que surtout montagnard, *Pinus excelsa* descend très souvent jusqu'à 1 500 m d'altitude. Dans la région de Jiri et dans celle de Kathmandu, il envahit le groupement précédent, peut-être sous l'influence du pâturage. Les feuilles de Chênes en effet servent de fourrage pour le bétail.

- Forêt mésohygrophile à *Quercus glauca*. *Quercus glauca* pousse dans tout l'étage collinéen. Dans certaines positions privilégiées comme l'entrée des grandes vallées himalayennes, il forme des groupements autonomes purs. Espèces caractéristiques : *Quercus glauca*, *Betula alnoides*, *Quercus oxyodon*, *Q. acutissima*, *Prinsepia utilis*, *Sarcococca hookeriana*.

- Forêt mésohygrophile à *Castanopsis tribuloides*. A partir de la Sun Kosi, vers l'Est, la partie inférieure de l'étage collinéen est dominée par des Lauraceae et des Fagaceae. Espèces caractéristiques : *Castanopsis tribuloides*, *C. hystrix*, *Camellia kissi*, Lauraceae pl. sp., *Symplocos* pl. sp.

- Forêt hygrophile à *Quercus lamellosa*. Toutes les parties très pluvieuses ou très humides de l'étage collinéen sont couvertes d'une forêt très dense et très riche en espèces hygrophiles et en épiphytes. Espèces caractéristiques : *Quercus lamellosa*, *Lithocarpus spicata*, *Gaultheria fragrantissima*, *Carpinus viminea*. Dans la base de l'étage les Lauraceae et les *Symplocos* sont très nombreux. Par endroits, *Daphniphyllum himalayense*, espèce est-himalayenne, et *Symplocos ramosissima* forment des forêts pures.

Les sols de toutes les formations collinéennes sont de type brun plus ou moins lessivé suivant l'hygrophilie du milieu. Toutes les forêts sont utilisées en été comme lieu de pâturage de même que les forêts de l'étage montagnard.

f. Etage montagnard de l'Himalaya

Entre 2 600 et 3 100 m environ s'étend une zone très humide et très nébuleuse en temps de mousson. C'est l'étage montagnard. De très nombreuses espèces sont communes à l'étage montagnard et à l'étage collinéen qui forment ensemble une zone tempérée.

- Forêt à *Pinus excelsa*. *Pinus excelsa* est particulièrement répandu dans les grandes vallées internes peu arrosées : Dudh Kosi, Langtang, Buri Gandaki. Il forme des forêts assez denses, riches en espèces de Conifères et de feuillus. Espèces caractéristiques : *Pinus excelsa*, *Tsuga dumosa*, *Taxus baccata*, *Acer caudatum*, *A. acuminatum*, *A. stachyophyllum*, *Deutzia staminea*, *Prinsepia utilis*. Dans la Buri Gandaki, la forêt contient aussi *Picea smithiana* qui atteint au Sud-Est du Ganesh Himal son extrême limite orientale.

- Forêt à *Quercus semecarpifolia*. *Quercus semecarpifolia* forme une ceinture continue sur les flancs Sud des grands massifs ; selon l'humidité la composition floristique de la Chênaie montagnarde est assez variable. La densité des épiphytes en particulier est très différente d'une région à l'autre. Espèces caractéristiques : *Quercus semecarpifolia*, *Ilex dipyrrena*, *Rhododendron arboreum*, *Lyonia ovalifolia*, *Corylus ferox*, *Magnolia campbelli*, *Gaultheria fragrantissima*, *Colquhounia coccinea*, *Elsholtzia fruticosa*, *Sarcococca hookeriana*, *Daphne papyracea*. Les sols de l'étage montagnard sont tous de type podzolique sauf dans les formations les plus sèches.

g. Etage subhimalayen inférieur (subalpin de l'Himalaya)

Entre 3 100 et 3 600 m le Sapin, *Abies spectabilis*, forme une ceinture continue sur les flancs sud des massifs. C'est l'étage subhimalayen inférieur. Dans les vallées internes dont la pluviométrie est inférieure à 750 mm/an, le Sapin ne peut pousser.

- Steppe xérophile à *Ephedra gerardiana* et *Caragana brevispina*. La steppe véritable n'existe que dans la haute Buri Gandaki et dans la Shiar Khola où la pluviométrie n'excède sans doute pas 500 mm/an. C'est un groupement très bas (40 à 50 cm), riche en espèces herbacées. Les arbustes caractéristiques ne couvrent pas plus de 10 % de la surface. Espèces caractéristiques : *Ephedra gerardiana*, *Caragana brevispina*, *Rosa sericea*, *Rhododendron cowaniamum*, *Rh. lepidotum*, *Berberis mucrifolia*.

- Lande mésoxérophile à *Caragana nepalensis*. Sur les versants Sud de la vallée de Langtang pousse une lande climacique que l'on ne peut assimiler à une véritable steppe étant donné la densité et la hauteur, 2 m à 2,50 m, des arbustes qui la composent. Espèces caractéristiques : *Caragana nepalensis*, *Elsholtzia fruticosa*, *Aster albescens*, *Cotoneaster microphylla*, *Rhododendron lepidotum*.

- Forêt xérophile à *Larix potanini*. Dans la Shiar Khola, les Mélèzes forment à la limite pluviométrique (500 mm de pluie par an) de la végétation forestière des forêts très claires avec une strate herbacée très dense. Espèces caractéristiques : *Larix potanini*, *Rosa sericea*, *Rhododendron lepidotum*.

- Forêt à *Abies spectabilis*. Sur les flancs Sud des massifs la composition floristique de la Sapinière est assez constante. Espèces caractéristiques : *Abies spectabilis*, *Acer caudatum*, *A. caesium*, *Rhododendron arboreum*, *Rh. barbatum*, *Taxus baccata*. Dans les endroits un peu secs (pluviométrie inférieure à 1 000 mm/an) les Genévriers arborescents, *Juniperus indica*, *J. recurva*, occupent une place importante dans le groupement. Le long des rivières et torrents des vallées internes, *Populus ciliata*, *Betula alnoides* et *Hippophae salicifolia* remplacent parfois la Sapinière.

- Faciès à Mélèzes et problème des Mélèzes himalayens. Dans la Buri Gandaki (extrême limite occidentale du genre en Asie), la Shiar Khola, le Langtanget sur les flancs sud du Ganesh Himal la Sapinière comporte toujours une certaine proportion de Mélèzes. Suivant les conditions écologiques, ces Mélèzes ont une morphologie un peu différente. Dans les endroits secs (pluviométrie inférieure à 750 mm/an) les arbres ont des cônes petits (3 à 5 cm), dressés sur des rameaux horizontaux. Dans les endroits humides les cônes sont plus gros (7 cm) dressés sur de longs rameaux pendants. Il s'agit là sans doute de deux espèces différentes décrites sous le nom de *Larix potanini* au Yunnan et de *Larix griffithiana* au Sikkim.

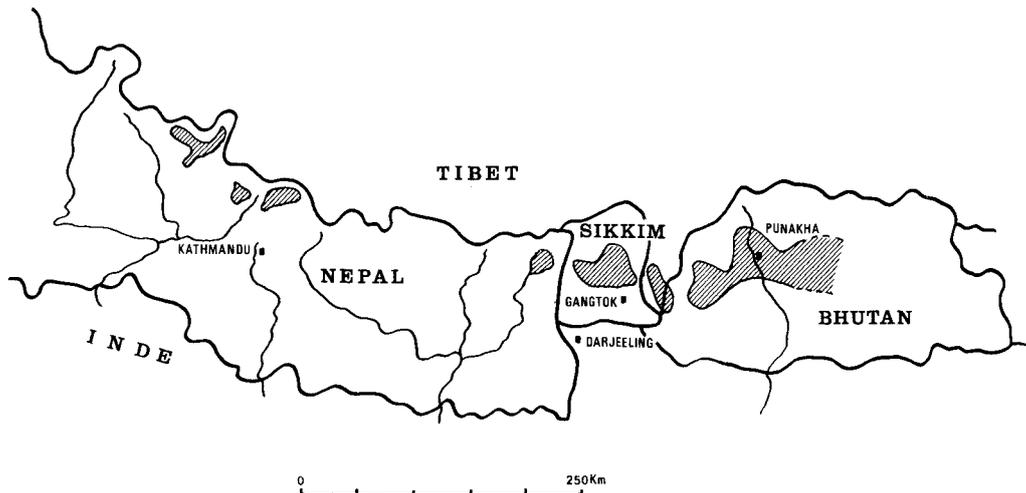


Fig. 10 - Répartition des Mélèzes dans l'Himalaya central. Les individus orientaux sont tous des *Larix griffithiana*. Les individus du Népal central appartiennent sans doute aux deux espèces *L. potanini* et *L. griffithiana*.

- Forêt hygrophile à *Rhododendron barbatum* et *Rh. cinnamomeum*. Dans les régions les plus humides (pluviométrie supérieure à 2 000 mm/an) les Sapins disparaissent et il ne subsiste de la Sapinière qu'une formation très dense de *Rhododendron*. Les arbres atteignent 7 à 10 m, leur ombre est extrêmement épaisse, leurs feuilles forment un humus brut très épais.

h. Etage subhimalayen supérieur (subalpin de l'Himalaya)

La limite thermique de la végétation se situe vers 4 000 m dans le centre du Népal. De 3 600 à 4 000 m le Bouleau, *Betula utilis*, caractérise l'étage subhimalayen supérieur.

- Steppe xérophile à *Caragana gerardiana*. La steppe à *Caragana gerardiana* relaie en altitude la steppe à *Caragana brevispina*. Leurs caractères écologiques sont tout à fait comparables. Espèces caractéristiques : *Caragana gerardiana*, *Artemisia sacrorum*, *A. maritima*.

- Forêt à *Betula utilis* et *Rhododendron campanulatum*. La composition floristique de la forêt à la limite de la végétation forestière est assez constante. Espèces caractéristiques : *Betula utilis*, *Rhododendron campanulatum*, *Sorbus foliolosa*, *Acer caudatum*, *Lonicera angustifolia*. Le Bouleau disparaît parfois, sans doute du fait de l'action humaine. *Rhododendron campanulatum* forme alors une brousse très dense. Dans les positions sèches, *Juniperus indica* et *J. recurva*, comme dans la Sapinière, occupent une place importante.

Les forêts de l'étage subalpin sont souvent détruites pour augmenter la surface des pâturages d'altitude. Les steppes et les forêts claires des vallées internes sont des terrains de parcours pour le bétail, d'autant plus que les habitations permanentes montent dans ces vallées à près de 4 000 m.

i. Etage himalayen inférieur (alpin de l'Himalaya)

Au-dessus de la limite de la forêt de 4 000 à 4 500 m, l'étage himalayen inférieur est riche en arbustes, principalement *Rhododendron*, *Juniperus*, *Cotoneaster*, *Lonicera*; suivant les conditions climatiques, humidité ou sécheresse, les landes sont dominées plutôt par les *Rhododendrons* ou plutôt par les *Genévriers*.

j. Etage himalayen supérieur (alpin de l'Himalaya)

Au-dessus de 4 500 m les arbustes disparaissent peu à peu. Les pelouses ont des compositions floristico-écologiques extrêmement variables; la limite de la végétation n'excède pas 5 000 m sur les

versants sud des massifs, mais au Nord du Manaslu, vers la frontière du Tibet chinois, les végétaux atteignent 5 500 m et parfois un peu plus. L'étage himalayen est évidemment une zone de pâturage parcourue en été par les animaux qui montent des hautes et des moyennes vallées du Népal.

V.- CONCLUSIONS

La carte écologique Kathmandu-Everest 1/250 000 est particulièrement intéressante du fait qu'elle offre, en une coupe complète du pays, tous les biotopes caractéristiques du Népal central. Les relations spatiales entre les différents écosystèmes sont ainsi faciles à comprendre.

L'échelle réduite ne permet cependant pas de représenter les phénomènes d'occupation humaine ni la variété écologique des zones de haute altitude. Les cartes suivantes tenteront de pallier ces inconvénients.

La carte Kathmandu-Everest offre une image précise de la végétation du domaine phytogéographique centre-népalais qu'elle recouvre presque entièrement.

Des données écologiques, floristiques et historiques complémentaires sur la végétation du Népal sont contenues dans les trois ouvrages analysés ci-après.

° °

STAINTON, J.D.A. (1972). - *Forests of Nepal*. - London, John Murray, in 8°, 181 p., fig., carte h.t., 156 phot. coul.

Dernier des grands "chasseurs de plantes", dans la tradition des KINGDON-WARD, LUDLOW, SHERRIFF, Adam STAINTON fournit dans un volume richement et merveilleusement illustré les résultats de plus de vingt expéditions au Népal. Depuis 1954, date de sa première mission dans l'Ouest du Népal en compagnie de L.H.J. WILLIAMS et de W.R. SYKES, il a parcouru chaque année l'Himalaya du Cachemire à l'Assam. Il est l'homme qui connaît le mieux la flore et la végétation de la grande chaîne asiatique. L'ouvrage comporte trois parties qui présentent successivement les grandes divisions géographiques et climatiques du pays, les types de forêts et la distribution des espèces arborescentes et arbustives. Trente cinq formations forestières et arbustives sont analysées en détail du point de vue floristique et géographique. Elles sont replacées dans la nomenclature de l'ouvrage classique de H.G. CHAMPION : *Preliminary survey of forest types in India and Burma* (1936). Des comparaisons nombreuses avec la végétation du Kumaon et de l'Assam permettent de comprendre la place de chaque groupement dans l'Himalaya. Les affinités et la distribution de plus de 300 espèces sont décrites avec précision. Les nombreuses photographies en couleurs sont une aide précieuse pour tous les botanistes qui s'intéressent aux montagnes de l'Asie. Ce livre, sous une forme condensée, représente une des plus importantes contributions à la connaissance botanique de l'Himalaya.

DOBREMEZ, J.F., VIGNY, F., WILLIAMS, L.H.J. (1972). - *Bibliographie du Népal*. - Vol. 3, Sciences Naturelles, t. 2, Botanique. - C.N.R.S., Paris, in 4°, 126 p., fig., phot.

Par sa conception et son contenu, cette bibliographie embrasse un vaste domaine qui ne se restreint pas à la Botanique au sens strict et qui s'adresse à un éventail de public plus large et plus varié. La partie analytique est particulièrement importante et permet de faire le point exact des connaissances sur la Botanique de l'Himalaya Central (du Kumaon au Bhutan).

Cet ouvrage comprend sept parties : - l'introduction expose les méthodes de recherches bibliographiques et retrace les grandes étapes de la découverte botanique du Népal ; - la deuxième partie due à des auteurs népalais, fait le point actuel de la recherche et de l'enseignement de la Botanique au Népal ; - la troisième partie est une bibliographie signalétique classique. Elle rassemble près de huit cents références recouvrant tous les domaines de la Botanique classique, mais aussi d'autres domaines, tels l'Ecologie, la Phytogéographie, l'Ethnobotanique. Chaque référence est suivie d'une courte analyse ; - la quatrième partie est une bibliographie analytique. Elle reprend les références de la troisième partie mais classées en une vingtaine de rubriques différentes ; pour chacune d'elles est indiqué l'état actuel des connaissances ; - la cinquième donne la liste de tous les herbiers du monde qui contiennent du matériel provenant de l'Himalaya central ; - de la même façon, la sixième partie est une liste de tous les Jardins Botaniques qui cultivent des plantes de cette région ; - la septième partie rassemble les noms de tous les botanistes qui ont collecté des plantes au Népal depuis 1801.

Un index des anonymes, un index des noms d'auteurs et un index des titres de revues facilitent l'utilisation de la bibliographie. Cet ouvrage est publié en français et en anglais.

DOBREMEZ, J. F. (1972).- Mise au point d'une méthode cartographique d'études des montagnes tropicales. Le Népal, écologie et phytogéographie.- Thèse, Grenoble, 373 p., 180 fig., 25 tabl., carte coul.

A l'heure où quatre cartes écologiques du Népal sont déjà publiées par le même auteur, l'ouvrage de J. F. DOBREMEZ offre une première synthèse de l'écologie de ce pays. Une introduction rapide retrace l'historique des recherches françaises dans l'Himalaya et le déroulement des recherches de l'auteur.

La deuxième partie, " le milieu népalais " (p. 17 à 139) est consacrée à une brève analyse des facteurs écologiques : orographie et topographie, géologie, sol, flore, hommes. Le climat est étudié en détail, compte tenu de son importance pour les êtres vivants ; 75 pages lui sont réservées. Chacun des facteurs du climat est analysé en fonction de son importance écologique. Les gradients thermiques ont une variabilité très forte au cours de l'année, ce qui pourrait expliquer la grande amplitude de certains étages de végétation. Une carte en couleurs à très petite échelle montre la répartition d'une vingtaine de bioclimats différents.

La troisième partie indique la méthode utilisée pour l'étude du milieu himalayen. L'auteur démontre que la cartographie écologique basée sur la notion de zone isopotentielle est sans doute la voie la plus rapide pour parvenir à une connaissance synthétique d'un milieu peu connu, ce qui est le cas de la plupart des pays en voie de développement. L'utilisation de tous les facteurs écologiques, physiques, biotiques et humains, permet de pallier, dans une certaine mesure, la relative pauvreté des connaissances floristiques, handicap certain pour une étude phytogéographique. L'auteur est amené aussi à défendre le point de vue selon lequel l'appréciation des facteurs du milieu par un naturaliste expérimenté n'est pas aussi subjective que d'aucuns le prétendent, et à critiquer l'abus des techniques statistiques dont se rendent coupables trop d'écologistes.

La partie relative à " la végétation et son écologie " occupe 140 pages qui présentent en détail les caractères floristico-écologiques d'une cinquantaine de groupements végétaux répartis en 10 étages de végétation. L'auteur reconnaît six unités écologiques supérieures : les zones tropicale, subtropicale, tempérée, subalpine, alpine et steppique, et quatre unités phytogéographiques : les domaines ouest nord-ouest, centre et est-népalais. Les relations entre ces unités qui correspondent à des approches différentes du milieu sont discutées et aboutissent à une tentative d'homologation des successions altitudinales de végétation des Alpes et de l'Himalaya.

Dans une dernière partie (p. 303- 327) intitulée "l'Homme et les relations Homme - milieu naturel", sont jetées les bases d'une écologie des groupes ethniques. L'auteur aborde cette étude par le biais de l'utilisation et de la transformation du milieu naturel et des techniques agro-sylvo-pastorales.

Cet ouvrage n'est qu'une première synthèse et il pose plus de questions qu'il n'en résoud. Cependant il a l'avantage de tracer les grandes lignes de l'écologie himalayenne et de proposer un modèle d'étude des montagnes tropicales, ouvrant une voie pour des études phytogéographiques et écologiques précises



Note annexe

LA R. C. P. 253 ET LES RECHERCHES FRANÇAISES
DANS L'HIMALAYA

Dès 1953 et 1954 des chercheurs ont accompagné les expéditions françaises au Makalu et au Jannu. A partir de 1960, C. JEST, Ethnologue, a fait à plusieurs reprises de longs séjours dans les communautés de langue tibétaine du Nord-Ouest du Népal.

En 1965, le Centre National de la Recherche Scientifique jugea le moment venu d'étayer les tentatives individuelles par un effort scientifique collectif en créant la Recherche Coopérative sur Programme n° 65. En 1970 une nouvelle R. C. P. était créée, la R. C. P. 253 "Ecologie et Géologie de l'Himalaya central" (responsable C. JEST). L'accent était mis à la fois sur l'étude du milieu et sur l'aspect coopératif des recherches. Les lignes de force de la nouvelle formation sont l'écologie, la géologie et la géomorphologie, l'ethnologie.

Actuellement plus d'une vingtaine de chercheurs participent aux travaux.

GEOLOGIE

P. BORDET, Directeur de Recherches, C.N.R.S., Paris

J.M. REMY, Professeur, Université de Montpellier

M. COLCHEN, Université de Paris VI

P. LEFORT, C.R.P.G., Nancy

A. PECHER, Université Grenoble I

Les recherches se déroulent à la fois dans le moyen pays népalais et dans la zone tibétaine. Plusieurs ouvrages importants ont été publiés par les éditions du C.N.R.S.

GEOMORPHOLOGIE

O. DOLLFUS, Professeur, Université de Paris VII

P. USSELMAN, C.N.R.S., Centre de Géographie Appliquée, Strasbourg (actuellement détaché à Lima, Pérou)

G. BERTRAND, Université de Toulouse

Mise en place des structures, évolution des versants, altération superficielle, définition des "paysages", mise au point d'un modèle géomorphologique himalayen sont les thèmes principaux de recherche.

BIOLOGIE VEGETALE

P. OZENDA, Professeur, Université de Grenoble I

Mme A.M. DEBELMAS, Professeur de Matière médicale, Université de Grenoble I

J.-F. DOBREMEZ, Université de Grenoble I

A. MAIRE, Université de Chambéry

Outre les objectifs généraux exposés dans l'article précédent, quelques points particuliers sont approfondis : systématique et répartition des Lichens ; phytochimie et pharmacologie des plantes médicinales ; pédologie des zones subalpine et alpine.

ZOOLOGIE

A. DUBOIS, Paris

Systématique et zoogéographie des Amphibiens.

ZOOTECHE

J.H. TEISSIER, E.N.S.A.A. Dijon

J. BONNEMAIRE, E.N.S.A.A., Dijon

Etude de l'élevage du Yak et de ses hybrides, dans la vallée de Langtang.

ETHNOLOGIE

C. JEST, Maître de Recherches au C.N.R.S. , Paris
 J.-F. LE MOUËL, C.N.R.S. , Paris
 G. TOFFIN, Paris

Etude des communautés de langue et de culture tibétaines, ethnologie d'un groupe humain vivant en conditions d'exception dans la vallée du Langtang ; ethnologie d'une communauté Newar de la vallée de Kathmandu.

LINGUISTIQUE

Mlle G. STEIN, C.N.R.S. , Paris

Ethnolinguistique d'une communauté Thami du Nord-Est de Kathmandu.

ANTHROPOLOGIE BIOLOGIQUE

Dr. J. DURAND, Professeur de Physiologie , Paris
 Dr. J.P. MARTINEAUD, Paris
 Dr. VARENNES, Paris

Adaptation et adaptabilité à l'altitude.

DOCUMENTATION

Mme L. BOULNOIS, C. N. R. S. , Centre d'Etudes Népalaises, Paris
 Mme F. VIGNY, C.N.R.S. , Laboratoire de Botanique, Grenoble

Bibliographie générale du Népal ; 3 ouvrages sont déjà parus aux éditions du C.N.R.S. : Sciences humaines, Botanique, Cartes.

ERRATA :

A la suite d'erreurs de transcription il faut lire dans la légende de la carte :

lande mésoxérophile à Genèvevriers au lieu de lande mésohygrophile à Genèvevriers

Mimosa rubicaulis au lieu de Acacia farnestana

Bubalus bubalis au lieu de Bos indicus