



Observatoire National sur les Effets
du Réchauffement Climatique

Recensement des études concernant les effets du climat et du réchauffement climatique sur les espaces de montagne en France métropolitaine

Guillaume PRUDENT RICHARD
Observatoire national sur les effets
du réchauffement climatique

Note technique n°4
Mars 2006



Cliché : G. Prudent (Vallée d'Ossau, Pyrénées)

Recensement des études concernant les effets du climat et du réchauffement climatique sur les espaces de montagne en France métropolitaine

Note technique N°4 Mars 2006

La présente note a été rédigée par :

Guillaume Prudent-Richard
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

Comité de relecture :
Pascale Babillot
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
Martin Beniston
Université de Fribourg
Gauthier Chapelle
International Polar Foundation
Marc Gillet
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

Avec la contribution de :
Vincent Bourcier et Sébastien Boyaval
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

INTRODUCTION	3
APPROCHE ET METHODOLOGIE	4
APPROCHE	4
METHODOLOGIE	4
METHODOLOGIE	5
LIMITES DE CETTE ETUDE	7
ELEMENT DE SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS	8
LES MASSIFS ETUDIES	8
LES MILIEUX ETUDIES	9
LES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES ABORDES	9
LES THEMES ABORDES	10
GLACIERS, COUVERTURE NEIGEUSE ET CYCLE HYDRIQUE	10
AGRICULTURE, SYLVICULTURE ET MILIEUX FORESTIERS	11
TOURISME HIVERNAL	12
RISQUES NATURELS	13
BIODIVERSITE	14
PERSPECTIVES ET ORIENTATIONS	15
PROFITER DES RESEAUX EXISTANTS ET AMELIORER LES SYSTEMES D'OBSERVATIONS	15
ENCOURAGER DES APPROCHES SYSTEMIQUES ET PLURIDISCIPLINAIRES	15
AMELIORER LES CONNAISSANCES CONCERNANT LES IMPACTS DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LES ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES	16
PROPOSER DES EXPERIENCES PILOTES QUI PEUVENT SERVIR DE BASE A UNE RETRANSCRIPTION DANS LE DOMAINE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	16
TABLE DES SIGLES	17
TABLE DES FIGURES ET ANNEXES	18

Introduction

Créé par la loi du 19 janvier 2001, l'ONERC¹ matérialise la volonté du Parlement et du gouvernement de prendre en compte les questions liées aux effets du changement climatique. Il collecte les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux événements climatiques extrêmes, afin d'en informer le public et les collectivités territoriales, et les préparer à s'adapter à cette évolution.

Lors des précédentes notes techniques, l'ONERC s'était intéressé à des thématiques spécifiques tels que les espaces côtiers dans les DOM-TOM, le patrimoine du Conservatoire du littoral ou encore les Activités Vitivinicoles. La présente note traite des milieux de montagne. Les massifs montagneux sont en effet comme les littoraux, des espaces très sensibles aux variations climatiques de toutes sortes. Afin de pouvoir proposer de nouveaux axes de recherche, il était nécessaire de faire le point sur les travaux concernant les impacts du réchauffement climatique sur les massifs montagneux.

Le recul du front des glaciers est sans doute le premier exemple qui vient à l'esprit de tous lorsque les changements climatiques en montagne sont évoqués. Ce n'est pas la seule conséquence d'une augmentation des moyennes de température en montagne. De nombreux autres impacts, qu'ils concernent le manteau neigeux ou la biodiversité, sont susceptibles de perturber profondément les écosystèmes et d'avoir des retombées négatives sur les activités socio-économiques de ces territoires.

Dans une perspective de partage des connaissances et de valorisation commune des données, l'International Polar Foundation (IPF, www.polarfoundation.org) a souhaité s'associer à la démarche initiée par l'ONERC. L'IPF s'est donné pour mission de renforcer les liens entre science et société, en sensibilisant le grand public à l'importance des régions polaires et des recherches menées pour la compréhension des changements climatiques.

Cet inventaire s'intéresse non seulement aux effets à long terme du réchauffement climatique mais aussi aux effets passés du climat sur les milieux. Il doit permettre d'identifier les équipes qui travaillent sur ces thématiques et disposent donc d'une expérience dans la conduite de tels travaux. Une personne de référence est associée à chaque étude afin de disposer d'un réseau qu'il serait possible de mobiliser pour des travaux ou commandes ultérieurs sur ces mêmes thématiques.

Comme l'ONERC contribue au dialogue international, des équipes de recherches ont également été sollicitées à l'étranger. La Suisse a, par exemple, montré un grand intérêt pour les questions relevant des impacts du changement climatique dans les zones de montagne. La sollicitation d'équipes de recherche étrangères a permis de partager des expériences et d'apporter un regard différent sur certaines questions.

¹ Voir liste des sigles en page 18

Approche et Méthodologie

Approche

Le réchauffement climatique est désormais une réalité pour de nombreux milieux. Les montagnes, espaces sensibles s'il en est, sont aussi la cible de ces impacts. En effet, la montagne est un milieu qui est particulièrement conditionné par son environnement : altitude, topographie et situations climatiques extrêmes. De nombreux systèmes naturels, qu'ils comportent ou non des êtres vivants, ont évolué en fonction de ces conditions jusqu'à arriver à l'état de régulation actuel. Des changements dans les températures moyennes, mais aussi dans les températures extrêmes peuvent avoir, par effets induits, des conséquences dramatiques sur de tels systèmes naturels.

Les sociétés de montagne ont su depuis longtemps se protéger des caprices de la montagne et dans le même temps, tirer profit de toutes les richesses potentielles qu'elle recèle. De nombreux enjeux socio-économiques sont ainsi directement liés à l'évolution des milieux naturels et des facteurs qui les conditionnent. Le tourisme hivernal est évidemment particulièrement concerné par ces évolutions futures du climat mais ce n'est pas le seul secteur d'activité à être potentiellement vulnérable à une évolution des conditions climatiques globales et locales.

Les répercussions des variations climatiques ne concernent pas seulement les sociétés montagnardes, mais aussi des enjeux qui se trouvent à des dizaines de kilomètres en aval. C'est notamment le cas des rivières ; les massifs montagneux constituent des réserves en eau importantes pour le territoire français et des modifications dans le régime hydrique des hauts bassins versants et de leur couverture neigeuse ont des conséquences sur le débit des cours d'eau (cf. *étude 13*) : bassin versant du Rhône avec les Alpes et le Jura (cf. *étude 7 et 9*), bassin versant Adour-Garonne avec le Massif Central et les Pyrénées (cf. *étude 8*), etc.

Les effets possibles du réchauffement climatique sur les régions de montagne ont déjà été abordés par le GIEC dans les rapports 1995 et 2001. Ainsi, le GIEC a prévu une modification des écosystèmes alpins, des cycles de précipitations et d'enneigement, des variations des masses glaciaires, avec des conséquences sur le tourisme, la sylviculture ou encore la production hydroélectrique, voir notamment *fig.3, p 7*.

Il ne fait nul doute que ces conséquences seront approfondies dans le quatrième rapport d'évaluation à paraître en 2007 ; cependant une approche plus locale est nécessaire pour prévoir des stratégies d'adaptation et des scénarios de réponse aux impacts du réchauffement climatique.



Clichés : Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude (Chocard à bec jaune, mélèze)

Méthodologie

Afin de recenser aussi bien les effets directs (variations des températures, du cycle de l'eau...) qu'indirects (modification de la biodiversité, dégel du permafrost²...) et les effets sur les activités socio-économiques (risques sanitaires, tourisme...), un questionnaire a été établi, voir le questionnaire en annexe 1. L'aire géographique d'intervention est constituée des cinq principaux massifs français : Vosges, Jura, Alpes, Massif Central et Pyrénées. Pour chaque étude se rapportant aux impacts du réchauffement climatique en montagne, un questionnaire devait être rempli par une personne ayant participé ou participant au programme d'étude.

Ce questionnaire a été diffusé à plus de 200 acteurs de la recherche, des services déconcentrés et des collectivités territoriales en France au cours de l'été 2005, voir la liste des destinataires en annexe 2 et les détails sur les retours en Fig.1.

Malgré un mail de rappel au début du mois de Septembre 2005, le taux de réponse au questionnaire a été faible. En effet, seulement 17% des organismes interrogés ont fait parvenir une réponse à l'ONERC.

Les organismes qui ont répondu négativement représentent à peu près les trois quarts des réponses. Ce sont principalement les services déconcentrés et les collectivités territoriales qui ont répondu qu'il n'y avait pas de prise en compte du facteur changement climatique dans les études menées au sein de leurs services.

Les organismes qui ont répondu positivement représentent quand à eux 27% des réponses. Afin de cibler le cas français, deux graphiques sont proposés, comprenant (Fig.2.a) ou non (Fig.2.b) les organismes étrangers.

La majorité des organismes qui ont répondu positivement sont des instituts de recherche.

Les résultats du questionnaire ont permis d'identifier une cinquantaine d'études qui sont en cours, ou ayant déjà abouti, concernant les impacts du réchauffement climatique sur les milieux de montagne. Ces retours d'information ont été synthétisés dans un tableau récapitulatif, présenté en annexe 3.



Clichés : Parc National des Ecrins (Salamandre tachetée, pin sylvestre et papillon isabelle)

² Aussi appelé pergélisols en français, il s'agit de sols gelés en permanence sur des profondeurs variables. Il existe différents types de pergélisols en fonction de la durée de glaciation.

Figure 1 : Tableau de retour d'information

	Destinataires du questionnaire	Qui ont répondu	Nombre d'études menées recensées
Conseils Régionaux	11	2	0
Conseils Généraux	37	9	1
DDE	37	7	0
DRAF	11	0	0
DDAF	37	5	0
MEDD	2	1	0
DIREN	11	3	0
DEATM	0	1	2
ONF (Directions territoriales)	8	0	0
ONF (services RTM)	13	3	0
Météo France	3	3	8
INRA	3	4	6
Cemagref	7	3	3
LGGE	1	1	9
CREA	0	1	2
Universités	15	0	0
Divers	10	8	11
Services étrangers	9	2	10
dont WSL	1	1	3
dont Université de Fribourg	2	1	7

Figure 2.a : Répartition des réponses positives incluant les organismes étrangers

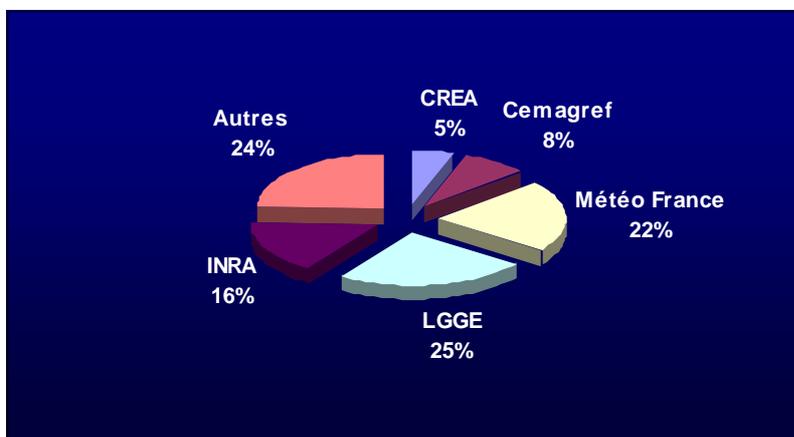
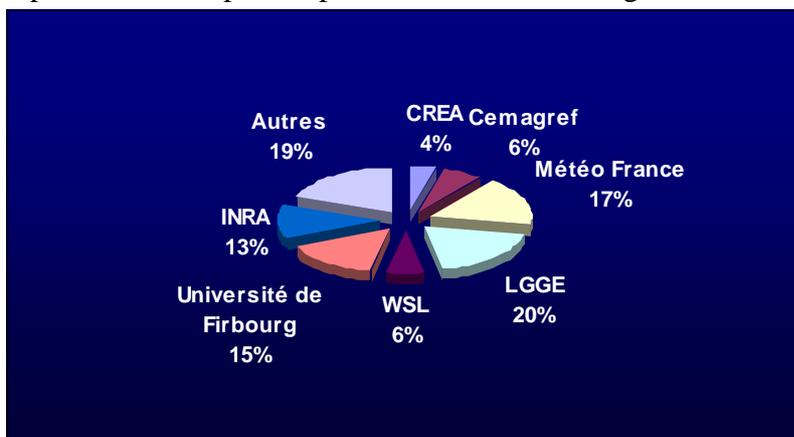


Figure 2.b : Répartition des réponses positives sans inclure les organismes étrangers

Limites de cette étude

La première limite de cette étude tient au faible taux de réponse obtenu lors du recensement. Des entretiens téléphoniques personnalisés ont permis de recueillir de nouveaux résultats auprès d'organismes qui n'avaient pas été inclus dans la liste initiale des destinataires. C'est ainsi que les Parcs Nationaux, la Ligue de Protection des Oiseaux, Electricité de France ou encore le fond mondial pour la nature (WWF) ont également été consultés.

D'autre part, il semblerait que la circulation de l'information et du questionnaire au sein des services consultés ait été trop faible.

Une autre limite de l'étude tient à l'aire géographique retenue pour ce premier recensement qui concernait les cinq principaux massifs montagneux français ; les Vosges, le Jura, les Alpes, le Massif Central et les Pyrénées. Les massifs de moindre importance (Ardennes, Morvan...) et les instituts qui y sont rattachés n'ont pas été inclus dans le périmètre d'étude.

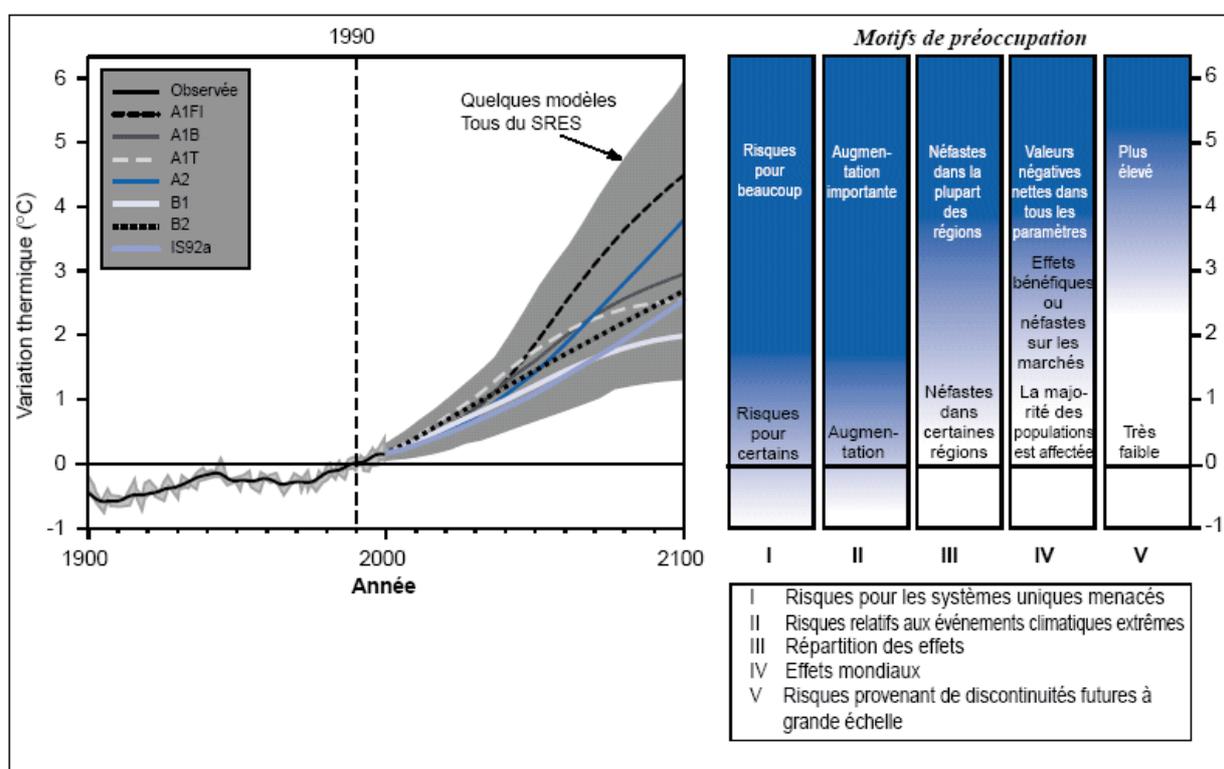


Figure 3 (SPM 2) : Motifs de préoccupation quant aux incidences projetées des changements climatiques. Les risques d'effets nocifs de ces changements s'accroissent avec leur ampleur. La partie gauche de la figure fait apparaître les élévations de température observées par rapport à 1990 et la fourchette des estimations projetées après 1990, selon des estimations faites par le Groupe de travail I du GIEC. La partie droite présente des conceptualisations pour cinq motifs de préoccupation au sujet des risques causés par l'évolution du climat jusqu'en 2100. Les incidences ou les risques neutres ou faiblement négatifs ou positifs sont indiqués en blanc, les incidences négatives pour quelques systèmes ou les risques faibles sont indiqués en bleu clair, et les incidences négatives ou les risques plus répandus et/ou de plus grande ampleur sont indiqués en bleu foncé. L'évaluation des impacts ou des risques tient seulement compte de l'ampleur du changement, et pas de son rythme. Dans cette figure la variation annuelle moyenne de la température mondiale est utilisée comme approximation de l'ampleur des changements climatiques, mais les impacts projetés seront fonction, entre autres facteurs, de l'ampleur et du rythme des changements mondiaux et régionaux du climat moyen, de la variabilité du climat et des phénomènes climatiques extrêmes, des conditions sociales et économiques et de l'adaptation.

Source : GIEC Rapport d'évaluation 2001.

Eléments de synthèse des résultats obtenus

Ce premier recensement des études concernant les effets du climat et du réchauffement climatique sur les milieux de montagne n'est pas une liste exhaustive de toutes les études et programmes menés sur cette thématique. Le nombre limité d'études reflète le faible taux de réponses, et n'indique pas nécessairement un manque d'études sur les impacts du réchauffement climatique dans les massifs montagneux. Mais il est aussi vrai que les communautés scientifiques et politiques concentrent d'avantage leurs efforts vers les processus d'atténuation qui permettront, à terme, de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, même si les rejets de gaz à effet de serre étaient réduits considérablement, le phénomène d'inertie du système climatique mondial expliquerait la poursuite des dérèglements climatiques.

Le traitement des réponses et des résultats obtenus dans les études recensées est synthétisé dans le tableau, qui se trouve en annexe N°4.

Les massifs étudiés

Il existe un net déséquilibre entre les massifs, en faveur des Alpes qui concentrent la plupart des études. Afin de mieux cerner le cas français, deux graphiques sont proposés ; le premier prend en compte toutes les études (voir Fig.4.a), le second exclut les études qui proviennent de l'étranger (voir Fig.4.b).

Au niveau français, l'arc Alpin représente 72% des études réalisées sur la thématique des changements climatiques en montagne. Il est vrai que les Alpes regroupent de nombreux enjeux mais le Massif Central, par exemple, représente le premier bassin de vie de montagne en France. Aucune étude n'est consacrée exclusivement au Jura, bien qu'il soit repris dans certains travaux à l'échelle nationale.

Figure 4.b : Répartition des études par massif, sans inclure les études de l'étranger

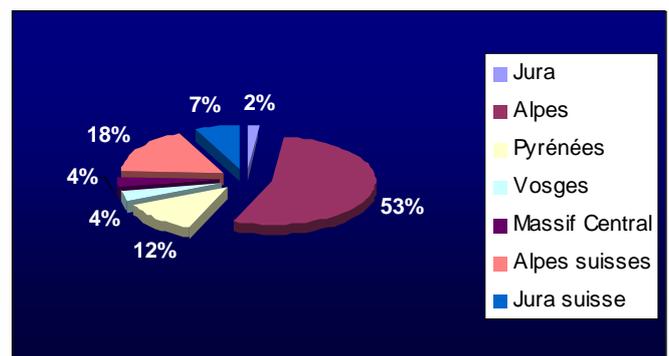
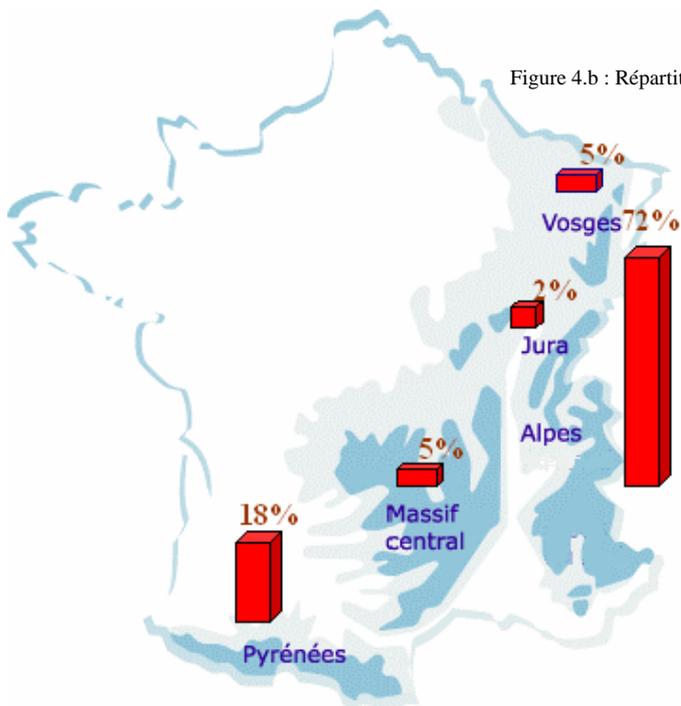


Figure 4.a : Répartition des études en fonction du massif, incluant les études de l'étranger

Les milieux étudiés

Les études recensées s'intéressent à tous les types de milieux rencontrés en montagne. En vue d'obtenir un traitement efficace des informations recueillies, la classification des milieux d'altitude a été simplifiée dans le questionnaire de l'ONERC.

Parmi les différents impacts du réchauffement climatique en milieu montagnard, ce sont ceux qui touchent les glaciers qui bénéficient de la plus grande couverture médiatique. Leur suivi représente par ailleurs une part importante des études incluses dans ce recensement. Les milieux forestiers sont également assez bien étudiés. De nombreuses études ne s'intéressent pas à un milieu en particulier, mais plutôt aux milieux de montagne en général. C'est notamment le cas des études sur la couverture neigeuse ou les hauts bassins versants qui prennent en compte un éventail varié de milieux montagnards. Les étages de montagne sont couverts de manière relativement homogène depuis l'étage collinaire jusqu'à l'étage nival.

Il est à noter que le choix des milieux étudiés n'est pas spécialement conditionné par les enjeux anthropiques qui s'y trouvent ; ainsi, les milieux glaciaires et l'étage nival, qui ne concentrent quasiment aucun enjeu humain hormis quelques installations de remontées mécaniques ou des refuges d'altitude sont particulièrement bien représentés dans le panel d'études recensées.

Les aspects socio-économiques abordés

Dans l'ensemble, les études abordent assez peu les questions gravitant autour des activités socio-économiques rencontrées au sein des sociétés montagnardes. Pourtant les conséquences des changements climatiques sur les enjeux sociétaux sont souvent décrites de manière générale dans les rapports d'ensemble, qu'ils soient édités par le GIEC ou par des organisations nationales. Mais au niveau local, ces enjeux ne font pas l'objet d'études précises et les notions économiques, sociales ou culturelles sont toujours présentées de manière un peu floue et comme « des conséquences possibles de telle ou telle modification d'un milieu ». Le tourisme hivernal et le secteur primaire sont les plus souvent cités dans les activités susceptibles d'être influencées par une évolution des conditions climatiques. Les infrastructures, la sécurité sanitaire et la production d'énergie sont beaucoup moins présentes dans les études recensées. Même si certains travaux abordent des enjeux socio-économiques (cf. études 33, 34, 43, 48...), aucun d'entre eux n'est totalement dédié à l'anticipation des effets possibles du réchauffement climatique sur les activités socio-économiques. De même, aucune réponse n'a fait mention de stratégie d'adaptation.



Les thèmes abordés

La quasi-totalité des études recensées s'intéressent aux effets du réchauffement climatique que ce soit à court, moyen ou long terme. Les quelques autres se concentrent sur les évolutions des milieux en fonction des variations climatiques passées. Ces recherches peuvent alors servir de base à de futurs travaux sur les effets du changement climatique à long terme. Les thèmes abordés sont nombreux et les paragraphes qui suivent proposent un tour d'horizon non exhaustif des effets possibles du réchauffement climatiques sur différents secteurs montagnards. Le contenu des paragraphes est basé sur les résultats de cet inventaire et des communications personnelles.

Glaciers, couverture neigeuse et cycle hydrique

Il est parfois difficile de faire la part des choses entre les origines anthropiques et naturelles de la fluctuation des glaciers. En effet, depuis la fin du petit âge glaciaire (milieu du 19^e), les fronts des glaciers ont entamé un processus de recul généralisé. Tous les types de glaciers sont touchés par ce phénomène et ce d'autant plus intensément que leur masse est faible. Le bilan de masse des glaciers dépend de la différence entre l'accumulation hivernale et l'ablation printanière, estivale et automnale ; le taux d'ablation des glaciers a eu tendance à augmenter ces dernières années (cf. études 17, 18...). La variation des températures moyennes et extrêmes a donc une conséquence directe sur l'évolution des glaciers de montagne.

Les mouvements de glaciers ont des conséquences sur les activités humaines. Les glaciers constituent parfois un potentiel touristique pour certaines communes de montagne, ils constituent également une réserve en eau importante (ceci est encore plus vrai dans d'autres régions du monde, comme l'Himalaya). Les fluctuations glaciaires importantes peuvent aussi être accompagnées par une recrudescence des phénomènes glaciaires extrêmes : vidanges de lacs glaciaires, ruptures de poches d'eau intra et sous-glaciaires, chutes de séracs.



Cliché : C.Vincent, LGGE (Séracs du Géant, Mer de Glace)

Ces dangers potentiels sont suivis au moyen de programmes nationaux et internationaux (inventaire du Cemagref dans les Alpes françaises, programme européen Glaciorisk...) ; mais les mécanismes des risques glaciaires ne sont pas toujours assez connus pour qu'une protection efficace soit envisagée.

Le réchauffement climatique intervient à différents niveaux sur la couverture neigeuse ; les perturbations dans le cycle hydrique et la remontée de l'isotherme 0°C vont entraîner une réduction de la couverture neigeuse aux plus basses altitudes (en dessous de 1500 m), en quantité et en durée (cf. étude 14).

Selon un scénario développé par Météo France (basé sur une augmentation moyenne des températures de 1.8°C), la durée d'enneigement devrait diminuer d'un mois pour les Alpes et les Pyrénées. L'épaisseur du manteau neigeux passera de 1 m à 60 cm dans les Alpes du Nord et de 40 cm à 20 cm dans les Alpes du Sud et les Pyrénées (pour une altitude de 1500 m). Ces évolutions du manteau neigeux auront des répercussions certaines sur de nombreux secteurs : disponibilité en eau, crues de fonte décalées dans le temps, réduction du nombre de jours d'ouverture des stations de skis, etc. (*cf. étude 13*).

D'une manière générale, le réchauffement climatique entraînera une augmentation des précipitations hivernales et une diminution des précipitations estivales. L'étude de ces répercussions sur les bassins versants et donc sur le régime hydrique des rivières, est rendue complexe par les nombreux facteurs exigés par une telle analyse. Ces facteurs peuvent être directement liés aux variations climatiques (couverture neigeuse, fonte des glaciers) ou non (topographie locale, couverture des sols avec de la végétation, du bitume...). Etiages plus fréquents, déficit hydrique du sol plus prononcé, dé-saturation des sols plus précoces sont autant de répercussions possibles des changements climatiques sur les régimes hydriques.

Agriculture, sylviculture et milieux forestiers

L'évolution des paramètres phénologiques concerne aussi bien les couvertures végétales naturelles que les cultures agricoles et forestières. Ces systèmes naturels ou anthropiques ne sont pas seulement influencés par des variations climatiques. Il s'agit souvent de secteurs déjà dégradés par d'autres facteurs comme la nitrification des sols, les pluies acides dans les Vosges, etc.

Les principaux facteurs influençant la croissance végétale (et ceci n'est pas spécifique à la montagne) sont l'augmentation de la concentration en CO₂, l'augmentation des températures et les variations de pluviométrie. Potentiellement, le processus de photosynthèse devrait être favorisé par l'évolution de ces facteurs mais ces effets bénéfiques peuvent être contrebalancés par des déficits hydriques plus marqués en été, un décalage entre la disponibilité en carbone et en azote ; ce déficit en azote peut être compensé par un ajout d'intrants avec toutefois des conséquences négatives sur l'environnement les années humides. La multiplication des phénomènes climatiques extrêmes et l'apparition de nouveaux parasites sont d'autres facteurs susceptibles de nuire aux récoltes. Les incertitudes sont encore nombreuses, le lessivage des azotes sera-t-il plus ou moins marqué pendant l'interculture ? Comment vont se modifier les périodes de croissance des adventices³ ? Etc.

La stimulation de la photosynthèse s'accompagnerait d'un raccourcissement des cycles liés à la température et donc d'une réduction de la période de remplissage des grains (les grains se forment plus vite mais leur volume est moins important). Tous ces facteurs demandent à être synthétisés et appliqués à des modèles régionaux. Ce qui est bénéfique pour la Lorraine ne l'est pas forcément pour le Sud-ouest car les contraintes et les opportunités n'y sont pas les mêmes. Les changements climatiques auront donc des conséquences à la fois sur les végétaux mais aussi sur la gestion agricole et le choix des espèces cultivées (*cf. étude 40, 43, 45, ...*).

³ Herbes folles

Tourisme hivernal

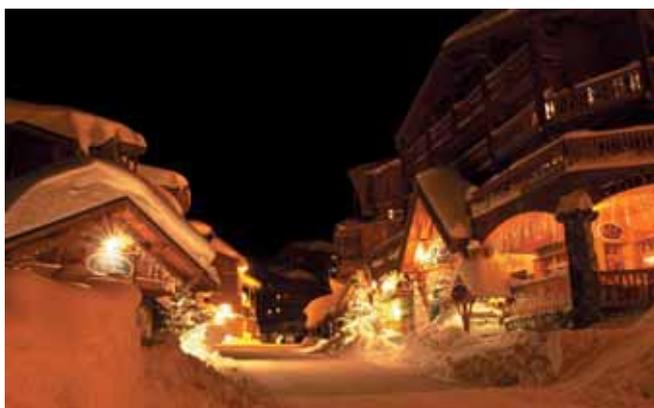
Les changements climatiques vont fortement influencer les activités touristiques estivales et hivernales. Le tourisme hivernal est quand à lui fortement lié aux conditions climatiques et plus spécifiquement à l'enneigement. Même si la situation potentielle n'est pas aussi catastrophique que dans certains pays (l'Australie n'aura plus de stations de ski à l'horizon 2070), les enjeux pour les massifs français sont considérables. Il est à noter que des études supplémentaires sont nécessaires sur les liens entre les évolutions de la couverture neigeuse, les évolutions du parc à neige de culture et l'activité touristique basée sur la pratique des sports de glisse.



Crédits photos : B.Boissière - Office de Tourisme de Val Thorens



Globalement, ce sont surtout les stations de moyenne montagne qui vont être touchées de plein fouet par les évolutions du manteau neigeux ; certaines stations risquent de passer en dessous du seuil critique pour l'ouverture de la station (on considère généralement qu'une probabilité de 70% pour un manteau neigeux de 30 à 50 cm sur 100 jours entre le 1^{er} décembre et le 15 avril est un minimum pour l'ouverture d'une station). Les plus grosses stations sont moins fragiles mais concernées tout de même ; les pistes de retour à la station doivent disposer d'un manteau minimum pour une pratique non dangereuse de l'activité.



Crédits photos : G. Mirande, Agence Basile, OT Val Thorens

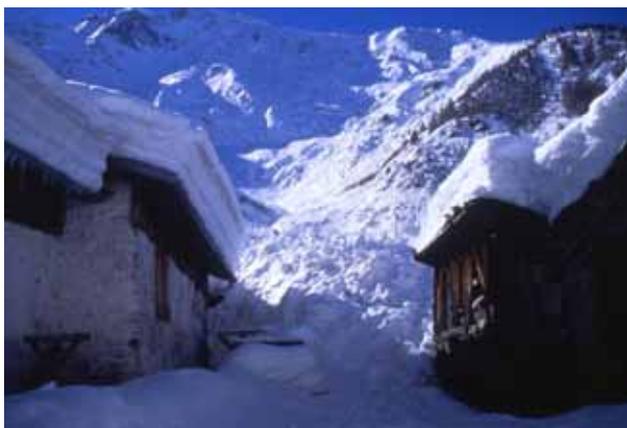
Il existe au moins deux moyens de répondre aux changements climatiques pour les stations de montagne ; soit renforcer le parc à neige artificielle, soit se diversifier au niveau des activités touristiques proposées. Pour l'instant, c'est la première solution qui est le plus souvent retenue, malgré son impact local sur l'environnement montagnard (le sujet est encore fortement débattu) et global via sa contribution à l'effet de serre. Cependant, les pistes enneigées artificiellement ne pourront pas remplacer l'imaginaire des vacances à la montagne avec les clichés habituels de champs de neige vierge et de sommets habillés d'un linceul blanc (*cf. étude 30*).

Risques naturels

Il est encore difficile de prouver les liens entre des événements extrêmes ponctuels et le réchauffement climatique. Cette restriction ne doit cependant pas faire oublier que l'augmentation des risques⁴ naturels à l'avenir est considérée comme certaine par les experts du GIEC. Ceci est lié à l'évolution des facteurs climatiques mais aussi, pour une plus large part, à l'augmentation des enjeux menacés par des phénomènes naturels. En apportant plus d'énergie dans le système, l'effet de serre va conduire à une modification de certains phénomènes naturels en terme d'intensité, de fréquence (on parle alors de période de retour) et d'aire de propagation.

En montagne, de nombreux risques naturels sont susceptibles d'être modifiés par les changements climatiques. Les changements dans le régime des précipitations, couplés aux variations de températures dans l'air et dans le sol auront des répercussions sur les crues et laves torrentielles, les avalanches, les mouvements de terrain, les risques glaciaires, les feux de forêt... Actuellement, ces évolutions sont assez peu étudiées et les réponses possibles ne sont pas encore à l'ordre du jour des programmes d'études lancés. Il est vrai que la gestion des risques naturels actuels, sans la prise en compte d'un facteur « changements climatiques », représente déjà un consensus fragile entre les différents acteurs impliqués : préfecture, services déconcentrés, élus locaux, particuliers, etc. La prise en compte d'un facteur supplémentaire, avec des indices de probabilités, apporterait une complication des documents de gestion actuels et paraît difficile à intégrer dans la gestion des risques naturels (*cf. études 27 et 47*).

Les coûts d'indemnisation des catastrophes induits par une augmentation des risques ne pourront pas tous être absorbés par les compagnies d'assurances même pour les pays disposant d'un solide système d'assurances. Les coûts seront alors aussi répercutés sur le citoyen et sur tous les secteurs d'activités. Une anticipation de l'évolution des risques naturels, qui peut aussi intégrer une approche à double dividende, semble nécessaire pour limiter les impacts futurs des changements climatiques tout en assurant la préservation des intérêts communs.



Cliché : Cemagref/Rapin (Avalanche à Peisey Nancroix)

Cliché : ANENA/Kappenberger (Aérosol de poudreuse)



⁴ Un risque est la confrontation d'un aléa avec des enjeux

Biodiversité

Les écosystèmes alpins constituent des réservoirs de biodiversité significatifs qui concentrent sur de faibles superficies une importante variété d'espèces. Nombre de ces espèces sont endémiques et même parfois reliquaires de temps où les températures moyennes étaient différentes de celles d'aujourd'hui. Les écosystèmes d'altitude (et pas seulement de haute montagne) sont déjà sujets à de nombreuses pressions comme diverses pollutions, le pâturage, l'apparition d'espèces exotiques, les variations naturelles du climat, etc. Les changements climatiques viennent s'ajouter à cet ensemble de contraintes pour apporter de nouvelles pressions : stress hydrique et climatique, changements de couverture végétale et forestière, etc. Les espèces qui sont déjà extrêmement menacées aujourd'hui disparaîtront donc et celles qui sont menacées deviendront encore plus rares au cours du XXI^e siècle.



Clichés : Parc National des Ecrins (Gentiane jaune, perdrix bartavelle, bouquetins, grassette vulgaire)

De nombreux représentants de la faune et de la flore vont devoir adapter leurs comportements aux évolutions du climat ou disparaître. Cette adaptation passe, entre autre, par une migration des espèces en latitude (jusqu'à 500 Km) et en altitude (jusqu'à 500 m). Le lagopède alpin (ou perdrix des neiges), le papillon apollon, ou encore l'edelweiss sont autant d'espèces pour lesquels il faudra trouver des solutions s'il s'agit d'en maintenir des populations viables dans les écosystèmes d'altitude des massifs français. A terme, il est possible qu'il y ait de fortes modifications dans l'étagement de la végétation en montagne, avec entre autre, une remontée de la limite de la forêt et une disparition d'un certain nombre d'espèces (cf. études 2, 3, 39...).

Perspectives et orientations

Ce recensement ne doit pas être considéré comme un catalogue exhaustif des études existantes sur le thème des impacts du réchauffement climatique en montagne. Ce document doit évoluer en même temps que la recherche afin de pouvoir être utilisé comme un instrument de mutualisation de la connaissance, voir comme un outil d'aide à la décision. Outre la base de données qui regroupent les fiches des études recensées (disponible sur le site de l'ONERC, www.onerc.gouv.fr), une mise à jour régulière est nécessaire pour permettre de faire le point sur l'état des recherches scientifiques, d'en déduire les axes d'études à renforcer et les nouveaux à lancer.

Les effets du réchauffement climatique se combinent et se combineront avec d'autres facteurs pour aboutir à une dégradation des milieux. Par exemple, les changements dans le cycle hydrique des hauts bassins versants doivent être combinés avec l'imperméabilisation croissante du sol en secteur urbain pour obtenir une vue d'ensemble du phénomène qui conduit à une amplification du ruissellement urbain. L'isolation de ces facteurs est souvent difficile et demande d'avoir une approche transversale et systémique dans les programmes d'études lancés. Ceci ne doit toutefois pas faire passer la spécificité des espaces de montagnes au second plan et empêcher des études de se concentrer sur un milieu en particulier.

Profiter des réseaux existants et améliorer les systèmes d'observations

De nombreux organismes disposent de données qui peuvent servir de base à des études sur les effets du climat et du réchauffement climatique. C'est par exemple le cas des Parcs Nationaux et du Cemagref qui disposent de séries de données sur différents sujets (relevés de températures, comptage d'espèces...), mais qui n'ont pas forcément les moyens humains et financiers de développer des études à partir de ces séries de données. De même, des réseaux de collectes de données doivent être mis en place après consultation des services intéressés pour obtenir des séries de données exploitables d'un point de vue scientifique. Ces réseaux demandent à être entretenus pour proposer des séries assez longues et ne pas être seulement des investissements à très court terme.

Encourager des approches systémiques et pluridisciplinaires

Les programmes de recherche pluridisciplinaire sont encore trop absents des axes de recherche développés aujourd'hui. Le cloisonnement entre les différentes disciplines scientifiques ne permet pas d'avoir une vue d'ensemble des solutions aux problèmes à venir. De même, les solutions proposées ne doivent pas faire appel à une seule branche de la recherche mais être un consensus entre différentes parties. On notera cependant le travail pluridisciplinaire : « Etude comparée de l'évolution à haute résolution des événements climatiques et des activités anthropiques dans les Alpes méridionales françaises au cours des deux derniers millénaires » qui utilise déjà cette approche. Dirigée par le CEREGE, cette recherche coordonne des équipes d'archéologues, d'écologistes, d'anthropologues, de paléo-écologistes, etc.

La coopération doit également avoir lieu entre les instituts de recherche, les services opérationnels de l'Etat et des collectivités territoriales, et les citoyens. La synthèse des données existantes dans le cadre de Systèmes d'Information Géographique (démarche de traitement de données qui associe des bases statistiques à une informations cartographiée sous forme de couches superposables) permettrait de disposer d'un précieux outil d'aide à la décision dans ce domaine.

Améliorer les connaissances concernant les impacts du réchauffement climatique sur les enjeux socio-économiques

Dans l'ensemble, peu d'études traitent de manière approfondie les impacts du réchauffement climatique sur les enjeux socio-économiques. Les travaux s'arrêtent souvent au premier degré d'impact (modification de la température, variation des cycles de précipitations...) ou au second degré d'impact (variation du bilan de masse des glaciers, dégel du permafrost...). Les impacts sur les enjeux socio-économiques sont abordés dans certaines études mais toujours de manière assez floue. D'autre part, aucune information sur les coûts possibles des scénarios de réponse aux changements climatiques ne ressort de ces études.

Proposer des expériences pilotes qui peuvent servir de base à une retranscription dans le domaine législatif et réglementaire

Afin que les recommandations proposées dans les études et les notes techniques ne restent pas lettre morte et soient vite oubliées, il serait judicieux d'envisager une transcription des conclusions tirées dans les études, en lois et règlements. Afin de ne pas valider trop hâtivement les propositions, une période d'essais peut être envisagée sur des territoires-tests. Cette démarche permettrait de se rendre compte de l'application opérationnelle de recommandations théoriques. L'application de ces recommandations doit se faire dans une optique de développement qui prenne en compte aussi bien les enjeux économiques, que les enjeux environnementaux et socioculturels.



Cliché : C.Vincent, LGGE (Forage sur le glacier de Talèfre, massif du Mont Blanc)



Cliché : Denarié, DEATM : Retenue collinaire construite pour la production de neige de culture, massif des Grandes Rousses, Isère.

Table des sigles

ADEME : Agence gouvernementale De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
ANEM : Association Nationale des Elus de Montagne
ANENA : Association Nationale d'Etude de la Neige et des Avalanches
BRGM : Bureau des Risques Géologiques et Miniers
Cemagref : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
CEN : Centre d'Etude de la Neige (Météo France)
CEREGE : Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement
CETP : Centre d'Etude des Environnements Terrestre et Planétaires
CG : Conseil Général
CNRM : Centre National de Recherches Météorologiques
CR : Conseil Régional
CREA : Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude
CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDE : Direction Départementale de l'Équipement
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
DOM-TOM : Départements d'Outre-Mer / Territoires d'Outre-Mer
DRAF : Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (en anglais IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)
EPFL : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
IFN : Inventaire Forestier National
IFEN : Institut Français de l'Environnement
IGPS : Direction de l'Ingénierie de la Société Nationale des Chemins de Fer
IMEP : Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie
INRA : Institut National de Recherches Agronomiques
INSU/CNRS : Institut Nationale des Sciences de l'Univers du Conseil National de la Recherche Scientifique
IPF : International Polar Foundation
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
LAMM : Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne
LGGE : Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement, CNRS
LHA : Laboratoire d'Hydrologie d'Avignon
LPO : Ligue de Protection des Oiseaux
LST : Laboratoire de Sciences de la Terre
MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
OcCC : Organe Consultatif sur les Changements Climatiques
Odit-France/DEATM : Direction des Etudes et de l'Aménagement Touristique de la Montagne
OFEG : Office Fédéral des Eaux et de la Géologie
ONF : Office National des Forêts
OSUG : Observatoire des Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement de Grenoble
RTM : service de Restauration des Terrains de Montagne
SIG : Système d'Information Géographiques
SLF : Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung / Institut Fédéral de la Neige et des Avalanches
VAW : Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Institut de recherche pour l'hydraulique, l'hydrologie et la glaciologie
WSL : Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft / Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage
WWF : World Wildlife Fund / Fond mondial pour la nature

Table des figures et annexes

Figure 1 : Schéma des destinataires du questionnaire

Figure 2.a : Répartition des réponses positives, incluant les organismes étrangers

Figure 2.b : Répartition des réponses positives, sans inclure les organismes étrangers

Figure 3 : Schéma d'augmentation des températures mis en regard avec des motifs de Préoccupation (figure SPM 2 du GIEC).

Figure 4.a : Répartition des études en fonction du massif étudié, incluant les études étrangères

Figure 4.b : Répartition des études en fonction du massif étudié, sans inclure les études Étrangères

Annexe 1.a : Questionnaire de l'ONERC en français

Annexe 1.b : Questionnaire de l'ONERC en anglais (destiné aux organismes étrangers non-Francophone)

Annexe 2 : Liste des destinataires du questionnaire

Annexe 3 : Tableau synthétique des retours d'information sur les études répertoriées

Annexe 4 : Tableau synthétique des résultats des études répertoriées

**Etudes concernant
les effets du climat et du changement climatique
sur les espaces de montagne en France Métropolitaine,
(Massifs des Vosges, du Jura, des Alpes, du Massif Central et des Pyrénées)**

Veillez retourner une fiche renseignée **pour chaque étude** identifiée, avec, si possible un exemplaire de l'étude ou toute documentation pertinente, à :

ONERC
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
A l'attention de M. Guillaume Prudent-Richard
39, Rue Saint Dominique 75007 Paris
Tél : 01 42 75 55 04 – Fax : 01 42 75 55 05
E-mail : guillaume.prudent@polarfoundation.org

1. Titre et sujet de l'étude :

2. Massif concerné, département et localisation précise du périmètre d'étude :

3. Date d'achèvement de l'étude :

4. Sujets traités : merci de fournir, si possible, des indications sur les effets examinés (directs et secondaires), le milieu affecté et les aspects socio-économiques éventuellement abordés dans l'étude (cocher les principaux critères)

✘ Les effets examinés :

- Conséquences directes :

- Augmentation ou diminution de la température moyenne au niveau du sol
- Augmentation ou diminution de la température moyenne dans les premiers horizons du sol (y compris dans le permafrost)
- Modification dans le régime hydrique d'un bassin versant

- Modification du manteau neigeux
- Autres (préciser) :

- Effets secondaires :

- Recul du front des glaciers
- Dégel du permafrost
- Modification de la biodiversité
- Erosion accrue
- Apparition d'espèces inhabituelles pour ces milieux
- Modification dans l'intensité, la fréquence ou l'aire d'expansion d'un phénomène naturel
- Autres (préciser) :

✘ Les milieux affectés :

- Type de milieu

- Forêt de conifères
- Forêt de feuillus
- Forêt mixte feuillus-conifères
- Prairie d'alpage
- Lande à ligneux
- Pierrier / Chaos rocheux
- Glacier
- Autres (préciser) :

- Etage de montagne ou se déroule l'étude (merci de préciser une fourchette d'altitude car l'étagement varie d'un massif à l'autre)

- Etage collinaire
- Etage montagnard
- Etage subalpin
- Etage nival

✘ Les aspects socio-économiques abordés

- Population / Urbanisation
- Tourisme (merci de préciser pour quelle saison)
- Agriculture
- Infrastructures
- Industrie de l'énergie
- Domaine de la sécurité sanitaire
- Autres (préciser) :

5. Les effets à long terme du changement climatique y sont-ils abordés ? Si oui lesquels ?

6. L'étude formule-t-elle des recommandations relatives à l'adaptation ? Si oui, lesquelles ?

7. Quels sont les principaux auteurs et organismes ayant participé à la réalisation de l'étude ?

8. Avez-vous organisé une conférence ou tout autre moyen de sensibilisation pour le grand public et/ou les décideurs ? Si oui lesquels ?

9. Contacts pouvant fournir des informations complémentaires :

10. Documentation jointe à la présente fiche :

Merci de votre coopération

**Studies concerning the effects of the climate and the climate change on the mountains areas in France
(Massifs of Vosges, Jura, Alpes, Massif Central and Pyrénées)**

Can you return a copy of this form for each study undertaken, with the blanks filled in and with any necessary documents attached, to:

ONERC
Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
A l'attention de M. Guillaume Prudent-Richard
39, Rue Saint Dominique 75007 Paris
Tél : 01 42 75 55 04 – Fax : 01 42 75 55 05
E-mail : guillaume.prudent@polarfoundation.org

1. Title and subject of the study

2. Massif, administrative area and location of the study's area:

3. Final date of the study

4. Subject : Tick the appropriate boxes

✘ Effects studied:

- Direct consequences:

- Increase or decrease of the mean air temperature
- Increase or decrease of the mean ground temperature (inside permafrost too)
- Changes in the water regime of rivers
- Changes in the snow cover
- Others (specify) :

- Secondary effect:

- Retreat of the glaciers
- Melting of the permafrost
- Changes in the Biodiversity
- Increase of Erosion
- Appearance of species not registered usually in these ecosystems
- Changes in the intensity, frequency or expansion area of a natural event
- Others (specify) :

✘ Modified environment:

- Type

- Conifer forest
- Broad-leaf forest
- Conifer/Broad-leaf forest
- Alpine grassland
- Ligneous moor
- Rocks chaos
- Glacier
- Others (specify) :

- Mountain's level where is the study's area (Can you give the altitude)

- Hill level
- Mountain level
- Sub-alpine level
- Nival level

✘ Socio-economic aspects treated in the study

- Urbanization
- Tourism (specify the season)
- Agriculture
- Infrastructure
- Power plant
- Public health
- Others (specify):

5. Have long term effects been taken into account? If yes, please specify?

6. Does the study give recommendations? If yes, which ones?

7. What are the main authors and organizations participating in this study?

8. Did you organise an event or something else to make people or policy makers aware to the results? If yes, which ones?

9. Contacts which could provide complementary/further information:

10. Documents attached to this form:

Thanks for your cooperation.

Annexe 2 : Liste des destinataires du questionnaire ONERC

Destinataires du questionnaire de l'ONERC / IPF	Personne responsable	Fonction
Conseil Régional (CR) de Rhône-Alpes Service Energie, déchets, management de l'environnement	Laurent Lefebvre	Chef de service
CR de Provence-Alpes-Côte-d'Azur Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement	Catherine Naar	Directrice
CR d'Alsace (Direction Agriculture, Forêt, Tourisme et Environnement)	Jean-Luc Sadorge	Directeur
CR de Lorraine Service Environnement	Patrick Leroux	Chef de service
CR de Franche-Comté (Environnement, eau, énergie)	Michel Halliez	Directeur
CR de Languedoc-Roussillon DGA 5	Gérard Blanc	Directeur
CR de Midi-Pyrénées Service Environnement	René-Marc Willemot	Chef de service
CR d'Aquitaine Service Tourisme et Environnement	Jean-Christophe Le Breton	Chef de service
CR du Limousin Service environnement, habitat et cadre de vie	Thierry Coutant	Chef de service
CR d'Auvergne Service qualité de vie et développement durable	P.Roland	Chef de service
CR du Centre Direction générale développement durable, aménagement et déplacements	E.Martin	Directeur
Conseil Général (CG) des Vosges	François Schricke	Directeur du service environnement
CG de Haute-Saône	Robert Neboit	Directeur du service environnement
CG du Haut-Rhin	Georges Walter	Directeur du service environnement
CG du Doubs	Laurent Moynag	Directeur du service environnement
CG du Jura	Delphine Laine	Directeur du service environnement
CG de la Haute-Savoie	Michel danielou	Directeur du service environnement
CG de la Savoie	Yves Sarrand	Directeur du service environnement
CG de l'Isère	Jean-Gui Bayon	Directeur du service environnement
CG des Hautes-Alpes	Christian Grossan	Directeur du service environnement
CG des Alpes de Haute Provence	Christian Carmaran	Directeur du service environnement
CG Alpes Maritimes direction écologie et développement durable	Jean-Marc Guerin	Directeur du service environnement
CG de l'Allier	Jean-Michel Zammite	Directeur du service environnement
CG du Puy De Dôme	Monique Salaün	Directeur du service environnement
CG du Cantal	Bruno Denise	Directeur du service environnement
CG de la Haute-Loire	Stéphane Craycenon	Directeur du service environnement

CG de la Creuse	Jean Commergnat	Directeur du service environnement
CG de la Haute-Vienne	Thierry Gente	Directeur du service environnement
CG de la Corrèze	Marc Chatel	Directeur du service environnement
CG du Cher (Directeur général adjoint)	Patrick Dugois	Directeur du service environnement
CG de l'Indre	Bernard Merle	Directeur du service environnement
CG de l'Aude	Bernard Pujol	Directeur du service environnement
CG du Gard	Emanuelle Diez	Directeur du service environnement
CG de l'Hérault (Pôle environnement, eau, cadre de vie et aménagement rural)	Serge Miquel	Directeur du service environnement
CG de la Lozère	Gilles Charade	Directeur du service environnement
CG de l'Aveyron	Véronique Bastide	Directeur du service environnement
CG du Lot	François Sançon	Directeur du service environnement
CG du Tarn	Michel Bec	Directeur du service environnement
CG du Tarn et Garonne	Christine Laymajoux	Directeur du service environnement
CG de l'Ardèche	Robert Roche	Directeur du service environnement
CG de la Loire	Frack Bompuis	Directeur du service environnement
CG du Rhône	P.Goffinet	Directeur du service environnement
CG des Pyrénées-Atlantiques	Michel Capéran	Directeur du service environnement
CG des Hautes-Pyrénées	Jean-Manuel Deleuze	Directeur du service environnement
CG de Haute-Garonne	Blandine Verdier	Directeur du service environnement
CG de l'Ariège	Hélène Roux	Directeur du service environnement
CG des Pyrénées Orientales	Henri Demay	Directeur du service environnement
Direction Départementale de l'Équipement (DDE) des Vosges	Hervé Minjon	Directeur
DDE de Haute-Saône	Joël Prillard	Directeur
DDE du Haut-Rhin	Alain Lorient	Directeur
DDE du Territoire de Belfort	Christian Dussarat	Directeur
DDE du Doubs	Eric Sesboue	Directeur
DDE du Jura	Bernard Joly	Directeur
DDE de la Haute-Savoie	Jean Lalot	Sous-directeur
DDE de la Savoie	Jacques Montagard	Directeur
DDE de l'Isère	Charles Arathoon	Directeur

DDE des Hautes-Alpes	Jean-François Contoz	Directeur
DDE des Alpes de Haute Provence	Henri Roussel	Directeur
DDE Alpes Maritimes	Lucien Bollote	Directeur
DDE de l'Allier	Alain Munier	Directeur
DDE du Puy De Dôme	Gérard Valere	Directeur
DDE du Cantal	Monique Pinaud	Directrice
DDE de la Haute-Loire	Gérard Pérot	Directeur
DDE de la Creuse	Georges Roch	Directeur
DDE de la Haute-Vienne	Alain Bourion	Directeur
DDE de la Corrèze	Gérard Vendé	Directeur
DDE du Cher	Pasc.Martin Gousset	Directeur
DDE de l'Indre	Robert Maud	Directeur
DDE de l'Aude	Michel Pignol	Directeur
DDE du Gard	Bernard Duru	Directeur
DDE de l'Hérault	Michel Besombes	Directeur
DDE de la Lozère	Bruno Lhuissier	Directeur
DDE de l'Aveyron	Marcel Georges	Directeur
DDE du Lot	Jean-Paul Debien	Directeur
DDE du Tarn	Gilbert Raust	Directeur
DDE du Tarn et Garonne	Georges Desclaux	Directeur
DDE de l'Ardèche	Claude Agerou	Directeur
DDE de la Loire	Olivier Frerot	Directeur
DDE du Rhône	Vincent Amiot	Directeur
DDE des Pyrénées-Atlantiques	Frédéric Dupin	Directeur
DDE des Hautes-Pyrénées	Jean-François Gauche	Directeur
DDE de Haute-Garonne	André Crocherie	Directeur
DDE de l'Ariège	Olivier Gondran	Directeur
DDE des Pyrénées Orientales	Xavier Hémeury	Directeur
Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) de Rhône-Alpes	Phillipe Raviol (Risques en montagne)	Chargé de mission
DIREN de Rhône-Alpes	Martine Chatain (Coordination des risques)	Chargée de mission
DIREN de Rhône-Alpes	Serge Alexis	Directeur
Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF) de Rhône-Alpes	Claude Poly	Directeur
ONF Direction Territoriale Rhône-Alpes	Marie-Laurence Madignier	Directrice
DIREN de Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Philippe Ledenvic	Directeur
DRAF de Provence-Alpes-Côte-d'Azur	Patrice Devos	Directeur
ONF Direction Territoriale Méditerranée	Philippe Demarcq	Directeur
DIREN d'Alsace	Denis Delcour	Directeur
DRAF d'Alsace	Jean-Jacques Ducros	Directeur
ONF Direction Territoriale d'Alsace	Régis Michon	Directeur
DIREN de Lorraine	Paul Michelet	Directeur
DRAF de Lorraine	Gérard Bouchot	Directeur
ONF Direction Territoriale de Lorraine	Bernard Roman-Amat	Directeur
DIREN de Franche-Comté	André Bachoc	Directeur
DRAF de Franche-Comté	Jean-Paul Narjolet	Directeur
ONF Direction Territoriale de Franche-Comté	Gilles Brouillet	Directeur

DIREN de Languedoc-Roussillon	Sandrine Godfroid	Directeur
DRAF de Languedoc-Roussillon	Claude Magnier	Directeur
DIREN de Midi-Pyrénées	Philippe Senagas	Directeur
DRAF de Midi-Pyrénées	Dominique Pelissié	Directeur
ONF Direction Territoriale Sud-Ouest	Jacques Marinier	Directeur
DIREN d'Aquitaine	Jérôme Laurent	Directeur
DRAF d'Aquitaine	Jean-François Boudy	Directeur
DIREN du Limousin	Denis Clément	Directeur
DRAF du Limousin	Yann Dorsemaine	Directeur
DIREN d'Auvergne	Emmanuel de Guillebon	Directeur
DRAF d'Auvergne	Michel Magimel	Directeur
ONF Direction Territoriale Auvergne-Limousin	Patrice Vermeulen	Directeur
DIREN du Centre	Philippe Laguaterie	Directeur
DRAF du Centre	Isabelle Chmitelin	Directrice
ONF Direction Territoriale Centre-Ouest	Dominique Bouthier	Directeur
Université de Pau et des Pays de l'Adour	J.Michel Uhaldeborde	Président
Université de Franche-Comté	Françoise Bévalot	Président
Université de Clermont Ferrand I	Annie Veyre	Président
Université de Clermont Ferrand II	Albert Odouar	Président
Université de Savoie : Chambéry	Claude Jameux	Président
Université Joseph Fourier : Grenoble I	Yannick Vallée	Président
Université Pierre Mendès-France : Grenoble II	Claude Courlet	Président
Université Claude Bernard : Lyon I	Domitien Debouzie	Président
Université Lumière : Lyon II	Gilbert Puech	Président
Université Jean Monnet : Saint Etienne	Robert Fouquet	Président
Université de Montpellier II	Jacques Bonnafé	Président
Université de Perpignan	François Feral	Président
Université de Nancy I	Jean-Pierre Finance	Président
Université de Toulouse II	Rémy Pech	Président
Université de Toulouse III	J.François Sautereau	Président
Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) des Vosges	Didier Pinçonnet	Directeur
DDAF de Haute-Saône	Christian Soismier	Directeur
DDAF du Haut-Rhin	Jacques Bordet	Directeur
DDAF du Territoire de Belfort	Christian Schwartz	Directeur
DDAF du Doubs	Jean-Pierre Nicol	Directeur
DDAF du Jura	Michel Meunier	Directeur
DDAF de la Haute-Savoie	Gilert Grivaud	Directeur
DDAF de la Savoie	Christianne Gibrat	Directeur
DDAF de l'Isère	Yves Tachker	Directeur
DDAF des Hautes-Alpes	Mireille Jourget	Directeur
DDAF des Alpes de Haute Provence	Marc Aulagnier	Sous-directeur
DDAF Alpes Maritimes	Alain Brandeis	Directeur
DDAF de l'Allier	Jean-Baptiste Le Hy	Directeur
DDAF du Puy De Dôme	Alain Tridon	Directeur
DDAF du Cantal	Patrick Peirani	Directeur
DDAF de la Haute-Loire	Benoît Sermage	Directeur
DDAF de la Creuse	Joseph Guilbaud	Directeur
DDAF de la Haute-Vienne	Yann Dorsemaine	Directeur

DDAF de la Corrèze	Jean-Louis Roux	Directeur
DDAF du Cher	Pascal Wherlé	Directeur
DDAF de l'Indre	Olivier Geiger	Directeur
DDAF de l'Aude	François Goussé	Directeur
DDAF du Gard	Roland Commandre	Directeur
DDAF de l'Hérault	Michel Sallenave	Directeur
DDAF de la Lozère	Jean-Pierre Lilas	Directeur
DDAF de l'Aveyron	François Progetti	Directeur
DDAF du Lot	Gérard Cravéro	Directeur
DDAF du Tarn	Jean-Phillipe Piquemal	Directeur
DDAF du Tarn et Garonne	Dominique Mandouze	Directeur
DDAF de l'Ardèche	Gilles Quatremere	Directeur
DDAF de la Loire	Gilles Belurson	Directeur
DDAF du Rhône	Hervé Piaton	Directeur
DDAF des Pyrénées-Atlantiques	Claude Bailly	Directeur
DDAF des Hautes-Pyrénées	Jean-Pierre Lestoille	Directeur
DDAF de Haute-Garonne	Dominique Pelissié	Directeur
DDAF de l'Ariège	Phillipe Quainon	Directeur
DDAF des Pyrénées Orientales	Pascal Augier	Directeur
Délégation Nationale aux Actions de Restauration des Terrains de Montagne (RTM)	Christian Chatry	Directeur
Echelon Pyrénéen de la Délégation Nationale	Antoine Hurand	Directeur
RTM Ariège et Haute-Garonne	Jean-Claude Cocheteau	Chef de service
RTM Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Atlantiques	Philippe Bouvet	Chef de service
RTM Pyrénées Orientales	Roland Claudet	Chef de service
RTM Isère	Jean-Pierre Requillart	Chef de service
RTM Savoie	M.Laïly	Chef de service
RTM Haute-Savoie	Jean-Loup Burtin	Chef de service
RTM Alpes de Haute-Provence	François Sassus	Chef de service
RTM Alpes de Haute-Provence	Laurent Tommasino	Chargé de mission
RTM Hautes-Alpes	Patrick Vauterin	Chef de service
RTM Alpes-Maritimes	Vincent Cegel	Chef de service
RTM Alpes-Maritimes	M.Compagnon	Chargé de mission
Météo France : Centre d'Etude de la Neige	Pierre Etchevers	Responsable
Météo France : Centre National de Recherches Météorologiques	Eric Brun	Directeur
Météo France : Direction de la Climatologie	Jean-Marc Moisselin	
INRA UMR Ecologie et Ecophysiologie forestières	Jean-Luc Dupouey	Responsable
INRA Mission ' Changement climatique et effet de serre' (MICCES)	Bernard Séguin	Responsable
INRA Ecologie des Forêts, Prairies et Milieux Aquatiques (EFPA)	J.F Soussana	Responsable
MEDD D4E SRP	Jean-Marc Salmon	Directeur
MEDD/DPPR/SD PRM	Jean-Marc Bernard	Chargé de mission
INSU/CNRS	Sylvie Joussaume	Directrice
Association Nationale des Elus de Montagne	Hervé Benoit	Chargé de mission
Institut de la montagne	Philippe Masure	Directeur
Glaciologue et Association Moraine	Pierre René	Président

Association Nationale d'Etude de la Neige et des Avalanches	Frédéric Jarry	Chargé d'études
CEMAGREF (Direction)	Patrick Lavarde	Directeur
CEMAGREF (Direction scientifique)	Claudine Schmidt-Laine	Directrice
CEMAGRFE (Écotecnologies et Agrosystèmes)	Gérard Chuzel	Directeur
CEMAGREF (Milieux aquatiques, qualité et rejets)	Philippe Duchène	Directeur
CEMAGREF (Ressources en eau, usages et risques)	François Lacroix	Directeur
CEMAGREF (Gestion des Territoires)	Marc Guerin	Directeur
CEMAGREF Unité de Recherche Erosion Torrentielle Neige & Avalanches	Didier Richard	Chef d'Unité
BRGM Service des études	C.King	Directrice
LGGE (Ingénieur)	Christian Vincent	Ingénieur
LGGE	Michel Fily	Directeur
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment	Jean-Luc Salagnac	Chargé de mission
Groupeement Toraval	Christophe Ancey	Ingénieur-conseil
Pôle Grenoblois Risques Naturels	Jean-Marc Vengeon	Directeur
Laboratoire de Biogéographie Université de Genève (Suisse)	Jean-Paul Theurillat	Responsable
Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Suisse)	Martine Rebetez	Collaboratrice scientifique
Département de géoscience de l'université de Fribourg (Suisse)	Martin Beniston	Head Department of Geosciences
Département de géoscience de l'université de Fribourg (Suisse)	Reynald Delaloye	Chercheur
Office Fédéral de l'Eau et de la Géologie (Suisse)	Bruno Schaedler	Chef de projets
Institut Fédéral pour l'Etude de la Neige et des Avalanches (Suisse)	Martin Schneebeli	Chercheur
Organe Consultatif sur les Changements Climatiques (Suisse)	Roland Hohmann	Secrétaire
Austrian Council on Climate Change (Autriche)	Stefan Schleicher	
Institut für Physik der Atmosphäre (Allemagne)	Dietrich Heimann	Chercheur

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des études recensées

N°	Titre de l'étude	Aire d'étude	Date	Mots-clés	Auteurs/Organisme	Contacts
1	Les glaciers des Pyrénées : Un patrimoine naturel menacé, de précieux indicateurs climatiques	Pyrénées, département des Hautes Pyrénées et de la Haute Garonne	néant	Recul des glaciers, étude historique, mesures de terrain, archives, patrimoine naturel	Association Moraine, Parc National des Pyrénées	http://perso.wanadoo.fr/asso.moraine/
2	Étude de la dynamique de population du Chocard à bec jaune <i>Pyrrhocorax graculus</i>	Alpes, département de la Haute-Savoie, Massif du Mont-Blanc	Indéterminée	Variation de la production d'invertébrés, évolution démographique de l'espèce	Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA)	A. Delestrade CREA, Observatoire du Mont Blanc 67 lacets du Belvédère 74400 Chamonix anne@crea.hautesavoie.net
3	Phénoclim, Étude de l'impact des changements climatiques sur la phénologie de la végétation dans les Alpes.	Massif des Alpes, département : Alpes Maritimes, Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes, Drôme, Isère, Savoie, Haute-Savoie. Des relevés sont également effectués dans le canton du Valais en Suisse.	Indéterminée	Variation de la température à différentes hauteurs, évolution des paramètres phénologiques chez les plantes, Adaptation des espèces à l'évolution des températures et de l'enneigement en fonction de l'altitude, vocation pédagogique, participation du grand public	Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA)	Gwladys Mathieu CREA, Observatoire du Mont Blanc 67 lacets du Belvédère 74400 Chamonix gwladys@crea.hautesavoie.net

4	Création d'une base de données regroupant à peu près 3000 relevés de végétation dont environ la moitié sont localisés sur des fonds IGN ou sur des photographies aériennes	Alpes et Pyrénées	Etude en cours	Relevés de 1970 à 2000, évolution des espèces	Cemagref	Philippe Cozico philippe.COZICO@cemagref.fr
5	Glaciers à risques, Alpes françaises, inventaire et suivi	Alpes	févr-99	Typologie des risques glaciaires, suivi des glaciers, événements des 100 dernières années	Cemagref de Grenoble	Didier Richard didier.richard@cemagref.fr 04 76 76 27 27
6	Implication de l'agrégation et de la décomposition des formes d'humus pour la séquestration de carbone dans les sols de montagne : effet de la végétation et du pédoclimat.	Alpes, département de l'Isère et de la Drôme	déc-04/ déc-07	écosystème refuge, productivité forestière, pinède à crochets naine sur éboulis gelés, agrégation du sol, épaisseur de la couche active	Cemagref	Lauric Cécillon (doctorant) lauric.cecillon@cemagref.fr jean-jacques.brun@cemagref.fr
7	Impact of a climate change on the Rhone river catchment hydrology	Alpes	2002	durée d'enneigement, quantité de neige, évolution pour 2050, captage hydrologique	Météo France CEN	P. Etchevers pierre.etchevers@meteo.fr J. Noilhan joel.noilhan@meteo.fr

8	Impacts des changements climatiques sur les ressources en eau du bassin Adour-Garonne.	Pyrénées, département des Hautes-Pyrénées, des Pyrénées Orientales, de l'Ariège et de la Haute-Garonne	2003	scénario doublement de la concentration en CO2, évolution du débit des rivières, manteau neigeux	Météo France Agence de l'eau Adour-Garonne	Eric Martin 05 61 07 93 58 Eric.Martin@meteo.fr
9	Impacts des changements climatiques sur l'hydrologie du bassin du Rhône	Alpes et Jura	2002	scénario doublement de la concentration en CO2	Météo France Ecole des Mines de Paris CETP	Eric Martin 05 61 07 93 58 Eric.Martin@meteo.fr
10	Validation de la chaîne SAFRAN/CROCUS sur les Pyrénées. Sensibilité aux variations du climat	Pyrénées	1996	évolution de l'enneigement pour 2050, confrontation modèles/relevés de terrain	Météo France	Eric Martin 05 61 07 93 58 Eric.Martin@meteo.fr
11	Création d'une climatologie de l'enneigement alpin de 1958 à nos jours	Alpes	en cours	tendances de l'enneigement, paramètres météorologiques de surface, précipitations, températures de l'air	Météo France CEN	P. Etchevers pierre.etcchevers@meteo.fr
12	Glissements alpins à contrôle hydrologique et changements climatiques	Alpes, département des Hautes-Alpes et de l'Isère	en cours	Facteurs hydrologique de déclenchement des glissement des terrain	Météo France IGPS LHA GEOPHEN LST Faculty of Geosciences of Utrecht	Yves Durand yves.durand@meteo.fr

13	Impacts d'un changement climatique sur le manteau neigeux et l'hydrologie des bassins versants de montagne	Alpes et Pyrénées	2002	effet d'un réchauffement de 1.8°C sur le manteau neigeux, diminution de la durée d'enneigement et de l'épaisseur du manteau neigeux,	Météo France CEN	P. Etchevers pierre.etchevers@meteo.fr Eric Martin 05 61 07 93 58 Eric.Martin@meteo.fr
14	Modélisation de la climatologie nivale des Alpes françaises, application des techniques de régionalisation à l'étude de l'impact d'un changement climatique sur l'enneigement	Alpes	1995	évolution de l'enneigement pour 2050 (durée et quantité)	Météo France CNRM	Eric Martin 05 61 07 93 58 Eric.Martin@meteo.fr
15	Dynamic behaviour analysis of glacier de Saint-Sorlin, France from 40 years of observations, 1957-97	Alpes, glacier de St Sorlin (Grandes Rousses).	2000	Bilan de masse, fluctuation du front du glacier	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS)	Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 5183 54 Rue Molière - BP 96 38 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

16	Glacier fluctuations in the Alps and in the tropical Andes	Alpes et Andes, glacier d'Argentière (Mt Blanc), de la Mer de Glace (Mt Blanc), de St Sorlin (Grandes Rousses), de Claridenfirn (Suisse), d'Hintereisferner (Autriche), de Sarennes (Grandes Rousses), d'Antizana (Andes), de Broggi (Andes), d'Uruashraju (Andes), d'Yanamarey (Andes), de Zongo (Andes), de Chacaltaya (Andes)	2004	Bilan de masse, fluctuation du front du glacier	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS) IRD Université Paris 6 IRDUR Great Ice	Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 518354 Rue Molière - BP 9638 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
17	Ice ablation as evidence of climate change in the Alps over the 20th century	Alpes, glaciers de Claridenfirn (Suisse), d'Aletsch (Suisse), d'Hintereisferner (Autriche), de St Sorlin (Grandes Rousses), de Sarennes (Grandes Rousses)	2004	Variation du taux d'ablation estival, fluctuation du front du glacier, bilan de masse	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS) Meteo Swiss Cemagref VAW	Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 5183 54 Rue Molière - BP 96 38 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

18	Influence of climate change over the 20th Century on four French glacier mass balances	Alpes, glaciers d'Argentière (Mt Blanc), de la Mer de Glace (Mt Blanc), de Gébroulaz (Vanoise), de St Sorlin (Grandes Rousses)	2002	Sensibilité de la balance de masse aux variations climatiques, données depuis 1907, accumulation hivernale, ablation estivale	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS)	Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 518354 Rue Molière - BP 9638 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
19	Surface mass balance of glaciers in the French Alps : Distributed modelling and sensitivity to climate change	Alpes, glaciers de Saint-Sorlin (Isère) et d'Argentières (Haute-Savoie)	en cours de parution	Evolution du bilan de masse pour la période 2050-2100	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS) Météo France	P. Etchevers pierre.etchevers@meteo.fr C. Genthon genthon@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
20	Mesure du Bilan de Masse annuel du glacier de Sarennes	Alpes, massif des Grandes Rousses, département de l'Isère	depuis 1949, toujours en cours	Mesures des variations du Bilan de masse	OSUG LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS)	Émmanuel Thibert emmanuel.thibert@cemagref.fr 04 76 76 28 13

21	A two-dimensional shallow iceflow model of Glacier de Saint-Sorlin, France	Alpes, glacier de St Sorlin (Grandes Rousses).	2003	Topographie du lit rocheux et de la surface de glace, bilan de masse, modélisation en deux dimensions de l'écoulement du glacier	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS)	<p>Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 5183 54 Rue Molière - BP 96 38 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr</p>
22	Service d'Observation « POG » (Programme d'Observation des Glaciers alpins)	Alpes, glacier d'Argentière (Mt Blanc), de la Mer de Glace (Mt Blanc), de Gébroulaz (Vanoise), de St Sorlin (Grandes Rousses) et de Sarennes (Grandes Rousses)	en cours	Service d'observation pérenne, réseau de balises d'ablation, production hydro-électrique, ski d'été sur glaciers	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS)	<p>Site Web : http://www-lgge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/index.htmLaboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 518354 Rue Molière - BP 9638 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 http://www-lgge.obs.ujf-grenoble.fr</p>

23	Solving the paradox of the end of the Little Ice Age in the Alps	Alpes, glaciers d'Argentière (Mt Blanc), de la Mer de Glace (Mt Blanc), de St Sorlin (Grandes Rousses), de Claridenfirn (Suisse), d'Hintereisferner (Autriche), de Sarennes (Grandes Rousses)	2005	Accumulation hivernale, ablation estivale, reconstitution de la fluctuation du bilan de masse	LGGE (Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, CNRS) VAW	Christian Vincent Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) CNRS-UJF (OSUG)- UMR 5183 54 Rue Molière - BP 96 38 402 Saint Martin d'Hères Cedex - FRANCE Tél.: +33 (0) 4 76 82 42 00 - Fax.: +33 (0) 4 76 82 42 01 vincent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
24	Etude comparée de l'évolution à haute résolution des événements climatiques et des activités anthropiques dans les Alpes méridionales françaises au cours des deux derniers millénaires	Alpes, Briançonnais (haute vallée de la Durance)	2004-2006	Adaptation historique des populations, approche transversale pluridisciplinaire	CEREGE LAMM Centre Camille Jullian IMEP CNRS Mairie de L'Argentière-La-Bessée	Alain Verron 04 42 97 15 36 veron@cerege.fr
25	Évolution séculaire de la température au Pic du Midi de Bigorre	Pyrénées, partie centrale, département des Hautes Pyrénées	2002	Evolution de la température sur une série de 120 ans, remontée de l'isotherme 0°C	Observatoire du Pic du Midi de Bigorre	R. Delmas delr@aero.obs-mip.fr F. Lohou lohf@aero.obs-mip.fr J. Dessens jean.dessens@anelfa.asso.fr

26	Climate change, natural hazards and protection strategies in the alpine space	Arc alpin	appel à projet	Typologie des risques, évolution des risques, mesures de recommandations	Projet lancé par le Ministère Bavarois de l'Environnement Pôle grenoblois des risques naturels Conseil régional de Rhône-Alpes ONERC...	Jean-Marc Vengeon jean-marc.vengeon@ujf-grenoble.fr Tel : +33 4 76 82 80 47 / 48
27	Événements extrêmes et changements climatiques	Alpes suisses, Jura suisse	Automne 2003	changements à long terme en terme de fréquence des phénomènes extrêmes et en terme d'éléments déclencheurs, à la fois dans le passé et dans le futur, recommandations pour les décideurs, le secteur économique, l'administration et les scientifiques sur la protection, la mitigation et la communication	WSL Météo Suisse SLF Université de Fribourg, de Zürich OFEG...	NCCR Climate program http://www.nccr-climate.unibe.ch/ occc@scnat.ch (00 41 31 328 23 23)
28	Prevention of forest fires in a changing climatic context in Ticino, southern Switzerland : a social and environmental approach	Alpes suisse, canton du Tessin	déc-05	Sécheresse extrême, ensoleillement, effet du Foehn, période 1960-présent, recommandations	Institut Fédéral de Recherches sur les forêts, la neige et le paysage (WSL) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)	Michael REINHARD et Martine REBETEZ martine.rebetez@wsl.ch Institut Fédéral de Recherches WSL, Case Postale 96, CH-1015 Lausanne, Suisse

29	Recherche à long terme sur les écosystèmes forestiers	Alpes suisses, Jura suisse	2045	Impacts des stress externes influence des paramètres météorologiques sur les écosystèmes forestiers	Institut Fédéral de Recherches sur les forêts, la neige et le paysage (WSL) Groupe LWF	Martine Rebetez martine.rebetez@wsl.ch 00 41 21 693 39 38 Norbert Kraeuchi norbert.kraeuchi@wsl.ch
30	Analyse Des Attitudes Face À L'adaptation Au Changement Climatique Le Cas De Deux Stations De Moyenne Montagne Dans Les Alpes De Haute Provence	Alpes de Haute Provence, Le Sauze et Pra Loup	juin-05	Enquête à différents niveaux, perception des changements climatiques, analyse subjective	Université Paris 1 Université de Picardie ADEME	Chantal Derkenne chantal.derkenne@ademe.fr Tel : 01 4765 2016 - Fax : 01 4095 7453
31	Climatic change in mountain regions : a review of possible impacts	Chaînes montagneuses en général	2003	Tour d'horizon des impacts possibles depuis les vecteurs de maladie jusqu'aux risques naturels en passant par le tourisme hivernal	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46
32	Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions	Alpes suisses, Jura suisse	2003	Résultats d'observations depuis 1901, simulations pour la période 2071-2100	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46

33	Mountains Climates and Climatic Change : an Overview of Processes Focusing on the European Alps	Chaînes montagneuses en général, avec un focus sur les Alpes européennes	2005	Fluctuation de la NAO, de l'ENSO, modification des ressources en eau, des phénomènes naturels...	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46
34	Sensitivity of mountain regions to climatic change	Montagnes en général avec de nombreux focus sur les Alpes suisses		Modélisation du climat alpin, impacts sur les ressources en eau, impacts sur les infrastructures...	Université de Fribourg Université de Zürich	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46
35	Variation of snow depth and duration in the swiss alps over the last 50 years : links to change in large-scale climatic forcings	12 stations dans les Alpes suisses	1997	Forçages climatiques à grande échelle, variation de la pression, variation de la couverture neigeuse	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46
36	Shifts in the distribution of pressure, temperature and moisture and changes in the typical weather patterns in Alpine region in response to the behavior of the North Atlantic Oscillation	Alpes suisses avec notamment les stations de Säntis et de Zürich	2002	Fluctuation de la NAO, variations de la température, de la pression, de l'humidité, mesures de 1945 à 1999	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46

37	Snow Pack in the Swiss Alps under changing climatic conditions : an empirical approach for climate impacts studies	Jura Suisse (Delémont), Alpes suisses (Arosa, Davos, Engelberg...), versant Sud des Alpes suisses	2002	Modification du régime des précipitations hivernales, mesures de 1930 à 1990	Université de Fribourg, département de Géosciences	Martin Beniston 4 chemin du musée, CH-1700 Fribourg (Suisse) martin.beniston@unifr.ch Phone: +41 (0)26 300 90 10 Fax: +41 (0)26 300 97 46
38	Potential Impact of climate change on vegetation in the european alps : a review	Alpes européennes	1994, publiée en 2001	Effet d'un réchauffement de 1°C, 2°C ou plus sur la végétation et le cycle phénologique	Centre Alpien de Phytogéographie Swiss Center for Faunal Cartography	Antoine Guisan Tel. +41 21 692 42 54 Fax +41 21 692 42 65 antoine.guisan@unil.ch Jean-Paul Theurillat Université de Genève 1, ch. de l'Impératrice Case postale 60 CH-1292 Chambésy tel. +41 (0)22 418 51 70 fax +41 (0)22 418 51 01 email: jean-paul.theurillat@bioveg.unige.ch
39	Projet CARBOFOR : Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France Tâche D1 : Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises	France entière	juin-04	Régression des niches climatiques potentielles pour les essences de montagne aux horizons 2050 et 2100, modification des aires climatiques potentielles des essences forestières	INRA IFN	Vincent Badeau Centre INRA de Nancy 54280 Champenoux Tél. 03 83 39 40 41 Fax 03 83 39 40 69 badeau@nancy.inra.fr

40	Évaluation de l'impact du réchauffement global sur trois systèmes fourragers dans les Alpes du Sud	Alpes du Sud, département des Alpes de Haute Provence, 44°N-6°E, périmètre d'environ 4000 Km2	2001	Simulation des calendriers culturaux de 3 systèmes (graminées, légumineuses et maïs) à partir du modèle de culture STICS	INRA Chambre d'Agriculture des Hautes-Alpes	N. Brisson 04 32 72 23 83
41	Dynamique de la végétation dans les forêts de montagne : impact des changements climatiques	Vosges (Bas-Rhin, Haut-Rhin), Alpes du Sud (Alpes de Haute Provence, Hautes Alpes, Alpes Maritimes, Drôme, Var, Vaucluse), Corse (Corse du Sud, Haute Corse)	Fin 2007	Modélisation de l'aire de répartition future des espèces forestières sous l'effet du changement climatique, liens entre sylviculture et dynamique des espèces sous l'effet du changement climatique,	INRA ITEF Météo France Conservatoire du patrimoine naturel de Savoie	Jean-Luc Dupouey UMR Ecologie et Ecophysiole forestières Equipe Phytoécologie INRA 54280 Champenoux tél. 03 83 39 40 49 fax 03 83 39 40 22 tél. secr. 03 83 39 40 47 mél : dupouey@nancy.inra.fr
42	Analyse dendrochronologique de la croissance du pin à crochets (Pinus uncinata Miller) dans le massif du Néouvielle : impact des changements climatiques	Pyrénées, département des Hautes-Pyrénées, Massif du Néouvielle	1995	Evolution sur un siècle et demi de la croissance des arbres sous l'effet de l'augmentation des températures moyenne et minimale enregistrée au Pic du Midi de Bigorre	INRA	Jean-Luc Dupouey UMR Ecologie et Ecophysiole forestières Equipe Phytoécologie INRA 54280 Champenoux tél. 03 83 39 40 49 fax 03 83 39 40 22 tél. secr. 03 83 39 40 47 mél : dupouey@nancy.inra.fr

43	Impacts régionaux du changement climatique sur les prairies et sur la filière viande dans les régions d'élevage peu intensif	Massif Central, départements du Cantal, du Puy de Dôme et de l'Allier	2000	Productivité des prairies, effets de l'augmentation de la concentration en CO2 et du changement climatique (modèle Arpège Climat), adaptation des systèmes d'élevage dans le Massif Central	INRA	INRA Unité d'agronomie de Clermont-Ferrand (JF.Soussana) soussana@clermont.inra.fr
44	Changements à long terme de la végétation forestière : apport des données de l'IFN	Vosges, département du Haut-Rhin	août-01	Etude des déplacements observés des espèces forestières, herbacées et ligneuses, par rééchantillonnage à 11 ans d'intervalle	INRA IFN	Jean-Luc Dupouey UMR Ecologie et Ecophysiologie forestières Equipe Phytoécologie INRA 54280 Champenoux tél. 03 83 39 40 49 fax 03 83 39 40 22 tél. secr. 03 83 39 40 47 mél : dupouey@nancy.inra.fr
45	les changements climatiques, leurs conséquences sur l'évolution des forêts et de la sylviculture en Lozère	Lozère, Mont Aigoual, Puy	juil-05	Evolution des températures moyennes, précipitations, évolution de P-ETP, répartition du hêtre, répartition de la chenille processionnaire	Université Paris XI CRPF Languedoc-Roussillon	CRPF Languedoc-Roussillon Antenne de Lozère 16 Quai Berlière 48000 Mende 04 66 65 26 79 lozere@crpf.fr

46	Le climat change, en Suisse aussi. Les points principaux du troisième rapport du GIEC sur l'état des connaissances, du point de vue de la Suisse	Territoire de la Confédération Helvétique, focus sur le Nord et le Sud des Alpes	janv-02	Effets sur la pollution atmosphérique, dégel du permafrost, impacts sanitaires, overview des émissions de GES,	OcCC/Proclim	OcCC, Bärenplatz 2, 3011 Berne Tel : +41 31 328 23 23 Fax : +41 31 328 23 20
47	Impacts du réchauffement climatique sur les risques naturels dans l'arc alpin	Alpes, départements de la Savoie, de la Haute Savoie, de l'Isère, des Hautes Alpes, des Alpes de Haute Provence et des Alpes Maritimes	août-05	Impacts du réchauffement climatique sur les risques naturels (crues torrentielles, avalanches, glissements de terrain et risques glaciaires), prise en compte dans les documents de gestion des risques, scénarios d'action	International Polar Foundation Université de Pau et des Pays de l'Adour	Guillaume Prudent guillaume.prudent@polarfoundation.org 06 09 43 97 33
48	Les savoyards et l'or blanc	Alpes, Savoie	2001	Modification du manteau neigeux, activités touristiques, stations de ski	Université de Paris 1	Martine Tabeaud Martine.Tabeaud@univ-paris1.fr 01 44 32 14 21 Institut de géographie 191 rue saint jacques 75005 Paris France
49	Suivi de l'évolution des glaciers du Parc National des Ecrins	Alpes, massif des Ecrins, départements des Hautes Alpes et de l'Isère	Pas avant 2010	Série de mesures des fronts, bilan de masse, relevés de profils	Parc National des Ecrins, LGGE	Martial Bouvier martial.bouvier@espaces-naturels.fr

50	La neige de culture : un complément nécessaire	Alpes du Nord, Alpes du Sud, Massif Central, Pyrénées, Jura, Vosges	2004	Neige de culture dans les stations de ski, différence de qualité et de traitement	ODIT France - Direction des Etudes et de l'Aménagement Touristique de la Montagne	Marcel Denarié DEATM Aéroport-73190 Challe-les-eaux Tel : 04 79 72 99 25 Marcel.denarie@odit-france.fr
51	Coûts de fonctionnement des installations de neige de culture en France-Saison 2003-2004	45 stations de ski françaises	2004	Répartition des heures de fonctionnement des enneigeurs dans le temps, consommation des installations en M3 d'eau, en KW et hauteur de neige produite	ODIT France - Direction des Etudes et de l'Aménagement Touristique de la Montagne	Marcel Denarié DEATM Aéroport-73190 Challe-les-eaux Tel : 04 79 72 99 25 Marcel.denarie@odit-france.fr
52	Proposition de scénarios pour la diversification des activités des stations de moyenne montagne	Alpes, département de l'Isère, massifs de Belledone, Chartreuse, Oisans, Sud Isère et Vercors	2003	Diagnostic des stations, propositions de scénarios	DEATM CG 38 Météo France...	Conseil Général 38 Isabelle Pissard 04.76.00.60.10 Alain Perroud 04.76.00.36.30
53	Etude préalable à la mise en place d'un suivi des impacts du changement climatique sur l'avifaune française	France entière	2003	Impacts possibles sur la population avifaune détaillés par espèce	LPO BirdLife IFEN	Philippe Dubois pjd1@free.fr

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des résultats des études

Etude N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Conséquences directes	Variation de la température moyenne au niveau du sol		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X					X						X	X	X
	Variation de la température moyenne dans les horizons du sol			X																								X
	Modification dans le régime hydrique d'un bassin versant							X	X	X	X	X	X	X	X					X	X					X		X
	Modification du manteau neigeux		X	X				X	X	X	X	X			X	X						X		X		X		X
	Autres					X		X									X	X	X	X	X		X	X	X			X
Effets secondaires	Recul du front des glaciers	X				X										X	X					X	X	X				X
	Dégel du permafrost					X																				X		X
	Modification de la biodiversité				X	X																				X		
	Erosion accrue												X													X		X
	Apparition d'espèces inhabituelles pour ces milieux				X	X																						
	Modification dans l'intensité, la fréquence ou l'aire d'expansion d'un phénomène naturel					X		X	X				X											X		X		X
	Autres		X	X			X	X				X				X	X	X	X			X	X	X	X			X

Etude N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Type de milieu	Forêt de conifères			X								X															X
	Forêt de feuillus			X								X															X
	Forêt mixte feuillus-conifères			X			X					X													X		X
	Prairie d'alpage		X		X						X	X			X										X		X
	Lande à ligneux		X		X		X				X	X			X												X
	Pierrier / Chaos rocheux		X		X						X	X	X		X												X
	Glacier	X				X					X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	Autres							X	X		X	X		X	X											X	
Etage de Montagne	Etage collinaire			X				X	X	X	X	X			X										X		X
	Etage montagnard			X			X	X	X	X	X	X		X	X										X		X
	Etage sub-alpin			X	X			X	X	X	X	X		X	X										X		X
	Etage alpin		X		X			X	X	X	X	X		X	X												X
	Etage nival	X			X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Aspects socio-économiques abordés	Population/Urbanisation																								X		X
	Tourisme		X																				X				X
	Agriculture								X																X		X
	Infrastructures																								X		X
	Industrie de l'énergie																						X		X		X
	Sécurité sanitaire																										X
	Autres													X													
Effets à long terme		X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X					X			X			X	X
Recommandations Adaptation																											X

Etude N°		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53		
Conséquences directes	Variation de la température moyenne au niveau du sol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X	X					X	X	
	Variation de la température moyenne dans les horizons du sol	X		X		X			X													X	X							
	Modification dans le régime hydrique d'un bassin versant	X		X		X			X												X	X								
	Modification du manteau neigeux	X		X	X	X	X		X	X	X	X									X	X	X	X				X		
	Autres		X					X	X	X	X	X		X																
	Recul du front des glaciers					X			X													X		X						
	Dégel du permafrost	X				X			X												X	X								
	Modification de la biodiversité			X		X		X	X				X	X		X			X		X								X	
	Erosion accrue			X		X			X							X					X	X								
	Apparition d'espèces inhabituelles pour ces milieux		X	X		X							X	X								X								X
	Modification dans l'intensité, la fréquence ou l'aire d'expansion d'un phénomène naturel	X	X	X		X		X	X						X							X	X					X		
	Autres			X		X		X	X							X		X			X	X								X

Etude N°		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
Type de milieu	Forêt de conifères	X	X	X		X			X				X	X		X	X		X	X	X							X
	Forêt de feuillus	X	X	X		X			X				X	X		X			X	X	X							X
	Forêt mixte feuillus-conifères	X	X	X		X			X				X	X		X			X	X	X							X
	Prairie d'alpage	X	X	X		X			X				X		X			X			X	X						X
	Lande à ligneux	X				X			X				X				X					X						X
	Pierrier / Chaos rocheux	X				X			X				X									X						X
	Glacier	X				X			X												X	X		X				
	Autres				X		X	X	X	X	X				X						X	X	X		X	X	X	
Etage de Montagne	Etage collinaire	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X						X
	Etage montagnard	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X		X	X
	Etage sub-alpin	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X		X	X
	Etage alpin	X		X		X	X		X	X	X	X	X								X	X	X	X	X		X	X
	Etage nival	X				X	X		X	X	X	X	X								X	X		X	X		X	X
Aspects socio-économiques abordés	Population/Urbanisation	X	X	X	X	X			X												X	X						
	Tourisme	X	X		X	X			X			X									X		X		X	X	X	
	Agriculture	X	X	X		X									X			X			X	X						
	Infrastructures	X	X						X												X							
	Industrie de l'énergie	X							X																			
	Sécurité sanitaire	X				X																X						
	Autres		X																	X		X					X	
Effets à long terme		X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	
Recommandations Adaptation		X	X	X		X									X		X										X	X

Résumé

Les milieux de montagne sont, comme les littoraux, des espaces particulièrement sensibles au réchauffement climatique. La variation des températures moyennes et extrêmes, accompagnée par une modification des régimes de précipitations, aura des répercussions certaines sur les milieux de montagne. Modification de la biodiversité, modification des risques naturels, dégel du permafrost sont autant d'impacts possibles des changements climatiques sur les milieux montagnards. Le réchauffement climatique aura également un effet sur les activités anthropiques. Afin de faire un point sur la situation, ce premier recensement des études sur les effets du climat et du réchauffement climatique sur les milieux de montagne propose un état des lieux non exhaustif des recherches menées sur ce sujet. Une cinquantaine d'études ont été identifiées, avec les organismes qui s'y rapportent. Ces études traitent aussi bien du recul du front des glaciers, que des impacts sur la sylviculture ou encore sur la couverture neigeuse. Des synthèses des résultats et des études sont incluses dans cette note technique, de même que les contacts se rapportant à chaque étude.

Abstract

Like coastal zones, mountain ranges are extremely sensitive to climate change. Variations of the mean and extreme temperatures and changes in river catchments and rainfall will affect the natural mountain environment. The loss of biodiversity, the modification of natural hazards and the melting of permafrost are some examples of the possible impacts of global warming on mountains. Global warming will also affect human activities. In order to facilitate the evaluation of the situation, this first census of studies concerning the impacts of the climate and climate change on mountain ranges gives an overview of current reports in this field. Around fifty studies have been classified with corresponding teams. This report concerns as much the retreat of glaciers, as the impacts of climate change on forestry and on snow cover. A synthesis of the results and of the studies is included in this report, as well as contacts for each study.

PUBLICATIONS DE L'ONERC

Conséquences du réchauffement climatique sur les risques liés aux événements météorologiques extrêmes. Actes du colloque du 22-23 juin 2003, ONERC, Paris, Octobre 2003.

Etes-vous prêt ? Guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales. ONERC, Paris, mars 2004.

Un climat à la dérive : comment s'adapter ? Rapport de l'ONERC au Premier Ministre et au Parlement, La documentation française, Paris, 2005.

Recensement des études concernant les effets du climat et du changement climatique sur les espaces côtiers dans les Dom-Tom. Note technique n°1, ONERC, Paris, mars 2005.

Collectivités locales et changement climatique : quelles stratégies d'adaptation ? Actes du colloque du 30 septembre 2004, ONERC, Paris, mai 2005.

Changement climatique : la nature menacée en France ? En savoir plus et agir. Coédition RAC France, FNE, WWF, LPO, Greenpeace, ONERC, Paris, juin 2005.

Impacts du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral : scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100. Note technique n°2, Conservatoire du Littoral, ONERC, Paris, septembre 2005.

Impacts du changement climatique sur les activités viti-vinicoles. Note technique n°3, ONERC, Paris.

Site Internet de l'ONERC : www.onerc.gouv.fr

Site Internet International Polar Foundation : www.polarfoundation.org

www.sciencepoles.org

www.educapoles.org

www.antarctica.org