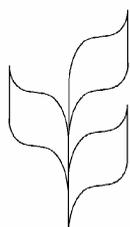




CBD



**CONVENTION SUR
LA DIVERSITE
BIOLOGIQUE**

Distr.
GENERALE

UNEP/CBD/SBSTTA/8/
5
5 décembre 2002

FRANCAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

ORGANE SUBSIDIAIRE CHARGÉ DE FOURNIR
DES AVIS SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET
TECHNOLOGIQUES

Huitième réunion

Montréal, 10-14 mars 2003

Point 4 de l'ordre du jour provisoire*

THEME PRINCIPAL : DIVERSITE BIOLOGIQUE DES MONTAGNES

Etat et évolution de, et menaces pesant sur, la diversité biologique des montagnes

Note du Secrétaire exécutif

RESUME ANALYTIQUE

A sa quatrième réunion qui s'est déroulée en 1998, la Conférence des Parties, dans sa décision IV/16, a choisi les écosystèmes de montagne comme l'un des principaux éléments à examiner en profondeur à la septième réunion. Dans la même décision, l'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques, et technologiques (SBSTTA) et les autres organes subsidiaires étaient chargés de préparer des propositions pour le programme de travail relatif à cette question. A sa septième réunion, SBSTTA a décidé que la diversité biologique des montagnes serait le thème principal de sa huitième réunion.

Dans la Décision VI/30, la Conférence des Parties se félicitait des propositions avancées par le Secrétaire exécutif dans sa liste sur les préparatifs de la septième réunion de la Conférence des Parties, et demandait au Secrétaire exécutif de préparer entièrement le thème de la diversité biologique des montagnes. En ce qui concerne ce thème, le Secrétaire exécutif a mené une analyse sur l'état et l'évolution de la diversité biologique, et des menaces pesant sur elles, incluant des informations fournies par les Parties sur le rapport thématiques sur l'état et l'évolution des écosystèmes de montagne, conformément à la Décision VI/25 de la Conférence des Parties. L'analyse de ces informations indique, entre autres :

* UNEP/CBD/SBSTTA/8/1.

/...

Pour des raisons d'économie, le présent document est imprimé en nombre limité. Les délégués sont donc priés d'apporter leurs propres exemplaires aux séances et de s'abstenir de demander des copies supplémentaires.

(a) Les montagnes occupent environ 25 pour cent de la superficie totale de la terre. Environ 12 pour cent de la population mondiale vit dans les montagnes, mais plus de la moitié dépend directement ou indirectement des ressources provenant de ces dernières. Ceci inflige une menace, à la fois au fonctionnement des écosystèmes de montagne, mais aussi aux biens et services qu'elles fournissent ;

(b) Les écosystèmes tels que les forêts, les zones arides et sub-humides, les eaux intérieures, ainsi que les écosystèmes agricoles, font partie intégrante des habitats de montagne, et par conséquent, la plupart des informations qui se rapportent à ces domaines thématiques s'appliquent également aux écosystèmes des montagnes. De plus, certains attributs écologiques s'appliquent particulièrement aux régions montagneuses. Ces caractéristiques comprennent notamment :

- (i) La superposition verticale des zones climatiques et la diversité de la topographie, ainsi que la faune et la flore propres à chaque zone, qui font des montagnes une zone unique, et des centres uniques de richesses biologiques dans de nombreuses parties du monde;
- (ii) Les zones alpines des régions montagneuses tempérées comprennent des quantités importantes d'espèces endémiques qui sont confinées dans des sommets ou des groupes de montagnes spécifiques. Dans les tropiques, les zones forestières subalpines semblent être une région importante avec un degré élevé d'endémisme ;
- (iii) Les espèces forment des groupes de communautés, dont la variété est liée à la diversité géomorphologique, aux roches-mères et au climat local. Comme le relief montagneux a une topographie variée, il existe une diversité élevée de micro habitats, ce favorise les niveaux élevés de diversité des espèces agricoles ;

(c) La diversité biologique des montagnes est très importante pour un certain nombre de fonctions écologiques. L'intégrité des sols est le capital essentiel pour les services des écosystèmes et les besoins des êtres humains. La rétention des sols et la stabilité des versants des montagnes sont étroitement liés avec l'étendue de la végétation de surface ou souterraine, à la fois indispensable à la résistance de l'écosystème après une perturbation (à savoir, des précipitations importantes, des avalanches, le piétinement). La diversité fonctionnelle élevée des plantes situées dans les écosystèmes de montagne peut également s'ajouter à leur résistance, et, dans le cas où des perturbations majeures surviendraient, fournir des barrières efficaces contre les catastrophes naturelles comme les chutes de pierre et les avalanches. Elle peut aussi réduire les degrés des dommages considérables dans les altitudes plus basses ;

(d) Les écosystèmes de montagne sont soumis à une variété de pressions et de menaces :

- (i) Depuis toujours, les hommes ne cessent d'utiliser toujours plus les montagnes du monde entier. Les produits ligneux et non-ligneux, les médecines traditionnelles, et le gibier des forêts, les poissons des rivières et des lacs de montagne, et un certain nombre d'ongulés domestiques des prairies, ainsi que de nombreuses cultures des montagnes sont utilisés par les hommes. La conversion des forêts aux récoltes ou aux prairies réduit beaucoup la diversité des espèces et des structures, et la surexploitation des sols mène à la dégradation irréversible de la perte des sols en raison de l'érosion accélérée de ces derniers ;
- (ii) Les changements climatiques mondiaux vont probablement augmenter les perturbations très violentes généralement associées aux montagnes, et la fréquence et l'intensité de ces dernières pourraient augmenter en raison des niveaux de pollution naturelle. Les réserves en eau des zones situées en basse terre seront probablement affectées par la fonte des glaciers en raison du réchauffement

planétaire. De plus, les changements climatiques dans le monde vont probablement, s'ils ne l'ont pas déjà fait, avoir des effets nuisibles sur les biotes des montagnes, en particulier en favorisant la disparition d'espèces locales ;

- (iii) Les environnements de montagne ne sont pas isolés mais sont inextricablement liés. Les impacts nuisibles qui proviennent des changements d'utilisation des terres en amont se manifesteront éventuellement en aval, à la fois d'un point de vue environnemental et économique. Les activités humaines qui sont généralement concentrées dans les zones situées en aval (pollution industrielle, émission de gaz à effets de serre) auront des conséquences sur l'environnement situé en amont. De même, les projets d'infrastructures mal conçus, les pratiques de tourisme non durable, l'extraction et les mines, lorsque menés à haute altitude, peuvent toucher les régions en aval. Il est par conséquent nécessaire d'avoir une vision fondée sur les écosystèmes, à la fois en amont et en aval.

(e) Il n'existe pas encore de situation claire de l'évolution de la diversité biologique des montagnes. Toutefois, tandis que plusieurs régions montagneuses du monde sont en relativement bon état, d'autres font face à un déclin environnemental et culturel. Bien qu'il ne fasse aucun doute que l'utilisation des terres par les hommes ait beaucoup altéré les écosystèmes de montagne, la nature exacte de certains de ces changements et des évolutions futures doit encore être établie. Il y a un besoin urgent d'encourager la mise en œuvre des programmes de surveillance écologiques afin de garantir la durabilité des systèmes d'utilisation des terres, pour élaborer des indicateurs des changements environnementaux, et d'aider les efforts de restauration des écosystèmes, particulièrement dans les latitudes tropicales ;

(f) Chaque région montagneuse est complexe par nature, ce qui peut parfois rendre la conservation et l'utilisation durable des écosystèmes de montagne une tâche propre aux sites. Toutefois, le manque d'informations pour l'élaboration de politiques efficaces semble être une tendance générale dans toutes les montagnes du monde. Les prescriptions de gestion basées sur trop peu de données scientifiques et les extrapolations faites les informations basées sur les montagnes et provenant de différents sites sont communes. Environ 80 pour cent de la population mondiale des montagnes vit en dessous du seuil de pauvreté, ce qui justifie de procéder en priorité à une recherche ciblée dans les environnements de montagne ;

(g) Dans le meilleur des cas, les inventaires biologiques sont incomplets pour la plupart des régions montagneuses situées dans les pays en voie de développement, et les données disponibles peuvent ne pas être généralisées ou utilisées en vue d'une surveillance efficace. Il faudrait rassembler davantage de données sur le terrain afin d'élaborer une base de données mondiale sur la surveillance, avec les données existantes, et incorporer les variables climatiques ;

(h) Pour les environnements de montagne, il est recommandé de mettre l'accent sur une vision amont-aval, ainsi qu'une démarche ayant un lien fonctionnel en ce qui concerne les mesures prioritaires pour la gestion et la conservation, ainsi que les activités de recherche et les besoins en informations.

RECOMMANDATIONS PROPOSEES

Les recommandations proposées sur l'état et l'évolution de, et les menaces pesant sur, la diversité biologique des montagnes sont incluses dans la série de recommandations proposées sous le point 4 de l'ordre du jour provisoire de la huitième réunion de l'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis

/...

scientifiques, techniques et technologiques sur les éléments proposés pour un programme de travail sur la diversité biologique des montagnes (UNEP/CBD/SBSTTA/8/7).

TABLE DES MATIERES

	<i>Page</i>
RESUME ANALYTIQUE	1
RECOMMANDATIONS PROPOSEES	3
I. INTRODUCTION	6
II. CARACTERISTIQUES DES ECOSYSTEMES DE MONTAGNE	7
A. Niveau des écosystèmes	7
B. Espèces et niveaux génétiques	10
III. FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES DE MONTAGNE : BIENS ET SERVICES.....	11
A. Les écosystèmes de montagne et les cinq éléments clés du Sommet mondial sur le développement durable : l'eau, l'énergie, la santé, la productivité agricole et la diversité biologique.....	12
B. Autres fonctions de la diversité biologique des montagnes.....	13
IV. MENACES ET PRESSIONS	14
A. Utilisation des terres et déforestation	15
B. Autres menaces et pressions	18
V. CONCLUSIONS.....	21

I. INTRODUCTION

1. A sa quatrième réunion, tenue en 1998, la Conférence des Parties (COP) a, dans sa décision IV/16, décidé de retenir les écosystèmes de montagne comme thème de discussion approfondie pour sa septième réunion. L'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques (SBSTTA) a décidé, lors de sa septième réunion, que la diversité biologique des montagnes serait le principal thème de sa huitième réunion.

2. Dans sa décision VI/30, la Conférence des Parties s'est félicitée des propositions avancées par le Secrétaire exécutif dans sa note sur les préparatifs de la septième réunion de la Conférence des Parties et a demandé que la préparation des thèmes prioritaires se poursuive comme indiqué dans ce document. En ce qui concerne ce thème, le Secrétaire exécutif a notamment prévu de rassembler des informations sur l'état et l'évolution de, et les menaces pesant sur, la diversité biologique des montagnes, comme base pour rédiger le programme de travail sur la diversité biologique des montagnes.

3. Par conséquent, le Secrétaire exécutif a préparé la présente note sur l'état et l'évolution de, et les menaces pesant sur, la diversité biologique des montagnes. Elle examine les caractéristiques environnementales et biologiques générales des milieux montagneux, ainsi que des fonctions d'altitude et de latitude. La Section II fait état d'une vue générale des caractéristiques de la diversité biologique des montagnes aux niveaux des écosystèmes, des espèces et de la génétique. La Section III fait une évaluation des principales fonctions des écosystèmes en matière de biens et de services, tandis que la Section IV examine les menaces et les pressions, et notamment les activités humaines actuelles qui exercent des effets nuisibles sur les biotes des montagnes.

4. Des précédents projets de la présente note ont été diffusés à un nombre important d'experts d'organismes compétents spécialisés dans le domaine des montagnes, et la note a été affichée sur le site de la Convention afin d'être examiné par des pairs.

5. Conformément au paragraphe 10 de la décision VI/25 qui concerne les rapports nationaux, treize Parties et un Etat non-Partie ont soumis des rapports thématiques sur la diversité biologique des montagnes : Afrique du Sud, Algérie, Canada, Colombie, Communauté européenne, Estonie, ex-République yougoslave de Macédoine Pays-Bas, Pérou, Pologne, Singapour, Suisse et Thaïlande. Les informations pertinentes provenant de ces rapports sont incluses dans les sections concernées de cette note.

II. CARACTERISTIQUES DES ECOSYSTEMES DE MONTAGNE

A. Niveau des écosystèmes

1. Apport de bioclimatologie aux écosystèmes de montagne

6. Dans la présente note, le terme « montagne » est utilisé au sens large, et ces dernières seront examinées par rapport aux zones d'altitude bioclimatique ^{1/} qui sont le résultat composé de la latitude, de l'altitude et de la topographie locale. Les écosystèmes de montagne forment un continuum le long de gradients d'altitude. Toutefois, en ce qui concerne la diversité biologique, les zones interconnectées se distinguent comme suit : (i) les forêts alpines de moyenne ou de basse altitude ; (ii) les forêts alpestres de haute altitude (iii) ; la limite forestière ; et (iv) la zone de vie alpestre.

Zone de vie alpestre

7. D'un point de vue écologique, la répartition altitudinale des zones de vie des montagnes correspondent à des courbes de niveau de températures identiques appelés isogrammes. Le terme « alpin » (ou alpestre) utilisé dans ce document, fait référence à la zone bioclimatique située au-dessus de la limite forestière naturelle à travers toutes les latitudes. Par conséquent, elle comprend des termes locaux comme afro-alpine (pour l'Afrique tropicale), et *páramo* et *puna* pour les montagnes tropicales situées en Amérique centrale. Les montagnes dont la hauteur dépasse la limite forestière sont divisées en deux catégories principales : les milieux alpestres humides et les milieux alpestres dits arides. L'écosystème alpestre humide possède les caractéristiques suivantes : pression atmosphérique basse, températures basse ou moyennes, soit basses (dans la zone tempérée), soit élevées (dans les tropiques), variations quotidiennes de la température, niveaux élevés de rayonnement solaire de courtes longueurs d'ondes et bilan hydrologique positif. Les environnements alpestres arides, en revanche, ont des habitats de type désertique, et leur faune et leur flore montre différentes adaptations par rapport à celles situées dans des localités humides.

8. La diversité floristique des zones alpestres provient à la fois de changements climatiques passés et récents et de l'utilisation actuelle des terres par l'homme. Tandis que les montagnes éloignées sont très similaires en termes de diversité des formes de flore (à savoir : la présence d'arbres, d'arbustes, de rosettes, de buttes d'herbe et de plantes en forme de coussinet), la composition des espèces diffèrent entre elles. Par exemple, il existe une caractéristique unique pour la plupart des zones alpestres tropicales, à savoir la présence de « rosettes géantes » provenant d'espèces botaniques différentes (*Espeletia* et *Puya* dans le Nouveau monde, et *Senecio* et *Lobelia* en Afrique).

9. Dans les zones alpestres, les environnements nivaux représentent des conditions abiotiques extrêmes ; une bonne adaptation aux basses températures et aux restrictions nutritives sont les clés de la survie de la faune et de la flore, et la colonisation du site, après le retrait glaciaire. ^{2/} Les zones alpestres et nivales, lorsqu'elle se produisent, forment des unités inséparables des zones montagneuses et les plaines basses font partie intégrante des lignes de partage des eaux de montagne. Leur fonctionnement et les services qu'elles fournissent sont étroitement reliés.

^{1/} Correspondant à la classification GMBA-DIVERSITAS; voir tableau page 18.

^{2/} Voir par exemple, Koerner C. (1999) Alpine plant life. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, et Kaufmann, R. (2002) Glacier foreland colonisation: distinguishing between short-term and long-term effects of climate change. *Oecologia* **130**: 470-475.

Limite forestière

10. La limite forestière est une zone de transition entre la limite de la forêt alpestre de haute altitude et la zone alpestre. Dans les montagnes arides, on remarque généralement une limite forestière de basse altitude et de haute altitude, ce qui génère une barrière forestière naturelle entre les deux. Dans les montagnes tempérées, une seule ou très peu d'espèces d'arbres poussent dans la zone de la limite forestière tandis que les limites forestières sont nettement plus riches en espèces dans les montagnes tropicales, particulièrement dans les Andes. Dans les hautes montagnes de l'Afrique de l'Est, au Mont Kenya par exemple, la limite forestière est composée d'une zone de bambous, de broussailles élevées et d'arbustes. Dans les montagnes arides subtropicales d'Amérique du Sud, il n'existe pas de limite forestière.

Forêts alpestres de haute altitude

11. La forêt alpestre de haute altitude est la partie la plus élevée d'une zone forestière fermée. Elle est également appelée forêt subalpine. Son niveau d'altitude et sa composition floristiques varient selon la latitude et la région géographique. Par exemple, on trouve des forêts alpestres de haute altitude entre 900 m et 1 500-2 000 mètres dans les Alpes européennes, entre 2 000 et 3 800 mètres en Amérique du Sud tropicale, et à une altitude nettement plus basse, dans les îles océaniques et dans les montagnes isolées.

Forêts alpestres de moyenne ou de basse altitude

12. Les zones forestières de moyenne et de basse altitudes, situées sous la zone de haute altitude, et leurs limites d'altitude, varient en fonction de la latitude, de la configuration des pluies, et de la situation géographique (par exemple, les montagnes continentales par rapport aux montagnes océaniques). Dans les milieux arides, on ne trouve pas toujours de forêts de moyenne ou de basse altitude (par exemple, dans la Péninsule arabique).

2. Répartition mondiale des écosystèmes de montagne

13. Environ 3 % de la surface terrestre de la Terre sont recouverts d'écosystèmes alpestres (la zone montagnarde, par contre, correspond à environ 14 % de la surface de la Terre). Dans la plupart des régions du monde, les habitats alpestres sont isolés. On remarquera cependant une exception dans la cordillère des Andes, où les écosystèmes de montagne s'étendent quasiment sans interruption des latitudes tropicales aux latitudes sub-antarctiques.

Régions tropicales

14. Selon les estimations publiées dans l'Évaluation des ressources forestières en 2000, publiée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, environ 3,4 % de la surface de la terre dans les zones tropicales sont situées dans des zones montagneuses ^{3/} et alpestres (y compris les zones nivales). Les plus grandes chaînes de montagnes situées dans la zone inter-tropicale se trouvent en Amérique du Sud (190 millions d'hectares), suivie par l'Afrique (147 millions d'hectares) et l'Asie (88 millions d'hectares). Il existe quelques zones plus petites en Amérique du Nord et en Amérique Centrale ainsi qu'en Océanie. Les montagnes des tropiques présentent une grande diversité de

^{3/} Il faut noter que les chiffres de la FAO font référence aux forêts subalpines situées dans des latitudes tropicales, à partir de 1000 mètres, et plus. Dans les publications scientifiques, la hauteur de 1 000 m est généralement considérée comme la limite supérieure des forêts sempervirentes situées dans les basses terres. La limite la plus basse des forêts subalpines est fixée à 1 500 m, dont 500 m entre les deux, que l'on considère comme une zone de transition mal définie, appelée parfois zone subalpine.

caractéristiques géologiques, géomorphologiques, édaphiques, climatologiques et végétales. Cela va des plateaux situés en altitude (Ethiopie) aux sommets volcaniques, érodés par les glaces dans le passé en Afrique de l'Est (Mont Kilimandjaro en Tanzanie), aux chaînes élevées des Andes, qui sont relativement récentes d'un point de vue géologique, et enfin, aux monts en roche calcaire en Asie du Sud-Est (Mont Kinabalu) sur lesquels est répartie une végétation inégale.

15. Les plus grandes zones montagnardes et alpines subtropicales se trouvent en Asie (351 millions d'hectares), avec des zones nettement plus petites en Amérique du Nord et en Amérique centrale, en Afrique, en Amérique du Sud et en Europe. De nombreuses montagnes arides (de façon saisonnière) se trouvent dans un environnement montagneux subtropical, dont une des caractéristiques notables est celle de la zone alpine méditerranéenne qui présente des plantes épineuses, en coussinets. Les groupes de plantes d'espèces endémiques propres à ces habitats se trouvent dans la Sierra Nevada au-dessus de 2 800 m, et dans les Andes centrales du Chili, au-dessus de 2 000 m. ^{4/ 5/}

Régions tempérées

16. Les zones montagneuses et alpines les plus étendues se trouvent dans la zone tempérée de l'Asie (418 millions d'hectares), suivie par l'Amérique du Nord (environ 197 millions d'hectares) et l'Amérique du Sud (8 millions d'hectares). En Europe, les sommets nivaux sont regroupés dans les Alpes et dans le Caucase, avec quelques sommets dans les Pyrénées. Dans la zone nivale, des groupes dispersés de plantes en coussinet, de petites rosettes et de petites digitaires poussent dans des régions favorables.

Régions boréales

17. Les régions boréales subalpines et alpines se trouvent en Europe (Fennoscandie, Oural) et l'Amérique du Nord (Chaîne de l'Alaska et montagnes Mackenzie). Les montagnes boréales sont spéciales puisque leurs zones alpines vont jusqu'à la toundra arctique dans les latitudes élevées. Les environnements alpestres boréaux et arctiques reçoivent peu de neige en hiver, et se caractérisent par de fortes gelées qui entraînent des processus d'érosion permanents en raison de la cryoturbation, de la solifluxion et de la gélifluxion, ce qui crée des sols structurés étendus sur des zones vastes. Les glaciers couvrent la plupart des zones nivales.

Autres éléments de l'écopaysage commun aux montagnes

18. Les écosystèmes des zones humides sont associés aux cours d'eau (sources et ruisselets) et aux zones où la topographie, un drainage insuffisant et une irrigation excessive (provenant de la fonte de la neige/glace, de l'eau, ou les remontées d'eaux souterraines, créent des conditions saturées d'eau toute l'année. Les zones humides possèdent des espèces distinctes selon leur niveau d'altitude, et elles sont bien différentes de celles des autres écosystèmes, en raison de leurs conditions de vie particulières.

19. Les lacs alpins sont touchés par la formation et la fonte des glaces, par les changements des niveaux via les afflux et les écoulements, le drainage et l'évaporation. Les lacs alpins sont relativement pauvres en substances nutritives, et font vivre une faune et une flore particulières. L'eutrophisation qui

^{4/} Grabherr G, Nagy L, Koerner C, Thompson DBA (in press) - Overview: an outline of Europe's alpine areas. In L. Nagy, G. Grabherr et al., eds, *Alpine Biodiversity in Europe*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York,

^{5/} Cavieres et al. (2000) Cavieres LA, Peñaloza A, Arroyo MTK (2000). Altitudinal vegetation belts in the high Andes of central Chile (33°S). *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 331-344

émane des activités humaines et l'acidification provenant de la pollution peuvent affecter gravement la composition des espèces, comme le peuvent l'introduction de plantes et d'animaux exotiques envahissants.

20. Les rivières et les ruisseaux des montagnes sont les endroits où les écoulements sont concentrés et sont caractérisés par des réponses rapides aux précipitations et à l'évaporation. Leur flux rapide se situe généralement dans un lit profond et fournit des quantités importantes de sédiments en aval. Parmi les espèces invertébrées aquatiques, les changements d'altitude ont un impact sur la composition des groupes, mais pas vraiment sur la richesse des espèces. Les changements de latitude sont également apparents dans la richesse des espèces, surtout dans les ruisseaux alimentés par les glaciers, et augmentent au fur et à mesure que la latitude baisse. ^{6/} .

B. Espèces et niveaux génétiques

21. La caractéristique la plus évidente des régions de montagne est celle de la diversité biologique importante, en raison de la «compression» exercée le long d'un axe vertical d'un certain nombre de zones de vie écologiques qui, dans les tropiques en particulier, peuvent regrouper un tout un ensemble de conditions climatiques allant des basses terres humides aux sommets recouverts de glace, sur des distances horizontales relativement courtes. En général, la végétation peut changer le long d'un continuum, et aller des forêts ombrophiles tropicales aux forêts des zones subalpines de moyenne et de haute altitudes, à la limite forestière, en passant par la végétation alpine (à l'exception des montagnes situées dans les zones arides et sub-humides, où les basses terres manquent de forêts denses). Généralement, au-dessus de la limite forestière, les conditions climatiques difficiles exigent une adaptation aux conditions de l'altitude élevée et froide, ce qui donne une variété de «stratégies» écologiques adoptées par différents éléments constitutifs de la diversité biologique. Les prédateurs et les charognards possèdent des mécanismes de régulation de la température et de l'humidité très bien conçus.

22. De plus, une multitude de différentes mosaïques des conditions des habitats pour une altitude donnée, comme l'exposition différentielle aux vents, le type de roche mère, l'hydrologie locale et l'utilisation des terres, font que les montagnes sont des zones de diversité biologique très riche. Par conséquent, les montagnes abritent généralement une faune et une flore particulières, surtout en altitude ou dans sur d'autres sommets isolés, et comprennent de nombreuses espèces endémiques.

23. Si l'on se dirige vers les latitudes tropicales, la richesse des espèces de montagne augmente généralement, tout particulièrement en ce qui concerne le nombre d'espèces endémiques. La diversité des espèces ligneuses diminue avec l'augmentation de la latitude, et au niveau individuel (de la montagne), elle diminue avec l'augmentation de l'altitude.

24. Un nombre important de régions connues pour la diversité de leur flore coïncide avec les zones montagneuses. La diversité importante et la proportion élevée d'espèces endémiques dans les montagnes ont eu pour effet de déclarer de nombreuses zones existantes des «centres de diversité», située autour de régions montagneuses. ^{7/}

25. On estime qu'il existe plus de 420 000 espèces de plantes phanérogames dans le monde. ^{8/} A l'échelle mondiale, les zones montagneuses tropicales et subtropicales sont les biomes les plus riches en

^{6/} Monaghan KA, Peck MR, Brewin PA, Masiero M, Zarate E, Turcotte P, Ormerod SJ (2000) - Macroinvertebrate distribution in Ecuadorian hill streams: the effects of altitude and land use. *Archiv Fur Hydrobiologie* **149**: 421-440

^{7/} Voir : <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/hotspotsScience/>.

^{8/} Bramwell D. (2002) - How many plant species are there? *Plant Talk* 28:32-34

espèces. Sur les six zones les plus riches en espèces, cinq sont situées autour de, ou comprennent, des massifs montagneux : Costa Rica et Panama, Andes tropicales de l'est (y compris les montagnes des Andes subtropicales et les montagnes adjacentes) la région de l'Himalaya-Yunnan de l'Est, et le Nord de Bornéo et de la Nouvelle Guinée. D'autres régions montagneuses riches en espèces comprennent les montagnes méditerranéennes et arides, certaines parties des montagnes Rocheuses aux Etats-Unis, les montagnes de l'Atlas, et des parties de l'Asie centrale. Généralement, les montagnes néotropicales comptent de nombreuses espèces (plus de 90 000 espèces de plantes phanérogames ; et plus de 45 000 dans les basses terres), dont les épiphytes sont des éléments importants du point de vue floristique.

26. Dans la seule zone alpine, le nombre des espèces végétales varie de 8 000 à 10 000 dans le monde. Ceci représente environ 4 % de toutes les espèces situées dans environ 3% de la surface terrestre. Dans les régions alpines tropicales des Andes, appelées également *páramo*, on estime la richesse des espèces entre 3 000 et 4 000, dont 60 % sont des espèces endémiques. ^{9/} En revanche, le nombre estimé d'espèces situées dans les régions montagneuses de l'Europe, à l'exception du Caucase, est de 2 500. ^{10/} Ceci diffère de la région alpine des montagnes de l'Afrique de l'Est, où le nombre d'espèces vasculaires est nettement moins élevé, et se situe entre 77 et 182. ^{11/} Certaines zones alpestres ont des niveaux extraordinaires d'espèces endémiques : la richesse des espèces végétales vasculaires en Nouvelle-Zélande s'élève à 613 espèces, et 93% sont endémiques. ^{12/}

27. Le nombre d'espèces vertébrées endémiques de montagne est particulièrement élevé dans les Andes tropicales (1 567, ou environ 46 % du total). Les informations sur les invertébrés sont généralement locales, donc les comparaisons globales ne sont pas entièrement possibles. Elles sont généralement accessibles dans des sites bien étudiés comme dans les Alpes en Europe, les montagnes Rila et celles des Balkans ou les montagnes africaines. Les invertébrés aquatiques sont étudiés intensivement, particulièrement dans les rivières et les ruisseaux alimentés par les glaciers. Les examens effectués sur les organismes vivants dans les sols alpins et arctiques sont également disponibles en Europe. ^{13/}

III. FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES DE MONTAGNE : BIENS ET SERVICES

28. Les écosystèmes de montagnes représentent un groupe diversifié de biens et de services à des échelles spatiales et temporelles variées, dont la nature particulière peut dériver de types d'écosystèmes particuliers intégrés dans les forêts, les eaux intérieures et les zones arides et sub-humides. Néanmoins, en raison de leurs caractéristiques biophysiques uniques (pentes raides, variabilité micro climatique élevée sur

^{9/} Luteyn JL, Cleef AM, Rangel OC (1992) - Plant diversity in paramo: towards a checklist of paramo plants and a generic flora. In H Balslev, JL Luteyn, eds, *Paramo - An Andean ecosystem under human influence*, Academic Press, London San Diego New York, pp 71-84

^{10/} Väre H, Lampinen R, Humphries C, Williams P (in press) - Taxonomic diversity of vascular plants in the European alpine areas. In L Nagy, G Grabherr et al. , eds, *Alpine Biodiversity in Europe*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York,

^{11/} Hedberg O. (1992) - Afroalpine vegetation compared paramo: convergent adaptations and divergent differentiation. In H Balslev, JL Luteyn, eds, *Paramo - An Andean ecosystem under human influence*, Academic Press, London San Diego New York, pp 15-29

^{12/} Voir Mark AF, Adams NM (1995) - *New Zealand Alpine Plants* (second edition) Godwit Publishing Ltd, Auckland and McGlone MS, Duncan RP, Heenan PB (2001) - Endemism, species selection and the origin and distribution of the vascular plant flora of New Zealand. *Journal of Biogeography* 28:199-216.

^{13/} Par exemple, Broll G. (1998) – Diversity of soil organisms in alpine and arctic soils in Europe. *Pirineos* 151-152: 43-72

de courtes distances, stockage de l'eau douce sous forme de glace et de neige), les montagnes fournissent des biens et services relativement spécifiques qui sont généralement liés, et influencés par les gradients topographiques et d'altitude. A ce titre, les montagnes sont importantes pour les cinq éléments clés du Sommet mondial sur le développement durable : l'eau, l'énergie, la santé, l'agriculture et la diversité biologique (soit WEHAB, en anglais).

A. *Les écosystèmes de montagne et les cinq éléments clés du Sommet mondial sur le développement durable : l'eau, l'énergie, la santé, la productivité agricole et la diversité biologique*

L'eau et l'énergie

29. Les montagnes retiennent et libèrent d'importantes quantités d'eau de façon dynamique ; on estime qu'environ 68 % du total de l'eau source disponible sur la terre sont retenus par la glace et l'eau des glaciers. Les précipitations comme la neige et la glace s'accumulent et les cours d'eau rapides transportent de l'eau fondue. Plus de la moitié de la population mondiale dépend de l'eau des montagnes, qui est utilisée comme eau potable ou pour les activités agricoles. Les ressources en eau qui proviennent des montagnes sont indispensables aux environnements soumis aux saisons. Par exemple, les régions des versants de l'est des Andes en Argentine centrale et les versants de l'ouest au nord du Chili et au Pérou dépendent tous des ressources en eau des montagnes. Les forêts subalpines sont aussi essentielles puisqu'elles fournissent de l'eau en raison de leur double fonction d'intercepteur des nuages et de régulateur édaphique des flux d'eau en pente (en limitant les inondations, par exemple).

30. De nombreuses rivières avec des niveaux d'énergie potentielle élevés sont souvent utilisées pour produire de l'énergie. La production d'énergie est généralement effectuée au moyen du développement hydroélectrique des zones urbaines ; et les agglomérations rurales situées dans les pays en voie de développement se trouvent souvent sans électricité et dépendent de l'utilisation des forêts voisines pour le combustible ligneux.

La santé agricole et la diversité biologique

31. Un groupe de plantes médicinales et de nombreux types de cultures répandues proviennent de, et ont un grand nombre de variétés cultivées à l'intérieur, des régions montagneuses de haute altitude du Nouveau monde appelées *páramo* (par exemple : pomme de terre, maïs, tomate, tamarillos, chili et arracacha). De même, le blé, le maïs, les haricots, l'avoine, les raisins, les oranges et le seigle ont trouvé de nouveaux refuges dans les montagnes et se sont transformés en de multiples variétés. L'Himalaya, où le maïs et les pommes de terre ont été introduits à peu près en même temps qu'en Europe, est devenu un deuxième centre de diversification pour ces cultures. En raison de la variabilité micro climatique élevée dans les montagnes, si on les compare à une région donnée située dans les basses terres, on prévoit que les niveaux de diversité génétique augmenteront après l'introduction de plantes ou seront intrinsèquement élevés pour les espèces indigènes. Dans les Andes, les cultivateurs font pousser 50 variétés différentes de pommes de terre qui sont localement adaptées aux conditions micro climatologiques et édaphiques variables. Une diversité génétique élevée est une composante très importante pour les activités menées sur la génétique des cultures et la reproduction sélective, et pour l'adaptation aux changements climatiques locaux et mondiaux.

La production agricole

32. La production agricole dans les montagnes est limitée par la spécificité de l'environnement (accès restreint, fragilité de l'écosystème, retours minimes, diversité élevée des paysages) et coûts sociaux

connexes. La production des cultures est toutefois étendue dans les régions montagneuses de basse et de moyenne altitudes, et dans les régions alpestres de haute altitude des tropiques. Par exemple, la zone de culture de la pomme de terre au Costa Rica est située entre 2 300 et 2 700 m, et elle peut atteindre 4 400 m dans les Andes centrales.

33. Environ 2 % de la population mondiale réside dans les montagnes (*stricto sensu*), et 8 % vit dans les zones d'altitude et dans les régions de montagne d'altitude moyenne. ^{14/} La plupart de ces populations se trouvent dans les pays en voie de développement où elles ont vécu grâce à l'agriculture vivrière depuis de nombreuses générations. Les systèmes d'exploitation traditionnels sont généralement petits et strictement localisés, et peuvent faire appel à un nombre important de variétés de cultures, qui sert en partie à assurer le risque d'échec des récoltes. Les mesures d'amélioration comprenaient le terrassement et la culture en billon avec une gestion de l'écoulement des eaux, et parfois de l'irrigation. On a constaté que les systèmes d'exploitation traditionnelle des populations à faible densité étaient efficace et utilisaient durablement les ressources dans les milieux montagneux.

34. Les principes de base de la production agricole moderne sont fondés sur la concentration des terres (culture de vastes champs) et, avec la mondialisation, souvent sur l'imposition de technologies agricoles aux producteurs. Toutefois, la pratique de l'agriculture intensive dans les environnements montagneux est très limitée par les conditions environnementales prédominantes. Les principales limites d'échelle (taille des champs) sont dues à la réactivité des cultures aux facteurs de production (engrais et pesticides), à la portée limitée du développement de l'infrastructure et au marché qui récompense les produits excédentaires. Les systèmes de production agricole modernes ne sont généralement pas adaptés aux environnements de montagne, tandis que la production traditionnelle effectuée par une population avec une densité élevée est également non durable.

Agrosylviculture

35. Les systèmes d'agrosylviculture sont perçus comme étant dynamiques, fondés sur l'écologie, et des systèmes de gestion des ressources naturelles pouvant diversifier et soutenir la production en vue d'avantages sociaux, économiques et environnementaux pour les utilisateurs de la terre à tous les niveaux. ^{15/} Ils comprennent généralement une mosaïque de forêts dans une matrice de terres agricoles avec de nombreuses variations dans le peuplement forestier et les espèces ligneuses ainsi que la disposition dans l'espace. De nombreuses unités d'agrosylviculture reflètent la progression annuelle de l'utilisation des terres, qui s'étendent des forêts à l'agriculture, et qui est initiée par les petits propriétaires. Dans les zones montagneuses, les systèmes d'agrosylviculture sont essentiels aux sols, à l'eau et à la conservation des nutriments en vue d'une production agricole durable. Ces systèmes ont également été soutenus afin de réhabiliter les terres agricoles dégradées dans les montagnes de moyenne et de haute altitude.

B. Autres fonctions de la diversité biologique des montagnes

Stabilisation des sols

36. Les propriétés de la conservation des sols sont largement influencées par le niveau de perturbation de l'écosystème : les versants abrupts victimes de surpâturage ou de déboisement deviennent moins

^{14/} Baatzing W, Perlik M, Dekleva M (1996) - Urbanisation and depopulation in the Alps. Mountain research and development **16**: 335-350

^{15/} http://www.icraf.cgiar.org/ag_facts/ag_facts.htm#systems

stables que les zones non perturbées. Les événements de précipitations extrêmes exacerbent les glissements de terrain et la solifluxion lorsque les propriétés hydrologiques du sol ont été endommagées par l'utilisation de la terre par les hommes. L'écoulement de surface est accentué par le compactage des sols et peut causer l'érosion de ces derniers dans des régions très perturbées. Par conséquent, la gestion adaptée des sols sur les versants des montagnes est essentielle, à la fois pour les habitants des montagnes et pour ceux qui vivent dans les basses terres, comme les versants dégradés offrent peu de productivité agricole et peuvent présenter de nombreux risques. S'il n'existe pas de système de conservation des sols dans les zones alpines et subalpines, la régulation hydrologique peut s'effondrer, ce qui peut provoquer des crues brutales à la suite de précipitations majeures en aval. L'érosion excessive des sols peut entraîner un envasement à des altitudes plus basses.

Protection contre les risques naturels

37. Les versants abrupts des montagnes augmentent le taux de catastrophes naturelles dans les montagnes comme les chutes de pierre, les avalanches (glace, neige), les coulées de débris, les glissements de terrain, et l'érosion fluviale, éolienne et celle des sols. Ces risques se manifestent généralement plus sévèrement dans des environnements très perturbés (après un déboisement). Par exemple, on a pu constater une corrélation étroite entre l'augmentation du déboisement dans le Tyrol (Alpes) au cours des années et l'augmentation simultanée de la fréquence des avalanches ainsi que l'érosion importante des sols à des altitudes plus faibles. ^{16/} On a récemment mis l'accent sur l'importance de l'intégrité de l'écosystème dans les environnements alpins et subalpins de haute altitude qui servent « d'assurance » contre les risques naturels aux régions situées dans les basses terres. ^{17/}

Régulation du climat

38. Les montagnes comprennent l'équivalent d'une variété de zones climatiques de latitude disposées le long d'un gradient d'altitude, comme indiqué plus haut, et possèdent une diversité de microclimats qui résultent de leur topographie variée. Par exemple, la plupart des plateaux étendus situés en altitude comme le plateau du Tibet et le plateau des Andes, sont assez grands pour avoir leur propre système climatique. Les montagnes peuvent intercepter les masses d'air humide et créer une ombre pluviométrique dans des zones situées à l'opposé de la direction prédominante du vent. Dans les montagnes arides, les nuages se forment autour d'une montagne principale et causent des ceintures forestières. De plus, les montagnes peuvent provoquer des systèmes éoliens locaux.

IV. MENACES ET PRESSIONS

39. Les écosystèmes de montagne sont soumis à diverses perturbations naturelles, dont l'examen dépasserait la portée de cette note. Toutefois, les perturbations naturelles devraient être prises en compte quand on conçoit des systèmes de gestion des écosystèmes de montagne. Leurs impacts sont généralement composés par les effets nuisibles des activités humaines.

40. Les pressions exercées par les activités humaines sur les ressources montagneuses vont de la mauvaise planification des activités agricoles, et de la conversion des forêts, aux changements climatiques mondiaux. De plus, les effets des nombreuses menaces et pressions sur les écosystèmes des montagnes peuvent être ressentis très loin de leur lieu d'origine. Les écosystèmes de montagne sont à la fois fragiles et mettent du temps à se remettre des perturbations en raison de la raideur des pentes, des sols minces et des faibles températures ambiantes. Parmi les causes sous-jacentes de la dégradation des écosystèmes de

^{16/} Ozenda P. 1994 La végétation du continent européen. Delachaux et Niestle, Lausanne

^{17/} Koerner C. et Spehn E.M. (2002) – Mountain biodiversity. Parthenon, London

montagne et de la perte de la diversité biologique, citons les décisions politiques qui déterminent le sort des ressources naturelles des montagnes parce qu'elles sont prises de façon centralisée, généralement loin des environnements de montagne. En raison de leur éloignement, les régions montagneuses et leurs populations sont donc marginalisées et reçoivent peu ou pas de compensation pour la perte des biens et services fournis généralement par les montagnes.

A. *Utilisation des terres et déforestation*

Développement agricole

41. Les régions montagnardes sont considérées comme des "centres de diversité" de conservation, ou comme des zones comprenant une richesse exceptionnelle des espèces et d'endémisme. Les estimations des terres considérées comme des centres de diversité, affectées par l'utilisation des terres par les activités humaines, peuvent être très élevées dans certaines régions : 75 % dans les Andes tropicales ; 90 % dans le Caucase ; et 92 % dans les montagnes du sud-ouest de la Chine. ^{18/} Par conséquent, on remarquera qu'il y eu une perte durable de la diversité biologique des montagnes dans ces régions, particulièrement dans les pays en développement. Dans certaines de ces régions, le taux de perte de la couverture forestière montagnaise peut être la principale cause directe de la disparition de certaines plantes. ^{19/}

42. Néanmoins, pour satisfaire les besoins alimentaires toujours croissant des populations, l'utilisation des terres agricoles s'est largement répandue et les terres peu productives et de mauvaise qualité des montagnes sont de plus en plus cultivées. L'ouverture des populations des montagnes aux influences extérieures a augmenté la demande de biens matériels, et la production agricole s'est donc intensifiée. Au-delà de leurs incidences locales sur la diversité biologique, à la fois l'intensification et l'extensification de l'agriculture ont des conséquences plus importantes sur l'environnement. L'excès de dépôts provenant des engrais et des pesticides entraînent une contamination, et notamment l'eutrophisation des ressources aquatiques. Les sols subissent de la pression, ce qui a, comme nous l'avons vu précédemment, des conséquences potentiellement nuisibles sur l'équilibre hydrologique en aval. Le coût des dommages environnementaux résultant de la culture des terres peu productives va probablement dépasser largement les bénéfices que les agriculteurs locaux pourraient en tirer.

Exploitation forestière et déboisement

43. L'utilisation des forêts de montagne a traditionnellement concerné l'abaissement de la limite forestière par le défrichage au profit des pâturages et de l'agriculture, d'établissements ruraux, et de l'extraction ligneuse à petite échelle. Toutefois, l'extraction d'espèces ligneuses à grande échelle caractérise aujourd'hui l'exploitation forestière. Les modèles d'exploitation forestière sélective, particulièrement dans les tropiques, sont souvent non durables puisque le niveau d'extraction des arbres valables sur le plan commercial (possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu et reprise du cycle) sont tels qu'ils mènent inévitablement à la dégradation des forêts. ^{20/} Ces méthodes, qui se soucient surtout de l'optimisation des profits sans tenir compte des nombreuses questions environnementales et sociales y afférent, ainsi que des valeurs environnementales, vont forcément nuire durablement à

^{18/} Voir : <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/hotspotsScience/>

^{19/} Voir par exemple : Etter A. and van Wyngaarden W.(2000) - Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio* 29: 432-439; and Etter A. and Villa LA (2000) - Andean Forests and farming systems in part of the Eastern Cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development* 20: 236-245

^{20/} Voir par exemple : Thompson, I., et al. (2002). Review of the status and trends of, and major threats to, the forest biological diversity. CBD Technical Series 7. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

l'environnement. Néanmoins, on a pu constater qu'il y avait une durabilité écologique dans des opérations d'exploitation forestière sélective, à incidence réduite, dans certaines localités tropicales situées en montagne, à haute altitude. ^{21/}

44. L'exploitation forestière à grande échelle et les activités d'extraction du bois connexes peuvent avoir des conséquences socio-économiques et écologiques à la fois locales et en aval. Si la coupe rase est une option d'exploitation, ou lorsque la déforestation se produit, la suppression de la couverture forestière influence négativement la stabilité des versants et les propriétés hydrologiques. La valeur estimée des fonctions de protections telles que le contrôle des inondations et des avalanches, la protection contre l'érosion, et la conservation de la qualité de l'eau dans les forêts de montagne en Autriche coûterait de 130 milliards d'Euros à 290 milliards d'Euros, en utilisant des coûts techniques de remplacement sans réduction. Les coûts peuvent varier de 36 milliards d'Euros à 87 milliards d'Euros, si on évalue les coûts de remplacement de l'intervention technique, avec des réductions importantes pendant 50 ans. ^{22/} La stabilité des versants pourrait souffrir parce que l'augmentation de la disponibilité de l'eau peut pénétrer davantage en profondeur et causer des coulées de boue. Les augmentations des écoulements de surface accentuent l'érosion et la perte de la fertilité des sols. La sédimentation des ruisseaux est souvent un effet négatif supplémentaire de l'exploitation à grande échelle.

Utilisation des pâturages ou des prairies

45. Si les pâturages de faible ou de moyenne intensité n'ont pas d'impacts nuisibles sur les écosystèmes (on pense par exemple que les pâturages de faible ou de moyenne intensité ont eu pour résultat une vie végétale variée dans les prairies alpestres des Alpes en Europe, comme l'abandon des pâturages peut diminuer la richesse des espèces locales), les changements de la végétation associés aux pâturages peuvent affecter la fonction et la structure de l'écosystème. Un pâturage de grande intensité entraîne la simplification de la structure de l'écosystème, la présence de formes de croissance végétale et la richesse des espèces, et entraîner des dommages causés par le piétinement, accentuant ainsi l'érosion.

Chasse, récoltes et extraction

46. Dans les pays industrialisés, la chasse demeure une activité de loisir, et en l'absence de prédateurs naturels, un moyen de contrôler les populations d'ongulés. La chasse a aussi des fins rituelles dans certaines sociétés vivant dans les montagnes. La récolte de plantes médicinales pour un usage local et le commerce font également partie de l'héritage des populations habitant les montagnes, particulièrement dans les Andes, en Afrique et dans l'Himalaya. D'autres produits non-ligneux et le combustible ligneux viennent également des régions montagneuses. Inévitablement, la récolte des tous ces biens se produit en partie à cause d'augmentation de la demande locale et également du commerce.

Tourisme et sports

47. Le tourisme de montagne est une source de revenu majeure dans de nombreuses régions montagneuses du monde, bien que cela ait un coût pour l'environnement. Le tourisme constitue entre 15 % et 20 % du tourisme mondial (Entre 70 et 90 milliards \$US par an) et joue un rôle important pour les économies nationales. Au niveau local, cela peut apporter bien plus de revenus que d'autres activités économiques dérivées des forêts. Les impacts du tourisme sur les écosystèmes de montagne sont très préoccupants, aussi bien au niveau local que mondial parce que les montagnes sont fragiles. Les identités

^{21/} Voir par exemple : Romero C. (1999) - Reduced impact logging effects on commercial non-vascular pendant epiphyte biomass in a tropical montane forest in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* **118**: 117-125

^{22/} OECD (2001) - Biodiversity, landscapes and ecosystem services of agriculture and forestry in the Austrian Alpine region - an approach to economic (e)valuation. OECD, Paris

culturelles et leur diversité dans les régions montagneuses sont également menacées par le poids économique, social et environnemental associé au tourisme de montagne.

48. Les augmentations importantes des revenus disponibles, particulièrement dans les pays développés, ont entraîné une explosion du nombre de touristes et du développement des centres touristiques. Par exemple, le nombre de visiteurs qui vont dans les Alpes françaises pour y pratiquer des activités de plein air a été multiplié par vingt entre 1950 et 1997. De nombreuses activités touristiques endommagent les habitats et peuvent déranger la faune. Les changements des modèles d'utilisation des habitats ont impacts sur l'état de la faune et de la flore, et le succès de leur reproduction peut en dépendre. ^{23/} Par exemple, le rétablissement de la couverture végétale après le passage des bulldozers qui dament les pistes et l'installation de remontées mécaniques se fait sur une longue période, et la structure et la composition originale de la couverture sont rarement récupérées. Une autre menace pesant sur la diversité biologique concerne l'utilisation des remontées mécaniques et des téléphériques qui transportent les touristes à haute altitude, en dehors de la saison de ski, lorsque la végétation est particulièrement susceptible d'être piétinée. Le simple fait de piétiner le sol peut modifier la composition de la végétation, diminuer la richesse des espèces et démarrer un processus d'érosion.

49. Les activités de tourisme de loisirs qui nécessitent de l'équipement motorisé ou des infrastructures importantes (comme le ski alpin, la motoneige ou le vélo de montagne) ont généralement des impacts plus immédiats et importants sur l'environnement naturel que les activités de loisirs à faible intensité (randonnée, camping, escalade). De nombreux pays en développement font leur possible pour obtenir des activités de tourisme qui font appel à une haute technologie et des investissements plus élevés, et qui ont des incidences nuisibles sur l'environnement (des besoins importants en énergie, la construction de routes, etc.).

50. Une des branches qui se développe le plus dans le tourisme est ce qu'on appelle l'écotourisme. Ce dernier est souvent salué comme étant un sauveur potentiel de la diversité biologique grâce à sa contribution à l'économie locale. Toutefois, cela peut aussi être une activité éventuellement dangereuse si le niveau de résistance de l'écosystème est ignoré. Il ne fait aucun doute que l'écotourisme génère des revenus et qu'il s'agit donc d'une solution alternative prometteuse pour l'utilisation durable des ressources de montagne. Cependant, la faible résistance des écosystèmes de montagne comme les forêts de haute altitude et les régions de vie alpestre peuvent être rapidement endommagées par l'augmentation du nombre de touristes par le piétinement, l'utilisation supplémentaire des ressources et la production de déchets excessifs. Il faut bien penser l'équilibre des avantages à court terme, et surtout, la répartition de ces deniers, ainsi que les impacts sur l'environnement à long terme, sont nécessaires afin d'éviter une perte irréversible de diversité biologique et ses effets connexes sur le fonctionnement des écosystèmes.

Etablissements humains

51. Les établissements humains de haute altitude sont concentrés sur des plateaux étendus, particulièrement en Amérique du Sud et en Amérique centrale, et dans les régions très peuplées de l'Himalaya. Les établissements humains situés dans les environnements de montagne n'ont traditionnellement pas été établis dans les contreforts et dans les zones subalpines. Toutefois, surtout dans les Tropiques, il n'est pas rare de trouver des établissements ruraux à plus haute altitude. Un type

^{23/} Voir par exemple : Loison A, Toigo C, Gaillard J-M (in press) Large Herbivores in Continental European Alpine Ecosystems: Current Status and Challenges for the Future. In L Nagy, G Grabherr et al. , eds, Alpine Biodiversity in Europe, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York,

relativement récent d'établissement est celui qui est associé au tourisme et aux sports d'hiver. Il comprend un certain nombre d'hôtels, d'aires et de bâtiments de service. Les habitations traditionnelles et de loisirs nécessitent d'avoir accès à certaines installations : électricité, voies d'accès et station d'élimination des déchets. Ces installations représentent des défis considérables aux promoteurs.

52. Ces dernières années, les conflits humains ont eu des impacts nuisibles sur de nombreux écosystèmes de montagne.

Utilisations industrielles

53. Les montagnes sont des environnements dans lesquels les niveaux de réserves potentielles sont élevés (pentes abruptes, cours d'eau rapides), ce qui les rend propices à la production d'énergie comme elles peuvent aussi présenter des risques naturels (chutes de pierres, glissements de terrain, avalanches). Par conséquent, de nombreuses constructions hydroélectriques ont eu lieu afin d'exploiter l'énergie des cours d'eau. La construction de barrages modifie entièrement l'écologie de la zone inondée, ce qui transforme les habitats terrestres en lacs. Les barrages peuvent interférer avec les échanges abiotiques et biotiques entre les zones situées en amont et en aval.

54. Bien que la plus grosse activité minière se situe dans les terres basses, une grande proportion de métaux ferreux et non-ferreux (cuivre, plomb, zinc, étain, or) sont extraits des Andes (Bolivie, Chili, Pérou), Sierra Maestra (Mexique), des Rocheuses (Etats-Unis d'Amérique), des Magadan (Russie), et des montagnes de Nouvelle-Guinée (Papouasie-Nouvelle-Guinée, Indonésie), avec des impacts concomitants en raison du ramassage des résidus des opérations minières, du traitement et de la mauvaise gestion des déchets et des réservoirs. Les développements miniers peuvent avoir des résultats dévastateurs sur le paysage, la végétation, les ressources en eau nettement plus en aval que les mines. ^{24/}

55. La pollution de l'air composée de nitrogène et de sulfure dans les pays industrialisés a augmenté depuis 1950 dans la zone forestière située en haute altitude et a également touché la faune et la flore qui y vivent.

Construction de routes

56. La construction de nouvelles routes et l'augmentation de l'utilisation des routes de montagne par les véhicules lourds se sont beaucoup accentuées dans le monde entier. ^{25/} Par exemple, dans les Alpes françaises et dans les Pyrénées, on estime que l'augmentation a été multipliée par trois entre 1984 et 1995. La construction de routes peut affecter directement la survie locale des espèces, peut fragmenter les habitats, et avoir des conséquences bien plus importantes en engageant le processus d'érosion des sols. La fragmentation des habitats, ainsi que les autres impacts, peuvent accélérer les extinctions au niveau local. Dans le cas de la faune, elle peut, par exemple, gêner les voies migratoires des amphibiens et empêcher les migrations habituelles d'ongulés entre les massifs montagneux. De plus, les routes offrent un accès plus facile à des zones auparavant inaccessibles et peuvent par conséquent contribuer à la propagation importante et rapide d'agents nuisibles dans la diversité biologique et dans l'ensemble de l'environnement.

B. Autres menaces et pressions

Espèces exotiques envahissantes

^{24/} Voir Fox DJ (1997) Mining in mountains. In B Messerli, JD Ives, eds, Mountains of the world. A global priority, Parthenon Publishing, London, pp 171-198

^{25/} UNEP (2002) Global Environment Outlook 3. Earthscan, London

57. Les perturbations occasionnées par les activités humaines sur les écosystèmes les rendent plus sensibles à l'invasion des plantes et des animaux par des espèces exotiques. Des plantes qui ont été introduites peuvent devenir envahissantes si leur croissance et leur propagation sont facilitées par l'existence de partenaires mutuels éventuels, et si les conditions environnementales sont favorables à l'établissement d'espèces exotiques variées/synergie des espèces exotiques. ^{26/}

58. Il existe en particulier certaines îles avec une proportion importante de zones montagneuses (par exemple : Hawaii, Madagascar, Nouvelle-Zélande) qui figurent parmi celles qui ont été les plus touchées par les espèces exotiques envahissantes. Les espèces exotiques/introduites ont envahi de nombreux types d'écosystèmes dans la plupart des zones de montagnes habitées, à l'exception des zones alpines, où les opportunités d'établissement d'un groupe de colons exotiques sont limitées d'un point de vue biologique.

Changements climatiques à l'échelle mondiale

59. Les changements climatiques mondiaux se manifestent par les changements de températures et de schémas des flux, ce qui peut modifier les précipitations et les vents ainsi que l'accumulation de neige y afférent. Les Andes centrales et du sud, par exemple, ont montré une évolution aride importante au cours des dernières décennies ^{27/} En Afrique, le Kilimandjaro a reçu progressivement moins de précipitations au-dessus de la zone des forêts ombrophiles subalpines, ce qui a entraîné un risque supérieur d'incendies de forêts. Ceci a eu pour résultat de faire reculer la limite forestière. La fréquence d'événements extrêmes dus à la répartition du pergélisol, de la couverture nuageuse, des précipitations et de la stabilité des versants peut augmenter, et la fonte des glaciers de montagne pourrait s'accélérer en raison du réchauffement du globe. Selon la série de scénarios envisagés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la température moyenne du globe devrait se réchauffer, et passer de 1,4 C° à 5,8 C° à la fin du siècle. ^{28/}

60. On pense que le réchauffement mondial récent a eu des effets nuisibles sur la répartition et l'abondance des espèces de montagne, particulièrement dans les forêts d'altitude tropicales, qui sont définies par l'interception constante de l'humidité de l'atmosphère. Au Costa Rica, sur 50 espèces de grenouilles et de crapauds réparties sur une zone d'étude de 30 km², 20 ont disparu depuis 1987, un phénomène que l'on croit lié aux changements environnementaux drastiques associés au réchauffement de l'atmosphère. ^{29/} Dans ce cas, le réchauffement a augmenté la latitude moyenne d'où se forment les nuages orographiques, ce qui rend l'interception de l'humidité moins fréquente par la végétation forestière, et crée une baisse simultanée des précipitations liées à la brume. Les espèces de plantes épiphytes peuvent également être très sensibles au réchauffement du globe et à ses conséquences.

61. Les interactions qui se produisent entre l'utilisation des terres et les changements climatiques peuvent avoir un effet synergique nuisible sur les biotes des montagnes. Par exemple, on pose comme hypothèse le fait que les impacts des changements climatiques sur les migrations éventuelles des espèces seraient minimales le long des montagnes qui ont une couverture indigène continue, puisque les migrations

^{26/} Voir la note du Secrétaire exécutif préparée pour la sixième réunion de SBSTTA sur l'état d'avancement des travaux relatifs aux espèces exotiques envahissantes, (UNEP/CBD/SBSTTA/6/6).

^{27/} Halloy SRP, Mark AF (2002) - Climate change effects on alpine plant biodiversity: a New Zealand perspective on quantifying the threat. Arctic, Antarctic, and Alpine Research (submitted)

^{28/} Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2002). Changements climatiques et diversité biologique, OMM, PNUE, CDB.

^{29/} Pounds, A. J., M. P. L. Fodgen, J. H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. Nature **398**: 611-615.

végétales répétitives en amont et en aval ont été enregistrées dans le passé géologique, en réponse aux changements climatiques. Toutefois, en raison du niveau élevé de fragmentation de l'habitat qui interrompt les voies migratoires possibles, les changements climatiques pourraient causer l'extinction rapide d'espèces sensibles.

62. L'une des preuves les plus évidentes du réchauffement du globe sur les milieux montagneux est le taux croissant du retrait glaciaire dans le monde entier. La disparition des glaciers limitera nettement la disponibilité des ressources en eau dans de vastes zones situées en aval, et nous obligera probablement à utiliser les terres différemment. Le réchauffement du climat a été attribué à l'augmentation de la richesse des espèces dans les sommets nivaux des Alpes. En général, les modèles théoriques prévoient une migration en amont des zones de végétation et des habitats de la flore. Par conséquent, les forêts subalpines avanceraient au profit des prairies subalpines ; les organismes situés dans des zones alpines en altitude pourraient disparaître localement ou mondialement, particulièrement dans le cas des espèces endémiques peu importantes, particulièrement quand l'étendue de la zone alpine nivale est petite. 30/

Les écosystèmes aquatiques vont probablement subir également des changements marqués, les espèces qui supportent mal les variations de température pourront faire disparaître des eaux précédemment froides

30/ Voir par exemple : Kappelle M, Van Vuuren MM, Baas P (1999) - Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation* **8**: 1383-1397; Foster P (2001) - The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-science Reviews* **55**: 73-106; Kienast F, Wildi O, Brzeziecki B (1998) - Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests - An ecological risk assessment. *Biological Conservation* **83**: 291-305; Villers-Ruiz L, Trejo-Vazquez I (1998) - Climate change on Mexican forests and natural protected areas. *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions* **8**: 141-157; Theurillat JP, Guisan A (2001) - Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. *Climatic Change* **50**: 77-109; Guisan A, Holten JJ, Spichiger R, Tessier L (1995) - Potential ecological impacts of climate change in the Alps and Fennoscandian mountains. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques, Genève; Halloy SRP, Mark AF (2002) - Climate change effects on alpine plant biodiversity: a New Zealand perspective on quantifying the threat. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* (submitted); Haeberli W, Beniston M (1998) - Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio* **27**: 258-265; Hauer FR, Baron JS, Campbell DH, Fausch KD, Hostetler SW, Leavesley GH, Leavitt PR, McKnight DM, Stanford JA (1997) - Assessment of climate change and freshwater ecosystems of the Rocky Mountains, USA and Canada. *Hydrological Processes* **11**: 903-924; and Tulachan P. M. (2001) Mountain agriculture in the Hindu Kush-Himalaya: A regional comparative analysis. *Mountain Research and Development* **21**: 260-267.

et l'augmentation des températures pourraient confiner les poisons d'eau froide aux cours supérieurs des rivières. ^{31/}

V. CONCLUSIONS

63. Il existe de nombreuses publications sur l'état de la diversité biologique des montagnes. En revanche, dans la mesure où les décideurs sont concernés par l'élaboration des programmes et des plans de conservation et d'utilisation durable des biens et des services provenant des écosystèmes de montagne, il est urgent d'obtenir :

(a) Des informations sur les liens qui existent entre les moyens de subsistance des populations qui vivent dans les zones de montagne et l'état de la diversité biologique, mais aussi sur les politiques et les activités qui ont un effet sur les montagnes, et qui sont menées par les communautés des montagnes ;

(b) Une idée plus précise de l'évolution de la diversité biologique des montagnes et des informations sur ces dernières ; et notamment des données qualitatives sur les pressions et les menaces imposées à la diversité biologique des montagnes ainsi que sur les données non utilisables de cette diversité biologique.

64. Les inventaires biologiques et les initiatives de surveillance – premières étapes pour élaborer des indicateurs significatifs des changements des écosystèmes – sont, dans le meilleur des cas, incomplets pour la plupart des zones montagneuses, particulièrement dans les pays en développement. Le rassemblement de données sur le terrain devrait être fait afin de créer une base de données mondiale avec des variables climatiques.

^{31/} Hauer et al. (1997) Hauer FR, Baron JS, Campbell DH, Fausch KD, Hostetler SW, Leavesley GH, Leavitt PR, McKnight DM, Stanford JA (1997) - Assessment of climate change and freshwater ecosystems of the Rocky Mountains, USA and Canada. *Hydrological Processes* **11**: 903-924

Schéma

ZONES D'ALTITUDE ALPINES ET SUBALPINES

