

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 86 (1997)

**Artikel:** Les incidences environnementales et économiques des changements climatiques sur les régions de montagne

**Autor:** Beniston, Martin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308750>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

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

# Les incidences environnementales et économiques des changements climatiques sur les régions de montagne

par Martin BENISTON,  
Institut de Géographie, Université de Fribourg

## Introduction

Les régions de montagne sont souvent considérées comme des zones économiquement marginales alors même qu'elles contribuent à la survie économique d'environ 10% de la population mondiale. De manière indirecte, on peut considérer que près de la moitié de la population mondiale dépend des ressources des montagnes, en particulier parce que les grandes rivières de la planète ont leur source dans ces régions. Par ailleurs, la diversité biologique des régions de montagne est très élevée, en raison de la correspondance, selon l'altitude, entre le climat et les étages de végétation. En Suisse, par exemple, on observe sur une distance de 100 km, entre Lugano et la crête principale des Alpes, une transition rapide d'une végétation subtropicale à une végétation caractéristique des régions polaires.

D'un point de vue, climatique, les montagnes ne jouent pas uniquement un rôle passif en subissant le climat et son évolution. Au contraire, elles conditionnent également de nombreux phénomènes atmosphériques. Ainsi, en tant que barrières physiques, les montagnes perturbent les courants atmosphériques en générant certains modes d'oscillations. Ceux-ci sont associés dans les moyennes latitudes aux systèmes dépressionnaires perturbés qui caractérisent le climat de ces régions. Enfin, la complexité du relief contribue à la diversité des climats régionaux dans les zones de montagnes. Les interactions subtiles entre l'orientation, la pente, l'altitude, la latitude, la répartition de l'énergie solaire et les précipitations sont ainsi à l'origine de microclimats, souvent très différents d'une vallée à l'autre.

Les changements climatiques, qui pourraient intervenir dans les décennies à venir, vont perturber l'environnement montagnard en agissant en particulier sur les éléments importants tels que les ressources en eau, la biodiversité et les climats régionaux. Ces perturbations affectant le milieu physique auront des conséquences non-négligeables sur de nombreux systèmes socio-économiques.

## Changements climatiques

On sait qu'il existe un effet de serre naturel qui maintient le niveau thermique moyen de l'atmosphère à environ 15°C autour du globe. Cet effet est dû à la présence de gaz tels que le dioxyde de carbone et le méthane qui, malgré leur faible concentration dans l'atmosphère, ont des propriétés physico-chimiques particulières. En effet, ils sont capables de piéger une partie de l'énergie terrestre qui tente de s'échapper vers l'espace. Ces gaz à effet de serre, absorbant une fraction de cette énergie infrarouge et la réémettant vers la surface du globe, maintiennent ainsi l'atmosphère à une température d'environ 35°C supérieure à celle que l'on aurait sans eux. L'effet de serre naturel est donc un facteur essentiel de la vie sur la terre. Cependant, depuis le début de l'ère industrielle, les activités humaines de transformation de l'énergie, pour des domaines aussi variés que l'industrie, les transports ou l'agriculture, ont provoqué une sensible augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le dioxyde de carbone et le méthane ont augmenté respectivement de 35% et de 150%. Durant le même laps de temps, on a assisté à une augmentation des températures moyennes de la planète d'environ 0,5°C à 0,6°C. Cette tendance a été ressentie de manière différente selon les régions. En Suisse, par exemple, l'augmentation mesurée (Figure 1) est de plus de 2°C depuis le début du siècle, ce qui implique que la région alpine est probablement l'une des plus sensibles aux changements.

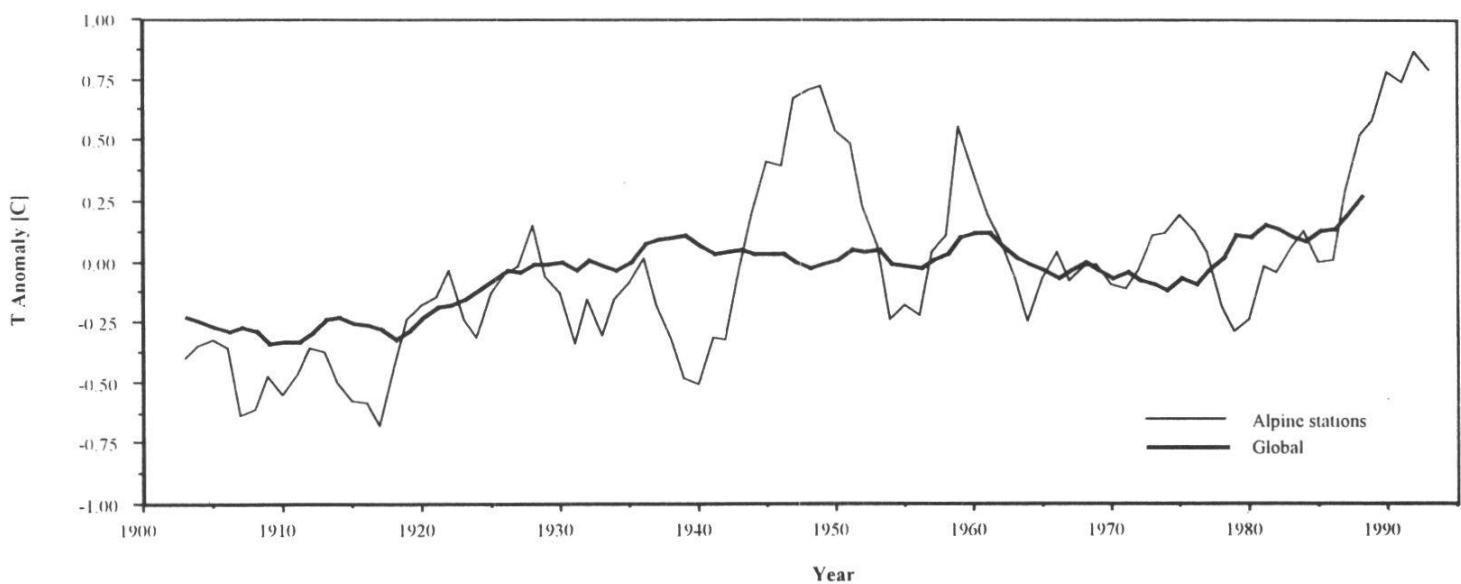


Fig. 1: Evolution des températures moyennes au cours du 20<sup>e</sup> siècle au niveau global et dans les Alpes suisses

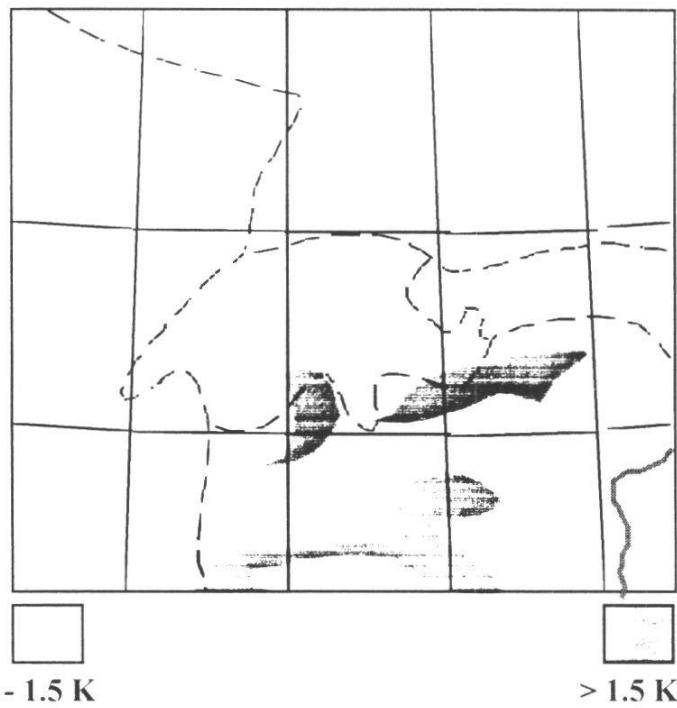
Afin d'évaluer l'évolution future des changements climatiques, on utilise des modèles de simulation du climat («General Circulation Models») qui font appel, d'une part, à des principes de physique et de thermodynamique et qui nécessitent, d'autre part les ressources informatiques les plus performantes. Les estimations des tendances économiques et démographiques sont des facteurs de base pour la simulation de l'évolution climatique au siècle prochain. Ces paramètres vont influencer l'évolution des émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ainsi, en fonction des hypothèses socio-économiques choisies (croissance démographique et économique modeste ou forte) ont obtient des valeurs de concentrations de gaz à effet de serre deux à quatre fois plus élevées que les valeurs antérieures à l'ère industrielle. Les modèles de climat nous permettent ensuite d'évaluer la réaction de l'atmosphère par rapport à ces futures concentrations. Les résultats sont pour le moins alarmants puisque l'on prévoit une augmentation de la température de 1,5°C jusqu'à 4,5°C pour la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. Ceci représente une amplitude et un taux de réchauffement inconnus depuis la dernière grande glaciation. Actuellement, la crainte que beaucoup de systèmes naturels, et par conséquent les systèmes socio-économiques qui en dépendent, ne pourront pas s'adapter à un changement climatique aussi brusque constitue notre préoccupation majeure.

La Fig. 2 illustre les changements potentiels de précipitation et de température dans la région alpine. On remarque que les températures sont en nette augmentation par rapport à la situation d'aujourd'hui, tant en hiver qu'en été. Les précipitations hivernales pourraient être plus abondantes, alors que le déficit de pluie serait plus marqué durant l'été, saison durant laquelle l'approvisionnement en eau deviendrait critique.

## Incidences potentielles

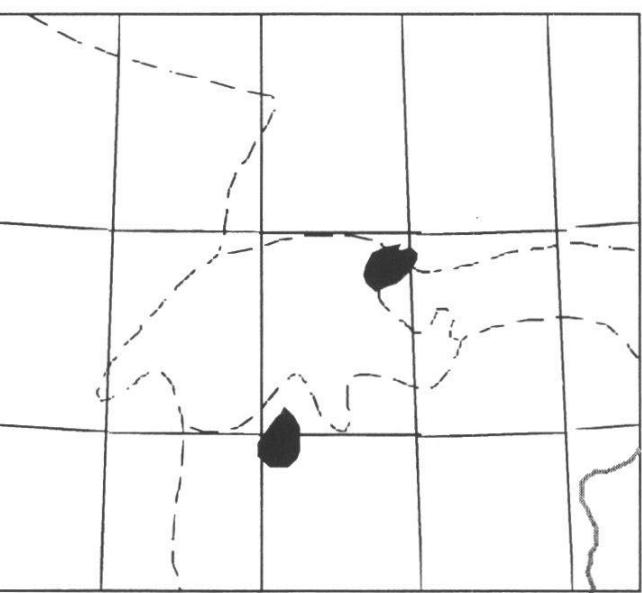
Les perturbations affectant l'environnement auront souvent des conséquences directes ou indirectes sur l'économie et sur la société. Parmi les secteurs environnementaux qui pourraient être les plus touchés dans un climat plus chaud, on peut citer:

La cryosphère: les régions occupées par les glaciers, les neiges pérennes et le permafrost, dont la surface est déjà en fort recul depuis plus d'un siècle, connaîtront une régression encore plus marquée à l'avenir. Environ 50% de la masse des glaciers de montagne pourrait disparaître d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. La limite de la neige pérenne remonterait d'environ 150 m pour chaque degré de réchauffement. Enfin, le recul du permafrost s'accompagnerait d'une augmentation de l'instabilité des versants, avec des épisodes plus fréquents de chutes de pierres, d'éboulements, de coulées de boue, etc.



1 - 1.5 K

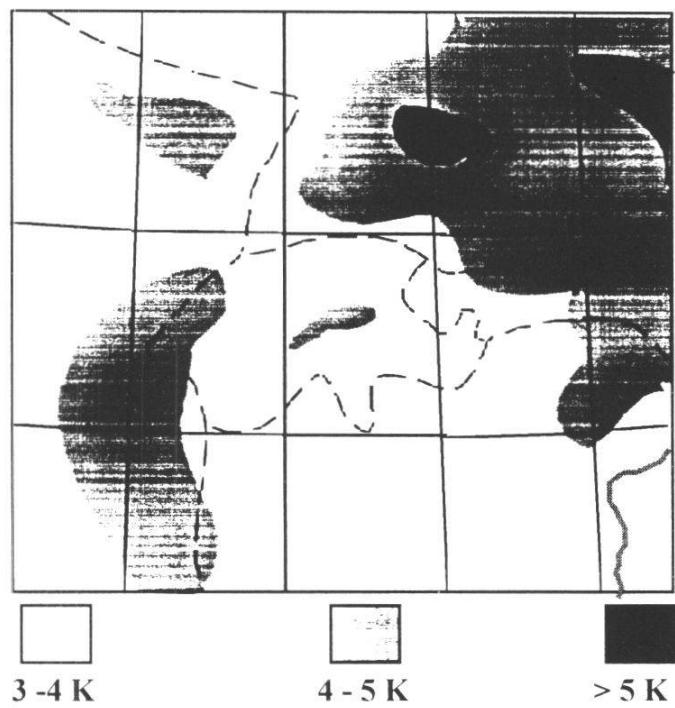
> 1.5 K



< -0.5

+0.5 - 2.5

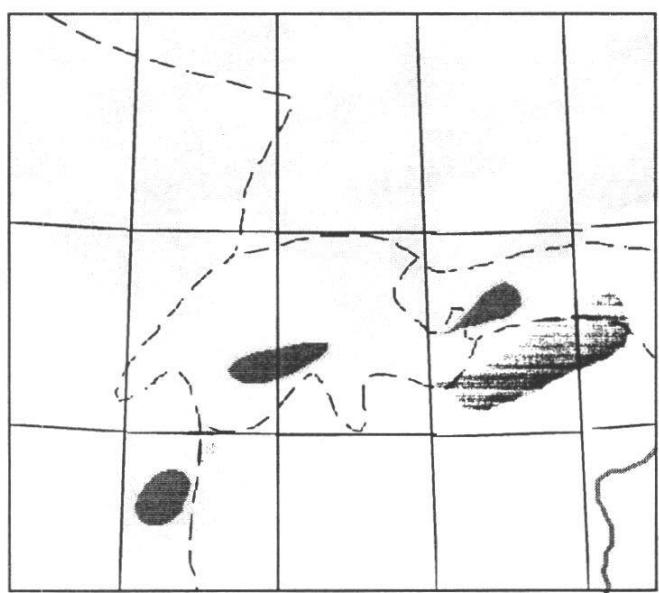
> 2.5



3 - 4 K

4 - 5 K

> 5 K



< -2.5

- 0.5 - -2.5

> +0.5

Fig. 2: Changements de température en °C (haut) et de précipitations en mm/jour (bas) aux environs de l'an 2050 par rapport à aujourd'hui. Simulations par un modèle climatique régional

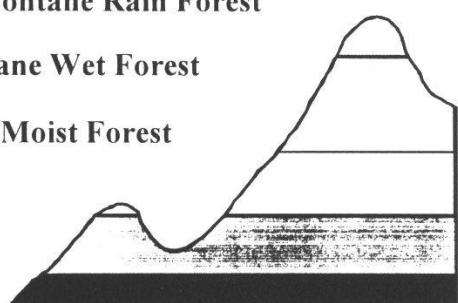
Subalpine Paraña

Montane Rain Forest

Lower Montane Rain Forest

Premontane Wet Forest

Tropical Moist Forest



Current climate

### La Amistad Biosphere Reserve, Costa Rica



Future climate (2050)  
T: +3, 5 °C, Precipitation: +10%

Nival / Polar Desert

Alpine Wet Tundra

Subalpine Moist Forest

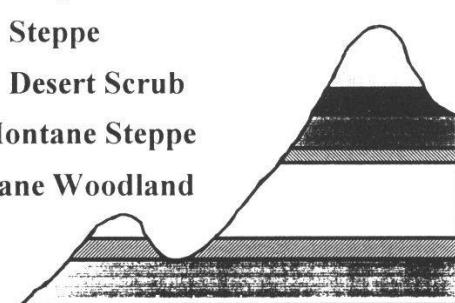
Subalpine Dry Scrub

Montane Steppe

Montane Desert Scrub

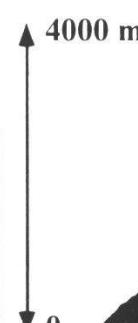
Lower Montane Steppe

Premontane Woodland



Current climate

### King's Canyon National Park, California



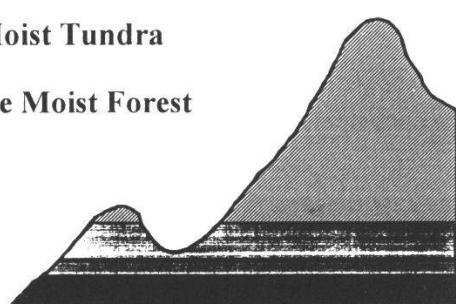
Future climate (2050)  
T: +3, 5 °C, Precipitation: +10%

Nival / Polar Desert

Alpine Wet Tundra

Alpine Moist Tundra

Subalpine Moist Forest



Current climate

### Denali National Park, Alaska



Future climate (2050) :  
T: +3, 5 °C, Precipitation: +10%

Fig. 3: Illustration des changements d'étages de végétation dans les montagnes du Costa Rica, de la Californie et de l'Alaska suite à un changement climatique plausible. Notez la disparition de certains types de végétation soit par manque d'espace de migration, soit par compétition entre espèces. Situation actuelle: figures de gauche; situation future: figures de droite

L'hydrologie: les débits des rivières seront modifiés en fonction de l'importance et de la nature des précipitations futures. Par exemple, une diminution des précipitations sous forme de neige au profit de précipitations pluvieuses en hiver provoquerait un changement important du régime hydrologique des rivières durant l'été, dans la mesure où ces écoulements sont actuellement tributaires de la fonte de la neige et des glaciers. Les ressources en eau seraient passablement affectées: la distribution des débits en fonction des saisons serait modifiée et la quantité d'eau disponible dans un bassin versant donné pourrait être également différente. Il faut souligner que ces changements hydrologiques se feraient sentir de manière plus aiguë dans les régions de plaine, là où les besoins en eau sont les plus importants.

La végétation: on pense que la diversité biologique des régions de montagne diminuera. La végétation aurait tendance, en effet, à «migrer» vers des altitudes supérieures où les conditions climatiques de demain seront plus semblables à celles d'aujourd'hui. Les espèces déjà proches des sommets seraient appelées à s'adapter ou à disparaître, ne trouvant plus d'endroits vers lesquels migrer. Par ailleurs, la compétition entre espèces se ferait au détriment de celles dont les capacités d'adaptation et de migration sont plus faibles. La Fig. 3 illustre l'évolution possible de la végétation dans trois régions de montagne du continent américain.

Quant aux conséquences socio-économiques, il ne fait aucun doute, par exemple, que le tourisme hivernal dans les Alpes serait très fortement touché par des conditions d'enneigement médiocres et plus aléatoires. Les communes qui tirent une grande partie de leurs revenus de l'industrie du ski connaîtraient des revers financiers majeurs. L'augmentation de l'instabilité des terrains due à la dégradation du permafrost de haute montagne pourrait poser d'importants problèmes de sécurité pour les infrastructures et pour les voies de communication. Les perturbations des cycles hydrologiques se répercuteraient inévitablement sur l'approvisionnement en eau. Les secteurs énergétiques et industriels subiraient les conséquences directes de ces changements. Afin de remédier aux effets néfastes de ces modifications de nouvelles méthodes de gestion de l'eau devront être mises en œuvre.

D'autres secteurs tels que l'agriculture de montagne, relativement précaire aujourd'hui dans des régions telles que l'Altiplano andin ou les Hauts Plateaux d'Asie Centrale, pourraient théoriquement bénéficier de conditions plus favorables, puisque plus chaudes. Cependant, il faudrait également que les précipitations et la fertilité des sols évoluent de manière adéquate pour permettre le développement durable de l'agriculture dans ces régions.

D'une manière générale, les pays en voie de développement seront plus profondément touchés par les impacts des changements climatiques. Leur situation financière est en effet déjà très fragile, de plus ils sont aussi dans des régions très marginales d'un point de vue climatique. Les populations traditionnelles du tiers-monde dépendent des ressources montagnardes pour leur

survie, ce qui n'est pas le cas dans les pays développés de l'Europe ou de l'Amérique du Nord. Les montagnes du monde occidental sont exploitées principalement pour répondre à une demande en matière de loisirs et seulement, dans une moindre mesure, pour satisfaire des besoins industriels (énergie, mines, bois,...).

## Conclusions

Les changements climatiques sont une des préoccupations majeures de cette fin de siècle, en raison des répercussions potentielles pour de nombreux secteurs de l'économie. Les régions de montagne en raison de leurs relations étroites avec les ressources en eau et la diversité biologique, pourraient subir des effets importants des changements climatiques. Les conséquences se feraient d'ailleurs sentir bien au-delà des montagnes elles-mêmes.

Il existe aujourd'hui au niveau politique une prise de conscience générale de la gravité probable de l'augmentation de l'effet de serre. La Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, ratifiée par 150 pays (y compris la Suisse), vise à réduire l'ampleur des changements climatiques en cherchant à limiter les émissions des gaz à effet de serre. La mise en œuvre de cette convention suscite cependant de nombreuses polémiques issues de conflits d'intérêts entre différents pays d'une part, et entre l'économie et la protection de l'environnement d'autre part. Aujourd'hui, on ne peut plus ignorer cette problématique globale comme en témoigne cette citation de l'une des conclusions auxquelles ont abouti un groupe de travail international (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) chargé d'étudier les changements du climat:

*«...nos connaissances actuelles du système climatique nous permettent d'affirmer qu'il existe un effet discernable de l'Homme sur le climat...».*

## Zusammenfassung

Die Bergregionen machen nur etwa 20 % der Kontinentalflächen aus, spielen aber eine wichtige Rolle was das Klima und die Hydrologie unserer Erde betrifft. Sie bilden mit ihren Wasserreserven, ihrer Biodiversität und ihren mineralischen Reichtümern die (Über)Lebensgrundlage für beinahe die Hälfte der Weltbevölkerung. Berggebiete sind ganz speziell von den Auswirkungen und den Folgen des «Global Change» betroffen. Besonders die für die nächsten Jahrezehnte angekündigten Klimaveränderungen werden die natürliche Umwelt beeinflussen (Gletscher- und Eisregionen, Hydrologie, Fauna und Vegetation) und Auswirkungen auf sozio-ökonomische Systeme haben (Landwirtschaft im Bergebiet, Tourismus, Bergbau usw.). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Entwicklungsländer mehr Mühe haben werden als die Industrieländer sich den Auswirkungen und Folgen des «Global Change» anzupassen.

Der Artikel gibt einen Überblick der aktuellen Erkenntnisse über die Bergregionen und die Beziehung mit andern terrestrischen Systemen. Weiter werden mögliche Auswirkungen des für das 21. Jahrhundert vorgesehenen «Global Change» auf eine stets sich im Wandel befindende Umwelt, Demographie und Ökonomie besprochen.

## Résumée

Les régions des montagnes ne recouvrent qu'environ 20 % des surfaces continentales, mais elles jouent un rôle prépondérant dans les climat et les systèmes hydrologiques du globe. Les montagnes contribuent de ce fait à la (sur)vie de près de 50 % des habitants de la planète, grâce à leur énormes ressources en eau, en biodiversité et en richesse minérales. Les régions de montagnes seront très fortement touchées par les impacts du «global change», et plus particulièrement par les changements climatiques attendus pour les décennies à venir, que ce soit au niveau de l'environnement naturel (cryosphère, hydrologie, faune et végétation), ou des systèmes socio-économiques régionaux (agriculture de montagne, tourisme, exploitation minière etc.). Il est par ailleurs probable que les pays en voie de développement seront plus sensibles aux effets du «global change» que les pays industrialisés.

Ce travail passe en revue nos connaissances actuelles sur les régions de montagne, ainsi que leurs liens avec d'autres éléments du système terrestre; on jettera également un regard sur les impacts probables du «global change» au XXI<sup>e</sup> siècle, dans un monde en pleine mutation économique, démographique et environnementale.