



alpenkonvention • convention alpine
convenzione delle alpi • alpska konvencija



lebensministerium.at

Changement du climat dans l'espace alpin

Effets et défis



IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber / Editeur:

Lebensministerium

Gesamtkoordination und Konzeption / Cordination et Conception:

DI Irene Brendt, Ass. jur. Anna-Luise Stille

Lebensministerium, Abt. V/9 –

Büro des Österreichischen Vorsitzes der Alpenkonvention

Bildnachweis / Index des photos:

Titel: I. Brendt

Seite 6: I. Brendt 2x, BMLFUW, Barbara Haid (unten)

Seite 8, 10, 12, 14, 45: Prof. Seiler

Seite 9: H. Slupetzky

Seite 11, 15, 18, 19, 43 rechts: BMLFUW

Seite 13, 33, 42, 44: I. Brendt

Seite 16: P. Plattner

Seite 17: F. Unterweger

Seite 20-26: A. Mattle

Seite 27, 28: H. Raetzo

Seite 31, 37: M. Golobic

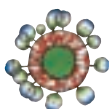
Seite 34: B.Ušenicnik, Ujma

Seite 39, 40, 41, 43 links: OeAV/Fachabteilung Raumplanung-Naturschutz

Layout: DI Irene Brendt

Druck / Impression: Gugler GmbH

Wien 2006



Avant-propos



L'arc alpin, en tant qu'écosystème européen fragile, est particulièrement sensible aux retombées des changements climatiques. Déjà aujourd'hui se manifeste l'augmentation des risques naturels ou d'autres effets visibles, tels que la fonte progressive des glaciers et le dégel du permafrost.

Des modèles climatiques régionaux prévoient pour l'espace alpin une augmentation de la température moyenne de l'année de l'ordre de 2°C. En même temps, les prévisions annoncent une diminution de 10% et un déplacement saisonnier des précipitations et de leur distribution, avec des périodes sèches plus marquées et de plus longue durée en été.

Il devient donc primordial d'éviter d'autres changements climatiques ultérieurs, mais aussi de développer à temps des stratégies adaptés aux Alpes et des actions d'adaptation aux conséquences du changement climatique.

Dans le cadre de la deuxième manifestation thématique qui s'est déroulée à l'occasion de la 31^e réunion du Comité permanent à Galtür, ce thème, d'importance fondamentale pour notre avenir, a été discuté avec des experts renommés. Sur la base de ses résultats, une déclaration des ministres est en préparation pour la IX^e Conférence alpine, afin d'attirer l'attention sur l'importance du changement climatique pour l'espace alpin.

La brochure disponible présente les exposés des experts ainsi que la discussion qui s'en est suivie et donne un résumé intéressant sur la problématique complexe.

Josef Pröll
Ministre de l'environnement

Sommaire

Introduction	5
Exposés	6
Les changements climatiques dans l'espace alpin : tendances, retombées et défis Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Garmisch-Partenkirchen, Allemagne	7
Vivre avec les risques naturels Anton Mattle, maire de la Commune de Galtür	20
Risques naturels, changement climatique et gestion des risques Andreas Götz, Hugo Raetzo, Office fédéral de l'environnement OFEV, Suisse	27
Le climat change : que fait l'aménagement du territoire? Mojca Golobic, Institut d'Urbanisme, République de Slovénie	30
Défis pour le tourisme Jacques Guillot, Président Ski France	39
Discussion	42
Résumé	46

Introduction

L'image romantique des Alpes, massif de haute montagne aux grands glaciers de vallée, aux imposantes parois de glace et aux arêtes glaciaires immaculées pourrait n'être bientôt qu'un lointain souvenir. L'été, les alpinistes, les touristes et les habitants des Alpes sont désormais confrontés à la vue de glaciers souillés, de roches dénudées et polies, ainsi qu'à l'accroissement des risques d'éboulements.

Des modèles climatiques régionaux prévoient une augmentation de la température annuelle moyenne de 2°C dans les Alpes lors des 30 prochaines années. En même temps, on prévoit une diminution de 10% de la pluviosité et un décalage saisonnier du régime de ces dernières, avec une augmentation disproportionnée des précipitations de la fin de l'hiver jusqu'au printemps, tandis que les étés se caractériseront par des périodes de sécheresse plus accentuées et plus longues.

Le réchauffement pronostiqué entraînera également une élévation de la limite de l'enneigement hivernal et, par conséquent, de la sécurité d'enneigement pour les domaines skiables. A beaucoup d'endroits, on tente d'enrayer ces effets déjà perceptibles en ayant recours à l'enneigement artificiel et à l'aménagement de pistes en altitude, dans des endroits généralement couverts de glaciers et offrant encore une bonne sécurité d'enneigement aujourd'hui.

À l'avenir, une augmentation des phénomènes climatiques extrêmes - tempêtes, inondations, chutes de rochers, coulées de boues - est pré-

visible dans les Alpes. L'hiver 1998/99 nous en a déjà donné un avant-goût : à Galtür, 31 personnes ont été tuées par une avalanche déclenchée par des chutes de neige extrêmes tombées en un laps de temps très court.

Outre la protection du climat classique, des stratégies d'adaptation permettant de faire face aux risques climatiques et des mesures d'aménagement du territoire et d'affectation du sol s'avèrent incontournables.

Les répercussions et les défis représentés par les problèmes climatiques feront l'objet de discussions avec les experts de différents domaines afin d'apporter une contribution technique à la Déclaration ministérielle prévue pour la IXème Conférence alpine.

Exposés



Les changements climatiques dans l'espace alpin : tendances, retombées et défis

Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Garmisch-Partenkirchen, Allemagne

Résumé :

Dans les cent dernières années, le climat a profondément changé à l'échelle globale et régionale. Ces changements, nous les avons sous les yeux. Dans ce laps de temps, la température a augmenté en moyenne de 0,8°C à l'échelle globale. Dans les Alpes du Nord, la température moyenne des 30 dernières années a même augmenté de 1,6°C. Il y a toutefois un phénomène qui a des retombées encore plus significatives sur le changement climatique : il s'agit du déplacement saisonnier des précipitations, qui ont diminué en été, pour augmenter vers la fin de l'hiver et le printemps. Dans l'espace alpin, cette tendance va encore s'intensifier dans les 30 prochaines années. Selon toutes prévisions, les températures moyennes de l'année augmenteront encore de 2°C et les précipitations se déplaceront encore plus de l'été à l'hiver. Les étés seront de plus en plus chauds et secs, alors que les dernières périodes de l'hiver et les printemps seront de plus en plus humides, avec des températures de plus en plus élevées.

L'augmentation attendue des phénomènes météorologiques extrêmes suscite de fortes inquiétudes. C'est notamment le cas des tempêtes et des fortes précipitations qui provoquent entre autres chablis, sécheresse, éboulis et inondations, dont les conséquences sont déjà visibles, en termes de dégâts écologiques, économiques et sociaux. Les effets du changement climatique sont particulièrement visibles dans les Alpes, très sensibles du point

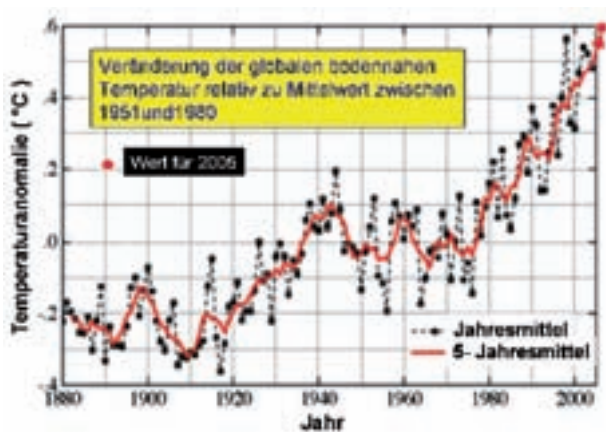
de vue climatique, et par conséquent aussi fortement réactives aux moindres changements du climat.

Bien qu'il existe encore de nombreux points d'incertitude, cette situation exige des mesures d'envergure, qui ne peuvent pas se limiter à la réduction des émissions de CO₂, mais qui doivent aussi prévoir des stratégies d'adaptation, pour nous mettre à l'abri des retombées inévitables d'un changement climatique ultérieur, nous et les générations à venir.

1. Le changement climatique des 140 dernières années à l'échelle globale et régionale, avec ses conséquences

Les relevés des paramètres météorologiques, effectués dès la moitié du XIXe siècle, montrent clairement que depuis le début de l'industrialisation, il y a 140 ans environ, le climat global de la Terre a profondément changé. Dans ce laps de temps, la température globale de la couche d'air près du sol a connu une augmentation moyenne allant jusqu'à 0,8°C par an. Cette augmentation de la température équivaut à un cinquième environ de l'écart de température entre l'époque d'aujourd'hui et la température la plus basse de la dernière période glaciaire, il y a plus de 18 000 ans, lorsqu'une bonne partie de l'Europe était couverte d'une couche de glace de plusieurs mètres d'épaisseur. Cette comparaison montre bien l'importance et la dynamique du changement climatique global qui est actuellement en cours. L'augmentation de la température la plus signi-

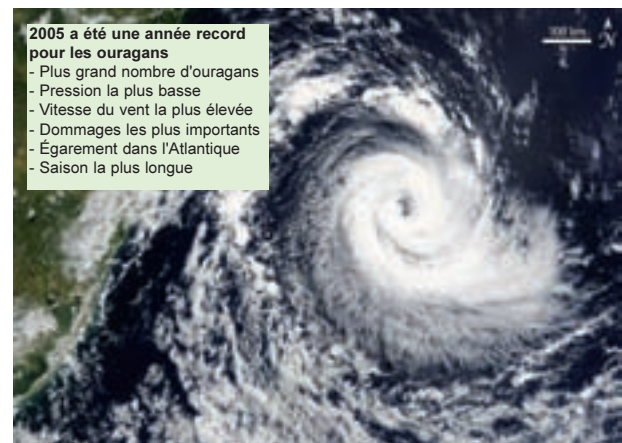
ficative s'est produite dans les 30 dernières années, et a frappé de plein fouet les zones continentales situées aux latitudes élevées de l'hémisphère septentrional. Il ne faut donc pas s'étonner si, à la même période, l'augmentation de la température en Europe a été nettement plus élevée (+ 1,0°C). Dans les Alpes on observe même des augmentations de température de 1,6°C, c'est-à-dire deux fois plus que la tendance globale.



Modification de la température globale près du sol par rapport à la valeur moyenne entre 1951 et 1980

Il est étonnant que le débat sur le climat se concentre en ce moment essentiellement sur les changements de température plutôt que sur les changements des précipitations et sur leur distribution spatiale et temporelle, bien que ce phénomène (i) soit responsable des principaux dommages constatés (inondations, sécheresse, avalanches, etc.), (ii) soit fondamental pour la disponibilité d'eau, qui se répercute directement sur l'agriculture et la sylviculture, (iii) soit déterminant pour la distribution et la typologie de la végétation et des écosystèmes et (iv) exerce une influence décisive sur le tourisme d'hiver, par le biais de l'enneigement. La distribution des précipitations fait preuve d'une évolution très caractérisée au niveau

régional, avec des augmentations de 0,5 - 1% par décennie aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère septentrional, et des diminutions de 0,3% par décennie dans les régions continentales subtropicales. À cela il faut encore ajouter l'augmentation du nombre de phénomènes extrêmes et celle de l'intensité des précipitations, avec des répercussions non seulement sur l'écoulement des eaux, mais aussi sur la formation de la nappe phréatique et sur la quantité d'eau dans le sol. En Allemagne du Sud et dans de vastes régions des Alpes, il faut encore ajouter la redistribution des précipitations de l'année au fil des saisons. Dans les dernières décennies, en effet, les précipitations printanières et de fin d'hiver ont augmenté de 20 - 30% environ, alors qu'en été, dans la même période, elles ont diminué de plus de 20%.



Ouragan Katrina, 29 août 2005

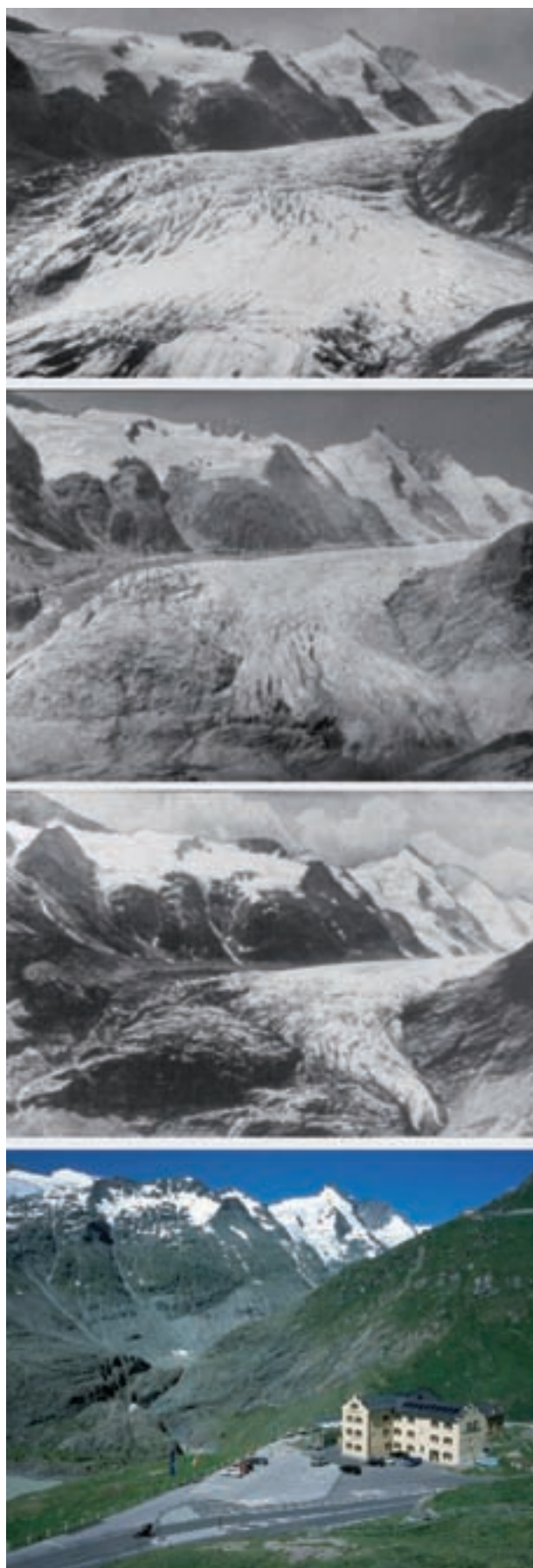
La saison des ouragans de cette année, qui a atteint de nouveaux sommets, a montré clairement que le changement global du climat n'a pas seulement des retombées écologiques très lourdes, mais aussi de fortes répercussions économiques et sociales, qui dans les dernières années ont augmenté de façon plus

Cette succession d'images montre le recul du glacier du Pasterze (de haut en bas 1875, 1895, 1921, 2003).

que proportionnelle. Selon les statistiques de la Münchener Rückversicherung, le nombre de catastrophes naturelles a augmenté de 4 fois à l'échelle mondiale dans les 40 dernières années, alors que les dégâts associés ont augmenté de 7 fois et ont atteint de nouveaux records dans la deuxième moitié du XXe siècle. À ce jour, on estime que l'ouragan Katrina a provoqué des dommages pour plus de 150 milliards de dollars.

Les Alpes sont aussi un système très sensible au climat. Par conséquent, elles sont directement concernées par son changement, comme chacun peut le constater. Ainsi, depuis 1950, la limite des chutes de neige est remontée en altitude de plus de 100 m. La saison des sports d'hiver s'est donc abrégée, ce qui n'a pas manqué de provoquer des difficultés financières à de nombreuses stations de ski. Dans les 100 dernières années, les glaciers des Alpes ont perdu environ 50% de leur masse glacée à cause du changement de température et des variations dans la distribution des précipitations, avec les conséquences que l'on peut imaginer sur l'écoulement des eaux en été.

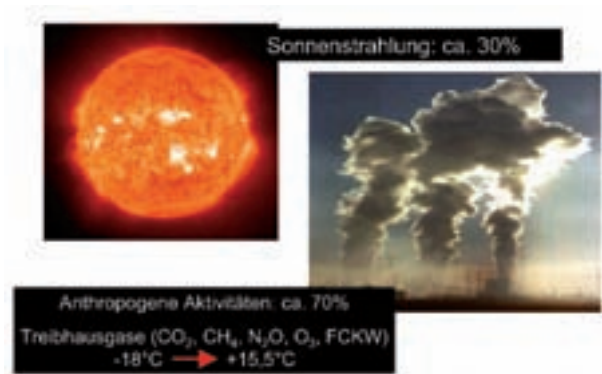
Mais il y a un phénomène encore plus inquiétant, à savoir l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes (inondations, périodes de sécheresse et tempêtes), qui sont devenus de plus en plus fréquents et ont atteint de nouveaux sommets. Les participants à ce colloque qui ont traversé la vallée du Paznaun pour se rendre à Galtür ont pu vérifier de leurs propres yeux les conséquences dramatiques de l'inondation de ce mois d'août dans de



vastes régions des Alpes et au nord de celles-ci. Les écosystèmes alpins sont aussi directement concernés par le changement climatique. Prenez par exemple les forêts de montagne, qui exercent une fonction de protection importante dans l'espace alpin, et qui ont de plus une fonction économique. Le fait que les premières tornades se soient produites en Allemagne, où elles ont provoqué des dégâts importants, a été quasiment passé sous silence dans la presse, à cause du nombre grandissant d'alertes des services météorologiques.

2. Les causes et les développements possibles du changement climatique

À l'heure actuelle, il est impossible d'affirmer avec certitude quels sont les processus responsables du changement climatique qui a été constaté, et quelle est l'étendue de leur responsabilité. Le climat sur la Terre est caractérisé par un grand nombre de processus naturels et humains, à de différentes échelles temporelles. Pour cette raison, il est impossible d'identifier une relation de cause à effet univoque entre le changement climatique observé et les causes qui en sont responsables. À l'état actuel des connaissances, le changement climatique des 140 dernières années est dû pour un tiers environ à des processus naturels, et essentiellement à la variation temporelle de l'intensité du rayonnement solaire, et pour deux tiers aux activités anthropogènes, et notamment aux changements dans l'exploitation des sols, par exemple suite au défrichage des forêts ou à l'imperméabilisation grandissante des sols par les cultures, qui modifient les propriétés réfléchissantes de la surface terrestre (albédo). À ce propos, il faut également



Les causes du changement climatique : rayonnement solaire env. 30-40%, activités humaines env. 60-70%.

mentionner les concentrations grandissantes des gaz à effet de serre dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), dioxyde d'azote (N₂O), ozone (O₃), et dernièrement aussi celle des hydrocarbures fluorochlorés (HF) et des aérosols dans l'atmosphère, qui se répercutent sur le bilan de rayonnement de celle-ci et par conséquent jouent un rôle fondamental dans l'évolution du climat.

Si l'atmosphère ne contenait pas ces gaz de serre, dans la couche d'air au sol la température moyenne serait de -18°C, c'est-à-dire qu'elle serait inférieure de plus de 33°C par rapport à la température actuelle (+ 15,5°C). Ce constat fait apparaître que les changements dans la concentration et dans la distribution spatiale des gaz de serre susmentionnés et des aérosols provoquent inévitablement un changement significatif des températures, et par conséquent aussi du climat. Aux yeux des climatologues sérieux, cette conclusion est indiscutable. Le débat s'enflamme uniquement sur l'ampleur et la vitesse du changement climatique en cas d'augmentation ultérieure de la concentration des gaz de serre dans les 50-100 prochaines années.

Malgré ces connaissances, l'homme est en

train d'augmenter sensiblement la concentration des principaux gaz à effet de serre, et cela à une vitesse de plus en plus accélérée.

Depuis le début de l'industrialisation, il y a 140 ans, les concentrations atmosphériques des gaz de serre ont augmenté de façon exponentielle et ont atteint des valeurs sans précédents dans les 450.000 dernières années. L'augmentation de CO₂ des 140 dernières années s'est produite pour la moitié dans les trois dernières décennies et qui plus est il n'y a aucun signe d'un revirement de tendance, bien au contraire : l'année dernière (2004), la consommation primaire d'énergie dans le monde a augmenté de 4,5%, l'augmentation la plus forte des 25 dernières années.



Le protocole de Kyoto impose une réduction des émissions de CO₂ et des autres gaz à effet de serre.

Cette année on s'attend à une augmentation similaire. Selon les calculs de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), cette tendance est destinée à se poursuivre. À l'horizon 2030, les émissions de CO₂ vont encore augmenter d'un maximum de 50% par rapport à 1990, même si les pays industrialisés respectent les engagements pris avec le protocole de Kyoto.

L'évolution des émissions de CO₂ au-delà de 2030 - 2050 présente de nombreux points d'incertitude. Tout d'abord, il est pratiquement impossible de prévoir les développements technologiques, industriels et sociopolitiques associés aux différentes émissions de CO₂. Au-delà de 2030-2050, on peut seulement formuler des hypothèses quant à l'évolution possible des émissions, de façon à obtenir des scénarios pouvant servir comme base de calcul pour préjuger de l'évolution ultérieure du climat. Faute de mesures d'envergure pour la protection du climat (business as usual), les émissions de CO₂ s'élèveront à 110 milliards de tonnes vers la fin du siècle. Dans la meilleure des hypothèses, en cas d'application immédiate de toutes les mesures disponibles, les émissions seront toujours de 20 milliards de tonnes environ. Sur la base de nos connaissances actuelles, cette dernière hypothèse est fort improbable. Par conséquent, il faut s'attendre à une augmentation ultérieure des émissions et donc aussi de la concentration de CO₂ après 2030-2050.

Les incertitudes quant à l'évolution des émissions de CO₂ d'origine humaine à long terme sont amplifiées par nos déficits de connaissance considérables sur les répercussions que le changement climatique aura sur l'échange de gaz entre l'atmosphère et la biosphère terrestre ou l'océan (processus de réaction).

D'après nos connaissances actuelles, 50% environ des émissions de CO₂ d'origine humaine sont stockées dans la biomasse et dans les océans. Selon les résultats les plus récents des études scientifiques, ce pourcentage aurait plutôt tendance à diminuer en cas d'augmentation ultérieure de la concentration en CO₂ et de la température, comme quoi dans un proche avenir la biosphère et les océans ne limiteraient plus le CO₂ atmosphérique, mais en deviendraient plutôt une source. Dans ce cas, l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère et par conséquent aussi le changement climatique attendu vont encore s'accélérer par rapport aux prévisions actuelles.

3. L'évolution future du climat au niveau global et régional

Sur la base de ces scénarios au sujet des émissions, les modèles climatiques globaux (GCM) prévoient, d'ici la fin de ce siècle, une augmentation de la température de 1,4 à 5,8°C, avec une moyenne réaliste de 3°C environ. Selon les derniers calculs sur le climat, dans lesquels ont convergé aussi les découvertes les plus récentes sur les interactions complexes entre la biosphère et l'atmosphère, au vu de l'évolution du climat et de l'augmentation des concentrations de CO₂, les calculs actuels sur l'augmentation de la température pour les 100 prochaines années auraient plutôt tendance à sous-estimer la situation : l'augmentation de la température sera vraisemblablement plus élevée de 1 à 2°C. Même une augmentation moyenne de la température de 3°C serait déjà suffisante pour provoquer une situation climatique sans précédents connus



Le climat futur dans l'hémisphère nord ? Pas comme ça !!!

Scène du film « The Day After Tomorrow » : une représentation dramatique mais irréaliste des conséquences du changement climatique.

dans les trois derniers millions d'années, qui aurait sûrement des répercussions importantes et ne manquerait pas de provoquer une augmentation des dommages et des dommages-intérêts.

L'augmentation des dommages serait particulièrement musclée dans les régions climatiquement sensibles et très exploitées, dont notamment les Alpes. Pour prévoir les effets quantitatifs de ces phénomènes et par conséquent aussi pouvoir prendre les mesures adéquates en vue de l'adaptation aux conséquences des changements climatiques, il est nécessaire de régionaliser les prévisions climatiques globales, à l'aide de modèles climatiques à haute résolution spatiale et temporelle. De même, il faut aussi prendre en compte l'orographie des différentes régions. De nombreux modèles climatiques régionaux ont été développés ces dernières années pour la réalisation de simulations climatiques régionales permettant d'apprécier avec suffisamment de précision les changements climatiques attendus à l'échelle régionale.

Le modèle climatique régional non hydrostatique MCCM (Multiscale Climate and Chemistry

Model) est justement un exemple dans ce sens. Ce modèle, développé par l'IMK-IFU, a été utilisé pour calculer l'évolution possible du climat en Allemagne du Sud et dans l'espace alpin. Le climat régional est calculé sur la base de simulations du climat global à travers plusieurs siècles, à l'aide du modèle climatique global ECHAM4 (Institut de météorologie Max Planck, Hambourg). Ce modèle prévoit, pour les 40 années à venir, une augmentation ultérieure de la température globale de 1°C et une augmentation de 10% environ des précipitations globales.

Le développement climatique futur de la région de l'Allemagne du Sud et des Alpes du Nord a été calculé avec MCCM, avec une résolution de 15 x 15 km. Les épisodes retenus ont été les périodes 1991-1995 et 2031-2035 et les changements climatiques intermédiaires ont été calculés entre ces deux périodes. Sur la base de ces calculs, il est fort vraisemblable que

- les températures moyennes dans l'espace alpin augmentent de 2°C environ en moyenne. L'augmentation y serait donc deux fois plus importante que la tendance globale,
- la tendance au déplacement des précipitations dans la région des Alpes septentrionales se confirme, avec moins de précipitations en été et plus de précipitations en hiver,
- la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (fortes précipitations, orages avec grêle, sécheresse, tempêtes) augmentent.



Les prévisions font état d'une augmentation des précipitations intenses à l'avenir.

Les calculs climatiques globaux présentent indéniablement de nombreux points d'incertitude, car nos connaissances actuelles sur les relations complexes du système climatique sont encore déficitaires. À ce propos, il faut tout particulièrement mentionner les retombées des plus fortes concentrations de CO₂ et du changement climatique ultérieur sur le comportement de la végétation terrestre et de la biosphère marine, les changements possibles du courant du Golfe (Gulf Stream) et des nuages (type, masse, diffusion) et les variations de l'albédo global, qui exercent une influence fondamentale sur l'évolution ultérieure du climat. Les prévisions concernant les variations à long terme de la température et des précipitations doivent donc être considérées comme des tendances, en sachant que selon les connaissances les plus récentes ces valeurs sont le plus souvent sous-estimées que surestimées.

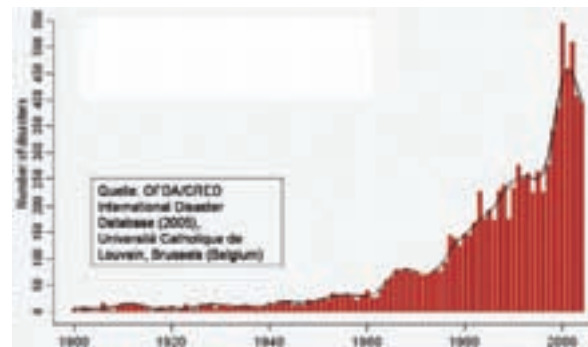
À l'heure actuelle, nous ne pouvons pas affirmer de façon déterminée quelles sont les incertitudes qui pèsent sur les prévisions climatiques régionales. Les comparaisons entre les valeurs calculées pour le climat actuel et les valeurs observées nous permettent d'apprécier la qualité des simulations climatiques. Les températures calculées coïncident assez

bien (non seulement en termes absolus mais aussi en tant que distribution saisonnière) avec les valeurs climatologiques constatées dans la même période. Elles sont donc un bon indicateur de la qualité des prévisions de température. Une concordance tout aussi satisfaisante a été constatée entre les précipitations moyennes calculées et les précipitations observées. La qualité des prévisions climatiques régionales dépend fortement de l'inexactitude des données des modèles climatiques globaux, qu'il est pratiquement impossible de corriger avec le modèle régional. Il devient donc primordial d'effectuer les calculs régionaux sur la base de plusieurs modèles climatiques globaux, de façon à pouvoir comparer les résultats.

4. Retombées possibles des changements climatiques

Les retombées du changement climatique global, avec ses conséquences écologiques, sociales et économiques, sont déjà aujourd'hui clairement visibles. À la fin du XXe siècle, l'intensification du mauvais temps et des phénomènes météorologiques extrêmes ont provoqué une augmentation non seulement de la sécheresse et de la famine, mais aussi des inondations, touchant de plus en plus de personnes. Selon l'estimation de Swiss Re, les dommages provoqués par les catastrophes naturelles en 2005 s'élèvent à plus de 230 milliards de dollars ; or, ce montant ne représente sûrement que la pointe de l'iceberg, étant donné que les dommages réels sont vraisemblablement beaucoup plus élevés.

Au vu des changements climatiques attendus, cette tendance est probablement destinée à se poursuivre et à se renforcer dans les années à



Le nombre de catastrophes naturelles augmente au niveau mondial.

venir. D'ici la fin de ce siècle il faut s'attendre :

- à une **augmentation** ultérieure du **niveau de la mer** de 50 cm environ, à cause de la dilatation thermique de l'eau de mer et de la fonte des glaciers, qui provoquera l'inondation des zones côtières, des basses terres des îles et des villes côtières. Les plus concernés sont les deltas des grands fleuves, qui ne peuvent pas être protégés des inondations et qui comptent parmi les régions agricoles les plus fertiles et les plus densément peuplées. À cela il faut encore ajouter la salinisation de la nappe phréatique et du sol des zones côtières.

- **au changement et à l'intensification de la circulation atmosphérique**, avec un déplacement des zones climatiques et végétales de 150 km environ, en direction des Pôles, suite à une augmentation de la température de 1°C. De même, il faut s'attendre à un déplacement de la position et des trajectoires des zones de haute et de basse pression. D'où des conséquences sur la distribution temporelle et territoriale des précipitations, avec des retombées directes sur l'agriculture et la sylviculture, sur la formation de la nappe phréatique, sur l'appro-

visionnement en eau potable et sur les écosystèmes naturels.

■ **à une intensification du circuit hydrologique**, avec une augmentation et une intensification ultérieure des phénomènes météorologiques extrêmes : ouragans, tornades, cyclones tropicaux, sécheresse, fortes précipitations, avec une augmentation plus que proportionnelle de leurs conséquences et des dommages afférents.

■ **à une diffusion des maladies infectieuses** telles que le paludisme, le choléra et la fièvre de dengue dans des régions où ces maladies ne s'étaient jamais manifestées, à cause des conditions climatiques. D'où un danger pour la santé des personnes qui vivent dans ces régions.

Quelques zones de la planète vont indéniablement tirer profit des changements climatiques attendus, alors que d'autres en seront durement frappées. Ces déséquilibres engendrent des tensions politiques, par exemple dans le cadre de la lutte pour une répartition équitable des réserves d'eau en mutation continue. Ces tensions vont augmenter de plus en plus, au vu de la croissance de la population mondiale, surtout dans les pays en voie de développement, et pourront fréquemment provoquer des conflits armés.

Les Alpes font partie des territoires sensibles du point de vue du climat. Les moindres variations du climat y ont des retombées importantes et provoquent des dommages disproportionnés, et par conséquent aussi des pertes économiques et politiques. Selon les estimations disponibles, les changements climatiques



À l'avenir, l'eau sera une ressource de plus en plus précieuse.

dans l'arc alpin seront plus sensibles que dans la moyenne globale. Par conséquent, dans les décennies à venir, l'arc alpin et ses contreforts seront exposés à une augmentation particulièrement musclée du potentiel de risque et des dommages.

Ces dommages seront provoqués par l'augmentation sensible de la température et par le déplacement saisonnier des précipitations, mais aussi et surtout par l'intensification du cycle de l'eau, qui est associé à une augmentation du nombre et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que fortes précipitations, orages avec grêle, mais aussi périodes de sécheresse et tempêtes. Les soi-disant « événements du siècle » doivent devenir de plus en plus fréquents et plus violents. Souvent, les territoires concernés n'avaient jamais été touchés auparavant par ces phénomènes extrêmes, et par conséquent sont très sensibles et réagissent avec des

dommages graves.

Faute de connaissances complètes sur les interactions complexes entre le circuit hydrogéologique, la dynamique de la végétation et l'évolution régionale du climat, les prévisions quantitatives sur les effets d'un changement climatique éventuel sur les écosystèmes alpins et sur les retombées d'un tel changement sont encore très imprécises et dans quelques cas relèvent de la spéculation. Pour créer une meilleure base de données et par conséquent aussi les conditions pour des mesures de protection efficaces vis-à-vis de ces retombées, notre institut (IMK-IFU) a entamé un projet transfrontalier, pour étudier les répercussions du changement climatique global dans les Alpes, selon une approche unitaire et intégrée et avec la coopération des principaux porteurs d'intérêts.

Ci-après, quelques-uns des effets possibles des changements climatiques, avec leurs retombées éventuelles :

■ la mise en danger de la **stabilité des écosystèmes naturels**, surtout de la forêt de montagne, qui a une fonction de protection importante dans les Alpes et qui est aussi essentielle du point de vue économique. Les dommages ont surtout été provoqués par la sécheresse et les feux de forêt, par la plus grande diffusion ou la prolifération des parasites et par les changements de la biodiversité, et par l'invasion de plantes ou animaux non indigènes.

■ la majoration du risque dans **l'agriculture et la sylviculture**, à cause des étés de plus en plus secs, de l'évaporation grandissante et par conséquent aussi de la réduction de

la quantité d'eau dans le sol, de la fréquence accrue des pluies violentes, qui provoquent l'érosion des sols, le renversement d'arbres sous l'action du vent ou de la neige et la diffusion de parasites.

■ la poursuite de **la fonte des glaciers**, qui se répercute sur le climat local, mais qui est aussi liée à des changements profonds de l'écoulement des eaux, qui, à son tour, provoque des conséquences de taille sur les centrales hydroélectriques, l'agriculture dans les vallées alpines, le cours des fleuves et la formation de la nappe phréatique dans les contreforts alpins.

■ l'augmentation et l'intensification des **inondations régionales** comme conséquence de l'intensité accrue des précipitations et de l'accélération de la fonte des neiges au printemps, avec des conséquences de taille, surtout sur les affluents et les torrents, qui immédiatement réagissent aux précipitations. Ce phénomène concerne aussi les principales urbanisations, à cause du compactage du sol et de la taille insuffisante des systèmes de canalisations.



En haute montagne, les chutes de pans de montagne et de roches imputables à la fonte du permafrost rendent la pratique de l'escalade plus dangereuse.

■ l'augmentation du nombre et de l'intensité des **coulées de boues et d'éboulis**, à cause du déplacement de plus de 400 mètres de la limite du permafrost dans les Alpes, et en même temps de l'augmentation des précipitations extrêmes et de la fonte accélérée des glaciers alpins de moyenne et basse altitude. En hiver, par contre, il faut s'attendre à une augmentation des **avalanches** à cause de l'intensification des précipitations et de la vitesse accrue des vents, qui tend à former des cumuls de neige.

■ la diminution jusqu'à 50% de l'**enneigement pendant l'hiver** à 700 - 1 000 mètres d'altitude, à cause de l'augmentation des températures et du déplacement saisonnier des précipitations. La saison des sports d'hiver se raccourcit sensiblement, avec des conséquences économiques très négatives pour les stations de ski situées à ces altitudes.

■ des **conséquences sur la santé** à cause de l'augmentation des pics de température, de la diffusion de maladies ou d'agents pathogènes (tels que les tiques), de l'augmentation du rayonnement UV suite au refroidissement de la stratosphère, de la détérioration de la qualité de l'air dans les vallées alpines, suite à la plus grande durée et intensité des inversions thermiques.

Dans les Alpes, ces effets des changements climatiques impliquent non seulement des conséquences écologiques remarquables, mais aussi des bouleversements économiques significatifs pour les populations alpines, qui risquent de perdre leurs moyens de subsistance:

il suffit de penser au tourisme d'hiver, à l'agriculture, à la sylviculture, à l'économie des eaux. Lors de l'évaluation des conséquences et des dommages qui en résultent, il faut cependant tenir compte du fait que les répercussions des changements climatiques dépendent aussi fortement de paramètres locaux, ainsi que des différents niveaux d'exploitation des sols, ce qui fait que ces dommages peuvent se présenter différemment en fonction des vallées ou des régions. Pour se prononcer sur tel ou tel endroit, il faut des calculs climatiques transitoires à haute résolution territoriale.



Le ski à basse altitude (par ex. dans le domaine skiable de Goldried/Matrei i. O.) n'est désormais plus possible que sur les bandes de neige artificielle.

5. Mesures nécessaires

En vue des effets attendus d'un changement climatique ultérieur, bien qu'il existe encore de nombreuses incertitudes au tableau, il devient impératif et urgent d'adopter - et de mettre en œuvre - des mesures pour limiter les émissions d'oligo-éléments susceptibles d'influencer le climat (protection du climat classique). Pour limiter l'augmentation ultérieure de la température à une valeur de 2°C environ, il faudra réduire de 50% minimum les émissions globales de CO₂ d'origine humaine dans les

cent prochaines années. En ce moment, les pays industrialisés, qui représentent environ 25% de la population mondiale, produisent environ 70% des émissions de CO₂ à l'échelle de la planète. Si le fait que le CO₂ anthropogène s'attarde longuement dans l'atmosphère était également prise en compte, ce rapport serait encore plus défavorable pour les pays industrialisés. Par conséquent, on s'attend à ce que les pays industrialisés réduisent aussi plus significativement les émissions par rapport à la valeur globale qui, selon nos estimations actuelles, est de 80% environ.

Beaucoup de personnes estiment probablement qu'une réduction des émissions de CO₂ dans le siècle à venir relève de l'utopie et qu'il n'y a aucune chance réelle d'atteindre ce résultat. La réponse est qu'aujourd'hui il existe déjà les conditions techniques pour une réduction des émissions de CO₂. Il ne manque plus que la volonté et les pressions pour que ces possibilités trouvent une application globale et rapide. Par exemple, les émissions peuvent être significativement réduites par

- des économies d'énergie à travers une **meilleure efficacité. Cela implique une modification des comportements personnels** (en ce qui concerne les transports, à la maison, sur le lieu de travail...), des comportements d'achat adaptés (véhicules, appareils électroménagers, produits régionaux...) et des mesures techniques (véhicules, appareils électroménagers, isolement, cogénération),

- **l'innovation et la substitution**, grâce au recours au gaz naturel et aux énergies renouvelables (comme par exemple le vent,

l'eau, les marées, l'énergie solaire, la géothermie, la biomasse comme énergie, le bois comme matériau de construction...),

- le développement et la mise en œuvre de **technologies exemptes** de CO₂ (l'hydrogène, la fusion, l'énergie atomique...) et la capture du CO₂ à travers l'entreposage dans des cavernes, le transport dans des conduites sous-marines, la fertilisation des océans...,

- l'adaptation des **conditions cadre légales et politiques** aux exigences de la protection du climat et la révision des règlements et des directives qui entravent une protection du climat efficace.



Installation éolienne : l'utilisation des énergies renouvelables ne produit pas de gaz à effet de serre préjudiciables pour le climat.

Il n'existe pas de « panacée » qui puisse résoudre tous les problèmes d'un seul coup, sans la participation de tout un chacun. Cette solution miracle n'existera jamais. Il faut un ensemble de mesures qui soient adaptées à la situation d'aujourd'hui et qui soient soumises à des contrôles d'efficacité réguliers. Il faut aussi jeter « par-dessus bord » les nombreux obstacles idéologiques sur lesquels on peut buter et

donner la priorité absolue aux exigences d'un développement durable. Pour réduire sensiblement les émissions de CO₂, il faut impérativement que la politique crée des conditions favorables, en prévoyant des encouragements financiers pour une gestion de l'énergie plus efficace.

Les changements climatiques ultérieurs sont désormais inévitables, ainsi que les conséquences qui en découlent. Le débat en cours dans le domaine du climat ne peut pas se cantonner exclusivement à l'adoption de mesures pour une réduction radicale des « gaz trace » à l'échelle mondiale, pour englober de plus en plus la définition et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation aux conséquences du changement climatique régional. Cela est tout particulièrement vrai pour les retombées de la variation des précipitations, qui seront particulièrement visibles dans les Alpes. Les personnes politiques ne sont pas encore véritablement sensibilisés à cette nécessité, qui toutefois est de toute première urgence pour l'identification et l'application en temps utile de mesures de protection de la société, telles que par exemple:

- le développement de **systèmes d'alerte précoce** pour les crues dans l'espace alpin, la mise en place d'un système intégré de gestion des catastrophes et le développement d'une protection globale intégrée des inondations, qui prévoit une surélévation des digues, l'élargissement des surfaces de rétention, la renaturalisation des cours des fleuves et la création de bassins de rétention de grandes dimensions,
- des mesures visant à garantir la disponibilité d'eau en été à travers la construction de **lacs artificiels**, une utilisation plus efficien-

te de l'eau et la protection de la forêt de montagne afin d'augmenter la capacité de rétention d'eau des sols et afin d'améliorer la protection des avalanches,

- l'adaptation des **canalisations** des grandes communes aux plus fortes précipitations à venir,
- l'adaptation du **tourisme** aux changements climatiques attendus. L'accent doit être mis de plus en plus sur le tourisme d'été. L'enneigement artificiel d'aujourd'hui ne peut représenter qu'une solution transitoire.



Travaux de déforestation en hiver : les forêts de montagne stables offrent la meilleure protection contre les avalanches.

L'identification et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation impliquent des efforts qui peuvent durer jusqu'à une trentaine d'années. Par conséquent, il est primordial d'agir rapidement, par une politique clairvoyante, de façon à identifier et à mettre en œuvre les mesures de protection de la société en temps utiles. Il serait également important de prendre en compte ces questions dans la mise en œuvre de la Convention alpine, pour le bien de la population qui vit dans l'espace alpin.

Vivre avec les risques naturels

Anton Mattle, maire de la Commune de Galtür



Galtür

1600 m d'altitude

856 habitants

250 ménages

451 emplois (en hiver)

36 exploitations agricoles à titre d'activité annexe

10 entreprises artisanales et commerciales

Une capacité d'accueil de 3850 lits

440.000 nuitées

Galtür, situé entre les montagnes Silvretta et Verwall, est la deuxième commune autrichienne la plus élevée. Sur ses 12 116 ha de superficie, 39 ha, c'est-à-dire 0,3% de la superficie totale de la commune, ne sont pas consacrés aux cultures de plein champ.

Un bref aperçu historique

- Des restes de sépultures renvoient à des peuples nomades de l'époque celtique,
- En 1096, les Tarasper cèdent l'Alpe Zeinis, l'Alpe Vallüla et l'Alpe Id au monastère de Marienberg
- XIe siècle première colonisation par des Rhétiens de langue romande
- XIVe siècle, des Valaisans du Valais arrivent à Galtür. Leur présence à Galtür est mentionnée pour la première fois en 1320.
- Galtür est la commune la plus ancienne du Paznaun

Quelques données géographiques

- Le village est situé à la frontière avec le Vorarlberg et les Grisons
- Limite météorologique, limite des eaux, limite de la végétation
- La température moyenne annuelle est de +3°C (dans la vallée de l'Inn, elle s'élève à 9,6°C), avec 980 mm de précipitations ; 198 journées sans gel, 164 jours sous la neige (l'hiver dure 8 mois, pendant 4 mois il fait froid)



„Im allgemein ist der Paznauner hochgewachsen, mager aber sehnig, gutmütiger Art, in der Gefahr waghalsig und unverwüstlich....im Paznauner steckte von jeher ein demokratischer Zug, wobei die benachbarte Schweiz nicht ohne Einfluß blieb.“¹

(H. Zangerl - Le Paznaun, une vallée alpine tyrolienne)

Les gens de Galtür sont marqués par leur milieu, par leurs conditions de vie difficiles et autrefois aussi par la pauvreté. Les habitants de Galtür sont renfermés. Les amitiés ne sont pas immédiates, mais - peut-être aussi pour cette raison - ont tendance à durer plus longtemps. La créativité est aiguisée par le besoin. Pour cette raison, les habitants de Galtür sont novateurs (beaucoup des nouveautés des temps modernes y ont été introduites pour la première fois, alors que les habitants ont refusé l'exploitation du glacier Jam). Ils sont capables de solidarité, car ils savent qu'il y a des jours dans l'année où leur voisin est véritablement la personne la plus proche.

Pourquoi les hommes se sont-ils implantés à Galtür ?

Galtür fut colonisé à une époque où le climat des Alpes était plus doux et les céréales pouvaient être cultivées jusqu'à 1500 mètres d'altitude. Là où se dressent aujourd'hui les sommets du glacier Silvretta, il y avait des pâturages : Ochsencharte, Ochsenkopf, Ochsen-spitz, Augstenberg.



¹ « En général, les habitants du Paznaun sont grands, minces mais à la fois costauds. Ils ont bon caractère, ils sont téméraires devant le danger et ne se laissent jamais abattre... Depuis toujours, les gens du Paznaun sont animés par un élan démocratique, sans doute influencé par la proximité avec la Suisse. »

Pourquoi rester à Galtür ?

Galtür a profité du commerce de transit du Sud à l'Ouest et a joui de privilèges tels que la franchise douanière et les droits de passage. Les Valaisans avaient des droits particuliers : leur propre petite juridiction, la libre administration de la commune et le bail emphytéotique. En 1460, l'archiduc Sigismond accorda aux habitants de Galtür la petite juridiction et la franchise douanière pour les exportations de bétail et les importations de céréales (jusqu'en 1768). En 1505 l'empereur Maximilien leur accorda le droit de toucher un péage pour le passage du col Futschöl et du Zeinis.

Pourquoi quitter Galtür ?

Bien que variables en fonction des régions et des époques, les températures entre 800-900 et 1300-1400 étaient plus élevées de 1 à 1,5 °C par rapport à aujourd'hui.

Suite au changement climatique de la petite glaciation, le rendement agricole a chuté, et les catastrophes naturelles se sont multipliées.

En 1770, la pomme de terre était cultivée dans tout le Tyrol. À Galtür, la récolte des pommes de terre était très maigre. Les céréales ne poussaient pratiquement plus, et les habitants de Galtür vivaient exclusivement de l'élevage du bétail et du commerce.

Le commerce perdit toute son importance au XIXe siècle, avec l'abolition de la franchise douanière et l'aménagement de nouvelles voies (en 1771, construction de la route du Paznaun à travers le Gföll, en 1884 chemin de fer de l'Arlberg, en 1887 développement de la route du Paznaun).

La suppression des privilèges et des droits des Valaisans contribuèrent à l'appauvrissement de Galtür au début du XIXe siècle. Parmi les con-



séquences de cet appauvrissement, les «enfants de la Souabe», c'est-à-dire les enfants des paysans pauvres qui étaient envoyés travailler dans la Haute Souabe et dans l'Allgäu, pour soulager un peu leurs familles et gagner un peu d'argent.





„Diese Gemain Calthür begreift in allem nur an die sibebzig Heyser in sich, und ist offenbar, das alle außer drey den Gottesgewaldt, alls Rifen, Lännen und denen Staingrichen unterworfen sind und in viel unterschiedlichen Jahren märkhliche Anzahl an Menntschen, Heyser, Gütter und Vieh erpärmlich ertrosselt und zu grundt ganngen sint.“²

(recensement de 1697)

Inondations, coulées de boue : 1339, 1462, 1678, 1725, 1762, 1763, 1764, 1954 (pas de victimes)

Avalanches : 1383 (pendant la fenaison), 1613, 1616, 1682 (29 victimes), 1689, 1720, 1793, 1835, 1919, 1922, 1981, 1984, 1999 (31 victimes), etc. (la plupart des fois il y a eu des victimes)



„Wir, Johannes, von Gottes Gnaden....Bischof von Chur. tun kund...dass wir ihre neue, mit eigenen Kosten und Mühen in einer abgelegenen, beschwerlichen und waldreichen* Gegend errichteten Kirche samt Friedhof eingeweiht haben.“³ 24.7.1383

Année	1774	1880	1952
Surface	1618 ha	242 ha	240 ha
%	100%	15,1%	15%

Les surfaces boisées selon G. Fromme 1957

* à l'époque, même les fonds des vallées non encore habités étaient couverts de forêts.

Carte géographique de Peter Anich (1774)

² « Cette commune de Galtür ne compte que soixante-dix maisons environ. Toutes, à l'exception de trois, sont tombées sous le coup de la violence divine, sous la forme de coulées de boue, avalanches et chutes de pierres. En plusieurs années, un grand nombre d'hommes, de maisons, de biens et de bétail ont été frappés sans pitié et annihilés. »

³ « Nous, Jean, par la grâce de Dieu évêque de Coire, annonçons la consécration de votre nouvelle église, bâtie par vos soins et à vos frais, avec cimetière annexe, dans un endroit isolé et peu accessible, couvert de forêts. »



Les causes de la déforestation :

- Le défrichement par le feu - Cultura, Galtür
- L'abattement d'arbre par la saline de Hall en 1556, 1682, 1706, 1800
- Les mines d'argent locales, entre 1591 et la fin du XVIIe siècle
- Les changements climatiques
- la petite glaciation depuis le XVIe siècle jusqu'à la moitié du XIXe siècle

“Bezeichnend ist für das Paznaun, dass hier Berichte von Lawinenkatastrophen schon aus früherer Zeit vorliegen, als dies in anderen Tälern zutrifft, wo sich die Hauptkatastrophen erst zwischen 1800 und der Gegenwart zutragen.”⁴

(G. Fromme 1957)

La protection des risques naturels à travers

- La concentration de la population dans des noyaux de colonisation.
- La situation topographique favorable protège des avalanches et des inondations. Certaines fermes ont été abandonnées après les inondations du XVIIIe siècle et la chute d'avalanches
- Les ouvrages de protection



Des murs de protection ont été érigés dès 1613 pour la protection de la bourgade de Pirche.



23 février 1999

Une avalanche a englouti 52 personnes dans une zone qui jusqu'à cette date était considérée sans risques naturels :

21 personnes ont pu être sauvées

31 sont mortes sous la neige

⁴ « Typique pour le Paznaun est que les récits d'avalanches remontent très loin dans le temps par rapport aux autres vallées, où les catastrophes principales ne se sont produites qu'entre 1800 et maintenant. »



La zone concernée était le Frühmeißgut, une zone de colonisation ancienne. Selon les recherches de l'historien Nikolaus Huhn, ni les annales, ni des témoignages n'évoquent le risque d'un danger potentiel.

À ce jour, 27,6 millions d'euros et 5 millions d'euros environ ont été dépensés à Galtür respectivement pour la protection des avalanches et des inondations.

Des investissements de 20 millions d'euros sont prévus pour les mesures de protection contre les avalanches, en cours et à venir (les montants sont calculés sur la base des données de 2004).



Défenses contre les avalanches : 51 tronçons concernés, 221 ha de surface de cassure.



Vivre avec les beautés et les dangers de la nature implique

- respect
- discipline dans le développement des habitats humains
- utilisation du paysage avec modération
- communication professionnelle des risques
- protection des catastrophes.

Le tourisme à Galtür

Le tourisme est arrivé à Galtür en 1882, avec la construction du refuge Jamhütte. Galtür est l'une des 30 destinations les plus appréciées de l'économie touristique tyrolienne.

Jusqu'au début du XXe siècle, Galtür comptait entre 250 et 350 habitants. À l'époque de l'exploitation minière, Galtür avait grosso modo le même nombre d'habitants qu'aujourd'hui.

Après l'avalanche de 1999, tous les habitants sont restés à Galtür et ont reconstruit leurs maisons. Une diminution du nombre des nuitées de 25% implique une régression du chiffre d'affaires de 30% environ.

Les catastrophes naturelles provoquent :

- des souffrances humaines
- des destructions
- un effondrement de l'économie
- le chômage,
- dans bien des cas, l'émigration



La beauté de la nature n'est pas exempte de dangers

*“Und warum bauten sie an der gleichen Stelle? Weil, s daheim ist.”⁵
(Anna Kathrein die Lahn 1919 Kinge).*

⁵ « Alors, pourquoi construisez-vous au même endroit ? Parce que c'est chez nous. »

Risques naturels, changement climatique et gestion des risques

Andreas Götz, Hugo Raetzo, Office fédéral de l'environnement OFEV, Suisse

Les risques naturels, un défi pour la société

La dernière tempête qui a frappé la Suisse en août 2005 a prouvé que les catastrophes naturelles provoquent de plus en plus de dommages. Globalement, les dommages se sont élevés à 1,7 milliard d'euros, en pulvérisant ainsi le record de 1987. S'il est vrai que cette tempête a provoqué relativement peu de décès (6), les dégâts matériels directs et indirects ont sensiblement augmenté par rapport aux épisodes précédents. La densité croissante des peuplements, l'augmentation de la valeur des immeubles et le droit de la population à la mobilité et à la communication continuent d'augmenter le potentiel de dommages. À l'avenir, les facteurs environnementaux tels que le changement climatique peuvent aggraver ultérieurement la menace représentée par certains risques naturels. Il devient donc impératif de sensibiliser la société dans son ensemble, avec une nouvelle culture du risque, englobant aussi la gestion des problèmes de sécurité. Il s'agit donc de définir des objectifs de protection réalistes, du point de vue social, économique et environnemental, ce qui revient à définir les limites des efforts sécuritaires pour la protection des personnes et des biens matériels. Ainsi, il est possible de comparer en principe les différents risques naturels et risques techniques. Le risque se compose de la probabilité d'un événement dangereux et de l'importance



Les dommages provoqués par une crue de la Singine (le 22 août 2005). Dans ce cas, l'eau a besoin de plus de place. Les constructions doivent être déplacées.

du sinistre. Il prend en considération les personnes et les biens matériels, mais aussi leur vulnérabilité.

Lors de l'évaluation des risques, il y a quelques aspects qui jouent un rôle important : la proportionnalité des mesures de protection, la disponibilité d'endosser un risque et l'aversion au risque, qui comprend les différentes attitudes de la société ou des individus face aux risques de différente nature. Par exemple, l'opinion publique est plus sensible aux sinistres spectaculaires qu'à un grand nombre de petits accidents. La définition des objectifs de protection implique des décisions politiques et sociales fondées sur des processus démocratiques. Dans la gestion intégrale des risques, il ne faut pas se concentrer uniquement sur la prévention et sur les ouvrages de protection, mais

aussi sur les mesures dans les situations de crise. Les services d'alerte précoce et les plans d'urgence sont des instruments importants pour la protection des personnes et des biens matériels. Une fois que l'événement s'est produit, les assurances jouent un rôle fondamental dans la gestion financière du sinistre. Par contre, les autorités ont surtout la responsabilité de l'aménagement du territoire dans la reconstruction des constructions qui ont été détruites. Dans cette phase, les pouvoirs publics doivent aussi faire en sorte à ce que tous les critères (critères techniques, de sécurité, économiques, écologiques et sociaux) soient sur un pied d'égalité.

Risques naturels et changements climatiques

À l'échelle mondiale, les événements naturels sont les risques les plus importants. La Suisse, pays alpin, ne fait pas exception. La question est de savoir dans quelle mesure le réchauffement du climat modifie la propension au risque et le potentiel de risque. L'augmentation de la température qui s'est produite dans les dernières décennies provoque la fonte des glaciers et des sols gelés. Le changement se manifeste d'abord dans les couches superficielles, à une profondeur de quelques mètres, dans des zones sans neige et des petites zones de permafrost de peu d'importance. Dans ces zones, autrefois épargnées par ce type de phénomènes, il peut y avoir des chutes de blocs et de matériaux rocheux, des phénomènes d'érosion, des éboulements et des coulées de boue, comme suite du réchauffement. L'analyse des causes de la tempête de 1987 a prouvé que presque la moitié des coulées de boue venait

de zones qui étaient probablement des zones de permafrost, ou des zones couvertes de glace avant 1850. Au Ritigraben (Valais), le glacier rocheux situé à 2 500 mètres d'altitude fut la source de plusieurs coulées de boue ces dix dernières années. Le dégel des sols autrefois couverts de glace ne touche pas seulement des lotissements et des voies de transport aux endroits sensibles, mais aussi des constructions d'altitude, qui ont leurs fondations dans le permafrost. La fonte du permafrost provoque le tassement et parfois aussi l'instabilité des aménagements (par exemple, remontées mécaniques ou refuges de montagne).



Inondation à Brienz (août 2005). Le centre du village a été emporté par une coulée de boue provoquée par un éboulement dans le canal. Tous les immeubles détruits n'ont pas pu être reconstruits, car le dimensionnement des capacités d'écoulement implique un canal plus large.

Le risque résiduel et le dialogue sur les risques

Les incertitudes quant à l'évolution du climat et à l'évaluation technique des risques auront toujours pour conséquence un risque résiduel inconnu et consciemment accepté. Les événements naturels extrêmes de notre passé récent ont montré que, pour satisfaire les critères de durabilité, il devient impératif de reconnaître et d'analyser de façon cohérente tous les risques naturels, ainsi que les processus afférents, peu importe qu'ils soient lents ou rapides. Ceci dit, nous ne serons jamais complètement à l'abri des risques naturels ! Il est toutefois essentiel de gérer ce risque résiduel : d'où l'importance d'un dialogue sur la question.

Le climat change : que fait l'aménagement du territoire?

Mojca Golobic, Institut d'Urbanisme, République de Slovénie

Introduction

Depuis quelque temps, les changements climatiques ne sont plus une simple hypothèse mais une véritable tendance de changement, reconnue par la plupart des experts du secteur. On peut également décrire de façon plus ou moins précise les processus naturels découlant de ces changements: dans les zones climatiques tempérées l'on prévoit surtout une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques intenses; une altération des régimes hydrologiques; une intensification des procès hydrogéologiques; ainsi qu'une élévation des ceintures de végétation; et des changements au niveau des habitats et de la diversité biologique. Pour les experts, lesdits processus font l'objet d'un très fort intérêt; tandis que les citoyens et les responsables politiques visent à comprendre en premier lieu comment ces phénomènes peuvent influencer l'économie et les conditions de vie locales. Les responsables de l'aménagement du territoire se concentrent aussi bien sur les possibles retentissements des changements sur le territoire habité ou habitable que sur la vulnérabilité des activités humaines à dérouler sur le territoire. Les formes d'exploitation du territoire qui dépendent desdits processus naturels concernent surtout le peuplement, les activités économiques et l'infrastructure, les activités agricoles et sylvicoles, le tourisme et la gestion des eaux.

Conséquences des changements climatiques sur les activités humaines sur le territoire

Les processus naturels intenses entraînent pour les zones habitées en premier lieu des effets négatifs, notamment en termes de destruction de l'infrastructure, endommagement des immeubles résidentiels et commerciaux et dommages matériels importants. On y ajoute la tension de la population locale confrontée à ce type d'événements et une aggravation générale de la qualité de la vie, découlant d'une situation d'incertitude financière et psychologique. Les retentissements sur les activités touristiques sont moins univoques. Cependant, dans l'arc alpin, les conséquences seront surtout négatives: selon les prévisions, la couverture de neige d'hiver ne sera assurée qu'à une altitude plus élevée par rapport à celle actuelle, passant de 1200 mètres à 1500 m. d'altitude (à supposer que la température moyenne annuelle augmente de 2°C). Pour la Suisse, cela signifierait que seulement 63% des 230 stations de ski seraient à même de poursuivre leur activité. Le développement du tourisme serait donc poussé vers des altitudes supérieures qui sont pourtant plus sensibles, du point de vue écologique. D'un autre côté, les stations situées dans des altitudes inférieures se trouveraient confrontées à une réduction des profits provenant des activités touristiques, à une hausse du taux de chômage et, au pire, à des phénomènes de stagnation économique.



Les stations de sports d'hiver devront se résigner au manque de neige. La neige artificielle n'est pas la solution finale. Sur cette photo: Krvavec en Slovénie située à une altitude où normalement la neige est assurée (1500-2000 mètres) mais qui déjà maintenant pendant la plus grande partie de la saison de ski est couverte par une neige artificielle.

D'un autre point de vue, des conditions climatiques différentes pourraient être l'occasion pour créer de nouvelles activités de loisir, en étendant ainsi l'offre touristique. Les Alpes bénéficieront toujours de nombreuses ressources à exploiter du point de vue touristique, surtout si la Méditerranée deviendra trop chaude pour permettre un bon repos estival.

Aussi du point de vue agricole, les conséquences seront variées. Si d'une part l'on prévoit des situations météorologiques extrêmes de plus en plus fréquentes (vent fort, grêle), qui suscitent une préoccupation légitime; d'autre part, un éventuel prolongement de la saison sèche n'aura pas d'effets significatifs sur les terrains alpins qui, dans la plupart des cas, sont bien irrigués. Les régions alpines pourront probablement profiter du prolongement de la période de maturation des produits agricoles, dont plusieurs aujourd'hui ne peuvent pas être cultivés au dessus d'une certaine altitude. Au cas où la température n'augmente que de 1°C, les experts prévoient une élévation des

ceintures de végétation de 150-200 mètres; et, par conséquent, un prolongement de la période de maturation de dix jours. Cela signifierait qu'environ deux tiers de la zone climatique de montagne auraient un climat typique des vallées d'aujourd'hui.

Il est évident que pour les activités humaines les conséquences seront considérables et variées. Même si les effets ne seront pas uniquement négatifs, ces changements inquiètent et requièrent une réglementation appropriée en plusieurs domaines, et évidemment aussi au niveau de l'aménagement du territoire.

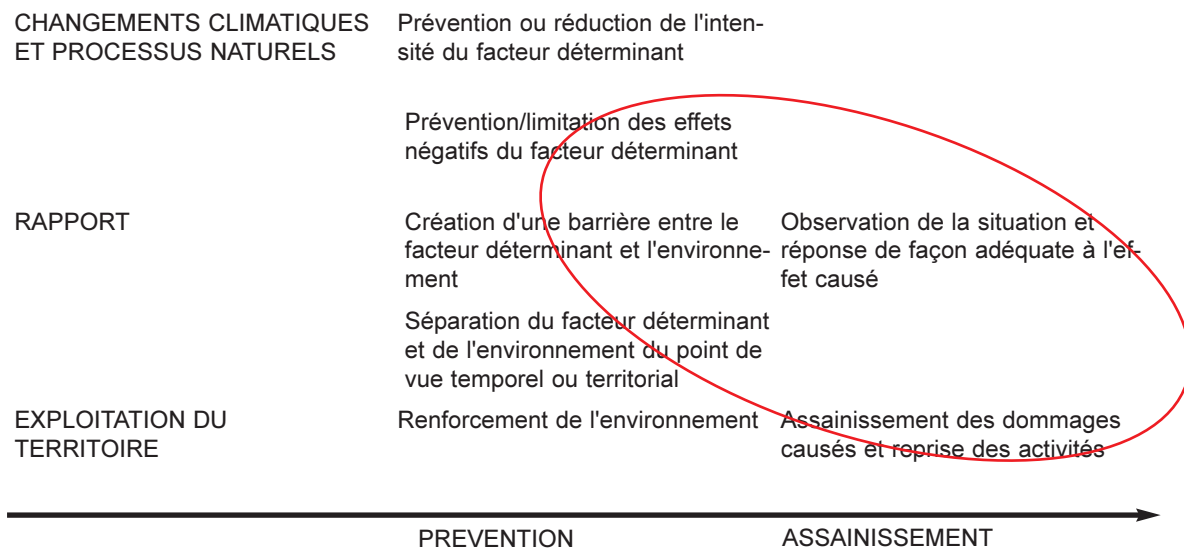
Stratégies pour prévenir/limiter les conséquences d'événements non désirés

La théorie de réponse aux accidents touchant à l'environnement prévoit plusieurs stratégies d'intervention : en principe, celles-ci sont réparties selon les temps d'intervention, (au niveau préventif ou d'assainissement) et la cible de l'activité:

- « facteur déterminant » de l'effet
- « récepteur-bénéficiaire » de l'effet (l'environnement)
- rapport entre facteur déterminant et récepteur.

Dans le texte suivant sont décrit brièvement les stratégies et mesures à adopter dans le cadre de l'aménagement du territoire: par «facteur déterminant» l'on indique tout processus naturel émanant des changements climatiques, et l'« environnement » est représenté par l'ensemble des activités humaines sur le territoire. Des analyses de la situation actuelle montrent qu'aujourd'hui, pour faire face aux

Les stratégies d'intervention sont résumées dans le schéma suivant.



processus naturels résultants des changements climatiques, on a surtout recours aux stratégies d'assainissement et portant sur la capacité d'éviter ou de réduire les contacts entre facteur déterminant et environnement. D'autres stratégies potentiellement efficaces sont également possibles, mais elles ne sont pas encore suffisamment exploitées.

1. Assainissement des dommages causés : cette intervention est une mesure appropriée dans les cas où la probabilité qu'un phénomène non désiré se manifeste est faible, ou quand la mise en œuvre de mesures de prévention est trop contraignante du point de vue technique ou financier, et donc, de ce fait, pas justifié. En cas d'accidents naturels, l'assainissement est l'action la plus fréquente, même si souvent elle est aussi très coûteuse et techniquement difficile. En Slovénie, on consacre annuellement entre 2 et 20% du PNB aux conséquences des accidents naturels. Les mesures de l'aménagement du territoire comportent la réalisation de lotissements temporaires et la

planification de rénovation des immeubles endommagés.

2. Observation de la situation et réaction lors de la survenue de l'effet causé :

ce type d'intervention vise à réduire les suites de dommages et les coûts d'assainissement. Cette réponse convient chaque fois que l'on dispose de méthodes de prévision et de procédures d'intervention rapide, à mettre en place avant que l'effet non désiré se produise: un exemple typique pour le cas de catastrophes naturelles est l'évacuation avant un éboulement ou une inondation. Les difficultés surgissent avant tout quand les systèmes d'alerte ne fonctionnent pas ou les mesures de limitation des dommages ne sont pas assez efficaces, car les conséquences peuvent être catastrophiques. A long terme, ce type de stratégie permet d'observer (monitoring) les signes de changement climatique et de prévoir les conduites « anthropogènes » à adopter; ainsi on y a recours véritablement depuis la première apparition de la question des changements cli-

matiques.

3. Créer une barrière entre le facteur déterminant et l'environnement :

on a recours à cette stratégie quand il est possible de défendre l'environnement physique de l'effet non désiré. En cas de processus naturels émanant des changements climatiques il s'agit surtout d'interventions techniques anti-inondation, de mesures de protection contre la grêle et les avalanches. Ces interventions peuvent être assez efficaces face à des phénomènes se manifestant assez souvent,



Les mesures techniques de protection contre les accidents naturels ne suffiront plus à protéger continuellement les activités dans les zones menacées.

dont l'on peut prévoir la portée et le lieu où ils se produiront vraisemblablement.

Il y a pourtant toute une série de conséquences de changements climatiques que l'on ne peut ni maîtriser par des mesures de ce genre ni pronostiquer. Il s'agit ici surtout de changements ayant un effet de long terme et irréversible sur les activités humaines. En particulier, il n'est pas possible - par de telles mesures - d'exercer une influence sur le « facteur déterminant », c.à.d. sur les changements climati-

ques en fait.

Le second groupe de mesures visant la prévention peut être à cet égard plus efficace et mériter, de ce fait, une analyse plus détaillée.

4. Renforcer l'environnement: :

plutôt que le « facteur déterminant », cette stratégie vise l'environnement, de façon à lui permettre de contrebalancer l'effet d'un certain phénomène naturel. En cas de changements climatiques, cette stratégie est intéressante, du moins à court terme, car les possibilités d'influence directe sur le facteur climatique sont relativement limitées. Les interventions visent surtout à adapter les modes d'exploitation du territoire aux conditions créées par les changements climatiques: introduction d'activités complémentaires au tourisme d'hiver, modification des cultures agricoles, adaptation de nouvelles technologies dans le domaine agricole et l'approvisionnement en énergie électrique. Une mesure très importante est aussi la conservation ou la création de surfaces naturelles de compensation.

5. Séparer le facteur déterminant et l'environnement du point de vue temporel ou territorial :

la séparation temporelle et locale en cas de changement climatique s'avère en tant que mesure semblable. Comme les processus naturels dépendant de facteurs liés au temps ou à l'espace n'est pas influencable par l'homme, il faut - par conséquent - adapter l'emploi du territoire à ces phénomènes. La séparation « territoriale » peut se révéler très radicale, comme par exemple le renoncement à l'exploitation de certaines surfaces: exode, abandon des stations touristiques etc. A court terme, ces

mesures peuvent susciter des bouleversements sociaux et des coûts élevés; mais si l'aménagement est planifié sur le long terme et les interventions mises en place progressivement, elles représentent, dans certains cas, la seule solution efficace et définitive au problème.



L'exploitation du territoire dans certaines zones dépendra de plus en plus de processus naturels. Sur cette photo: Log pod Mangartom en Slovénie qui, en 2000, a été enseveli par une coulée de boue.

Une **séparation de type temporel** signifierait que l'exécution d'activités définies devrait s'effectuer au moment où des circonstances appropriées prédominent, par exemple, une réduction de la saison de ski ou l'adaptation des saisons agricoles.

L'aménagement du territoire joue un rôle essentiel dans la mise en place des dites stratégies. L'état actuel du territoire montre néanmoins que, jusqu'à présent, il n'a pas été possible de mettre en place ces dispositions avec succès. En Slovénie, par exemple, les vallées fluviales sont très peuplées, même dans des zones menacées par des inondations ou des coulées de boue. Cette tendance s'est accen-

tuée surtout à la fin du siècle dernier: entre 1975 et 1988, par exemple, les terrains bâtis le long du fleuve Sava ont augmenté de 20%. Lors de chaque situation météorologique extrême, de nombreux immeubles bâtis dans des zones menacées depuis longtemps sont endommagés. Pourtant, en Slovénie on n'a pas encore mené une analyse systématique à même d'expliquer pourquoi dans les zones menacées l'on exploite le territoire encore de manière « sensible ». Voilà pourquoi on ne peut que spéculer sur les causes de cette situation. Sans aucun doute, certains immeubles sont l'héritage du « passé », quand des bâtiments illégaux étaient tacitement acceptés, et la construction de bâtiments pas réglementée de façon adéquate. Mais la plupart des immeubles ont été bâtis aux termes de la loi, sur des parcelles où le bâtiment a été autorisé par les plans d'urbanisme. D'autre part, il est vrai aussi que l'on a toujours fait pression sur les autorités pour qu'elles permettent de bâtir sur des parcelles de terrain inadéquates, dans des zones à risques. Cette tendance à bâtir dans des zones menacées semble absurde et illogique, et pourtant certains éléments aident à comprendre les difficultés et l'inefficacité de la réglementation en la matière:

■ L'« amnésie traumatique » : il s'agit d'un phénomène selon lequel, confirmé par des psychologues, les gens tendent à oublier même les pires catastrophes en sept ans. Des expériences menées dans des groupes de travail sur l'avenir des Alpes dans le cadre du projet REGALP⁶, auprès de six

⁶ REGALP est le sigle d'un projet de recherche intitulé: Regional Development and Cultural Landscape Change: The Example of the Alps, prévu par le 5^e Programme cadre de recherche de l'UE pour la période 2001-2004. On a mené des essais dans les zones alpines de tous les Pays participant au projet: France (Les Trièves), Suisse (Visp), Italie (Carnia), Autriche (Wipptal et Niedere Tauern), Allemagne (Isarwinkel) et Slovénie (Zgornjesavska dolina).

collectivités de montagne des Alpes, ont démontré que pour la population locale les conséquences des changements climatiques ne sont pas des questions ou des priorités. Certains s'inquiètent du manque de neige pour le tourisme d'hiver et seules deux collectivités locales (en Italie et en Suisse) ont rangé l'augmentation du risque d'accidents naturels parmi les problèmes futurs.

■ Deuxièmement, la population est sédentaire et n'est pas prête à laisser « sa terre » (dans le sens de sa patrie) pour aller vivre ailleurs. D'un côté, cela vient d'un fort attachement émotionnel de la population locale à sa terre (surtout en ce qui concerne la population rurale des zones isolées, et notamment les Slovènes); d'autre part, c'est le résultat d'une logique économique tout à fait rationnelle. Le prix obtenu en vendant une telle parcelle de terre ne permettrait jamais à son propriétaire d'émigrer, tant s'en faut. Sur un marché foncier peu développé, comme le marché slovène, il est même parfois impossible de vendre du terrain. Par conséquent, bâtir sur sa propre parcelle reste le seul choix possible, même si ce terrain n'est pas du tout approprié.

■ Les procédures décisionnelles concernant l'exploitation du sol (amendements aux plans d'urbanisme et d'occupation des sols) n'incluent pas toujours des paramètres techniques tels que les facteurs de risque ayant trait aux processus naturels. Ici encore, les raisons sont nombreuses. Tout d'abord, les collectivités locales de montagne sont petites. En Slovénie, il existe 193

communes, dont 90 ont une population inférieure à 5.000 habitants. Ainsi donc, les responsables des amendements aux documents d'aménagement décident en vérité du sort de leurs voisins et amis : dans ces circonstances, il est très difficile d'agir uniquement sur la base de critères techniques. Au problème de dimension des petites communes s'ajoute le manque de respect du principe de subsidiarité et la réticence de l'Etat à transférer aux communes la pleine responsabilité de l'exploitation du territoire. C'est qu'en Slovénie, les plans territoriaux sont ratifiés au niveau de l'Etat, qui autorise par la suite les interventions sur le territoire. Il n'est donc pas inhabituel qu'en cas d'accidents naturels les citoyens et les communautés locales ne se sentent pas responsables et exigent un dédommagement de l'Etat. La troisième raison est le manque d'informations. Il est difficile de soutenir qu'en général, on manque d'informations sur les processus naturels, sur leurs conséquences ainsi que sur les modes et les lieux où ils se produisent, car la coexistence durant des siècles entre l'homme et la nature dans l'espace alpin a permis de réunir un bagage d'informations important. Il existe en Slovénie (au moins au niveau national) un bon recueil de données sur le territoire dans lesquelles, outre les données spatiales sur les évaluations du risque environnemental, on trouve aussi des données sur les unités territoriales, les immeubles, les infrastructures municipales et de transport. Au moins en théorie l'on dispose de plusieurs méthodes d'évaluation des risques et d'intégration des résultats dans les procédures d'aménagement.

Si ces informations ne sont pas suffisamment utilisées dans les procédures d'aménagement, c'est probablement à cause des conditions décrites aux paragraphes précédents. Il est évident que l'exigence de tenir compte des processus naturels dans les procédures d'harmonisation des intérêts est subordonnée à d'autres arguments, aussi à cause d'un manque de connaissances, au niveau des experts, des méthodes d'aménagement locale et de protection du territoire.

Le dernier ensemble de mesures prend en compte les facteurs déterminants en termes de prévention.

6. Prévention ou réduction de l'intensité du facteur déterminant, ou des dommages qu'il peut provoquer:

face aux changements climatiques, c'est la stratégie la plus efficace sur le long terme. Cependant, les mesures adoptées jusqu'à présent ne permettent pas d'atteindre de bons résultats sur le court terme. Etant donné que pour le moment, il n'est même pas possible de réduire l'action nuisible (par exemple en cas de phénomènes météorologiques ravageurs), les efforts portent sur la restriction des activités humaines susceptibles de favoriser les changements climatiques. Ce sont des mesures à très long terme et impopulaires, exigeant des modifications de tout le système de valeurs de notre société. Pour le moment, les indicateurs montrent que dans ce domaine on n'a pas encore atteint de résultats significatifs. En Europe, jusqu'en 2010, la circulation d'usagers privés de la route pourrait augmenter de 20%, et celle de marchandise même de 40% (par

rapport à l'année 1997, selon des données de l'ÖAMTC en 1999). De toute façon, dans ce contexte, les mesures concernant l'aménagement du territoire sont très importantes. Une intégration de l'aménagement urbain et des transports publics et de l'aménagement des zones piétonnières et de la circulation cyclable pourrait favoriser la réduction du trafic motorisé privé.

Nouvelles stratégies d'aménagement du territoire?

On a inséré certaines des solutions susmentionnées dans les stratégies d'aménagement du territoire les plus récentes ; un tel exemple est la Stratégie de Développement Territorial de la Slovénie, document cadre du développement territorial au niveau national, adopté au printemps 2004. Ainsi se trouvent dans les directives de ce document également quelques directives, qui devraient contribuer à une réduction des changements climatiques, surtout en accordant la priorité au développement du système ferroviaire et à l'offre de transports publics voyageurs pour les liaisons interurbaines et l'accès aux structures publiques; au développement de pistes cyclables et de parcours piétonniers liés à l'offre touristique.

Un autre domaine d'action important concerne l'adaptation de l'exploitation du territoire aux processus naturels. A long terme, priorité est donnée aux activités nouvelles organisées en dehors des zones menacées par les catastrophes naturels et autres; et la ré-orientation des activités déjà en place, en dehors des zones menacées; en accordant à la nature la priorité de « exploitation » du territoire.

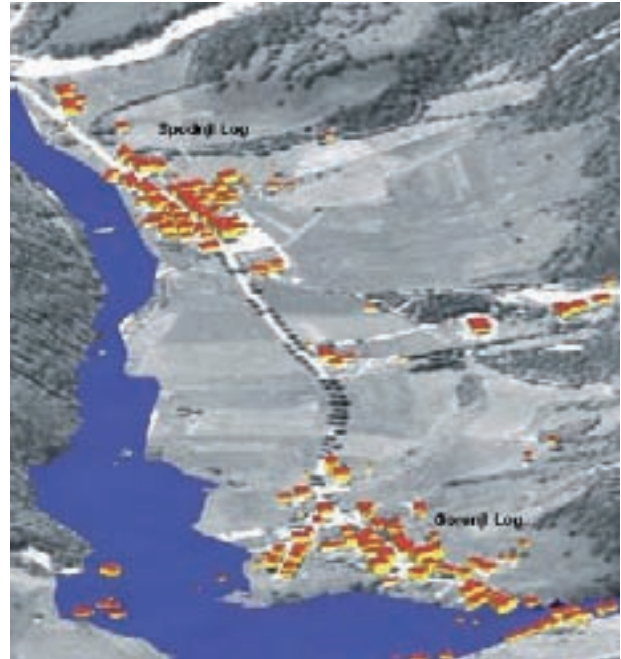
Dans le domaine de l'aménagement du territoire il y a sans aucun doute de nouvelles voies à parcourir aussi bien en termes d'approche que de méthodes. Parmi les dispositions permettant d'améliorer notre niveau de préparation en cas de changements climatiques, il faut souligner :

- le fait de modéliser et développer des scénarios, en tant que méthode de recherche de solutions alternatives de développement;
- l'évaluation de plans alternatifs du point de vue de l'exposition aux catastrophes naturelles, selon le modèle de l'évaluation stratégique des effets sur l'environnement;
- les méthodes pour inclure les coûts d'assainissement dans le prix de construction des immeubles, de façon à décourager toute intervention de sujets privés dans les zones à risques (manque de motivation)
- la participation des citoyens, notamment au sujet du développement du territoire.

Conclusions

Les nombreuses connaissances sur les changements climatiques que les sciences nous ont offertes au cours de la dernière décennie ont eu une influence très lente et peu efficace sur les procès décisionnels politiques et sur la conduite des citoyens.

Aujourd'hui encore, pour répondre aux processus naturels, on ne prend que des mesures hâtives à la veille de certains événements et des dispositions d'assainissement des dommages causés. Mais ces mesures sont insuffisantes en vue des changements climatiques



La description des processus naturels permet d'améliorer les plans d'aménagement du territoire en termes de protection contre les accidents naturels.

futurs, qui seront susceptible d'exposer les activités humaines à des phénomènes naturels de plus en plus fréquents et tumultueux. Les mesures d'aujourd'hui ne suffisent pas. Il est nécessaire de réfléchir à une meilleure adaptation de notre exploitation du territoire aux exigences de la nature, en introduisant, par exemple - de nouvelles technologies et une série d'activités dynamiques; ainsi en cas extrême, le transfert des activités sensibles et l'abandon de certains terrains aux processus naturels est envisageable. L'aménagement du territoire joue un rôle clé dans les processus décisionnels, c.à.d. en ayant recours aux méthodes déjà en place et le développement de méthodes nouvelles pour transférer le savoir scientifique dans des mesures concrètes, rechercher des solutions efficaces; créer les conditions pour des activités interdisciplinaires et garantir la participation de l'opinion publique dans les processus décisionnels.

Bibliografie

Regional Development and Cultural Landscape Change: The Example of the Alps (REGALP) WP4: Macrotrends influencing regional development and landscape change - Macrotrends Reader, 2003, <http://www.regalp.at/en/downloads/subjectsreviewed.pdf>

Strategie der Raumentwicklung Sloweniens 2004 (in englischer Sprache), http://www.gov.si/upr/doc/SPRS_eng.pdf

Haddon W. jr., On the escape of tigers: An ecologic note, Technology review, 1972

Défis pour le tourisme

Jacques Guillot, Président Ski France

Comme cela a déjà été évoqué, l'histoire du climat se caractérise entre autres sur les activités humaines.

L'industrialisation, les activités humaines génèrent un impact direct sur le climat qui est bien évidemment sensible dans nos montagnes.

On peut en effet constater des variations sur les précipitations neigeuses, donc sur la durée de l'enneigement de nos stations, qui ont amené les élus et les professionnels du milieu montagnard à s'interroger sur l'évolution des aménagements touristiques de nos stations.

1. La prise en compte d'un changement climatique est depuis plusieurs années un paramètre essentiel pour les aménagements de nos stations

Les réalités économiques liées à l'importance du tourisme hivernal dans les stations françaises engendrent une attention particulière à l'hypothèse d'un réchauffement durable de notre planète.

- Le type de précipitation, leur intensité,
- La limite d'altitude pluie neige,
- Le niveau des températures, leurs amplitudes,
- La durée de la saison hivernale,
- Le déficit de précipitation etc....

sont parmi les questions qui se posent aux décideurs chargés du tourisme hivernal et des domaines skiables.

Si l'on prend quelques chiffres du territoire Français on appréciera les enjeux sur l'aménagement du territoire et son économie.



L'été, le calme revient dans les domaines skiables du glacier. À cause du retrait rapide du glacier, il est devenu impensable de pratiquer le ski l'été, comme ici sur le glacier du Kaunertal (Tyrol).

La zone montagneuse en France représente 124.000 km² soit environ 23% du territoire métropolitain.

Il comporte de l'ordre de 8000 km de pistes soit environ 30% du domaine skiable mondial fréquentés par environ 7,5 millions de touristes dont 1,8 millions d'étrangers en hiver.

C'est plus de 300 stations ou centres de ski où l'on trouve plus de 2 millions de lits touristiques.

C'est également 130.000 emplois hivernaux. Les remontées mécaniques génèrent à elles seules plus de 980 millions d'euros de chiffre d'affaire et plus de 323 millions d'euros hors taxes d'investissements (en 2003).

Pour apporter des garanties à cette économie montagnarde dont la matière première est la neige, les stations ont recherché à assurer sa présence durant toute la saison d'hiver et se sont orientées vers des investissements de production de neige de culture pour tenter de pallier à l'impondérable de la météo.

On constate en France qu'en 25 ans on est passé de 120 hectares à plus de 4000 traitables par la neige de culture.

En parallèle, les aménagements des pistes prennent en compte des paramètres d'exposition, de relief d'engazonnement etc.... pour permettre de pratiquer la glisse avec un minimum de manteau neigeux, pour faciliter un travail de damage avec des outils et des techniques très évolués.



Les canons à neige et les bassins d'eau pour l'enneigement artificiel font désormais partie du paysage des domaines skiables. Leurs coûts de construction et d'entretien sont énormes. Leurs effets sur les espaces naturels ne sont pris en compte qu'à titre accessoire.

Dans le domaine des remontées mécaniques leur type, leur implantation ont également pris en compte les possibilités de déficit d'enneigement en privilégiant des téléportées intégrant la possibilité de redescendre les usagers en cas de manque de neige en basse altitude et

par la réalisation de gares intermédiaires.

Certaines stations relient leur lieu résidentiel au domaine skiable d'altitude plus propice à la garantie neige par de véritables «ascenseurs».



Tourisme de masse au bout de la vallée du Stubai. Vue sur la station inférieure de la ligne du glacier du Stubai, qui transporte les skieurs jusqu'au domaine skiable du glacier au moyen de deux lignes téléphériques

2. La confirmation d'un changement climatique et ses impacts durables pour les stations

Il est évident qu'un réchauffement significatif et durable tel qu'on l'évoque entraînerait indéniablement un repositionnement des stations d'altitude au détriment des sites de basse altitude ne pouvant plus assurer la garantie neige sur une durée réaliste économiquement.

Il faut cependant ne pas généraliser les paramètres d'altitude mais prendre en considération les phénomènes locaux météorologiques qui font que certains sites de basse ou moyenne altitude bénéficient de conditions particulières favorables.

Il paraît impératif de continuer et de renforcer la mise en œuvre raisonnée de la neige de culture sur les sites qualifiables apportant ainsi

une économie durable et permettant la consolidation des territoires supports des activités du tourisme hivernal.

Il est important de considérer également les tendances du marché des sports d'hiver et le comportement des touristes dans leur pratique.

En effet, des enquêtes françaises font apparaître qu'en séjour la pratique de la glisse est de l'ordre d'environ 4 heures par jour et que sur 4 séjournants 1 ne pratique pas de ski.

Par contre, le déclenchement des vacances hivernales en montagne est bien la glisse et les plaisirs liés à la neige.

La diversification des produits touristiques des stations n'est donc pas uniquement liée à une réponse propre aux possibilités de déficit d'enneigement mais également à une adaptation aux nouvelles exigences de la clientèle et à son comportement.



Domaine skiable du glacier du Rettenbachferner (vallée de l'Ötz) l'été. Les remontées mécaniques sont au repos.

Pour non pas conclure, mais alimenter les débats quelques pistes :

Si l'on considère que le scénario d'insuffisance de neige à certaines altitudes en fonction des massifs est ou sera une réalité confirmée.

Pour consolider le travail déjà réalisé et ses orientations.

- Quels sont les outils à activer pour mesurer, analyser les enjeux qui y sont liés ?
- A quelle échelle territoriale y travailler ?
- Quelles peuvent en être les échéances ?
- Quelles politiques financières contractuelles pourraient être envisagées pour assurer et inciter à un redéploiement lié à l'évolution climatique ?

Discussion

Dans son intervention, le maire de Galtür, Monsieur Mattle, a présenté sa commune. Le village de Galtür remonte à une époque où dans les Alpes le climat était plus favorable, et les céréales étaient cultivées jusqu'à 1 500 mètres d'altitude. Il était donc possible de s'implanter de façon stable même à une telle altitude. Dans la deuxième moitié du 20^e siècle, le développement économique et touristique fit de Galtür une destination touristique. Le tourisme est le principal secteur économique pour les un peu plus de 700 habitants de Galtür. Comme l'a souligné Monsieur Mattle, les hommes ont toujours cohabité avec les dangers naturels, en respectant la nature, comme il se doit. Malgré les événements exceptionnels de ces dernières années, l'avalanche de 1999 et la crue du mois d'août 2005, la Commune et la vallée de Paznaun continuent à promouvoir les activités économiques durables.

Dans son intervention, Monsieur Guillot s'est interrogé sur les canons pour l'enneigement



Dégâts des eaux à Paznaun, septembre 2005 : les risques naturels mettent la vie en danger.

artificiel. Avec leurs coûts élevés et les quantités de courant qu'ils consomment, sont-ils vraiment une réponse adaptée à l'échauffement du climat. Monsieur Guillot a aussi décrit les développements futurs du tourisme. Monsieur Liebl, chef de la délégation autrichienne, a fait remarquer que la consommation énergétique d'une installation d'enneigement de taille moyenne équivaut à celle d'une petite commune. Selon Monsieur Guillot, les canons à neige devraient être utilisés de façon raisonnable, par exemple pour créer le support pour le manteau de neige naturel. La tendance actuelle du marché des sports d'hiver est celle de ne skier plus que 4 heures par jour. Un quart des touristes ne skie pas. Les zones de basse altitude devraient miser sur la reconversion et sur la diversification de leur offre, mais aussi, de plus en plus, sur les secteurs du wellness et du tourisme gastronomique et de congrès. Pour les domaines de haute altitude, par contre, la neige est primordiale. Pour rentabiliser les remontées mécaniques et les canons à neige, il faut assurer un minimum de journées de ski. Les remontées mécaniques sont financées sur la base de business plans qui prévoient justement, parmi les paramètres à considérer, le nombre de journées de ski.

Le Prof. Salsa, de la délégation italienne, a mis en cause s'il est vraiment raisonnable à la lumière des considérations ci-dessus de persévérer dans la monoculture du « tourisme de ski », qui, du point de vue historique, remonte à l'époque de la petite glaciation. En outre, le ski est à l'origine un sport émanant des pays nordiques.

Quoi qu'il en soit, en France il s'avère difficile de retourner à des sources de revenus alternatives, en rétablissant par exemple l'agriculture de montagne. Ainsi, dans les dernières années, le nombre de personnes pratiquant l'agriculture comme activité d'appoint a fortement reculé, faute aussi d'aides financières qu'il y a par exemple en Autriche.



L'accroissement des capacités de transport permet d'accéder de plus en plus rapidement aux domaines skiables. Il en résulte une augmentation de la pression en faveur de l'exploitation d'espaces naturels encore dénués de constructions (téléphérique du Kitzbühel/Tyrol).

Dans la suite des débats, les participants se sont interrogés sur le rôle de la Convention alpine dans le processus climatique pour les Alpes, sur les retombées ultérieures des changements climatiques dans l'arc alpin et sur les mécanismes d'adaptation à mettre en œuvre. Comme l'a dit le Prof. Seiler, les changements climatiques ont des retombées économiques et écologiques, mais également des retom-

bées sociales que la politique et la science n'ont jusqu'ici pas assez pris en considération. Par rapport à l'époque préindustrielle, l'augmentation de la température de l'arc alpin était de 2°C environ. Dans les 40 prochaines années; elle est probablement destinée à augmenter encore d'environ 2°C. L'échauffement de la planète n'est toutefois pas le seul facteur décisif, car il y a eu également un changement dans la distribution régionale des précipitations. À l'avenir, il pourrait y avoir trop d'eau en hiver et trop peu en été. L'humidité du sol diminuerait et le climat des vallées se répandrait ultérieurement, ce qui ne manquerait pas de se répercuter sur les stades de la végétation. Ces changements ne manqueraient pas d'avoir des retombées sur l'agriculture et la sylviculture, mais aussi sur le régime des eaux, ce qui représenterait outre des risques également des avantages et des opportunités. Par exemple, on pourrait envisager une meilleure exploitation de l'énergie hydroélectrique et un abandon de l'agriculture de « pâturages ».



L'exploitation herbagère est prédominante dans les Alpes ; sera-t-il possible à l'avenir de cultiver des céréales dans certaines régions alpines à la suite des changements climatiques ?

Les changements climatiques prévus feraient des Alpes une région d'immigration plus attrayante. D'après les pronostics, il y aura 25 mil-

lions de réfugiés environnementaux en 2005; dans les livres d'histoire, le 21^e siècle sera le siècle des grandes migrations de peuples de l'ère moderne.

Toute prévision concernant les retombées des changements climatiques est toujours fondée sur l'évaluation des seuils. Il ne s'agit pas de processus linéaires, mais de processus complexes, dont l'évaluation s'avère très difficile. Parfois, les répercussions pourraient être beaucoup plus importantes. Il ne faut pas planifier rétrospectivement des mesures d'adaptation aux changements climatiques, mais en regardant vers l'avenir.

Madame Golobic a expliqué que les interprétations du climat sont fondamentales dans l'exploitation de l'espace. Pour le moment, l'accent est mis surtout sur la protection technique, alors qu'il faudrait prendre davantage en compte les composantes sociales, afin d'assurer l'avenir des personnes.

Le Prof. Rumley, chef de la délégation suisse, a relaté les expériences de Brienz, d'après lesquelles le problème des inondations pourrait



Impressionnant : mur de protection contre les avalanches à Galtür, Paznaun

être résolu en laissant aux fleuves de plus grands espaces naturels. Mais ces espaces devraient être intégrés dans un outil d'aménagement des peuplements.

Monsieur Vygen, chef de la délégation allemande, a sollicité la création d'un Alpine Panel for Climate Change similaire à l'International Panel for Climate Change (IPCC), afin de promouvoir davantage les observations régionales. Pour les Alpes, ce serait un moyen d'obtenir des résultats scientifiques et d'élucider les questions de bonnes stratégies d'adaptation et de stratégies politiques.

Le Prof. Seiler s'est déclaré favorable à cette proposition, et a souligné que les stratégies d'adaptation ont besoin d'une approche globale et d'une base d'informations et de connaissances fiables. C'est à la politique de définir les priorités de la recherche, alors que la science devrait essayer de répondre aux questions encore ouvertes. Le programme cadre UE sur la recherche pourrait être une contribution importante à ce propos.

Bien qu'il soit impossible d'empêcher un nouveau changement climatique dans les 30 prochaines années, à cause du ralentissement de l'évolution climatique, il sera néanmoins fondamental d'adopter à l'avenir des mesures pour limiter des changements de température supplémentaires. À l'horizon 2010, les émissions de CO₂ devraient être réduites de 50% au niveau global et de 80% dans les pays industrialisés, l'année de référence étant 1990.

Monsieur Götz, représentant de CIPRA International, a constaté que 30% de la consommation d'énergie dépend des ménages et que 70% de cette quantité est absorbée par le chauffage. Il a attiré l'attention sur le projet Climalp de CIPRA, qui vise une réduction des gaz

responsables de l'effet de serre par le biais d'une campagne d'information de la population, qui est sensibilisée aux méthodes de construction et de rénovation qui permettent des économies d'énergie dans l'arc alpin et qui utilisent le bois régional comme matériau de construction.

Monsieur Fix, le représentant d'AEM, a mis en discussion l'opportunité de la mesure préconisée par le Prof. Seiler, c'est-à-dire une augmentation du prix de l'énergie, étant donné que beaucoup de personnes vivent en dessous du seuil de pauvreté et par conséquent ne seraient pas en mesure de payer des prix plus élevés pour l'énergie.

Monsieur Scheurer, le représentant de l'ISCAR, a évoqué les résultats atteints dans le cadre de l'initiative Global Change and Mountain Regions, qui a mis en exergue le fait que dans beaucoup de régions de montagne les changements climatiques ont une importance marginale pour la population, alors que la pauvreté est le problème le plus important. Les changements climatiques doivent donc toujours être considérés dans leur contexte social. Le Prof Seiler a répondu qu'à l'avenir il sera impossible d'éviter d'augmenter le prix de l'énergie. En outre, la forte croissance économique de la Chine et l'Inde implique aussi une

augmentation sensible des émissions de CO₂. D'où l'exigence de mesures ciblées à une réduction de la consommation des sources d'énergies rapidement disponibles, telles que le charbon, le pétrole ou le gaz naturel. Son idée serait celle d'un impôt sur tous les processus qui impliquent l'émission de CO₂. Les recettes de cet impôt, qui n'irait pas modifier les recettes fiscales, pourraient être redistribuées aux citoyens. Il faudrait aussi promouvoir l'utilisation de la biomasse, par exemple comme carburant, de façon à remplacer les combustibles fossiles, qui représentent aussi des matières premières importantes pour l'industrie pharmaceutique.

En ce qui concerne l'importance des changements climatiques pour la population, le Prof. Seiler a constaté que le climat intéresse surtout les personnes âgées et les spécialistes. L'un des défis serait justement celui d'intéresser les jeunes, et de les convaincre. À ce propos, il faudrait impliquer davantage la télévision.

Pour résumer les contenus du débat, Monsieur Raetzo et Madame Golobic ont souligné que les différents intervenants ont insisté sur la nécessité de plus de clairvoyance. Chacun dans son domaine peut contribuer à bâtir l'avenir, y compris celui de la prochaine génération.

On ne doit pas seulement se contenter de parler de la protection de l'environnement : il faut aussi agir...



Résumé

- Le climat mondial et régional s'est profondément et visiblement modifié au cours des cent dernières années. La température moyenne s'est accrue de 1.6°C dans l'espace alpin septentrional, face à une augmentation mondiale moyenne d'environ 0.8°C au cours des 30 dernières années. Encore plus significative en termes d'effets du changement climatique est la modification saisonnière des précipitations, avec des valeurs plus faibles en été et plus élevées vers la fin de l'hiver et au printemps.
- Selon des prévisions scientifiques, la région alpine sera également au cours des 30 prochaines années caractérisée par des changements climatiques importants comme, par exemple, une augmentation disproportionnée de la température, l'évolution de la distribution saisonnière des précipitations et l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes.
- Les effets du changement climatique sont particulièrement perceptibles dans les Alpes qui, en tant que région de montagne, sont très sensibles au climat. Déjà aujourd'hui les effets des événements météorologiques extrêmes, comme les tempêtes et les fortes chutes de neige, qui engendrent, entre autres, des coulées de boue et des inondations, comportent des dégâts écologiques, économiques et sociaux importants.
- Afin de protéger notre génération ainsi que les générations futures des effets inévitables d'un changement climatique ultérieur, il faut mettre en place des mesures de vaste portée, qui ne peuvent pas se limiter à interdire les émissions de CO₂, mais qui doivent aussi envisager des stratégies d'adaptation.
- Ces mesures exigent une base d'informations et de connaissances fiables réalisable grâce à une coopération étroite entre la science et la recherche ainsi que la politique. A cette fin, la mise en place d'une plateforme alpine (Alpine Panel for Climate Change) a été suggérée.
- A l'avenir, il faudra développer des stratégies d'adaptation au changement climatique sur la base d'une approche globale. Cela comporte, par exemple, une meilleure adaptation de l'utilisation des sols aux conditions déterminées par le changement climatique: diversification de l'offre touristique, en particulier dans le domaine du tourisme hivernal; transformation des cultures agricoles; adaptations en termes de technologies utilisées dans l'agriculture et la production d'énergie ; entretien et rétablissement des surfaces naturelles, qui font fonction de zones tampon; adaptation de l'utilisation des surfaces habitées aux risques naturels.
- L'adaptation des secteurs économiques particulièrement touchés, comme l'agriculture, la sylviculture et le tourisme, doit être soutenue de façon efficace et durable par des mesures techniques, des incitations économiques et l'amélioration des conditions politiques générales.
- L'information du public sur l'importance respectivement les effets prévisibles du changement climatique et une plus grande sensibilisation des citoyens vis-à-vis de la protection active du climat joue également un rôle essentiel.



lebensministerium.at