

## La montagne du biologiste

In: Revue de géographie alpine. 2001, Tome 89 N°2. pp. 93-100.

### Résumé

Résumé: Pour le biologiste la montagne se caractérise par des traits physiques qui sont à l'origine d'un fonctionnement et d'une structuration particuliers des individus, des populations des écosystèmes et des paysages. Altitude, pente, exposition, pression atmosphérique, radiations, température, pluviosité font de la montagne une mosaïque qui héberge une grande diversité d'espèces vivantes. Ces espèces s'organisent en systèmes étages et régionalisés dont les interactions sont fortes en raison de leur proximité. Mosaïques, étagements et régionalisations facilitent les complémentarités des ressources et de leurs utilisations.

### Abstract

Abstract: The biologist's view of the mountains. For the biologist, mountains are viewed in terms of the physical characteristics underlying the functions and structural organisation of individuals, populations, ecosystems and landscapes. Altitude, slope, exposition, atmospheric pressure, radiation, temperature and rainfall all contribute to make mountain areas a mosaic of widely diversified living species. These species are spatially organised in layered and regional systems characterised by strong interactions resulting from their proximity. Mosaics, layering and régionalisation facilitate the complementarity of resources and their use.

---

Citer ce document / Cite this document :

Dobremez Jean-François. La montagne du biologiste. In: Revue de géographie alpine. 2001, Tome 89 N°2. pp. 93-100.

doi : 10.3406/rga.2001.3040

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga\\_0035-1121\\_2001\\_num\\_89\\_2\\_3040](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga_0035-1121_2001_num_89_2_3040)

---

# La montagne du biologiste\*

Jean-François Dobremez

Professeur, laboratoire « Dynamique des écosystèmes d'altitude »

Université de Savoie – 73376 Le Bourget du Lac cedex, France – E-mail: Jean-Francois.Dobremez@univ-savoie.fr

La montagne du biologiste n'est pas forcément la montagne des autres scientifiques ou la montagne des autres acteurs. Le biologiste et en particulier l'écologiste observe, analyse et définit la montagne avec ses concepts, ses outils, ses méthodes et son vocabulaire.

L'article rappelle le champ des préoccupations de l'écologie puis décrit les grands traits caractéristiques et particuliers de la montagne : caractères physiques, êtres vivants, étagement et régionalisation, interactions, complémentarités.

## Le champ des préoccupations de l'écologie

Dans l'ensemble de la biologie, l'écologie se préoccupe des populations d'êtres vivants, micro-organismes, végétaux, animaux, hommes, de leur environnement, des relations et interactions entre êtres vivants de la même espèce ou d'espèces différentes, des relations entre les êtres vivants et leur environnement, des conséquences éventuelles de ces interactions au plan juridique, social, économique, psychologique.

---

\* Cet article présente en quelques lignes une expérience personnelle de la montagne. L'auteur a vécu cette expérience dans tous les grands systèmes montagneux du monde pendant une quarantaine d'années de vie professionnelle. Il a travaillé avec des scientifiques de toutes disciplines, en Europe, en Afrique, en Amérique et surtout en Asie. Il a côtoyé des agents du développement, qu'ils appartiennent aux organisations gouvernementales ou non gouvernementales. Il a surtout partagé la vie des habitants des montagnes du monde.

Cet article ne prétend pas faire le point des connaissances ou des concepts des biologistes sur la montagne. Il témoigne seulement du parcours d'un scientifique dans les pays du monde et leurs montagnes. À ce titre, il n'y a pas de renvois bibliographiques. Toutes les données et tous les points de vue sont personnels. Les références utiles sont renvoyées dans la bibliographie générale.

*The article recounts the personal experience acquired by the author over a period of some forty years of professional life spent in the major mountain regions of the world. He worked with scientists from every discipline, in Europe, Africa, America, and especially Asia. He worked alongside development agents from both government and non-government organisations and, above all, lived with the local inhabitants of the great mountain areas of the world.*

*This article does not claim to be a statement on the biologist's knowledge or concepts relating to mountain areas. It is merely the story of a scientist's journey in the different mountain areas of the world. As such, there are no bibliographical references. The information presented and the different points of view expressed are personal. Any useful references are included in the general bibliography.*

L'écologie s'intéresse aux différents niveaux d'organisation du vivant, mais elle privilégie fortement l'analyse des populations, des écosystèmes, des paysages. Dans tous ces niveaux, l'homme est présent et interagit avec la structure et le fonctionnement des systèmes.

Dans cette perspective, chaque population, chaque écosystème, chaque paysage est unique, donc spécifique. La montagne, chaque montagne est donc spécifique. Mais, pour autant, la montagne est-elle plus spécifique que les autres milieux ?

## Les caractères physiques de la montagne

La montagne c'est avant tout une topographie, une différence de niveau que tous les marcheurs connaissent bien. C'est l'altitude, c'est la montée, c'est la progression vers le haut, c'est l'ascendance.

Mais il y a des progressions faciles et d'autres plus ardues en fonction de la pente. Pentes faibles, pentes fortes, verticalités de falaises parfois et même surplombs rocheux, tout peut exister en montagne.

Et le soleil qui n'éclaire pas les pentes d'une façon aussi égalitaire que la plaine. Dans notre hémisphère nord, il existe des versants éclairés, des versants au soleil, des adrets et les mots sont innombrables dans toutes les langues, dans tous les idiomes, dans tous les patois pour désigner les pentes exposées au sud. Et il y a, compensation inévitable, des versants à l'ombre, des versants sans soleil, des ubacs, des soulanes et tant d'autres.

Cette géométrie n'est pas que fantaisie mathématique. La triade élévation-pente-exposition ne fait pas seulement de la montagne une mosaïque de milieux, mais elle est à l'origine d'une répartition inégale du rayonnement solaire, du bilan énergétique, donc des températures, et de l'écoulement des eaux.

L'altitude, l'élévation, a pour conséquence première la diminution de la densité de l'atmosphère dont l'épaisseur et donc la masse et donc la pression s'amoindrissent vers le haut. Dans l'atmosphère il y a l'oxygène et sa pression partielle diminue en conséquence. Évoquons seulement trois altitudes particulières :

- Dès 2 500 m, l'hémoglobine des globules rouges du sang humain n'est plus saturée par l'oxygène. Les désordres peuvent commencer, c'est « l'altitude physiologique ».
- Vers 5 000 m, la pression d'oxygène n'est que la moitié de ce qu'elle est au niveau de la mer. Les difficultés de respiration s'aggravent.
- Vers 9 000 m, la pression est si faible que l'oxygène dissous dans le sang ou fixé dans les hématies a tendance à passer sous forme gazeuse. Les désordres physiologiques deviennent majeurs. Heureusement, l'Everest, sommet de la Terre, n'atteint pas cette hauteur.

La diminution de densité de l'air avec l'altitude, diminue aussi sa chaleur massique c'est-à-dire sa capacité à emmagasiner l'énergie. La température s'abaisse donc, en moyenne annuelle, à mesure que l'on monte. C'est le fameux gradient thermique altitudinal qui minore, en moyenne, la température de 0,54 °C par 100 m. Du bord de la

Méditerranée au mont Blanc, c'est 26° de moins et du golfe du Bengale à l'Everest c'est 48° de moins.

Diminuer la température, c'est diminuer la capacité de l'air à contenir de l'eau à l'état gazeux. C'est le fameux « point de rosée ». Si l'eau n'est plus retenue dans l'air, elle tombe sous forme de pluie. C'est l'origine du « gradient pluviométrique altitudinal » qui augmente la pluviosité sur les reliefs jusqu'à 2 500 ou 3 500 m selon les latitudes. C'est ce gradient qui vaut aux sommets de Chartreuse 2 500 mm d'eau par an et qui vaut à la Soufrière (Antilles) ou à Cherrapunji (Himalaya oriental) plus de 10 000 mm de pluie chaque année. Le gradient pluviométrique est aggravé par l'effet de la position des reliefs par rapport aux flux humides. La situation « exposée » et la situation « protégée » sont bien différentes. Cinq fois plus de pluie en Chartreuse qu'au cœur de la Maurienne, trente fois plus d'eau au sud des Annapurna qu'au nord.

La faible densité de l'air a une autre conséquence, c'est la modification du spectre des radiations électromagnétiques reçues. Les molécules plus rares de l'atmosphère arrêtent moins bien les radiations à forte énergie, principalement les ultraviolets qui peuvent être mutagènes.

Altitude-pente-exposition ont un autre effet : c'est de présenter à la surface une plus grande variété de substrats géologiques qu'en plaine, non seulement pour une raison géométrique, mais aussi parce que les reliefs sont le résultat de surrections de couches profondes et superposées qui sont souvent plissées, fracturées, décalées, auxquelles s'ajoutent parfois des roches volcaniques et éruptives.

Les caractères physiques de la montagne en font donc un assemblage de milieux physiques différents, parfois très variés. La montagne est une mosaïque, beaucoup plus que la plaine. En outre, l'étagement des facteurs est une spécificité. Bien sûr, on peut comparer cet étagement à la zonation latitudinale, de la température, par exemple, mais il faut rappeler que la température décroît 1 000 fois plus vite en altitude qu'en latitude (même décroissance pour 1 mètre et pour 1 kilomètre).

## Les populations d'êtres vivants en montagne

Les êtres vivants, animaux et végétaux au moins, sont souvent plus diversifiés dans les montagnes que dans les plaines. Il est vrai que l'on connaît encore si peu des grandes forêts tropicales et surtout équatoriales et presque rien des grands fonds océaniques. Si l'on compare l'ensemble de la toundra eurasiatique et nord américaine à son homologue himalayen, c'est-à-dire à la zone supra-forestière :

- les surfaces respectives sont 8 millions de km<sup>2</sup> contre 50 000 km<sup>2</sup>, soit un rapport de 160 en faveur de la toundra ;
- le nombre total d'espèces de plantes à fleurs est de 1 000 et 3 000, trois fois plus pour l'Himalaya ;
- et le nombre d'espèces endémiques est de 100 et 1 900, 19 fois plus dans la montagne tropicale que dans l'immensité holarctique et néarctique.

Ces différences proviennent de plusieurs raisons :

- les milieux étant bien plus variés en montagne que dans les plaines, aussi vastes soient elles, le nombre d'habitats ou de niches est bien plus élevé. Les montagnes peuvent donc héberger plus de populations et plus d'espèces. Encore faut-il que ces espèces et ces populations soient potentiellement présentes ;
- nous avons déjà cité la particularité du spectre de radiations électromagnétiques en montagne et ses propriétés mutagènes. C'est une première raison de la diversité biologique en altitude ;
- mais la raison essentielle est que les montagnes se sont formées au cours de bouleversements géologiques et aussi climatiques. Ce sont les conditions les plus favorables pour la spéciation ou apparition d'espèces nouvelles car la modification rapide des conditions de milieux entraîne une sélection forte de populations adaptées à des changements rapides et imprévisibles. Les montagnes jeunes ont des flores très jeunes ;
- les centres de spéciation ou « points chauds de l'apparition des espèces » sont souvent dans les montagnes. On en connaît ainsi dans la région Himalaya oriental-Yunnan et dans la région Pamir-Hindu Kush-Karakorum ;
- en outre, ce grand nombre d'espèces peut se maintenir en raison de l'isolement des milieux ; isolement géographique dû aux reliefs ou isolement écologique dû à la mosaïque de répartition des facteurs physiques ;
- cet isolement est la source d'un endémisme très fort. Il existe plusieurs centaines d'espèces des genres rhododendron, pédiculaire, primevère dans l'est de l'Himalaya et plusieurs centaines d'espèces de cousinia et d'astragale dans l'ouest de la chaîne ;
- récemment, on a montré que dans le genre saxifrage, entre Yunnan et Karakorum, chaque population, ou presque, de chaque espèce, possède un nombre de chromosomes particuliers. On trouve systématiquement le nombre « de base », à l'origine de l'espèce, et de vallée isolée en vallée isolée, des nombres double, triple, quadruple, quintuple... jusqu'à neuf fois le nombre de base. Ceci n'est que le résultat de l'isolement et de la difficile circulation des gènes entre isolats. C'est surtout le début de l'apparition de nouvelles espèces.

On pourrait être tenté d'appliquer les mêmes règles aux groupes sociaux, à leurs pratiques, à leurs croyances, à leurs différentes habitudes, alimentaires ou vestimentaires par exemple. Nul doute que pour ce qui concerne l'exploitation des ressources naturelles très diversifiées, les pratiques et logiques sont, elles aussi, très diversifiées. Pour ce qui concerne les comportements culturels et sociaux cela est moins vrai. Cependant les montagnes sont ou ont été des conservatoires pour les groupes sociaux en raison de l'isolement, mais peut être pas plus que les autres régions difficiles du monde, déserts, grandes forêts, îles isolées.

L'histoire géologique de la formation des montagnes, la variété des milieux qu'elles renferment et l'isolement sont les fondements et les supports actuels de leur diversité biologique.

## Les étagements et la régionalisation

Conséquence des différents gradients, la montagne se caractérise par un étagement. Étagement des facteurs physiques et bien sûr pour le biologiste, étagement des êtres

vivants. Cela est à l'origine des concepts de ceintures écologiques ou d'étages écologiques, en particulier parce qu'ils sont très visibles, d'étages de végétation. L'étagement de la végétation caractérise la répartition des biocénoses et des écosystèmes en fonction de l'altitude.

Dans l'Himalaya, les quelque 15 000 espèces de plantes ont une amplitude individuelle de répartition altitudinale d'environ 1 000 à 1 500 m, mais les biocénoses végétales n'ont qu'une amplitude, dans les régions non arides, d'environ 500 m ou en termes de températures moyennes annuelles, une amplitude de 2 à 2,5 °C. L'Himalaya central comporte 11 étages de végétation dont 9 sont forestiers. En raison de la dominance, dans chaque étage, d'une ou quelques essences arborescentes ou arbustives ou herbacées, les étages sont visibles, même pour le non-spécialiste, comme ils le sont dans les Alpes. Les modèles d'étagement de ces deux grands massifs sont d'ailleurs comparables, avec cependant un décalage de 1 800 à 2 000 m qui rend compte de leurs situations latitudinales.

Une analyse précise de la flore de chaque étage (de 1 200 à 1 400 espèces dans chaque étage) montre que le passage d'un étage à celui qui le suit immédiatement s'accompagne :

- de la disparition de 30 à 40 % des espèces de l'étage inférieur ;
- et de l'apparition de 30 à 40 % d'espèces qui poussent pas au-dessous de l'altitude de début de l'étage supérieur.

La notion d'étage est donc bien fondée au plan floristique.

Il en va de même pour ce qui concerne la régionalisation des grands massifs montagneux. J'ai montré que l'on peut diviser l'ensemble de l'Himalaya en 15 domaines biogéographiques, caractérisés par des biocénoses, des écosystèmes, des systèmes agraires et tant d'autres paramètres. Ces domaines s'organisent presque régulièrement d'ouest en est, depuis l'Afghanistan oriental au Tibet oriental et au nord de la Birmanie (Union de Myanmar). Une analyse précise de la répartition des 15 000 espèces végétales prouve, là encore, que la régionalisation est une réalité au plan floristique, au plan des biocénoses et au plan des écosystèmes.

Étagement et régionalisation sont les bases de la structuration des montagnes.

## Les interactions dans les montagnes

On connaît bien l'effet de l'altitude sur les êtres vivants surtout si l'on observe les différentes adaptations des plantes et des animaux.

C'est dans le domaine végétal dont les représentants n'ont pas la capacité de se déplacer que ces modifications morpho-anatomiques sont les plus visibles et le plus spectaculaires, même si les modifications biochimiques et physiologique, non perceptibles à l'observation directe, sont sans doute plus importantes.

Ces modifications en altitude sont dues essentiellement au froid, souvent aggravé par le vent, à l'intensité de l'insolation, à la sécheresse due au fait que souvent l'eau gelée est inaccessible. Quelques exemples seulement :

- la saussurée porte coton (*Saussurea gossypiphora*), composée de l'Himalaya central, poussant entre 4 000 et 5 000 m. d'altitude) est couverte d'un revêtement de longs poils qui protègent son inflorescence du gel ;
- la plante fantôme (*Rheum nobile*) grande rhubarbe de l'Himalaya oriental dont la silhouette, haute comme un homme, est fantomatique dans les brouillards fréquents en été vers 5 000 m, protège ses fleurs par de vastes bractées translucides qui forment une sorte de serre étanche à l'intérieur de laquelle la température peut être de 10 à 15 °C supérieure à la température de l'air ;
- l'arenaria à feuilles de mousse (*Arenaria bryophylla*) détient le record d'altitude pour une plante à fleurs : 6 350 m dans le massif de l'Everest. Cette petite Caryophyllacée a adopté la forme « en coussinet » dont la faible taille, collée au sol, limite les échanges d'énergie et d'eau tout en profitant du rayonnement infrarouge du sol ;
- les nombreuses joubarbes et orpins (*Sempervivum, Sedum*) d'altitude sont des plantes grasses, à l'instar de celles des régions arides. Leurs feuilles et leurs tiges crassulentes retiennent l'eau et empêchent le gel grâce à leur potentiel osmotique très bas.

Chez les animaux, les particularités sont aussi nombreuses et je ne citerai que la toison des Ongulés de montagne dont les poils creux et fins (le plus fin de tous est celui de la vigogne dont le diamètre ne dépasse pas 12  $\mu\text{m}$ ) ont servi de modèle aux « fibres polaires ». Les animaux ont aussi d'autres stratégies comme la migration, l'hibernation.

Les hommes eux-mêmes n'échappent pas aux modifications morphologiques et physiologiques : hyperglobulie, hyperhémoglobulinémie, chute de la température centrale la nuit, diminution de la circulation périphérique, grand volume thoracique, faible taille, coloration de la peau. Les alpinistes et surtout les « himalayistes » connaissent bien ces modifications que cherche à reproduire le nécessaire « acclimatement ».

Dans leurs pratiques agricoles, les populations d'altitude ont dû s'adapter aussi à la faible durée de la période de croissance des végétaux, à la présence de neige, au froid. Rares sont les espèces qui peuvent croître et fructifier en quelques mois seulement, même si l'intensité des radiations et les faibles pertes respiratoires permettent des rendements à très haute altitude qui valent ceux des plaines.

La montagne influe sur la morphologie, l'anatomie, la physiologie des êtres vivants. Elle entraîne des comportements particuliers chez les animaux et chez les hommes. Elle peut même, pour une part, participer à la structuration des groupes humains.

## Les complémentarités

Les montagnes, de par leur diversité de milieux, leur diversité biologique, leur étagement, leur régionalisation permettent une connectivité très grande entre des unités très variées par leur composition en êtres vivants, par leurs ressources animales, végétales et minérales. Malgré la pente et parfois grâce à la pente qui favorise les mouvements du haut vers le bas (et qui malheureusement les rend parfois catastrophiques), les transferts et les échanges sont faciles entre unités proches les unes des autres.

Ces transferts et échanges sont la base d'un caractère essentiel des montagnes : la complémentarité.

Les animaux, comme les bouquetins des Sept-Laux (massif de Belledonne, Alpes françaises), utilisent à merveille ces complémentarités, se déplaçant de milieux en milieux au cours de la journée avec des places de nourrissage et des places de repos, pour trouver les plantes qui apportent le plus de protéines en un temps court. Ils se déplacent aussi vers le bas au printemps pour avoir l'herbe toute nouvelle, montent en même temps que la neige fond et restent en plein hiver sur les crêtes et les rochers dont le vent a balayé la neige et découvert les végétaux secs. Encore, ce schéma n'est valable que pour les mâles adultes ; les femelles gestantes ou allaitantes cherchent d'autres complémentarités.

Les sociétés humaines de montagne ont des logiques d'utilisation des ressources qui optimisent ces complémentarités :

- Au Népal de l'Ouest, les Magar transhument avec leurs troupeaux de moutons entre 1 000 m en hiver et 5 000 m pendant la mousson. En hiver ils pâturent les chaumes et transforment les restes de culture en fumier. En été, ils montent, par paliers, jusqu'aux glaciers.
- Dans le village de Salme, au centre du Népal, le fourrage foliaire récolté dans les forêts, bien au-dessus du village, est distribué aux animaux qui stationnent dans les champs avant les labours. Ceci permet l'apport des 2/3 de la fumure nécessaire aux champs.
- Dans le même village, les champs d'une famille sont répartis en 17 parcelles réparties dans les 3 étages de cultures (subtropical inférieur à rizières, subtropical supérieur à maïs-éleusine, collinéen à blé-orge-pomme de terre). En outre, cette répartition des parcelles contribue à la dispersion du risque (risque de gelée, de sécheresse, de grêle, de glissement de terrain).

## Conclusion

Complémentarité, c'est le mot qui caractérise le mieux les montagnes, pour le biologiste. C'est le résultat des facteurs physiques, des facteurs biologiques, de leurs évolutions, de leurs modifications. C'est le résultat du fonctionnement des écosystèmes variés, mais proches les uns des autres. C'est un caractère dont les hommes ont su tirer parti.

Je n'ai pas défini la montagne, ni les montagnes. Je n'ai pas donné de limites d'altitude. En effet tous les caractères des montagnes existent aussi en plaine, à l'exclusion de la raréfaction de l'air et des particularités du rayonnement. La seule différence, mais l'essentielle différence est qu'en montagne, les variations sont plus rapides, presque exacerbées. Ce qui prend en plaine des kilomètres se rencontre, en montagne, sur quelques mètres.

Imaginez les pasteurs Magar se déplaçant avec leurs moutons depuis New Delhi jusqu'au nord extrême de la Sibérie !

Ce prodigieux raccourcissement, cette extrême compression, cette étonnante promiscuité des facteurs, des milieux, des populations et même cette accélération de l'histoire géologique font des montagnes un objet d'études incomparable pour les biologistes et



pour les écologistes, même si d'autres milieux comme les sols, les lacs, les océans présentent d'aussi forts gradients. Lorsque les faits sont plus proches, on comprend mieux leurs enchaînements et leurs interactions. Lorsque les populations sont voisines, on discerne mieux leurs relations ou leurs différences. Lorsqu'un éventail de ressources s'offre aux animaux et aux hommes, il est plus facile de choisir tout au long de l'année, il est plus facile de compenser, d'équilibrer.

**Résumé:** Pour le biologiste la montagne se caractérise par des traits physiques qui sont à l'origine d'un fonctionnement et d'une structuration particuliers des individus, des populations des écosystèmes et des paysages. Altitude, pente, exposition, pression atmosphérique, radiations, température, pluviosité font de la montagne une mosaïque qui héberge une grande diversité d'espèces vivantes. Ces espèces s'organisent en systèmes étagés et régionalisés dont les interactions sont fortes en raison de leur proximité. Mosaïques, étagements et régionalisations facilitent les complémentarités des ressources et de leurs utilisations.

**Abstract:** *The biologist's view of the mountains.* For the biologist, mountains are viewed in terms of the physical characteristics underlying the functions and structural organisation of individuals, populations, ecosystems and landscapes. Altitude, slope, exposition, atmospheric pressure, radiation, temperature and rainfall all contribute to make mountain areas a mosaic of widely diversified living species. These species are spatially organised in layered and regional systems characterised by strong interactions resulting from their proximity. Mosaics, layering and regionalisation facilitate the complementarity of resources and their use.

*Résumé anglais: traduction B. Keogh*