



CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE MASSIF ALPIN FRANÇAIS ÉTAT DES LIEUX ET PROPOSITIONS

**RAPPORT établi pour le commissariat à l'aménagement
au développement et à la protection du massif alpin**

Philippe Langevin, *Maître de conférences à la Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de l'Université de la Méditerranée*

Robert Mugnier, *Directeur de la Mission Développement Prospective, Conseil Général de Savoie*

Emmanuelle Marcelpoil, *Chercheur au CEMAGREF, Grenoble*

Mai 2008

Avant-propos

Parmi les défis que le massif alpin aura à relever dans les années qui viennent, le changement climatique sera un des plus importants. Scientifiquement avéré, particulièrement perceptible dans ses effets en zone de montagne, le réchauffement va avoir de lourdes conséquences sur le développement de ce territoire. Il peut remettre en cause son attractivité. Il interpelle sur la pérennité d'un modèle de développement construit notamment sur la mobilité, l'agriculture et le pastoralisme, l'exploitation de la forêt, les industries « électrointensives » et le tourisme hivernal.

Le Schéma Interrégional d'Aménagement et de Développement du Massif des Alpes a souligné la place et le rôle des changements climatiques comme repère prospectif qui va peser sur les dynamiques du massif. La Convention Interrégionale pour le Massif des Alpes 2007-2013, en considérant « la fragilité des activités économiques vis-à-vis des impacts possible des évolutions climatiques », a dégagé des crédits d'études « permettant de déterminer à l'échelle du massif des stratégies de réponses aux conséquences des changements climatiques, en particulier sur les mutations des activités humaines et notamment l'adaptation de l'offre touristique et la pratique pastorale ». Le programme opérationnel F.E.D.E.R. Massif des Alpes 2007-2013 pour sa part retient notamment comme axes prioritaires d'intervention la reconversion des stations de moyenne montagne et la valorisation de la filière bois énergie.

C'est pourquoi, afin de contribuer à la réflexion du comité de massif, le commissariat à l'aménagement, au développement et à la protection du massif Alpin a demandé à une équipe de trois experts une première réflexion sur ce sujet.

Dans une première partie, un recensement des études et travaux récents permet de dresser un état des lieux sur l'intensité du phénomène et ses conséquences attendues sur le massif Alpin autour de six axes majeurs : le tourisme, les risques, l'agriculture et la forêt, la ressource en eau, les transports, l'énergie et la construction.

Dans une deuxième partie, ce travail repère les démarches actuellement engagées autour du changement climatique dans le massif alpin

Enfin, des entretiens conduits avec une trentaine d'acteurs importants du développement du massif permettent dans une troisième partie de mettre en évidence leur perception du problème et les moyens mis en œuvre pour y faire face. L'étude se conclut par quelques recommandations pour la conduite des politiques publiques.

Cette première réflexion à l'échelle du massif sur l'impact des changements climatiques est riche d'enseignements. Elle montre notamment que malgré l'intensité du phénomène, la plupart des acteurs publics concentrent leurs efforts sur des actions destinées à limiter les émissions de gaz à effet de serre ; à contrario, peu de mesures d'adaptation sont envisagées pour adapter les systèmes productifs et l'économie résidentielle du territoire alpin.

Je souhaite que ce travail contribue à l'anticipation des bouleversements attendus pour le massif et à l'adaptation de son modèle de développement.

Jean-Pierre CHOMIENNE

Commissaire à l'aménagement, au développement et à la protection du massif alpin.

SOMMAIRE

Introduction	4
Chapitre 1	6
Changement climatique : quelles conséquences sur les Alpes françaises ?	
1. Le changement climatique : une approche globale	7
1.1. Le GIEC : un acteur prédominant pour l'analyse du changement climatique	7
1.2. Le changement climatique en France : panorama, impacts et sensibilisation de la population	13
2. Approche locale du changement climatique : quelles conséquences pour le massif alpin ?	
Analyse et stratégie d'adaptation	19
2.1. Changements climatiques et tourisme alpin	19
2.2. Changements climatiques et risques naturels	25
2.3. Changements climatiques et milieux agricoles et forestiers	29
2.4. Changements climatiques et ressource en eau	33
2.5. Changements climatiques et transports	38
2.6. Le changement climatique et les secteurs de l'énergie et de la construction : les stratégies d'adaptation	41
Chapitre 2	44
Les démarches engagées autour du changement climatique dans le massif alpin	
2.1. La convention alpine	45
2.2. Les programmes sur l'espace alpin	46
2.3. Les démarches sur le massif français	47
2.4. Les plans climats territoriaux (PCT)	49
2.5. Quelques initiatives émanant d'associations	50
2.6. Autres initiatives	51
Chapitre 3	53
De l'atténuation d'impacts aux stratégies d'adaptation dans les territoires	
3.1. Les mesures de réduction des émissions de GES	54
3.2. Les mesures d'adaptation au changement climatique	56
Conclusion	63
Annexes	67

Introduction

Le changement climatique est aujourd'hui incontestable. Les récents travaux du GIEC rendus publics dans différentes capitales (Paris, Bruxelles) font aujourd'hui état de « *certitudes définitivement confirmées* » (IPCC, GIEC, 2007) en matière de changements climatiques : « *le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan, la fonte généralisée de la neige et de la glace, et l'élévation du niveau moyen mondial de la mer* ». Les territoires de montagne sont particulièrement concernés, avec notamment la fonte des glaciers alpins, d'une grande partie du pergélisol ou bien encore, des risques accrus d'érosion et de crues (GIEC, 2007).

Dans ce contexte, le Commissariat à l'Aménagement et au Développement des Alpes a souhaité se positionner. En effet, la convention interrégionale pour le massif des Alpes 2007-2013 stipule : « *Un soutien sera apporté aux études sur le long terme permettant de déterminer à l'échelle du massif des stratégies de réponse aux conséquences des changements climatiques en particulier sur les mutations des activités humaines et notamment l'adaptation de l'offre touristique et la pratique pastorale* ».

Le commissariat a ainsi confié en 2007, à Philippe Langevin (Université de la Méditerranée), Robert Mugnier (Mission Développement Prospective) et Emmanuelle Marcelpoil (Cemagref Grenoble), la réalisation d'une étude exploratoire sur le changement climatique avec plusieurs produits attendus.

Un premier temps fait état des connaissances relatives au changement climatique, tant aux niveaux international que national, et sur la base des travaux menés par les experts internationaux et nationaux. L'objectif consiste à qualifier le phénomène « changement climatique », tant dans ses causes (CO₂, méthane,...) que dans son observation (précipitations, température, événements extrêmes,...). La synthèse rend également compte des scénarios d'impacts élaborés au niveau international avec les marges d'incertitudes encore aujourd'hui réelles. En annexe 2 du présent rapport, cet état des lieux bibliographique est repris sous la forme de fiches synthétiques.

La seconde partie concerne le territoire du massif des Alpes. Comment le changement climatique se décline-t-il à cette échelle ? Avec quelles conséquences tant économiques, humaines, environnementales que politiques ? Cet objectif est complexe car les connaissances s'avèrent moins stabilisées dans le domaine des impacts locaux dus aux changements globaux. En effet, l'incertitude relative à l'intensité du changement climatique, déjà importante aux échelles locales, devient considérable quand il s'agit d'évaluer les impacts à ces mêmes échelles locales.

À cette fin, les démarches et initiatives engagées à l'échelle du massif ou concernant directement le massif, portées par des structures publiques ou fruits d'interventions associatives, sont recensées et commentées.

Dans le contexte territorial particulier du massif alpin français, un dernier temps est consacré à une analyse encore exploratoire des stratégies mises en œuvre par les acteurs, parties prenantes du développement du massif.

L'enjeu est de cerner comment, face à la réalité du changement climatique et à l'intensité de ses conséquences, ces acteurs réagissent et développent des stratégies. Sur un plan méthodologique, cette étape s'est appuyée sur la réalisation d'une trentaine d'entretiens semi-directifs auprès d'acteurs ressources du massif, publics et privés, et notamment associatifs, intervenant à des échelles diverses, et représentatifs de l'ensemble alpin. Ces entretiens ne prétendent toutefois pas à l'exhaustivité. Ils relient les points importants en termes de stratégies et d'actions face au changement climatique. Quatre thématiques, centrales dans le fonctionnement et le devenir du massif des Alpes, font l'objet d'approches particulières : le tourisme, les transports, l'agriculture-pastoralisme et les risques naturels.

Une telle analyse souligne que les stratégies actuellement mises en œuvre relèvent d'une volonté d'atténuation d'impacts, plutôt que de la remise en cause complète des modèles de développement sous-jacents.

Sur la base de l'ensemble de ces matériaux, un dernier point s'attache à cerner les contours d'une intervention du commissariat dans l'accompagnement des effets du changement climatique à l'échelon du massif en articulation avec d'autres dispositifs d'accompagnement. De manière plus prospective, cette étape devrait permettre de cerner les degrés de vulnérabilités territoriales au sein du massif des Alpes et de contribuer à la définition de stratégies d'adaptation, en complément des logiques d'atténuation d'impacts. Dans cette logique, la validation des axes de travail appelle une approche territoriale plus fine afin de sérier les démarches les plus pertinentes à mettre en œuvre.

Chapitre 1. Changement climatique : quelles conséquences sur les Alpes françaises¹ ?

Le 12 octobre 2007, Al Gore et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) se sont vus attribuer conjointement le prix Nobel de la paix 2007. La question des changements climatiques est alors mise sur le devant de la scène internationale.

Au niveau national, cette prise en compte du changement climatique s'est notamment traduite par l'organisation du Grenelle de l'Environnement. Celui-ci s'est terminé le 26 octobre 2007, après 4 mois de consultation. L'Etat et les représentants de la société civile se sont réunis pour définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Un plan d'action d'une vingtaine de mesures a finalement été adopté et devrait faire l'objet de votes au Parlement en 2008. Il s'articule autour de 6 axes : le bâtiment, l'énergie, les transports, l'agriculture, la biodiversité, et la santé.

Le réchauffement climatique est une réalité désormais incontestable. Il impacte et impactera de plus en plus directement les systèmes naturels et, indirectement, les activités socio-économiques. Les scientifiques s'accordent aujourd'hui sur des scénarios de réchauffement de la planète compris entre +1,4°C et +5,8°C sur le siècle à venir. Certains, tels Seiler (pour la Convention Alpine 2006) avancent même que le réchauffement climatique déjà constaté a été supérieur dans les Alpes (+1,6°C en 30 ans, contre +0,8°C en 100 ans à l'échelle globale). Ces prévisions laissent présager des perspectives bien plus sévères pour l'espace alpin, aux écosystèmes déjà fragiles. Les montagnes sont en effet particulièrement sensibles à ces évolutions qu'il est indispensable de prendre en considération dans les décisions à venir. Opter pour l'espace alpin comme territoire d'étude est adapté pour observer les effets du changement climatique et proposer des réponses en termes d'adaptation locale et de prévention, comme le rappelle le Schéma interrégional d'aménagement et de développement du massif des Alpes de mai 2006 : « *le massif des Alpes françaises apparaît comme la bonne échelle pour analyser et diffuser l'information économique, (...) organiser la veille sur des questions majeures telles que les changements climatiques.* ».

La littérature scientifique traitant la problématique des conséquences du changement climatique sur le massif alpin français est encore peu abondante bien qu'elle tende actuellement à se développer. Prudent, Richard (ONERC, 2007) recense, en 2007 une centaine d'études sur les effets du climat et du réchauffement climatique sur les espaces de montagne en France métropolitaine, alors qu'elles n'étaient qu'une cinquantaine en 2006. Il constate cependant que, dans l'ensemble, ces travaux concernent assez peu les questions gravitant autour des activités socio-économiques rencontrées au sein des sociétés montagnardes. Celles qui néanmoins s'y intéressent, portent principalement sur le tourisme hivernal et le secteur primaire, alors que peu de travaux abordent la question des infrastructures ou de la production d'énergie. De même, aucun des travaux n'est totalement dédié à l'anticipation des effets

¹ L'annexe 2 du présent rapport reprend de manière synthétique, sous forme de tableaux, l'essentiel de l'état des lieux actuel en matière de changement climatique, à une échelle globale et au niveau du massif Alpin. Une telle synthèse est le reflet du discours dominant sur la question du changement climatique et n'engage en rien les auteurs du rapport.

possibles du réchauffement climatique sur les activités socio-économiques ou aux stratégies d'adaptation.

Cette étude rend compte des principales conclusions formulées aujourd'hui autour du changement climatique dans le massif alpin, abordées sous l'angle du tourisme, des risques, de l'agriculture et de la forêt, de la ressource en eau, des transports, de l'énergie et de la construction. Avant de s'intéresser au système alpin en particulier, il convenait de dresser un panorama général du changement climatique et de ses conséquences globales et nationales.

1. Le changement climatique : une approche globale

1.1. Le GIEC : un acteur prédominant pour l'analyse du changement climatique

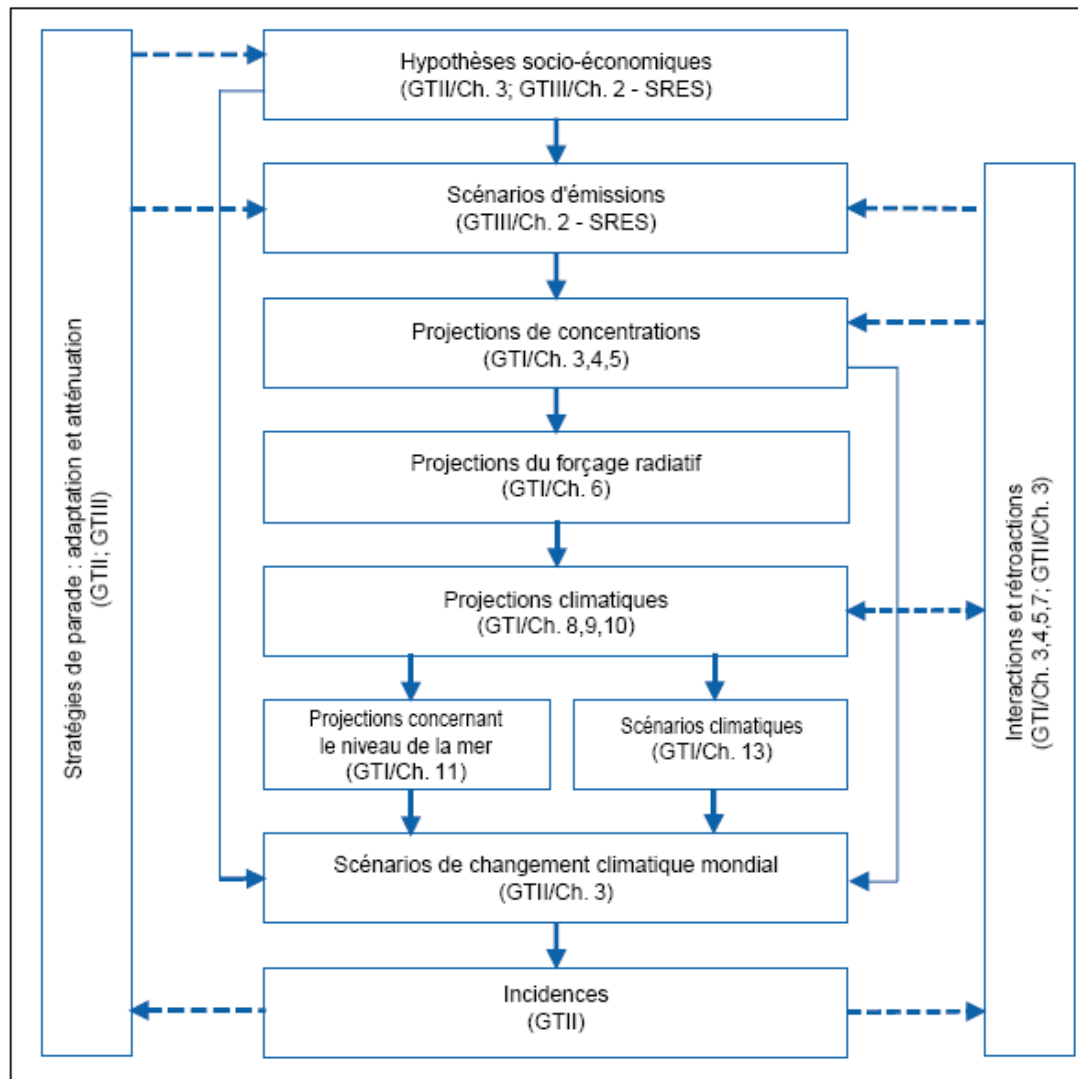
Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC) joue un rôle prépondérant dans l'analyse des changements climatiques. Ce groupe a été créé à la demande du G7 (désormais G8), en 1988. Il est placé sous la double compétence de l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) et du Programme pour l'Environnement des Nations Unies (PNUE) et possède son propre budget.

Les rapports des experts du GIEC tiennent lieu de références pour les scientifiques et les décideurs du monde entier. La majorité des recherches sur ces questions renvoie ainsi à leurs travaux. Les analyses plus "localisées", comme celles de Météo France et de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) en France, s'inspirent par exemple des modélisations du GIEC (elles se basent notamment sur les scénarios d'émission du GIEC).

Le GIEC est composé de trois Groupes de travail (GT) :

- Groupe I : sur les aspects scientifiques du changement climatique (évolution du climat observée et prévue, rôle de l'homme)
- Groupe II : sur les conséquences des changements climatiques, l'analyse de la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et l'adaptation
- Groupe III : sur l'examen des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et l'élaboration du SRES (rapport sur les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre)

Figure 1 : La méthode de travail du GIEC (d'après GIEC, 2001)



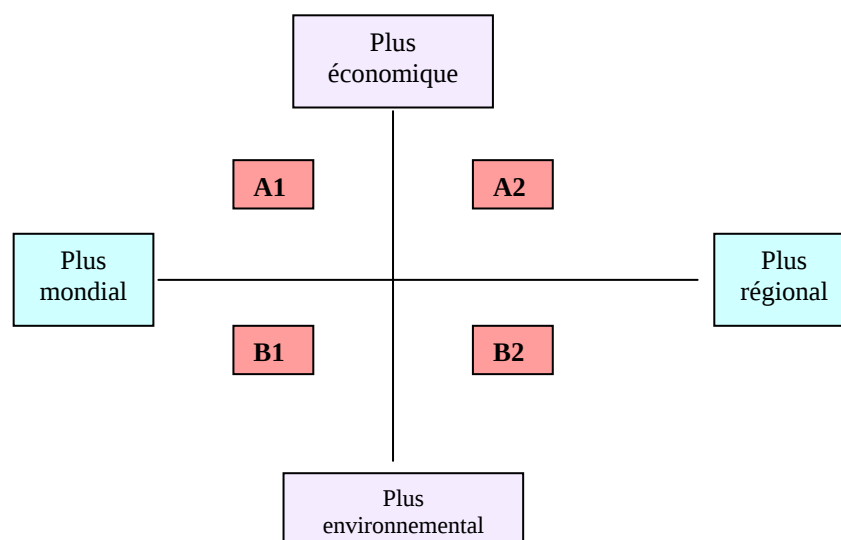
- **Les perspectives du GIEC : le rôle des scénarios d'émission**

Les projections climatiques s'appuient sur les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (parfois discutés) élaborés par le GIEC. Le GIEC propose en effet 6 familles de scénarios d'émissions futures, élaborées au regard de l'évolution possible des principales forces démographiques, socio-économiques et technologiques qui influent et déterminent de ce fait les émissions futures de gaz à effet de serre (GES). Ces scénarios SRES, présentés ci-dessous de manière synthétique (tableau 1 et figure 2), n'incluent pas d'initiatives climatiques supplémentaires (comme l'application de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ou les objectifs du Protocole de Kyoto pour les émissions).

Tableau 1: Les scénarios d'émissions du GIEC (selon le SRES)

		CRITERES CLES			
		Développement social	Croissance économique	Population mondiale	Evolutions technologiques du système énergétique
SCENARIOS	A1 A1FI + 2,4-6,4 °C A1T + 1,4-3,8 °C A1B + 1,7-3,4 °C	Convergence entre régions (interactions culturelles et sociales accrues, réduction des divergences régionales dans le revenu par habitant...)	Très rapide (notamment dans les PED)	Maximum atteint vers 2050, diminution ultérieure	A1FI : forte intensité de combustibles fossiles A1T : sources d'énergie autre que fossiles A1B : équilibre entre les sources
	A2 + 2,0-5,4 °C	Monde très hétérogène (autosuffisance et préservation des identités locales)	Plus fragmentée et plus lente que dans les autres scénarios	Accroissement continu (schémas de fécondité convergent très lentement entre les régions)	Plus fragmentée et plus lente que dans les autres scénarios
	B1 + 1,1-2,9 °C	Convergence entre régions Accent sur des solutions mondiales orientées vers la viabilité économique, sociale et environnementale	Vers une économie de services et d'information	Maximum atteint au vers 2050, diminution ultérieure	Réductions dans l'intensité des matériaux et introduction de technologies propres (utilisant les ressources de manière efficace)
	B2 + 1,4-3,8 °C	Accent sur des solutions locales orientées vers la viabilité économique, sociale et environnementale	Niveaux intermédiaires de développement économique	Croissance continue (mais rythme plus faible que A2)	Moins rapide et plus diverse que dans les autres scénarios

Figure 2 : Les scénarios d'émission



- ***Analyses du changement climatiques proposées par le GIEC et critiques***

Les principaux résultats du GIEC sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous. Le tableau 2 présente les résultats du Groupe de travail I (analyse des causes du changement climatique et des conséquences attendues sur les milieux). Le tableau 3 présente les résultats du Groupe de travail II (analyse des impacts du changement climatique sur les différents secteurs socio-économiques).

Tableau 2 : Panorama du changement climatique au niveau global (GIEC, rapport 2007, groupe I)

		TENDANCES ACTUELLES (EVOLUTION COURANT XXEME)	PROSPECTIVES (HORIZON 2100)	DEGRE DE CONFIANCE DANS LES CHANGEMENTS PROJETE
LES CAUSES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	CO₂	-Croissance en concentration atmosphérique de 280ppm à 379ppm (la plus élevée depuis 650 000 ans) -Rythme d'accroissement plus grand pendant les 10 dernières années (1995-2005) -Croissance liée aux activités humaines	-Augmentation du CO ₂ dans l'atmosphère continuera même si les émissions sont stabilisées (effet de rétroaction) -Doublement de la concentration de carbone dans l'atmosphère vers 2070	Ampleur incertaine de cette rétroaction (n'est pas prise en compte dans les scénarios du GIEC)
	Méthane	-Croissance en concentration atmosphérique de 715 ppb à 1774 ppb -Croissance liée aux activités humaines (agriculture, utilisation des combustibles fossiles)		
	Protoxyde d'azote	-Croissance en concentration atmosphérique de 270ppb à 319ppb		
OBSERVATIONS GENERALES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE	Températures	-Augmentation de la température de 0,76°C -11 des 12 dernières années figurent parmi les 12 années les plus chaudes -Températures moyennes arctiques ont crû près de 2 fois plus vite que la moyenne mondiale -Augmentation due à l'augmentation observée des GES anthropiques	-Augmentation entre 1,8 et 4 °C (fourchette moyenne selon les scénarios du SRES) -Augmentation < à 2°C si la concentration en CO ₂ est stabilisée à 450ppm mais certainement supérieure si stabilisation à 1000ppm -Réchauffement continuera durant des siècles même si les concentrations de GES étaient stabilisées	-Probable (vraisemblance >66%) -Probable -Très probable (vraisemblance >90%)
	Neige et glace	-Glaciers de montagne et couverture neigeuse ont décliné -Depuis 1978, l'étendue moyenne de la glace arctique a rétréci de 2,7% par décennie -Diminution de la couverture neigeuse de 10% depuis la fin des années 1960	-Contraction de la couverture neigeuse -Diminution de la banquise dans l'Arctique et l'Antarctique (voire disparition entière de la glace en Arctique d'ici 2050 selon certains scénarios)	-Très probable -Très probable
	Mer/océans	-Température moyenne des océans a crû -Rythme d'élévation du niveau de la mer a crû (grande confiance) : élévation totale entre 12 et 22 cm	-Augmentation du niveau de la mer entre 18 et 59 cm	-Probable
	Précipitations	-Significativement accrues à l'est de l'Amérique, au Nord de l'Europe en Asie du Nord et en Asie centrale (+0,5 à +1% par décennie) -Assèchement dans le Sahel, en Méditerranée, au Sud de l'Afrique et dans certaines parties du Sud de l'Asie (-0,3% par décennie)	-Augmentation des quantités de précipitations aux latitudes élevées -Diminution des quantités de précipitation dans les régions subtropicales	-Très probable -Probable
	Evènements extrêmes	-Sécheresses plus sévères et plus longues depuis 1970 -Croissance de la fréquence des fortes précipitations -Nuits chaudes et vagues de chaleur plus fréquentes -Augmentation de l'activité des cyclones intenses dans l'Atlantique Nord depuis 1970 mais pas de tendance claire sur le nombre annuel de cyclones tropicaux	-Augmentation de la fréquence des chaleurs extrêmes et des vagues de chaleur -Augmentation de la fréquence des fortes précipitations -Augmentation de l'intensité des cyclones tropicaux	-Très probable -Très probable -Probable

Tableau 3 : Les impacts du changement climatique au niveau global (Groupe II du GIEC, 2007)

PHENOMENES ET DIRECTION DES TENDANCES	EXEMPLES D'IMPACTS MAJEURS PROJETES PAR SECTEUR			
	Agriculture, sylviculture et écosystèmes	Ressource en eau	Santé humaine	Industrie/habitat/société
Journées et nuits chaudes plus fréquentes / journées et nuits froides plus chaudes <i>Pratiquement certain</i>	Rendements accrus dans les régions froides, diminués dans les régions chaudes Envahissement d'insectes plus fréquent	Effets sur les ressources en eau dépendant de la fonte de la neige Accroissement du taux d'évapotranspiration	Mortalité humaine réduite (diminution de l'exposition au froid)	Demande énergétique réduite pour le chauffage, mais accrue pour le refroidissement Qualité de l'air en déclin Perturbation du trafic Effets sur le tourisme d'hiver
Augmentation de la fréquence de canicules/vagues de chaleur <i>Très probable</i>	Rendements réduits dans les régions chaudes dus au stress de chaleur Augmentation du danger du feu de forêt	Besoins d'approvisionnement en eau accrus Problème de qualité de l'eau	Plus grand risque de mortalité liée à la chaleur (pour les personnes âgées, les malades chroniques ; les personnes très jeunes et celles isolées socialement)	Réduction de la qualité de la vie pour les personnes vivant dans les régions chaudes et pauvres Impacts sur les personnes âgées, très jeunes ou sans moyens
Augmentation de la fréquence des événements de fortes précipitations <i>Très probable</i>	Dommages aux cultures Erosion du sol Incapacité de cultiver la terre due à l'infiltration d'eau dans les sols	Effets nuisibles sur la qualité de l'eau de surface et des eaux souterraines Contamination d'approvisionnement en eau	Plus grand risque de décès, d'accidents, de maladies infectieuses des voies respiratoires et de la peau ; désordres traumatiques liés au stress	Perturbation des agglomérations, du commerce, du transport et des sociétés dues à l'inondation Pressions sur les infrastructures urbaines et rurales
Augmentation du nombre de régions touchées par la sécheresse <i>Probable</i>	Dégradation de la terre cultivable et diminution des rendements Dommages et pertes de récoltes Décès accrus du bétail Plus grand risque de feux de forêts	Stress hydrique plus répandu	Plus grand risque de pénurie alimentaire et d'eau Plus grand risque de malnutrition et de propagation des maladies liées à l'eau et à la nourriture	Pénuries d'eau pour les agglomérations, l'industrie et les sociétés Potentiels de génération d'hydroélectricité réduit Possible migration des populations
Augmentation de l'activité des cyclones tropicaux intenses <i>Probable</i>	Dommages aux récoltes Chablis (arbres déracinés) Dégâts aux récifs coralliens	Pannes de courant qui causent des ruptures d'approvisionnement en eau	Plus grand risque de décès et de blessés, de propagation de maladies liées aux aliments ou à l'eau Stress post traumatiques	Perturbation par inondation et vent fort Retrait de couverture de risque par les assurances privées dans les secteurs vulnérables Migrations de population potentielles
Augmentation de la fréquence d'élévation extrême du niveau de la mer (hors tsunamis) <i>Probable</i>	Salinisation des eaux d'irrigation des estuaires et des systèmes d'eau douce	Disponibilité d'eau douce diminuée due à l'intrusion d'eau de mer	Plus grand risque de décès et d'accidents par la noyade dans les inondations Effets sur la santé liés à la migration	Coût de protection côtière <i>versus</i> coûts de relocalisation Possible mouvements de populations et d'infrastructures

Les analyses du GIEC ne sont cependant pas dénuées de critiques. On peut notamment citer le fait que:

→ Les projections des modèles pour 2100 sont entachées d'incertitudes structurelles (liées à la physique des modèles qui ne sont qu'une simplification du système global complexe et parfois imprévisible, certains processus sont ainsi mal pris en compte) et conjoncturelles (évolution naturelle du climat en dehors des forçages anthropiques, scénarios incertains sur l'évolution de l'humanité –on parle d'ailleurs de scénarios et non de prévisions-).

→ Les projections régionales du GIEC, les plus importantes pour l'adaptation humaine, sont toujours reconnues comme très approximatives. En dehors de quelques traits robustes, les modèles donnent des réponses très divergentes en hydrologie (précipitations, sécheresses) comme en circulation atmosphérique régionale. Le GIEC note en effet que : « *des difficultés subsistent pour la simulation et l'attribution des changements de température observés aux échelles plus fines* » (où la variabilité naturelle des climats est plus importante).

→ L'avis exprimé par le GIEC représente, selon certains (que l'on regroupe généralement sous la dénomination évocatrice de « climat-sceptiques »), le « consensus » d'un nombre restreint de chercheurs (les auteurs principaux, leur équipe d'examineurs directs) et en lui-même, ce consensus n'est porteur d'aucune vérité scientifique (au sens où la vérité ne se décide pas à la majorité en science).

Les travaux du GIEC portent finalement sur le niveau global, alors que le changement climatique et ses conséquences se déclinent différemment aux échelons plus localisés. Ainsi, tandis que la hausse de température durant le XXème siècle est de 0,76 °C à l'échelle globale, elle est évaluée à 0,95 °C en France. Les stratégies d'adaptation possibles doivent donc s'appuyer sur des données régionalisées réalisées à une échelle spatiale plus fine.

1.2. Le changement climatique en France : panorama, impacts et sensibilisation de la population

Il reste difficile d'appréhender le changement climatique sur des échelles régionales. Plus on affine l'échelle d'observation, plus les prévisions sont incertaines. Néanmoins, au niveau national, il existe deux organismes de référence qui étudient le changement climatique et ses conséquences sur les phénomènes naturels : Météo France et l'Institut Pierre Simon Laplace (l'IPSL).

- **Le changement climatique et ses impacts en France**

Météo France se base sur le modèle dit « CNRM », et l'IPSL sur celui nommé « LMDZ ». Ces 2 modèles varient au regard des composantes atmosphériques prises en compte. Leurs résultats diffèrent donc légèrement, même si leurs tendances générales sont globalement semblables. Ces deux laboratoires travaillent d'ailleurs au commun, sous l'égide du GIEC (qui a intégré leurs résultats dans son rapport 2007), au sein du projet ESCRIME. Le tableau 4 ci-dessous présente une synthèse de leurs résultats.

Concernant les impacts du changement climatique sur les milieux naturels (eau, neige...) et socio-économiques (tourisme, agriculture...), leurs prévisions sont plus complexes. Elles sont le fait de nombreux organismes, généralement spécialisés dans un certain domaine (l'INRA sur l'agriculture et les forêts, le Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement sur les glaciers...). Le tableau 5 en retranscrit les principales conclusions.

Tableau 4 : Conséquences du changement climatique sur les phénomènes naturels en France

	TENDANCE ACTUELLE (EVOLUTION COURANT XXEME)	PROSPECTIVES (HORIZONS 2050)	DEGRE DE CONFIANCE COMMENTAIRE	ORGANISME
Températures	-Augmentation moyenne des températures de 0,95 °C -Entre 1950 et 2000 : étés de plus en plus chauds et diminution du nombre de jours de gel en hiver	-Réchauffement en toute saison plus marqué l'été que l'hiver (sur la base des scénarios A2 et B2 du GIEC) -Selon le scénario B2 : température moyenne augmenterait de 2 à 2,5°C ; selon le scénario A2 : réchauffement de 3 à 3,5°C		-Météo France -IPSL (Institut Pierre Simon Laplace)
Mer/océans		-Montée du niveau de la mer d'environ 50cm		Réseau Action Climat
Précipitations	-Hausse de la pluviométrie sur les 2/3 Nord du territoire -Baisse de la pluviométrie au sud → Mais représentativité limitée	-Augmentation des précipitations intenses en hiver (surtout sur la façade Atlantique) entre 2% (selon IPSL) et 13% (Météo France) -Diminution de la pluviométrie en été (de 10 à 20%) et risque accru de sécheresse sur les régions méditerranéennes -Réduction des précipitations du printemps à l'automne en Auvergne et Rhône Alpes, en automne-hiver pour PACA et Corse	-Probable -Simulations relatives aux précipitations sont très incertaines	-Météo France -IPSL
vents		Variations très instables donc très incertaines		
Températures et événements extrêmes	-Augmentation des vagues de chaleurs et des sécheresses estivales -Diminution des vagues de froid -Pas de changement notable sur les autres aspects (tempêtes, précipitations intenses)	-Augmentation très nette du nombre de canicules estivales (1/2 des étés selon scénario A2) → de 10 à 20 jours/an de canicules -Augmentation de la fréquence, de la longueur et de l'intensité des journées de très forte chaleur -Impossible d'affirmer une augmentation de l'intensité et du nombre global de tempêtes et d'épisodes de pluies diluviennes -Croissance des événements intenses au Nord	Très probable	-Météo France -IPSL

Tableau 5 : Impacts du changement climatique sur les milieux naturels et socio-économiques en France

		IMPACTS	COMMENTAIRE	ORGANISME
CONSEQUENCES DU CC SUR LES MILIEUX / SECTEURS	eau	-Tendance à l'affaiblissement des débits d'étiages estivaux d'ici 2100 -Modification du bilan hydrique	Difficile d'isoler l'impact du changement climatique sur la ressource en eau Rôle important de l'état du milieu récepteur	Institut de Recherche pour le Développement et Institut Languedocien de Recherche sur l'Eau et l'Environnement
	neige	-Diminution de la durée d'enneigement et de l'épaisseur du manteau neigeux -Possible remise en cause de l'existence des stations de moyenne montagne → Effets notables sur les conditions d'enneigement à moyenne altitude (moins marqué en haute altitude) : si réchauffement de 2°C, à 1 500m, durée d'enneigement passerait de 5 à 4 mois dans les Alpes du Nord (et diminution du manteau neigeux de 100 à 40cm) et de 3 à 2 mois dans les Alpes du Sud ou les Pyrénées (et diminution du manteau neigeux de 30-40 à 20 cm)	Absence d'étude similaire pour un réchauffement de 3°C	-Centre d'études de la neige (CEN) de Météo France
	glaciers	-Glaciers alpins en récession depuis 1840 et récession accélérée depuis 1982 -Régression continue des glaciers (si réchauffement de 1°C), voire disparition (ceux dont altitude maximale <2900m ou si augmentation température de 3°C) -Régression s'explique exclusivement par une forte augmentation de la fonte estivale		Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
	forêts	-Nord avantagé / Sud menacé (car sécheresses) -Augmentation de la production forestière jusqu'en 2045 (pic) puis diminution ultérieure -Forêts sur les sols à forte réserve en eau supporteront mieux l'évolution du climat -Réduction forte des sols forestiers du Sud -Evolution forte des maladies affectant les arbres forestiers et amplification de l'impact des parasites -Vulnérabilité du Sud-est face aux feux de forêts	Capacité de réserve en eau des sols et conditions locales de disponibilité en nutriments sont des facteurs conditionnant la réponse des peuplements au changement climatique	-Institut National de la Recherche Agronomique
	agriculture	-Avancée des stades phénologiques et des cycles culturaux -Si réchauffement de 2 à 3°C accentuation du déplacement géographique des aires de production (vers le Nord) et problème de compétition pour l'eau dans le sud -Grandes cultures et prairies devraient être plutôt favorisées (sauf dans le sud où la chaleur et la sécheresse affectent l'état des végétaux) -Arbres fruitiers exposés au risque de gel accru durant la floraison -Vigne profite du réchauffement (si reste < à 2°C)	L'accroissement des phénomènes extrêmes pourrait être problématique	-Institut National de la Recherche Agronomique -LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement)
	biodiversité	-Influence sur le métabolisme et le développement des animaux ainsi que sur les tissus végétaux -Modification de la phénologie des espèces		-Préfecture PACA -ONERC

		-Si augmentation des températures de 3°C, évolution de la répartition des espèces : basculement de 300 à 400 km en latitude ou 500 m en altitude dans les zones tempérées -Menace d'extinction de 15 à 37% des espèces -Adaptation difficile à des écosystèmes changeants (sauf pour les espèces opportunistes)		
	santé	-Réchauffement de 2°C aurait des effets positifs en hiver mais négatifs en été (augmentation mortalité) -Accentuation des problèmes sanitaires et sécurité alimentaire en péril	Relativiser le risque d'émergence ou de réémergence de maladies à vecteurs (rôle minime du changement climatique)	-Laboratoire Climat et Santé, Faculté de Médecine de l'Université de Dijon -Réseau Action Climat
	tourisme	-Serait plus perturbé par des événements climatiques extrêmes que par une augmentation continue et étalée des températures -En montagne : accroissement de la vulnérabilité des zones d'habitation et des infrastructures aux risques naturels (crues éclairs, avalanches, glissements de terrain et coulées de boue) -Difficultés pour les régions méditerranéennes -Développement possible du tourisme au printemps et à l'automne -Manque de neige en moyenne montagne et recul des plages sur le littoral -Concurrence accrue pour les ressources en eau (nécessaires aux activités de loisirs) -Repenser le rapport à la mobilité dans le voyage (nécessité pour réduire GES)	Scénarios climatiques actuels encore insuffisamment régionalisés pour permettre une évaluation fine des impacts sur le tourisme → On parle d'impacts potentiels (possibles mais pas probables)	Centre de Recherche Interdisciplinaire en Droit de l'Environnement, de l'Aménagement et de l'Urbanisme Ghislain Dubois

Sensibilisation de la population nationale au changement climatique

Dans son rapport de 2005, l'ADEME fait le point sur la sensibilisation de la population française au changement climatique. Celle-ci serait, selon ses conclusions, de plus en plus accrue. L'étude fait ainsi mention de :

- Une prise de conscience forte chez les Français de l'importance des enjeux environnementaux :

- 71 % des citoyens considèrent le phénomène du réchauffement comme une certitude

- 60% des Français considèrent que la pollution est le problème le plus préoccupant (arrive en 1^{ère} position, devant le chômage à 58%) selon sondage TNS/SOFRES 2004

- Une prise de conscience forte chez les Français de l'intérêt de s'engager en faveur des économies d'énergie :

- 75% des Français affirment que la réduction de l'effet de serre et le ralentissement du réchauffement climatique passent par la modification des modes de vie de chacun.

- Selon l'étude RCB Conseil - 2005 : c'est dans le domaine des transports que les Français sont le plus disposés à changer leurs habitudes (transports en commun, ou solutions techniques comme les voitures économes en carburant).

- ***Stratégies nationales : atténuation et adaptation au changement climatique***

Le changement climatique sera donc un enjeu à venir pour la France, qui devra à la fois viser à réduire ses émissions de GES et à s'adapter au mieux aux conséquences à venir du changement climatique (celui-ci étant déjà enclenché).

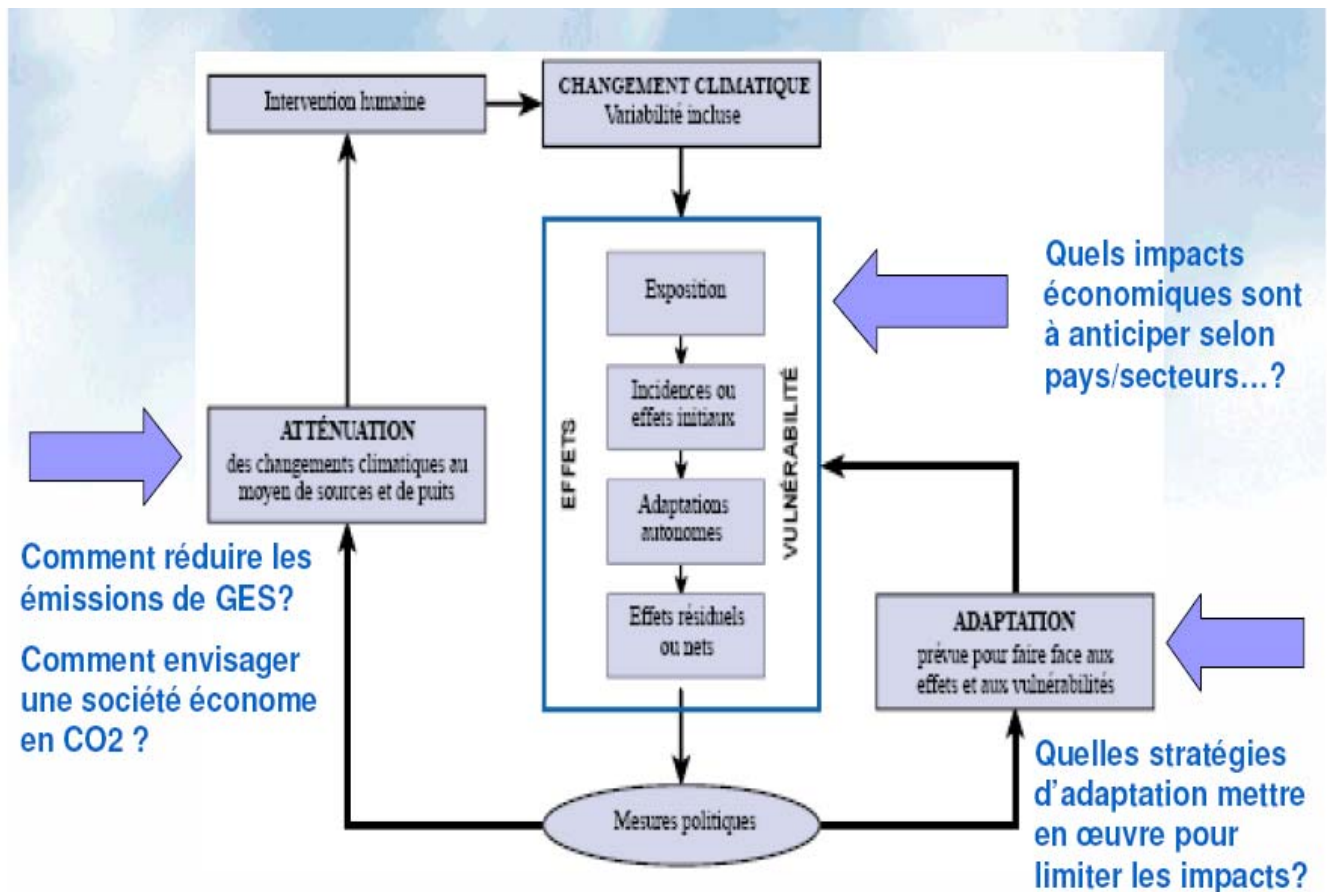


Figure 3 : Stratégies d'atténuation et d'adaptation

Si le changement climatique est un enjeu national, les stratégies de réduction et d'adaptation sont territoriales. Les stratégies devront en effet être adaptées aux conditions spécifiques de chaque territoire concerné (littoral, montagne...), ce qui rend l'approche locale nécessaire. Une centaine d'études traitent ainsi du changement climatique sur les espaces de montagne en France (ONERC, 2007).

2. Approche locale du changement climatique : quelles conséquences pour le massif alpin ? Analyse et stratégies d'adaptation

Le choix s'est porté sur une analyse du système alpin par l'entrée secteurs/milieus. 6 axes majeurs sont abordés en vue de présenter un panorama des conséquences du changement climatique sur le massif alpin et des stratégies d'adaptation et d'atténuation envisageables localement.

Il s'agit :

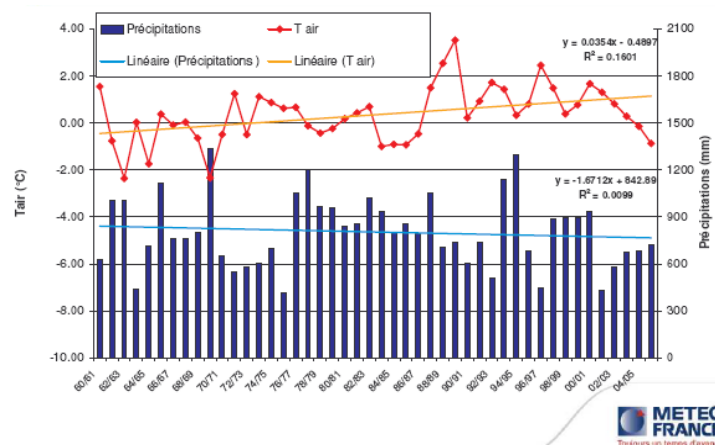
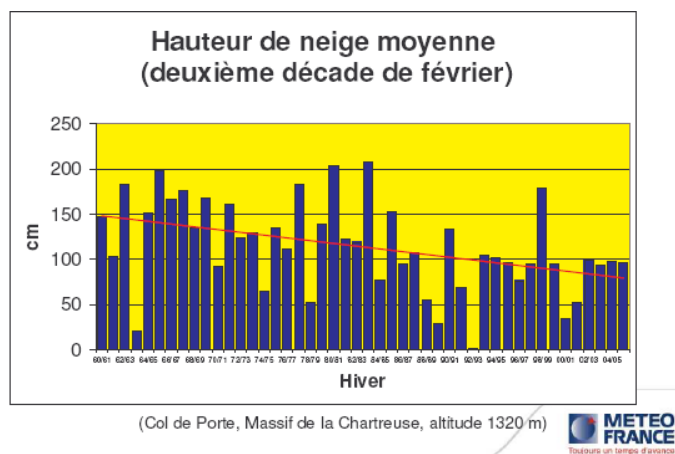
- o Du tourisme
- o Des risques
- o De l'agriculture et de la forêt
- o De la ressource en eau
- o Des transports
- o De l'énergie et de la construction

2.1. Changements climatiques et tourisme alpin

Sources : Agrawala (2007), Deneux (2006), Etchevers et Martin (2002), Loubier (2004), Ministère du Tourisme (2006), OcCC (2007), OMT (2003), ONERC (2006), Rousset (2006)

- **Les conséquences du changement climatique sur l'activité touristique des Alpes**

Les imbrications entre les conclusions des chercheurs sont nombreuses. Concernant l'évolution de la couverture neigeuse (critère influant fortement l'orientation du tourisme des stations de sports d'hiver), il n'existe quasiment aucune étude spécifique. La seule disponible, qui tient lieu de référence, est l'étude proposée par Etchevers et Martin (Météo France), qui s'appuie sur les modèles statistiques CROCUS et SAFRAN. Elle est largement reprise dans le reste de la littérature scientifique. Certains critiquent cependant cette référence qui, pour analyser l'évolution du manteau neigeux, se base sur une extrapolation des résultats obtenus sur l'unique site étudié du Col de Porte.



Le tableau 6 reprend les idées (parfois discutables) généralement véhiculées dans les discours dominants sur les conséquences du changement climatique pour l'activité touristique alpine.

Tableau 6 : Conséquences du changement climatique sur l'activité touristique alpine

Conséquences directes	Conséquences indirectes
-Réduction de la couverture neigeuse : → Sensible à 1500 m : diminution du nombre de jours avec neige au sol (de 5 à 4 mois d'enneigement dans les Alpes du Nord et de 3 à 2 mois dans les Alpes du sud – Cf. figure 4) et diminution de l'épaisseur de neige (environ 40 cm de moins dans les Alpes du Nord et 20 cm en moins dans les Alpes du Sud). <i>Ex : En Savoie à 1500 mètres d'altitude, sur les adrets le manteau neigeux atteindra 20 cm ½ années entre le début janvier et le début mars. Sur les ubacs, la situation serait meilleure : l'enneigement atteindrait 20 cm 7/10 années en 2030, et 40 cm entre fin janvier et février. La neige actuellement toujours présente en février sur les ubacs manquerait en 2030 1/3 années.</i> → Marginale à haute altitude (>2500 m) : début de l'enneigement légèrement retardé, faible baisse de l'épaisseur du manteau neigeux et fonte avancée d'une douzaine de jours environ. → Fin de saison plus précoce : le potentiel d'exploitation diminue fortement au mois de mars, même pour la Tarentaise (ce qui questionne les possibilités de retour skis aux pieds) → Saison potentielle réduite de décembre à fin février <i>Remarques :</i> -Aucune modélisation n'a été effectuée en France pour un réchauffement supérieur (3 degrés et plus). Avec un tel réchauffement on peut estimer qu'aux basses altitudes (1200 m et au-dessous) l'enneigement deviendrait très faible -Les scénarios ne tiennent pas compte des conditions locales (les micros climats) qui peuvent pourtant jouer sur la couverture neigeuse de façon non négligeable -Recul des glaciers -Impact important des événements extrêmes (crues, glissements de terrain, laves torrentielles, chutes de pierres, avalanches) notamment sur l'accessibilité du lieu	-Perte d'attractivité du produit ski dans les stations d'altitude moyenne (qui encourage de fait la réflexion sur la reconversion de leur économie touristique) / Augmentation de la concentration des touristes dans les stations en altitude (pression sur l'environnement augmentera et nécessité d'améliorer les services touristiques) -Si fermeture des petites stations proches des centres urbains alors manque possible de renouvellement de clientèles pour les grandes stations -Possible renforcement de l'attrait pour la montagne en été (hausse des températures induisant perte d'attractivité des régions méditerranéennes et des grandes agglomérations) -Dégel du pergélisol qui déstabilise le sol donc menace sur les infrastructures et urbanisations et risques de chutes de pierre problématique pour randonnée et varappe -Recul des glaciers comme problème pour la pratique du ski sur glaciers et du ski d'été. -Problème d'approvisionnement des installations d'enneigement artificiel (question de la disponibilité en eau, conflits d'usage) -Transformation des paysages (diminution de l'enneigement et des glaciers) qui pourrait impacter l'attrait touristique des stations (symbolique de la montagne) -Multiplication des événements extrêmes peut entraîner l'augmentation de la dangerosité de certains lieux de séjour et d'activités de loisirs de nature -Lorsque la saison est amputée d'un mois d'activités la baisse de chiffre d'affaires est de l'ordre du quart et, si la saison ne dure que deux mois, la perte de chiffre d'affaires est de l'ordre de 50%. -Impacts sur des activités touristiques spécifiques : certains tourisms de terroir, la pêche de loisirs en eau douce... -Conséquences indirectes pour l'agriculture (du fait de la pluriactivité des agriculteurs en secteur touristique généralement)

Il ne faut néanmoins pas oublier toute l'incertitude qui préside à la construction de ces prospectives. De même, des éléments a priori néfastes pourraient finalement avoir des conséquences positives (par exemple, l'absence de neige pourrait finalement se révéler être un catalyseur favorable à l'émergence d'un développement durable effectif en moyenne montagne). Le changement climatique doit ainsi être considéré à la fois comme un risque mais également comme une chance pour le tourisme alpin.

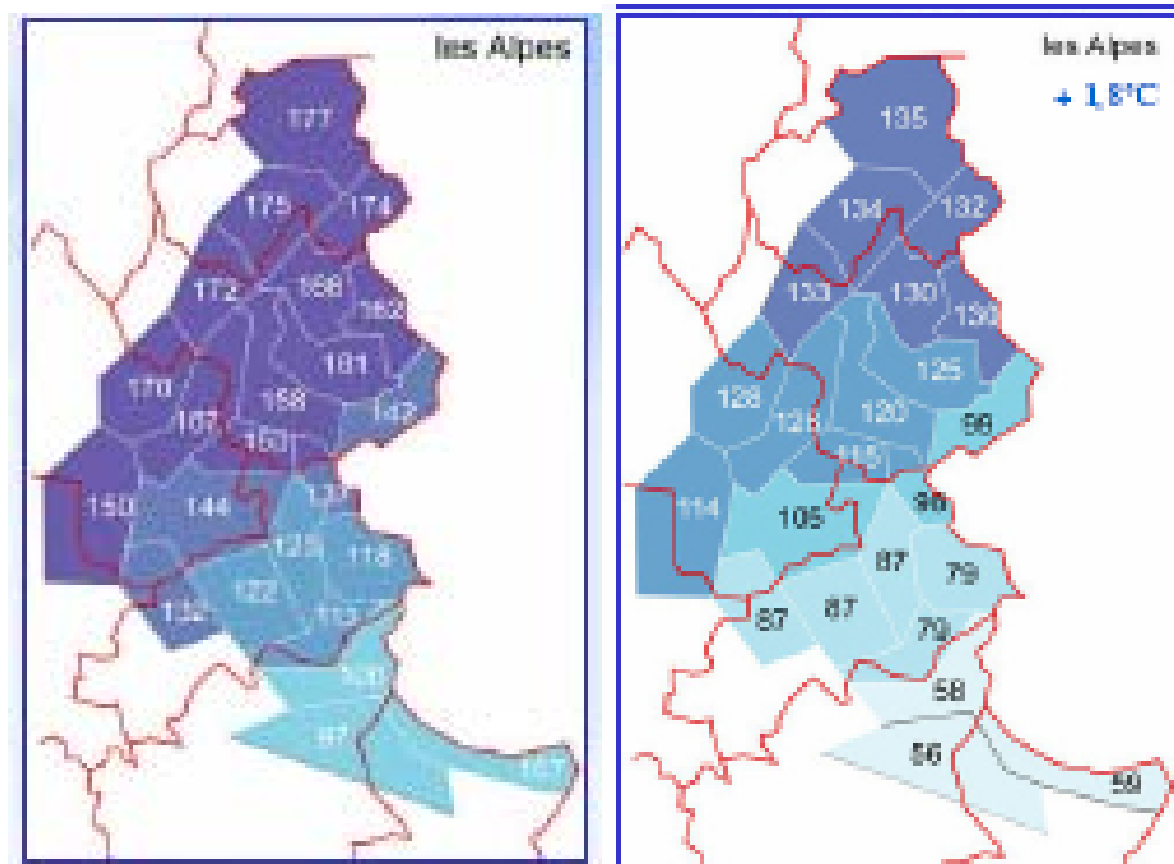


Figure 4 : Conséquences du réchauffement sur la couverture neigeuse des Alpes à 1500 m, d'après Etchevers et Martin (CNE, modèles CROCUS et SAFRAN)

- **Stratégies potentielles d'adaptation du tourisme alpin**

La question de l'adaptation du tourisme alpin au changement climatique est importante. Elle n'est cependant traitée que du point de vue des stations de sports d'hiver et les études qui portent sur cette problématique ont tendance à se recouper (OMT, Agrawala-OCDE, OcCC, Ministère du Tourisme, Rousset).

Panorama des options d'adaptation

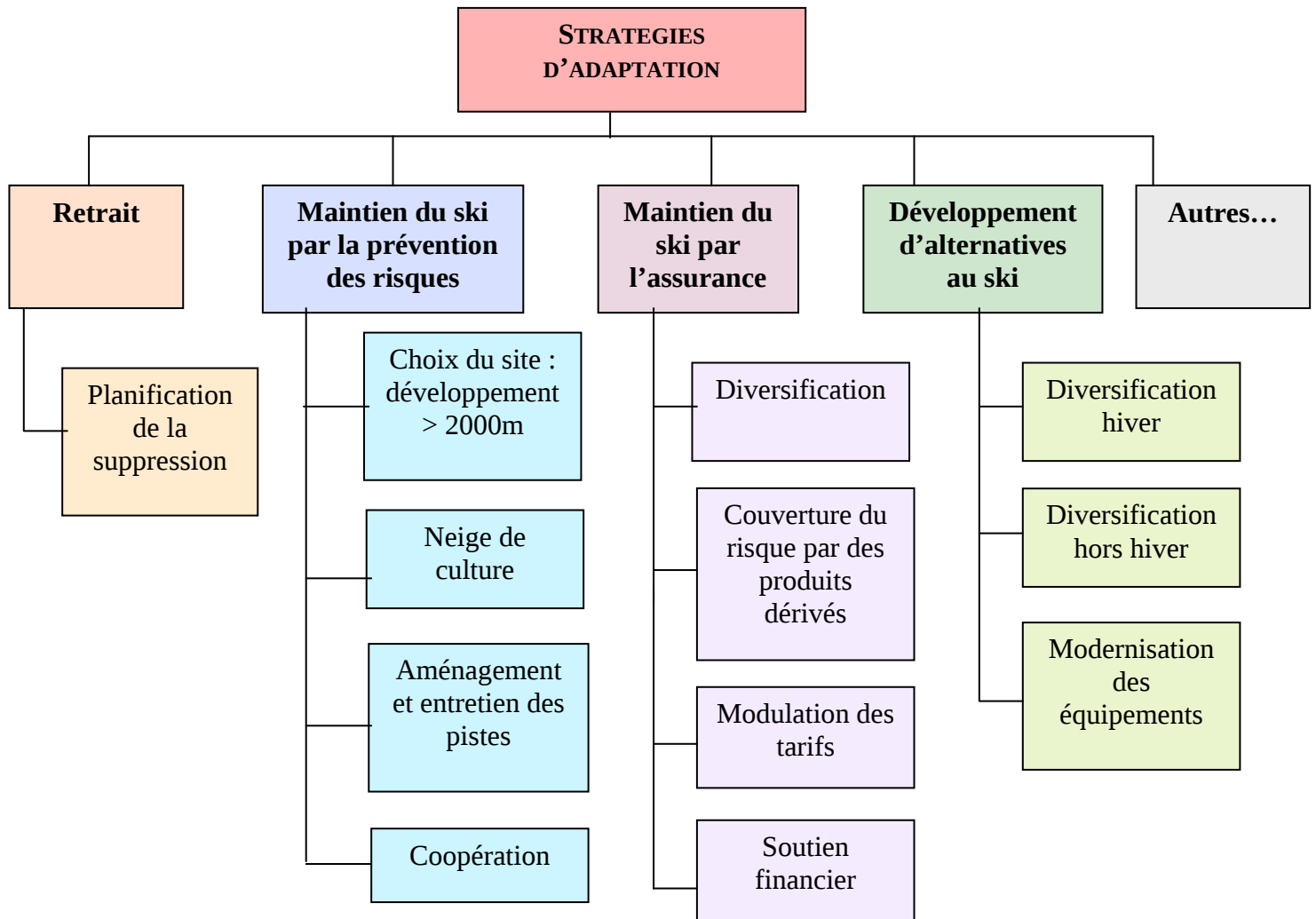


Tableau 7 : Détail des options d'adaption pour les stations

L'organisation du retrait	Le maintien du tourisme de ski par la prévention des risques	Le maintien du tourisme de ski par l'assurance des risques	Le développement d'alternatives au ski
----------------------------------	---	---	---

-Planification constructive de la suppression d'activités touristiques liées au ski (notamment pour les stations de basse altitude)

Exemples :

→ *Petit domaine skiable (DS) de Gschwender Horn (en Bavière) où retrait programmé et réussi (installations démontées, domaine utilisé pour tourisme estival et hivernal avec randonnées, VTT, raquettes...)*
→ *Initiative du réseau de collectivités de l'éco-modèle d'Achental avec service gratuit d'autocars qui transportent skieurs de 8 collectivités jusqu'aux stations où enneigement plus fiable tandis que stations plus basses se concentrent sur écotourisme*
→ *Etablissement d'un fond pour soutenir financièrement le retrait (démontage des installations notamment)*
...

-Choix du site : exploitation de terrain en haute altitude (>2000m), exposer les pistes au Nord, possibilité de relier des domaines, développement du ski sur glaciers...

Problèmes : skieurs préfèrent skier au soleil ; stratégie insuffisante pour beaucoup d'exploitants car plage d'altitude très limitée de leurs DS ; surabondance de neige en haute altitude pourrait accroître le risque d'avalanches et plus grandes exposition aux vents violents (donc perturbation voire interruption de l'activité) ; étendre les DS en altitude est onéreux ; les écosystèmes de haute altitude sont particulièrement fragiles donc opposition des défenseurs de l'environnement ; ski sur glaciers pas forcément viable à long terme alors que estimations prévoient disparition de la quasi-totalité des glaciers de toutes les Alpes d'ici 2100 (en plus il y aura instabilité des infrastructures)...

-Développer la neige de culture (option la plus envisagée par les professionnels), accroître l'efficacité des canons à neige, et enneiger les pistes de façon contrôlée
Avantages : pallier le manque de neige en début et fin de saison, meilleure maîtrise de l'enneigement aux périodes cruciales
Inconvénients : limite climatique (si température augmente coûts de production augmenteront), impact visuel, manque d'eau, consommation énergétique, impacts écologiques, coûts élevés

-Aménagement et entretien des pistes

→ Remodelage du paysage et création des pistes (terrassment, bulldozer, création de zones ombragées, ériger clôtures pour retenir neige...), investissement dans la préparation des pistes (aplanir le terrain, modifier l'exposition, engazonner...)
Objectif = réduire l'épaisseur de la neige nécessaire à la pratique du ski
Problème : incidence sur la sensibilité de la zone à l'érosion ; répercussions paysagères dommageables pour le tourisme estival

-Coopération ou fusion entre compagnies/stations

-Diversification de l'offre touristique

→ Diversification vers des activités non liées à la neige afin de limiter les conséquences d'un enneigement insuffisant

-Couverture du risque par des produits

assurantiels : mutualisation du risque d'insuffisance de neige (cela pourrait cependant retarder la prise de conscience des enjeux)

Ex de Nivalliance : système basé sur la solidarité qui prend en compte le rôle stratégique des petites stations dans la formation des jeunes skieurs (cotisation = 0,35 à 0,75% du CA des exploitations de remontées mécanique / indemnisation de 60% des baisses de CA en cas de manque de neige).

→ Utiliser les assurances contre les aléas d'enneigement et les produits dérivés météorologiques (cependant besoin de données météorologiques fiables et d'un ensemble d'acteurs confronté aux mêmes risques → coûts de transaction de l'établissement des contrats peuvent être supérieurs aux bénéfices potentiels)

-Proposer des assurances contre l'aléas

d'enneigement aux skieurs pour les convaincre de réserver un séjour même s'ils ne sont pas sûrs d'avoir de la neige (ex : réduction si certain % de pistes fermées) ou faire fluctuer les prix des forfaits en fonction du nombre de remontées mécaniques ouvertes

-Soutien financier : fonds publics pour subventionner l'exploitation des stations (mais de plus en plus utilisés pour financer l'enneigement artificiel)

-Diversification de l'offre touristique hiver et hors-hiver (constat de la fin du monopôle du ski : ¼ des touristes en station ne skient pas du tout)

→ Pratique des exploitants :

modification de l'organisation de la saison et des dates d'ouverture et de fermeture

Pour certains usages très localisés et très précis, possible recours aux revêtements synthétiques sans neige

→ Développer des stratégies innovantes en matière d'offre touristique qui répondent aux attentes nouvelles des consommateurs : développer des activités hors-ski en hiver, renforcer l'activité hors hiver par tourisme d'été (alors que changement climatique pourrait induire été plus chaud), ou tourisms de congrès, éducatif, de santé... Insister sur des produits capables d'attirer une clientèle toute l'année (ciblage et promotion d'un « capital nature » de qualité, d'un « patrimoine culturel » et artisanal important et d'un potentiel d'activités été-hiver / promotion d'une image « réserve de santé », repos et détente / accompagner cette stratégie par le maintien des services de première nécessité), ...

Problèmes : la neige peut toujours jouer rôle important dans choix destination ; l'augmentation précipitations risque de limiter l'attractivité des autres activités ; les exploitants de remontées bénéficieront moins de la diversification par rapport aux hébergeurs → *pour l'instant aucune activité de ne pourrait suppléer*

Organisation de l'adaptation : quelques considérations techniques :

→ Les stratégies d'adaptation impliquent tous les niveaux : entreprises du tourisme, collectivités locales (coordination, organisation du financement, promotion de l'image, Plan de Développement Diversifiés), Etat (fiscalité, financement). La coordination des efforts doit permettre de promouvoir des stratégies structurées pour le tourisme alpin ;

→ Les mesures d'adaptation sont influencées par beaucoup d'autres facteurs (la demande, la concurrence, les réglementations relatives à la protection de l'environnement...) donc l'adaptation est très tributaire du contexte (caractéristiques géographiques, actions des pouvoirs publics, modèles d'entreprise) ;

→ Nécessité de faire un choix entre des mesures visant à conserver le statu quo (neige de culture, interconnexion entre les sites...) et celles visant à faciliter une transition plus douce (jusqu'à maintenant l'accent a été mis sur le statu quo, alors que la transition pourrait s'avérer plus coûteuse économiquement et politiquement à court terme).

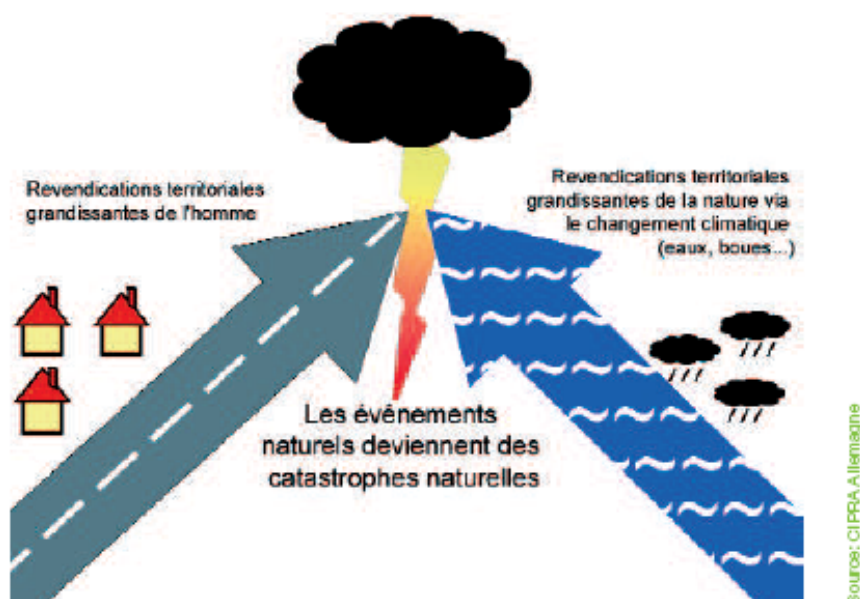
2.2. Changements climatiques et risques naturels

Sources : Agrawala (2007), Ambrosi et Courtois (2004), Beniston (2006), Bidalot (2006), ClimChAlp (Seiler, 2006), Ministère du Tourisme (2006), ONERC (2004)

- **Incidences du changement climatique sur les risques naturels dans le massif alpin**

Au vu de l'ensemble de la littérature, le discours dominant consiste à considérer que le changement climatique entraînerait une croissance des risques naturels. Néanmoins, il ne faut pas oublier que le risque correspond au croisement de l'aléa et de la vulnérabilité, et que cette vulnérabilité a justement tendance à augmenter. En effet, les menaces seront d'autant plus accrues que les constructions se poursuivent dans des zones potentiellement à risque (d'où une croissance possible des dommages matériels et humains).

Figure 5 : Les risques naturels : un croisement de l'aléa et de la vulnérabilité



On retrouve de nombreuses imbrications entre les conclusions des auteurs qui se citent mutuellement. La littérature officielle et internationale (GIEC, OCDE...) possède de ce point de vue un poids certain.

Des exemples de conséquences du changement climatique sur les risques naturels sont présentés de façon non exhaustive et synthétique dans le tableau ci-dessous (OCDE, 2007). Les travaux sur les risques naturels dans l'Arc alpin se développent cependant. Il est également possible de se reporter à la "Base ClimChAlp" pour disposer d'une synthèse complète et détaillée de ces études.

**Tableau 8 : Incidences des changements climatiques sur les risques naturels
dans l'Arc alpin (Agrawala, 2007)**

MODIFICATION DES RISQUES NATURELS	DEGRE DE CONFIANCE DANS LES CHANGEMENTS PROJETES	REGIONS LES PLUS TOUCHEES	IMPORTANCE ECONOMIQUE
<u>Risques lié au pergélisol</u> Augmentation de la fréquence des éboulements et de l'ampleur des laves torrentielles	Très élevé	Haute montagne, zones touristiques	Faible
<u>GLOF :</u> Accroissement de l'incidence des inondations par vidange de lacs glaciaires	Très élevé	Haute montagne, zones touristiques	Faible
<u>Autres risques glaciaires :</u> Plus fréquents et plus importants	Elevé	Haute montagne, zones touristiques	Faible
<u>Crues d'hiver :</u> Augmentation en intensité et en fréquence	Moyen	Basse montagne, zone densément peuplées	Très élevée
<u>Orages et tempêtes :</u> Augmentation en intensité et en fréquence	Moyen	Arc alpin, zones densément peuplées	Très élevée
<u>Eboulements de rochers :</u> Plus fréquents	Moyen	Basse et moyenne montagne	Moyenne
<u>Feux de forêts :</u> Plus nombreux dans les Alpes du Sud	Moyen	Basse montagne du Sud des Alpes	Moyenne
<u>Glissements de terrain et laves torrentielles :</u> Plus fréquents et plus importants	Moyen/Faible	Basse et moyenne montagne	Moyenne
<u>Avalanches :</u> Plus fréquentes et plus importantes à haute altitude	Faible	Haute montagne, zones touristiques	Moyenne

Remarque : les principales critiques

Si cette synthèse fait l'objet d'un relatif consensus, certains chercheurs rappellent néanmoins les limites des méthodes qui mènent à de tels constats. Ambrosi et Courtois (2004), ou Beniston (2006) rappellent ainsi la difficulté pour prédire l'importance économique d'un évènement extrême, dans la mesure où cet évènement est déjà difficile à relier au changement climatique et doit de plus être considéré dans l'ensemble complexe dans lequel il intervient (état du marché...). « *Les connaissances actuelles sur l'évaluation et la représentation formelle des impacts du changement climatique restent extrêmement modestes. Il s'ensuit de fortes incertitudes sur les résultats des approches modélisées reposant sur l'évaluation de ces coûts économiques et sociaux.* » Ambrosi et Courtois (2004 ; p. 384)

• ***Risques naturels dans les Alpes : les stratégies d'adaptation***

La nécessité de mettre en place des mesures d'adaptation dépend à la fois du degré de corrélation entre le changement climatique et le risque considéré ainsi que de l'importance générale de ce risque. Ainsi, les phénomènes extrêmes qui n'ont qu'un lien incertain avec le changement climatique (inondations, tempêtes...) doivent malgré tout être pris en compte du fait de l'importance de leurs potentielles conséquences économiques et sociales.

Tableau 9 : Exemples de mesures possibles d'adaptation

Mesures de protection et de prévention pour réduire l'exposition aux dangers	aménagement du territoire pour réduire les dommages (en limitant l'exposition)
-Développer des systèmes d'alerte précoce pour les crues, et surveiller l'évolution du pergélisol et des glaciers -Mettre en place un système intégré de gestion des catastrophes Ex : Protection globale intégrée des inondations → Prévoir une surélévation des digues, l'élargissement des surfaces de rétention, la renaturation des cours des fleuves, la création de bassins de rétention de grandes dimensions, renforcer la surveillance et l'entretien des bas-côtés et des piles de pont, renforcer le nettoyage des caniveaux (afin d'éviter les engorgements), adapter les canalisations des grandes communes aux plus fortes précipitations... -S'assurer que les procédures d'urgence et les équipements sont suffisants pour faire face à l'augmentation des risques Ex : Si augmentation des feux de forêts, nécessité de disposer de canadiers dans la région -Définir des hébergements et des infrastructures plus résistants ou plus adaptés aux situations extrêmes -Améliorer la connaissance des risques, développer une «culture du risque» à tous les niveaux (collectivités, quartiers et zones d'activités industrielles et commerciales, entreprises et bassins d'emploi, milieu scolaire...), et communiquer sur les dangers auprès des populations locales et touristiques	-Rendre les pratiques de gestion des risques plus prospectives Plusieurs stratégies : → Durcir les normes de précaution ce qui devrait conduire à des mesures plus robustes (ex de la Suisse où carte des risques ajustées, intègrent événements sur période de retour de 300 ans au lieu de 100 ans) → Prévoir des mises à jour systématiques plus fréquentes des cartes de risques (base de l'aménagement du territoire, des conditions d'assurance...) voir inclure des données sur les risques anticipés <i>Problèmes : mises à jour plus fréquentes ont un coût important de réalisation + sont la base pour planification et réglementation de l'espace donc coûts de transaction si changements significatifs fréquemment apportés</i> → Solution médiane = utiliser des cartes de risques qui prennent en compte les scénarios d'incidence future à des fins consultatives et non comme des outils de régulation -Prévoir des incitations économiques pour limiter l'implantation des infrastructures et des populations dans les zones à risque. Exemples : → Lier les primes d'assurance à l'exposition au risque. <i>Problème : beaucoup d'assureurs ne sont pas en mesure d'évaluer les risques au plan local + principe de solidarité (ne pas pénaliser plus les plus exposés)</i> → Développer une méthode pour inclure le coût d'assainissement dans le prix de construction des immeubles -Constituer, à partir d'informations provenant en grande partie du niveau local et en relation avec l'ensemble des ministères et des professionnels concernés, un inventaire des « structures essentielles » présentant une vulnérabilité, et identifier ces vulnérabilités (en vue d'envisager les mesures de protection appropriées)

Difficultés :

Les décisions sont souvent controversées car elles brident l'activité économique et imposent des coûts importants, elles sont sujettes de contentieux et politiquement difficile à soutenir (d'où la nécessité d'avoir une volonté politique affirmée dans ce domaine).

2.3. Changements climatiques et milieux agricoles et forestiers

Sources : Bidalot (2006), Convention alpine (2006), Deneux (2002), INRA (2003), OcCC (2007), Legay et Mortier (2006), Ministère du tourisme (2006), Rousset (2006)

- **Les conséquences du changement climatique sur les secteurs agricole et forestier**

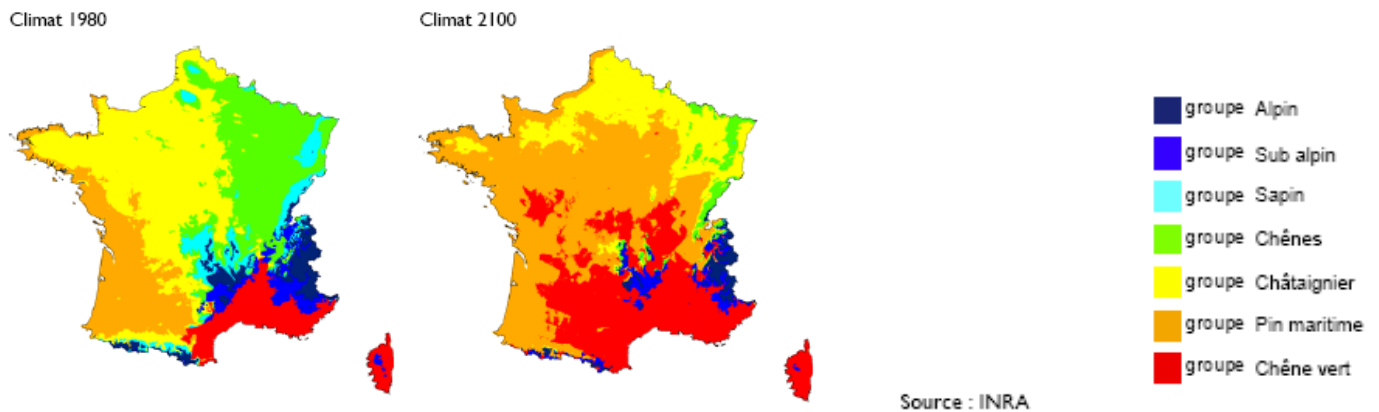
Il est généralement admis, dans la littérature scientifique, que le changement climatique aura des incidences non négligeables sur la végétation, influant de fait la gestion de l'agriculture et de la forêt (la forêt est d'ailleurs un enjeu majeur pour les Alpes puisqu'elle recouvre près de 42% du massif). Un consensus existe notamment pour estimer que le stress hydrique aura un impact beaucoup plus important sur le couvert végétal que l'augmentation des températures.

Les évolutions paysagères sont cependant difficiles à prévoir, puisqu'il reste complexe de déterminer les évolutions locales des précipitations (grandes incertitudes, notamment sur les répartitions saisonnières, au regard des conditions régionales spécifiques) et puisqu'elles résultent de la conjonction de facteurs naturels et humains. Les effets du changement climatique sur les forêts et l'agriculture ne doivent ainsi être appréciés que pour des conditions locales données. Il est de ce fait important de maintenir voire renforcer les dispositifs permanents de surveillance et d'observation. Si de grandes incertitudes subsistent, les conclusions des chercheurs s'accordent généralement pour reconnaître les points suivant :

Tableau 10 : Impacts du changement climatique sur l'agriculture et la forêt

changement climatique et agriculture	changement climatique et forêts
-Si réchauffement modéré (+2-3°C jusqu'en 2050), alors effets généralement positifs : → Augmentation de la production annuelle des prairies → Augmentation de la récolte de nombreuses plantes culturales (si besoins en eau suffisant) → Production animale qui profite de fourrages moins chers (suite à l'amélioration des rendements) et d'une plus longue période de pâture (d'où diminution des besoins en fourrages conservés et réduction des dépenses pour leur entrepôt) -Si réchauffement >2-3°C, alors inconvénients prédomineront : → Manque d'eau problématique pour plantations et élevages (la concentration du bétail autour de rares points d'eau favorise notamment la circulation de différentes maladies), augmentation des besoins en irrigation et conflits d'usage pour l'eau → Difficultés majeures pour les céréales et légumineuses à grain → Aggravation des problèmes dus aux insectes nuisibles et aux parasites des cultures (cependant prévisions difficiles sur leurs développements à long terme) -Evènements extrêmes feront augmenter les risques de dommage aux grandes cultures (les fortes précipitations vont par exemple accroître l'érosion des sols, une augmentation des chutes de grêle serait dommageables aux cultures...) -Déplacement en altitude des surfaces potentiellement cultivables (+ 1°C = + 150 à 200m ; + 2,5°C = + 350 à 500m) -Prolongation de la période de végétation : + 10 jours par °C de réchauffement en altitude (+ 3 jours en plaine)	-Allongement de la période de végétation (par avancement du débourrement et recul de la chute des feuilles) -Croissance plus rapide de la forêt (déjà depuis la fin du 19^{ème}) → Augmentation du CO₂ dans l'atmosphère contribuerait à accélérer la croissance des arbres (augmentation de 20 à 40%, selon les espèces, pour un doublement de la teneur en CO₂) <i>Remarque : Il existe cependant encore de nombreuses incertitudes quant à cette relation entre évolution du CO₂ et évolution de la productivité des arbres</i> - Moindre résistance des forêts aux maladies, en raison de sécheresses plus probables, ou d'absence de périodes de gel limitant les ravageurs -Augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes, des sécheresses et des incendies entraînerait le dépérissement de certaines surfaces boisées -Limite potentielle de la forêt s'élève de 150 à 200m par °C de réchauffement -Evolution de la répartition des espèces : → Si augmentation de température moyenne de 2°C, alors possible changement du type de végétation dans 45% de toutes les forêts : remplacement notamment des conifères par des feuillus à altitude moyenne → Epicéas vont prendre de l'altitude et autres espèces, plus fragiles, comme mélèze vont quasiment disparaître (car climat moins propice) selon une étude du laboratoire d'écologie alpine (LECA) -Très forte régression des groupes « Chênes » et alpin d'ici 2100 (simulation par l'INRA -Figure 39) -Augmentation des risques d'incendies (dus aux sécheresses), d'autant plus risqués que les services locaux ne sont pas équipés en moyens suffisants (canadaïrs)

Figure 39 : Impact du changement climatique sur la forêt



- ***L'adaptation de la gestion agricole et forestière***

L'adaptation passe par 2 axes principaux :

- Anticiper le changement (choix des essences et provenances adaptées, dynamiser sylviculture...),
- Accompagner le changement (gérer les crises provoquées par les aléas, récolter les peuplements surannés...).

Le tableau suivant propose des exemples possibles d'actions à mener en vue d'adapter la gestion agricole et forestière au changement climatique. Le tableau 12 présente, plus concrètement, les mesures envisagées dans le cadre du Grenelle de l'Environnement.

Tableau 11 : Exemples d'adaptation de la gestion agricole et forestière

Adaptation de l'agriculture	Adaptation de la gestion des forêts
-Veiller au choix des plantes culturales (sélection végétale et examen des variétés) <i>Ex : Opter pour des variétés à moins haut rendement mais plus résistantes à la sécheresse et plus robustes</i> -Veiller au choix des procédés culturaux <i>Ex : Adapter le moment des semailles, proscrire la jachère, développer l'irrigation de façon mesurée et judicieuse (éviter les sites menacés et planter des cultures demandant moins d'eau)</i> -Nécessité d'économiser l'eau : avancer les semailles ou la fumure de couverture, couvrir le sol le plus possible (avec matériaux végétaux), renoncer au labourage en été (mesure qui diminue aussi l'érosion du sol), utiliser l'irrigation au goutte à goutte dans les cultures en sillon, arrêter l'irrigation par aspersion quand il y a du soleil... (Cf. Grenelle de l'Environnement) -Veiller au choix de la conduite des exploitations <i>Ex : Diversifier d'avantage les exploitations (à l'échelon régional) pour minimiser les risques et évaluer les risques dans la planification (se référer à des cartes de dangers naturels)</i> -Faire entrer les nouveaux savoir-faire dans les cycles de formation -Mise en application de pratiques agricoles limitant les émissions de gaz à effet de serre, notamment pour les engrais.	-Développer une gestion adaptée de la forêt pour accroître son rôle de régulation des émissions de CO₂ : → Poursuivre la politique de boisement des terres agricoles → Raisonner au mieux le choix d'espèces adaptées en fonction des milieux, en privilégiant les mélanges d'essence (notamment dans les zones où l'espèce principale en place devrait régresser sous l'effet du changement climatique) → Accroître l'utilisation des produits forestiers en stimulant la compétitivité de la filière bois (par des outils économiques et fiscaux par exemple - Cf Grenelle de l'Environnement) → Préserver la fertilité des sols forestiers (limiter l'érosion et limiter les dégâts causés par les engins forestiers) -Raisonner la prise en compte du changement climatique dans les documents d'orientation de la gestion forestière actuellement en cours de rédaction (Directives régionales d'aménagement et Schémas régionaux d'aménagement) <i>Ex : donner des critères de choix pour aider les gestionnaires dans la sélection des essences</i> -Lutter contre les espèces invasives -Faire évoluer le périmètre des aires protégées si besoin -Maintenir et favoriser la biodiversité qui est un atout pour l'adaptation des écosystèmes forestiers (par des corridors écologiques, la non fragmentation des massifs forestiers...) -S'orienter vers l'assurance pour les peuplements de valeurs afin de réduire les conséquences économiques du risque tempête -Maintenir et renforcer les réseaux d'observation de la forêt (nationaux et locaux)

Remarque :

Une question risque de se poser au regard de l'évolution et, surtout, de la migration possible des espèces : comment assurer la continuité de la production de produits liés à une zone d'origine ou à un terroir ?

Le Grenelle de l'Environnement prévoit d'ores et déjà l'application de diverses mesures d'adaptation dans les secteurs agricoles forestiers :

Tableau 12 : Les mesures du Grenelle de l'Environnement dans les secteurs de l'agriculture et de la forêt

Les mesures du Grenelle de l'Environnement	Agriculture
	-Structurer la filière « agriculture biologique », pour lui permettre de satisfaire la demande intérieure : atteindre 20% de produits biologiques dans la restauration collective (d'ici 2012 pour le public) ; intégrer les produits de saison et les produits locaux de proximité -Passer en agriculture biologique à 6% de la SAU en 2010 et viser 20% en 2020 -Mettre en place dès 2008 une démarche de certification environnementale volontaire des exploitations et intégrer dès 2008 les prescriptions environnementales dans les produits d'AOC (base volontaire) -Promouvoir l'organisation des acteurs agricoles et non-agricoles sur un territoire (mesure à expérimenter dans les PNR) -Lancer une politique nationale de réhabilitation des sols agricoles et de développement de la biodiversité domestique, cultivée et naturelle dans les exploitations -Développer une irrigation économe en eau : diminuer les prélèvements pendant les périodes de faibles eaux (gestion collective de quotas), construire des stockages... -Suivre de manière précise la consommation d'eau et réaliser des bilans énergétiques des exploitations agricoles
	Forêts
	-Privilégier la valorisation locale du bois dans les projets de développement locaux et les projets de territoire -Renforcer la démarche de certification et privilégier l'emploi du bois certifié dans les constructions publiques (100 % du bois acheté par l'Etat sera du bois certifié à compter de 2010) -Promouvoir le bois éco-matériau dans la construction, dans le cadre d'un plan national en faveur du bois -Adapter les normes de construction au matériau bois. -Mettre en place un label de construction « réalisé avec le bois ». -Reconnaître et valoriser les services environnementaux de la forêt.

2.4. Changements climatiques et ressource en eau

Source : ANMSM (2007), Base ClimChAlp (2007), Bidalot (2006), CIPRA (2006), Convention alpine (2006), Deneux (2002), Direction du Tourisme (2007), Etchevers et Martin (2002), Grenelle de l'Environnement (2007), MEDD-MIES (2002), MIES (2007), OcCC (2007), OIEau (2006), ONERC (2006)

• Les conséquences du changement climatique sur la ressource en eau

Le changement climatique aura des conséquences non négligeables sur la ressource en eau qui impacte de façon transverse les milieux, tant naturels que socio-économiques (tourisme, énergie...). Point de départ de tous les fleuves de la planète, les montagnes jouent ici un rôle stratégique. Les Alpes représentent par exemple des parties importantes des bassins versants de grands fleuves européens. Ainsi, 20% des eaux du Rhône et 67% des eaux du Rhin proviennent de la zone alpine. Il existe cependant peu d'études localisées sur l'évolution de la ressource en eau dans le massif alpin. Celle qui tient lieu de référence est, de nouveau, l'étude d'Etchevers et de Martin sur *L'impact du changement climatique sur le manteau neigeux et l'hydrologie des bassins versants de montagne* (2002).

L'impact du changement climatique sur la ressource en eau est finalement difficile à prévoir. Il ne peut pas être facilement isolé de celui des autres changements affectant le milieu continental, en particulier ceux liés aux activités humaines (artificialisation généralisée des transferts de flux hydriques par les très nombreux aménagements hydrauliques ou agricoles notamment). La disponibilité de la ressource en eau dépend également de la variabilité des précipitations, elles-mêmes très incertaines (avec de fortes variations locales : les versants qui sont exposés au vent vont notamment subir des précipitations beaucoup plus fortes et ceux qui se trouvent sous le vent ou à l'intérieur du massif vont être déficitaires en eau). Enfin, la nécessité de coupler les différentes échelles spatiales, du local au global, rend les projections sur les zones de montagne difficiles (Tessier, CNRS, 2007). Il convient ainsi de rester prudent dans les projections futures, la disponibilité de la ressource en eau étant largement dépendante de l'état du milieu récepteur pour lequel on ne peut formuler que des hypothèses. On peut cependant espérer que le développement récent des modèles à méso-échelle (ARPEGE de Météo-France) permettra, à brève échéance, de proposer des résultats plus fiables sur lesquels les stratégies d'adaptation pourront s'appuyer.

Tableau 13 : Impacts possibles du changement climatique sur la ressource en eau dans les milieux alpins

Sous-secteur	Impacts possible du changement climatique sur la ressource en eau
Précipitations (tendances générales)	-Augmentation en hiver (de 15% si doublement teneur en CO₂) / Diminution en été -Elévation de la limite pluie/neige (d'où diminution des stockages intersaisonniers) <i>Remarques :</i> → Il reste difficile d'établir avec certitude l'existence d'une corrélation entre le changement climatique et l'évolution du régime des précipitations. Il convient d'améliorer encore les modèles pour appréhender le cycle de l'eau et les précipitations à des échelles plus localisées (au niveau national par exemple) → Tout changement du régime des précipitations en montagne aura des conséquences sur les systèmes hydrologiques et indirectement sur les processus érosifs (fortes précipitations vont par exemple accroître l'érosion des sols) et la végétation
Régimes hydriques / qualité des eaux	-Les débits hivernaux augmentent sensiblement (car plus grande proportion de précipitations liquides), alors que les débits estivaux sont réduits jusqu'à 50 % -Étiages beaucoup plus prononcés en juillet et août (car plus grande évapotranspiration) -Forts débits printaniers généralement réduits et apparaissent 1 mois plus tôt (car fonte du manteau neigeux plus précoce et précipitations neigeuses diminuent) -Bassin versant du Rhône : tendance à la hausse des hauts débits (+12% selon le scénario CNRMHR) / tendance inverse pour les eaux moyennes et les étiages du Rhône -Aggravation possible des problèmes de pollution des eaux (dus à une forte fréquentation de masse et à une concentration des touristes dans les stations et sur de courtes périodes) <i>Exemples : 15% des stations touristiques rejettent encore leurs eaux usées sans traitement ; 60% des installations d'épuration n'ont pas un fonctionnement satisfaisant</i> → La pollution des torrents et rivières en amont dégrade la qualité des eaux des fleuves en aval → L'impact le plus marquant provient des aménagements créés sur les « Masses d'Eau » de montagne : barrages hydro-électriques, seuils, endiguements... → La neige de culture n'a, semble-t-il, pas d'impact sur la qualité de l'eau des ressources, mais il faut rester vigilant car les connaissances acquises, à propos des additifs, sont encore limitées.
Manteau neigeux et glaciers	-Diminution générale des hauteurs de neige (environ -16 cm), de l'accumulation maximale et de la durée de l'enneigement qui impacte les eaux de ruissellement et le stockage de l'eau en altitude, et donc les débits restitués en été → Diminution forte à basse et moyenne altitude (réduction de 50 % du manteau neigeux, voire parfois disparition) → Diminution moins sensible en haute montagne (- 20% pour l'accumulation maximale). -Les surfaces enneigées pendant l'hiver diminuent en moyenne de 25 à 40 % suivant les scénarios, ce qui

	aura des répercussions sur la disponibilité en eau -Recul des glaciers (qui constituent une réserve en eau importante)
Agriculture-forêt-biodiversité	-La modification du régime hydrique devrait être l'élément le plus déterminant à moyen terme pour les arbres et les peuplements forestiers <i>Remarque : au-delà des hauteurs annuelles, c'est la répartition saisonnière des précipitations qui est importante pour la forêt</i> -Possible diminution du contenu en eau des sols -Les cultures irriguées devraient être soumises à de fortes contraintes de disponibilité en eau (vallée du Rhône) → Baisse possible de la production à cause du manque d'eau d'irrigation <i>Exemple : sous scénario 2xCO₂ par le modèle ARPEGE-CLIMAT, réduction de la durée du cycle du maïs de 21 % se traduisant par une perte en rendement de 15 %. Le raccourcissement de la durée du cycle induit une augmentation de la dose d'arrosage de 14 %</i> -Manque d'eau problématique pour l'élevage (la concentration du bétail autour de rares points d'eau favorise notamment la circulation de différentes maladies) -Diminution de la production des cultures et des fourrages car ralentissement de l'activité photosynthétique (suite aux sécheresses), selon une étude du LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement) <i>Remarque : Ces résultats contredisent les estimations de la communauté scientifique selon lesquelles le réchauffement climatique entraîne une augmentation de la productivité végétale (cela dépendrait finalement de la disponibilité en eau)</i> -Risques des sécheresses pour les forêts (dans les Alpes du Sud notamment) qui les rendent plus vulnérables aux incendies, maladies et attaques d'insectes
Dangers naturels de l'eau (crues, sécheresses)	-Risques accrus d'inondation car moins grande rétention d'eau sous forme solide -Augmentation du nombre de crues à des altitudes < à 1500m, en hiver et au printemps → Pic de crue des rivières alpines au mois de mai (car fonte nivale précoce) -Pas de changement significatif du nombre de crues en haute montagne -Périodes sèches plus longues en été notamment dans les Alpes du sud → Déficit hydrique très important sur une partie des Alpes du Sud dans le département des Alpes de Haute-Provence et l'Est des Hautes-Alpes
Utilisation de l'eau : énergie hydroélectrique	-A court terme (exemple de la canicule de l'été 2003) : fonte des glaciers des Alpes qui accroît la quantité d'eau turbinée par les centrales donc augmentation des rendements -Mais, à long terme : → Baisse de la production hydroélectrique par les centrales à accumulation (précipitations annuelle diminueront et plus grande évaporation) → Légère baisse de productivité des centrales au fil de l'eau → Centrales nucléaires aussi affectées car moins grande capacité de refroidissement (hausse température de l'eau, diminution des débits) <i>Question : dimension des centrales actuelles sera-t-elle encore adaptée en cas de changement de régime hydrologique ?</i> -Crues et instabilité des pentes qui menacent les installations
Activité touristique	-Problème de disponibilités en eau pour la consommation : → Le tourisme consomme de l'eau pour de multiples utilisations (potable et sanitaire, espaces verts des hébergements, activités de loisirs comme piscines, golfs, ou enneigeurs...) → Problème : pression du tourisme est la plus forte au moment où les ressources en eau sont rares et demandées par l'irrigation. Elle est souvent localisée dans des lieux disposant de ressources limitées. -Approvisionnement en eau des installations d'enneigement artificiel plus difficile si augmentation des températures et conflits d'usage pour la ressource en eau -La diminution des débits et des niveaux favorise l'eutrophisation et diverses formes de pollution des eaux intérieures (près des lacs et rivières) très défavorables à des usages touristiques -Conditions d'approvisionnement en eau potable pourraient être affectées localement -Diminution du contenu en eau des sols aura des répercussions sur les paysages

- ***Ressource en eau et changement climatique : les stratégies d'adaptation***

Afin de s'adapter aux conséquences du changement climatique sur la ressource en eau, il convient d'adopter des stratégies de gestion des ressources hydriques assez souples pour prendre en compte des situations en discontinuité avec les situations actuelles. S'adapter au manque de disponibilité en eau renvoie notamment à des problématiques de stockage et à la définition de priorités par rapport aux usages concurrents. Cette question est principalement traitée au niveau national, aucune étude concernant l'adaptation de la ressource en eau ne porte plus localement sur le secteur alpin.

Des mesures possibles d'adaptation sont présentées dans le tableau ci-dessous, qui rappelle par exemple les mesures prises dans le cadre du Grenelle de l'Environnement et les mesures à prendre dans des secteurs spécifiques (tourisme, agriculture...).

Tableau 14 : Exemples de mesures d'adaptation pour gérer l'impact du changement climatique sur la ressource en eau

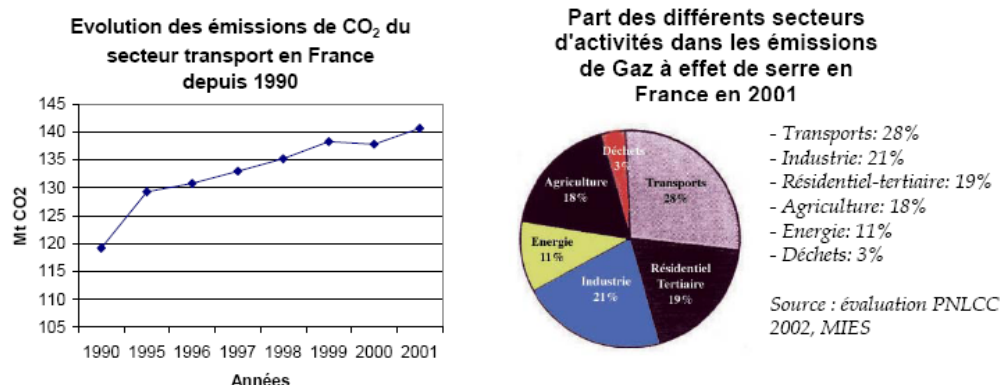
Sous-secteurs	Mesures d'adaptation possibles
Politique nationale : le Grenelle de l'Environnement sur la question de l'eau	-Associer tous les partenaires à la gestion intégrée de l'eau et mettre en œuvre une gestion quantitative de l'eau ajustée aux ressources disponibles → Achèvement des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (au niveau des bassins versants) et des programmes de mesures associés en 2009 → Réalisation de SAGE (à l'échelle des agences de l'eau) dans les zones à conflits d'usage autour de l'eau <i>Remarque : la solidarité amont-aval (souhaitée par l'ANEM et consistant à faire participer la plaine à la gestion de l'eau) est ouverte par le système des agences de l'eau</i> -Retrouver une bonne qualité écologique des eaux et en assurer le caractère renouvelable <i>Exemples : protéger les 500 captages d'eau potable les plus menacés d'ici 2012 ; interdire le phosphate dans les lessives d'ici 2010 ; généraliser la couverture des sols en hiver en tenant compte des conditions locales ; généraliser la détection de fuites dans les réseaux et programmer les travaux nécessaires ; adapter les prélèvements aux ressources (diminuer les prélèvements pendant les périodes de faibles eaux : gestion collective de quotas et construction de stockages compatibles avec les contraintes environnementales) ; développer la récupération des eaux pluviales ; développer la réutilisation des eaux usées et de façon plus générale les projets innovants de gestion de la ressource (recharge de nappes, etc.) ; assurer un meilleur entretien des cours d'eau ; restaurer la continuité des écosystèmes d'eau douce et réduire les obstacles les plus problématiques à la migration des poissons...</i> -Mettre aux normes les stations d'épuration, d'ici 2009 (2012 pour les stations pouvant justifier de contraintes techniques incontournables) -Réduire l'exposition des populations aux inondations : par des travaux de protection, par la prévention et par la maîtrise de l'urbanisation
Tourisme	-Adopter des mesures restrictives en cas d'eutrophisation et de pollution des eaux intérieures (exemple passés : interdiction de pêche en 2003, interdiction de canoë-kayak en 2006) -Penser l'adaptation des stations de sports d'hiver au regard de leurs spécificités (voir tableau changement climatique et tourisme) <i>Exemple : si ressource en eau limitée alors cesser le développement de l'enneigement artificiel (car besoins importants en eau potable durant la saison touristique où population multipliée jusqu'à 10)</i>
Agriculture	-Développer l'irrigation de façon mesurée et judicieuse (éviter les sites menacés et planter des cultures demandant moins d'eau) → Exemples de mesures visant à économiser l'eau dans le secteur agricole : avancer les semailles ou la fumure de couverture, couvrir le sol le plus possible (avec matériaux végétaux), renoncer au labourage en été (mesure qui diminue aussi l'érosion du sol), utiliser l'irrigation au goutte à goutte dans les cultures en sillon, arrêter l'irrigation par aspersion quand il y a du soleil...
Evénements extrêmes liés à la ressource en eau (crues...)	-Dommages principalement liés à une plus grande vulnérabilité (utilisation humaine des bassins versants : toujours plus d'infrastructures construites dans des zones exposées) → Eviter de bâtir dans les zones menacées (limiter la vulnérabilité) → Protection adéquate des bâtiments existant (dans les zones moins menacées) → Mesures de génie civil quand pas d'autres choix (adapter leur ampleur suivant l'ampleur économique supposée des dégâts) → Préparer une planification d'urgence (si crues plus importantes que prévues), pour limiter les dommages, comme détournement en cas de surcharge, évacuations, digues mobiles, mesures d'aide d'urgence... → Adapter les canalisations des plus grandes communes aux plus fortes précipitations

2.5. Changements climatiques et transports

Sources : ANMSM (2007), Bidalot (2006), Convention alpine (2006), Deneux (2002), France Nature Environnement (2007), Grenelle de l'Environnement (2007), Initiative Transport Europe (2007), OcCC (2007), ONERC (2004), RAC (2005), Réseau Action Climat (2005), Rousset (2006)

- **Réduire les émissions de GES dans le secteur des transports**

Les transports constituent en France un des secteurs le plus émissif de gaz à effet de serre (27% des GES en 2004), il est donc devenu indispensable d'en réduire les émissions.



Les Alpes sont particulièrement touchées par cette problématique puisque 80 millions de voitures y circulent chaque année (FNE, 2007), du fait du trafic transalpin de marchandises, du tourisme (80% des touristes viennent en voiture) ou encore du trafic journalier/urbain (en constante progression). La pollution y est d'ailleurs 3 fois plus forte qu'en plaine du fait notamment de la topographie (versants montagneux abrupts qui retiennent la pollution). Ainsi, les Alpes représentent un acteur de 1^{er} plan pour contribuer à la diminution des GES.

Il existe cependant peu d'informations localisées sur les transports, leur contribution à l'effet de serre et les actions de réduction possibles. La littérature ne fait généralement que décliner les actions globales et nationales au niveau alpin, sans prendre acte des spécificités de cet espace.

Les stratégies d'atténuation font ainsi l'objet de mesures spécifiques, au niveau national, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. Celles-ci sont présentées de façon non exhaustive dans le tableau suivant (tableau 15):

Tableau 15 : Les mesures du Grenelle de l'Environnement dans le secteur des transports

Transports	Route et véhicules particuliers
	- Limiter les nouvelles infrastructures routières et autoroutières (seulement quand congestion et intérêt local ou sécuritaire) - Suppression à terme des trajets routiers longue distance (> 500 km) des camions en transit - Faciliter le report modal : 1 500 kilomètres de lignes nouvelles de tramways ou de bus protégées dans les 10 ans ; coordination entre les autorités organisatrices pour aboutir à une harmonisation des titres de transport... - Mise en place d'une éco-pastille à vocation annuelle sur les nouveaux véhicules avec bonus-malus (calculés sur les émissions de CO₂) - Soutien de l'Etat à la construction d'un marché des véhicules hybrides et électriques (recherche, avantages fiscaux aux voitures électriques, commande publique massive) - Aide au renouvellement du parc automobile au profit des voitures les moins polluantes - Comportement : définition d'un programme d'éco-conduite nationale, avec expérimentation de voies réservées sur les autoroutes et les entrées des agglomérations, pour les transports collectifs, le co-voiturage et les taxis ainsi que la mise en place éventuelle d'une réduction de la vitesse des véhicules - Mise en place des mécanismes incitatifs, comme l'instauration d'une écotaxe kilométrique sur les poids lourds pour l'utilisation du réseau routier national non concédé
	Rail
	- Doubler les réseaux de ligne à grande vitesse (LGV) : 2 000 kilomètres de LGV supplémentaires lancées d'ici à 2020, étude de 2 500 kilomètres supplémentaires à plus long terme - Concertation d'ici l'été 2008 avec les collectivités territoriales (en particulier les régions) sur le programme de LGV (priorités, tracés, alternatives à la grande vitesse...) - Augmentation de 25 % de la part du fret ferroviaire d'ici 2012 : libération de sillons au profit du fret et nouvelles lignes dédiées à priorité fret - Promotion du transport combiné - Création d'autoroutes ferroviaires (faire transporter les camions par des trains)
	Transport aérien : réduction massive des émissions
	- Réduction des consommations unitaires et des nuisances des appareils (grâce aux programmes de recherche) - Réduction du bruit de 50 % (moins 10 dB par mouvement) - Renouvellement accéléré des flottes : 20 % des appareils les plus anciens sont responsables de 60 % des émissions - Intégration du transport aérien dans le système européen d'échanges des permis d'émission - Etude de la mise en place d'une taxe pour les avions sur les lignes intérieures lorsque existe une alternative ferroviaire de même qualité
	Transport maritime/fluvial
	- Programme de développement massif d'autoroutes maritimes, sur la façade atlantique (France – Espagne) et la Méditerranée (France – Italie, France - Espagne)

Le rôle spécifique à tenir pour les Alpes dans cette stratégie visant à limiter les émissions de GES dans le secteur des transports n'est quasiment jamais évoqué de façon détaillée. Des mesures spécifiques à prendre au niveau alpin sont néanmoins précisées par l'ANMSM dans la *charte nationale en faveur du développement durable dans les stations de montagne* :

Tableau 16 : Réduction des GES dans le secteur des transports du massif alpin (d'après l'ANMSM, 2007)

secteur	Stratégies de réduction des GES dans les transports : exemples de moyens
Fret	-Optimiser le transport de marchandises pour la desserte de la station -Favoriser les circuits courts avec approvisionnement de produits locaux
Transports collectifs / Transports alternatifs	-Penser l'accès à la station → Travailler en partenariat avec CG, CR et autres acteurs du transport pour favoriser un accès à la station alternatif à la voiture (transport en commun, covoiturage...) → Développer une offre de transport appropriée (horaires, fréquence) et une politique tarifaire attractive (ex : prix du forfait de remontées mécaniques réduit si covoiturage) → Aménager les gares routières (avec bagagerie et centre d'accueil) -Penser à l'échelle du territoire → Mettre en œuvre un plan global de déplacement alternatif à la voiture Exemples : développer transports collectifs, marche à pied, vélo, véhicules électriques... ; organiser le stationnement pour inciter les touristes à ne pas utiliser leur véhicule durant leur séjour et réserver des zones de stationnement pour le covoiturage et les dessertes collectives ; assurer une bonne connexion entre station-aire de stationnement-réseaux de transports en commun ; mettre à disposition des véhicules électriques et hybrides en auto partage sur la station ; faciliter la circulation des piétons → Inciter et informer la population permanente et touristique à l'utilisation des transports alternatifs
Loisirs	-Limitation de certains types de loisirs motorisés -Développement de pistes cyclables et de parcours piétonniers

• **Éléments pour une stratégie d'adaptation des transports au changement climatique**

Il faut enfin noter que la littérature concernant le secteur des transports porte principalement sur la question de la réduction des émissions de GES. La problématique de l'adaptation des transports aux conséquences du changement climatique est quant à elle quasiment absente. Seuls quelques éléments sont soulevés, comme indiqués dans le tableau ci-dessous (tableau 17), mais ils restent également très généraux (ils ne sont pas spécifiques au massif alpin).

Tableau 17 : Stratégies d'adaptation des transports au changement climatique

Conséquences du changement climatique sur le système naturel	Conséquences du changement climatique sur les transports	Stratégie d'adaptation
Augmentation des précipitations	-Menace sur la stabilité des sillons ferroviaires -Affecte les bas côtés et les piles des ponts et apporte davantage de débris dans les caniveaux	-Renforcer la surveillance et l'entretien des bas-côtés et des piles de ponts ainsi que le nettoyage des caniveaux
Augmentation des températures	-Risque accru de déformation des rails	-Adapter la construction des rails
Phénomènes extrêmes	-Risque plus important de coupures des voies de communication car éboulements et chutes de pierres si augmentation de la température -risques accrus de coupures par des inondations en raison d'hiver plus humides et de tempêtes	-Renforcer les mesures de sécurité -Prévoir la protection contre les inondations, ou le déplacement des infrastructures exposées -Prévoir les tracés de manière à réduire les interruptions de liaisons

2.6. Le changement climatique et les secteurs de l'énergie et de la construction : les stratégies d'adaptation

Sources : Climalp (2004), Convention alpine (2006), Deneux (2002), Grenelle de l'Environnement (2007), OcCC (2007), ONERC (2004), Rousset (2006)

La question de la réduction des émissions de GES dans les secteurs de la construction et de l'habitat est d'actualité. Jusqu'à présent, les choix architecturaux n'ont pas été effectués à partir du critère de moindre émission de carbone, mais à partir de considérations esthétiques, de coût et de facilité à se procurer les matériaux, ce qui devrait changer.

L'habitat, la construction font désormais l'objet de mesures nationales spécifiques, adoptées lors du Grenelle de l'Environnement, qui devraient contribuer à l'objectif de division par quatre des émissions d'ici à 2050

Tableau 18: Les mesures du Grenelle de l'Environnement dans le secteur des transports

Secteur	Exemples de mesures proposées par le Grenelle de l'Environnement
Bâtiment / Aménagement	Nouvelles constructions
	- Dans le public et le secteur tertiaire : dès 2010 bâtiments et équipements publics de basse consommation (50 KWh/m ²) ou à énergie passive ou positive - Dans le privé: dès 2010 objectif d'un tiers des constructions en basse consommation ou à énergie passive ou positive (réglementation THPE) ; généralisation de la basse consommation en 2012 et généralisation de l'énergie passive ou positive en 2020 - Promouvoir le bois éco-matériau dans la construction, dans le cadre d'un plan national en faveur du bois - Adapter les normes de construction au matériau bois. - Mettre en place un label de construction « réalisé avec le bois ».
	Bâtiments anciens : rénovation de l'existant
	- Dans le public : bilan carbone/énergie de tous les bâtiments ; rénovation thermique ; accès aux handicapés - Dans le privé : mécanismes incitatifs puissants (crédit d'impôt « développement durable » ; déductibilité fiscale étendue; « prêts CO ₂ » à taux réduit ; certificats d'économie d'énergie...) ; diagnostics de performance énergétique
	Urbanisme
	- Clarifier les compétences territoriales : renforcer le rôle des intercommunalités - Lancer un programme ambitieux de reconquête des centres-villes en déclin - Engager un plan volontariste d'écoquartiers impulsé par les collectivités territoriales <i>Remarque : En Savoie, la commune de Cognin a par exemple entrepris de se doter d'un éco-quartier</i> - Inciter à une planification globale de l'urbanisme, intégrant transport, logement, espaces publics, commerce, et généraliser les SCOT (schémas de cohérence territoriale) dans les zones sensibles - Renforcer le caractère opposable des SCOT ; introduire dans les SCOT des critères de performance énergétique et d'émissions des GES - Généraliser les plans « Climat-énergie » territoriaux d'ici à la fin de 2012, à l'échelle des communautés d'agglomération, des communautés urbaines et des territoires de projets tels que pays et PNR - Introduire l'adaptation au changement climatique et la maîtrise de l'énergie dans les objectifs de l'aménagement du territoire (la maille estimée pertinente est celle des bassins de vie et des communautés d'agglomérations ou des communautés urbaines de 100 à 150 000 habitants) - Permettre de lutter concrètement contre l'étalement urbain : obligation d'étude d'impact (interdiction d'ouvrir de nouvelles zones importantes à l'urbanisation sans programmation de transports en commun adaptés ni évaluation de la perte induite en espaces agricoles et naturels) ; inscription dans les documents d'urbanisme d'objectifs (chiffrés) de réduction de la consommation d'espace ; meilleure articulation des différentes politiques publiques dans les documents d'urbanisme ; création de « zones de densification environnementales » (ZDE), à proximité immédiate des transports en commun

De même, dans le secteur de l'énergie, des mesures ont été adoptées en vue de dépasser une proportion de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie. La compétitivité des énergies renouvelables devrait d'ailleurs augmenter en raison de la montée des prix des énergies conventionnelles. Ces mesures sont présentées de façon non exhaustive dans le tableau ci-dessous (tableau 19) :

Tableau 19 : Les mesures du Grenelle de l'Environnement dans le secteur de l'énergie

Energie	Connaitre les prix écologiques
	-Donner une indication du prix carbone (ou prix écologique) : étiquetage des produits pour la grande distribution d'ici fin 2010, et extension de l'étiquetage énergétique à tous les appareils électriques de grande consommation
	-Donner un avantage compétitif aux produits vertueux (expérimentation préalable sur une vingtaine de familles de produits)
	-Donner un prix au carbone par la contribution climat / énergie
	-Obligation de réaliser un bilan carbone pour toute personne morale de plus de 50 personnes, d'ici 3 ans
	Lancer un programme d'énergies renouvelables
	-Développement des différentes filières : hydraulique, éolien, biomasse (plan de mobilisation de la biomasse et de la chaleur renouvelable avec création d'un fonds pour la chaleur renouvelable), géothermie, photovoltaïque, solaire (plan national « bâtiments soleil » avec intégration du solaire au bâti)
	-Valorisation du potentiel de production d'électricité de chaque exploitant agricole (objectif de 30 % des exploitations autonomes énergétiquement en 2013)
	-Augmentation de la recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie

Si des mesures sont prises dans ces deux secteurs au niveau national, la littérature scientifique reste très générale et la spécificité alpine est très peu prise en compte.

Les rares études portant plus particulièrement sur les Alpes mettent surtout en avant le rôle possible de l'industrie du bois (en tant que matériau de construction qui fixe le CO₂ et combustible sans conséquences pour l'environnement). Les Alpes comptent en effet une superficie forestière plus importante que la moyenne nationale (les forêts recouvrent 42% de la superficie du massif alpin) qui pourrait être mieux exploitée localement.

Le Grenelle de l'Environnement propose déjà plusieurs mesures afin de développer et de promouvoir l'économie forestière et l'industrie du bois. D'autres mesures pourraient également être envisagées, telles que :

- Développer un concept régional d'exploitation, indépendant des régimes de propriété, et créer des centres de logistique pour le bois, coordonnant de manière interrégionale la demande, l'offre et la transformation du bois.
- Viser au regroupement des unités d'exploitation pour réduire les coûts d'exploitation et de production du bois et pour permettre aux exploitants d'occuper une meilleure position sur le marché.
- Promouvoir le débardage par câble (dans les zones sensibles difficiles d'accès) et sa formation.

Certains mettent également l'accent sur le rôle potentiel des énergies solaires (considérant l'absence de brouillard sur les hauteurs alpines) et hydrauliques (déjà largement exploitée dans les Alpes). La société Solar Euromed a d'ailleurs signé le 16 octobre dernier une convention avec le Conseil Général des Hautes-Alpes pour construire la première centrale solaire française à concentration de Grande Puissance.

On pourrait également s'interroger sur l'opportunité de proposer une démarche HQE labellisée « montagne », prenant en compte les spécificités de l'espace montagnard dans les constructions (utilisation de la pente...).

Le changement climatique impactera très certainement les milieux naturels et les activités socio-économiques de montagne de façon non négligeable. Même s'il reste encore difficile de déterminer l'incidence exacte de ces changements, des tendances générales tendent à se dessiner et ne peuvent plus être négligées. Les pouvoirs publics tout comme les acteurs locaux doivent ainsi d'ores et déjà prendre la mesure des changements à venir en vue de préparer au mieux l'adaptation de leurs territoires.

Chapitre 2. Les démarches engagées autour du changement climatique dans le massif alpin

Depuis plusieurs années, les démarches liées à la problématique du changement climatique se sont multipliées à toutes les échelles de territoires.

Ce sont, dans un premier temps, des plans d'actions visant à contenir l'évolution annoncée en limitant, voire en diminuant, les émissions de gaz à effet de serre. Ces démarches se réfèrent aux grands accords internationaux (protocole de Kyoto) ou aux politiques européennes ou nationales qui en découlent (livre vert de l'Union Européenne², facteur 4, ...).

Le protocole de Kyoto est entré en vigueur en février 2005. Il impose une réduction chiffrée des émissions des principaux gaz à effet de serre pour une trentaine de pays industrialisés. La réduction globale de CO₂ prévue est de 5,2% en 2012 par rapport au niveau de 1990. La conférence des Nations Unies de Bali sur les changements climatiques de décembre 2007 a fixé une « feuille de route » pour négocier un accord complet et global d'ici la conférence de Copenhague en décembre 2009.

L'objectif du plan climat de l'Union Européenne est la réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2020 par rapport à 1990. Les 27 se sont engagés à ce que 20% de leur consommation énergétique proviennent d'énergies vertes d'ici à 2020, pour 8,5% aujourd'hui.

Plus récemment des travaux ont été engagés pour évaluer les impacts du changement climatique, une fois acquise la forte probabilité d'une augmentation *a minima* de 2° des températures moyennes à l'échéance 2050. La perspective ici est de préparer des mesures ou des stratégies d'adaptation, pour atténuer les impacts prévisibles et, au-delà, de travailler à de véritables politiques de développement et de gestion du territoire intégrant ce nouveau paramètre, ce qui peut entraîner des modifications substantielles, structurelles, pour ne pas parler de nouveaux modes de développement.

Notre ambition est de repérer les démarches et les actions qui concernent plus particulièrement le massif alpin.

Les constatations réalisées sur les cent dernières années, les prévisions conduites dans le cadre du GIEC, ainsi que des recherches plus localisées, convergent sur plusieurs points :

- le réchauffement est plus accentué sur le massif que sur les autres régions en Europe
- le territoire alpin, de par ses caractéristiques géographiques et aussi économiques, présente une vulnérabilité accrue (risques naturels, fragilité des ressources, extrême sensibilité de ses activités au climat, recul du front des glaciers, dégradation des pergélisols, diminution du manteau neigeux, migrations d'espèces en latitude ...)

Cela justifie qu'une approche particulière lui soit dédiée.

² Livre vert « Adaptation au changement climatique en Europe : les possibilités d'action de l'Union européenne » Juin 2007.

Les Alpes ont le potentiel pour devenir une région modèle sur le plan de la protection du climat. Pourtant, actuellement, malgré l'importance de la production d'énergie hydraulique, neutre par rapport au CO² et la part importante des forêts, la quantité de CO² émise est supérieure à celle absorbée. Tous les travaux démontrent que les pays des Alpes pourraient et devraient couvrir une grande partie de leurs besoins en énergie au moyen de sources renouvelables et dépasser les objectifs de réduction d'émission de gaz à effet de serre de Kyoto. Il s'agit d'économiser les importants potentiels résidant dans une meilleure efficacité énergétique et dans l'utilisation des ressources renouvelables que sont le bois, l'eau, le soleil, le vent et la géothermie.

2.1. La convention alpine

Signée en 1991, ratifiée par les pays membres depuis 2000, la convention alpine s'accompagne de protocoles d'application qui définissent en douze thèmes les dispositions pour la mise en œuvre des objectifs. Ces protocoles concernent les forêts de montagne, le tourisme, la protection des sols, l'agriculture de montagne, l'aménagement du territoire et le développement durable, l'entretien des paysages, l'énergie et les transports. La convention alpine a été mise en place bien avant que le changement climatique ne soit intégré dans les politiques publiques.

De ce fait, ni la Convention, ni les protocoles d'application n'y font référence (hors le protocole énergie). Cependant, du fait de la tonalité « développement durable » de la Convention Alpine, aucune de ses orientations ne va à l'encontre des politiques de lutte contre le réchauffement climatique. Le protocole « Transports » en particulier plaide pour une limitation des flux routiers à l'intérieur du massif.

La réflexion est aujourd'hui engagée pour introduire cette problématique dans le cadre de la convention (conférence des 18 et 19 octobre dans le Parc national du Stelvio) et du document élaboré par la présidence française « Faire des Alpes une région exemplaire dans le domaine de la prévention et de l'adaptation au changement climatique ». Ce dernier texte propose un « plan d'action climat » qui regroupe des mesures visant à la prévention (réduire les émissions) et l'adaptation sans rentrer dans la question du mode de développement à promouvoir. La 37ème réunion du comité permanent de la Conférence Alpine tenue en mars 2007 à Monaco a examiné ce texte rédigé dans le cadre de la présidence actuellement française de la Convention Alpine qui fera l'objet d'une nouvelle communication au printemps 2009.

Une question, non posée explicitement, est celle de la relecture des protocoles, et peut-être de la Convention elle-même, pour s'assurer de sa pertinence au regard du changement climatique.

2.2. Les programmes sur l'espace alpin

2.2.1. PRINAT (2003-2006) et PERMANET (2007-2012)

L'objectif principal de PRINAT est de créer un pôle transfrontalier sur les risques naturels en montagne et de conduire une réflexion commune sur les politiques de gestion des risques menées en Italie, en France et en Suisse. Cette réflexion doit aboutir à une stratégie commune sur la gestion des risques et à la mise en place d'un réseau de compétences sur les risques naturels en montagne, réseau qui devrait se pérenniser après le projet.

Dans la suite de PRINAT, le projet PERMANET se décline en trois volets :

- Plate-forme transfrontalière de coopération sur les risques naturels
- Développement de méthodes, de connaissance et d'outils utiles à la gestion des territoires transfrontaliers face aux risques naturels
- Sites tests et réalisations expérimentales

Les sites potentiels en France sont les suivants :

- Bassin de la Roya-Bevera
- Vallée de la Tinée
- Mont blanc
- Route de Montgenèvre
- Sites multirisques dans le Queyras et le Briançonnais
- Cartographie multirisques dans le pays Asse-Verdon-Vaire-Var

Les partenaires de PRINAT sont les régions Italiennes Piémont, Ligurie, Val d'Aoste, les provinces Italiennes de Cuneo et d'Impéria, les Conseils généraux des Alpes de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes et les Régions Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur

2.2.2. Le programme Interreg Changement climatique, impacts et stratégies d'adaptation dans l'espace Alpin « Climchalp »

Ce programme, lancé en 2006 et qui couvre une période de deux ans, vise à l'élaboration d'une stratégie transnationale de réaction par rapport au changement climatique, à l'échelle du massif alpin, avec comme principaux objectifs :

- d'améliorer la connaissance sur le changement climatique et ses impacts notamment sur les activités touristiques. Ainsi, un site, issu du WP5, est accessible (ClimChalp.org) ; il recense notamment l'ensemble des références en matière de changement climatique par grande thématique.
- de définir des scénarios climatiques et mesurer leurs effets sur les risques naturels et l'aménagement du territoire.
- d'identifier des stratégies communes de réponse aux risques naturels et proposer des recommandations sur les politiques publiques.
- d'améliorer et d'harmoniser les systèmes de monitoring.

Tous les pays alpins sont représentés dans ce projet qui comporte une forte dominante risques naturels et regroupe 22 partenaires Il est porté, du côté français, par la Région Rhône-Alpes, avec l'appui scientifique et technique du Pôle Grenoblois des risques naturels et du Cemagref.

2.2.3 Le programme Clim Adapt

Dans le cadre du programme « Espace alpin », le SUACI / GIS monte un projet sur l'impact du changement climatique : « Clim adapt ». Trois axes de travail ont été retenus: la construction d'une typologie des territoires alpins au regard du changement climatique en prenant en compte la sensibilité des éco-systèmes et les pratiques agricoles et les systèmes de production, les scénarios théoriques d'adaptation (acceptabilité des éleveurs, incidences pratiques, faisabilité) et leur validation (simulation de l'impact des nouvelles pratiques sur les ressources naturelles (eau, biodiversité, ...)).

Le programme comprendrait aussi la concertation entre acteurs concernés par les ressources naturelles : identifier les compatibilités, les incohérences, les lieux de conflits, les convergences possibles.

2.3 Les démarches sur le massif français

2.3.1 Le rapport de l'A.N.E.M.

Le rapport de l'ANEM « Au-delà du changement climatique, les défis de l'avenir de la montagne » dresse un constat des changements constatés et à venir du climat dans les Alpes, et analyse les impacts dans différents domaines : *l'agriculture, le pastoralisme, la forêt, l'habitat, le tourisme, les risques naturels*.

Il contient 21 propositions recouvrant les différents thèmes indiqués ci-dessus qui proposent des réponses et des mesures d'adaptation sur le court et moyen terme (pour l'essentiel des mesures d'ordre réglementaires ou financières en faveur des collectivités et des acteurs de la montagne).

C'est une première approche globale des effets du changement climatique sur les Alpes Françaises, mais qui passe très vite des premiers constats à une liste de mesures pratiques à mettre en œuvre à plus ou moins court terme.

2.3.2 La charte nationale en faveur du développement durable des stations de montagne

Ce document, présenté en octobre 2007, a été réalisé par l'Association Nationale des Maires des Stations de Montagne (ANMSM), en partenariat avec l'ADEME et Mountain Riders. Il n'engage que les stations de montagne volontaires. Cette charte n'est pas une réponse à la problématique du réchauffement climatique, mais elle se réfère explicitement au protocole de Kyoto et plusieurs de ses préconisations participent également de la lutte contre les émissions de GES ou de mesures d'adaptation au changement climatique. Elle traduit la volonté des maires des stations de montagne d'apporter des réponses concrètes aux évolutions en termes de développement durable. Les stations signataires s'engagent pour dix ans.

Cette charte comporte 8 engagements et 130 mesures reprenant les principaux thèmes du développement durable en les appliquant au contexte spécifique des stations et de la montagne.

- ❶ Promouvoir un aménagement durable des territoires
- ❷ Développer une politique durable de l'habitat, respectueuse du patrimoine architectural
- ❸ Préserver les paysages et les espaces naturels
- ❹ Promouvoir une gestion équilibrée des ressources : eau, énergie
- ❺ Favoriser les modes de déplacements performants et respectueux de l'environnement
- ❻ Développer les activités touristiques en veillant à leur bonne intégration dans les paysages et à leur gestion respectueuse de l'environnement
- ❼ Sensibiliser les différents usagers de la station pour les encourager à des comportements éco-citoyens
- ❽ Mettre en œuvre un système transparent d'application de la charte et du contrôle de son respect

La mise en œuvre de la charte repose sur la création d'un comité local d'application et la définition d'un plan d'action à 10 ans. Un comité national de suivi est institué au sein de l'ANMSM. Il valide les engagements locaux.

Cette charte reprend les principales préconisations que l'on retrouve dans les Plans Climat Territoriaux concernant l'habitat et les transports, ou dans les Agenda 21 (gestion de la ressource en eau, déchets, gestion de l'espace, ...). Fin 2007, plus d'une trentaine de stations s'étaient engagées sur cette charte. Cette démarche a pour objectif d'inciter fortement les acteurs des stations de montagne à intégrer les impératifs du développement durable. Elle joue un rôle pédagogique certain. Elle reste dans une problématique d'amélioration, et non de mutation, de l'offre touristique.

Dans le cadre de la charte, l'ADEME réalise un bilan carbone pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre dans 10 stations de montagne.

Parmi elles, dans le massif Alpin :

- Les Gets (Haute-Savoie)
- Morzine (Haute-Savoie)
- Le Corbier (Savoie)
- Courchevel (Savoie)
- Saint Martin de Belleville (Savoie)
- Les 2 Alpes (Isère)
- Les Orres (Hautes-Alpes)
- Valberg (Alpes-Maritimes)

2.3.3 L'étude sur les effets du changement climatique dans le grand sud-est

L'étude des effets du changement climatique sur le grand sud est, réalisée en 2007-2008, par le bureau Ecofys³, concerne 4 régions et se décline dans toutes les dimensions du développement durable. La fiche sur la région Provence- Alpes- Côte d'Azur souligne les principaux points de sensibilité, sans être déclinés spécifiquement sur le territoire de la montagne Alpine. Il s'agit notamment de la ressource en eau (dégradation de la qualité, conflits d'usage), de la biodiversité (déclin de certaines espèces), de l'agriculture, de la santé, du tourisme (opportunités par allongement des saisons estivales), de l'énergie(baisse de la production hydraulique) et des risques naturels (plus fréquents).

2.3.4 Le rapport « Attractivité des stations de sports d'hiver : reconquête des clientèles et compétitivité internationale »

Le rapport de Vincent Rolland, député de Savoie « Attractivité des stations de sports d'hiver : reconquête des clientèles et compétitivité internationale » de décembre 2006 propose toute une série de mesures pour requalifier les équipements, faciliter l'accès aux stations et développer leur qualité de vie pour rester compétitives par rapport à d'autres destinations en Andorre, Autriche, Bulgarie, Canada, Italie, Slovaquie et Suisse. La question du changement climatique n'était pas au cœur des préoccupations du rapport et n'a pas été abordée.

2.4 Les Plans Climat Territoriaux (PCT)

Dans le cadre de la stratégie nationale, l'Etat encourage les collectivités à élaborer et à mettre en œuvre, à leur échelle, des Plans Climat, avec la préoccupation de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le Grenelle de l'environnement a proposé de rendre obligatoire l'élaboration de PCT dans les communautés d'agglomération (à l'instar des PDU), et d'inciter très fortement les départements à engager dans des démarches de ce type.

Le plan climat national, adopté en 2004, regroupe des mesures dans tous les secteurs de la vie quotidienne en vue d'économiser 54 millions de tonnes d'équivalent CO2 par an à l'horizon 2010.

L'agglomération de Grenoble (La Métro) a été la première en France (en 2004) à se doter d'un Plan Climat après avoir réalisé un bilan énergétique d'agglomération en 2002. Soutenu par l'ADEME. et la Région Rhône-Alpes, il comprend un plan d'actions « interne » qui concerne les compétences gérées par l'agglomération, et un plan d'actions « transversal » qui vise à associer à la démarche l'ensemble des acteurs du territoire. 58 partenaires ont signé une charte d'engagement. Le plan d'action transversal comprend des actions de communication, une exposition « la maison économe », un guide grand public de l'architecture bioclimatique, des actions de formation des agents des collectivités, un atelier climat et une campagne « éclairage performant ».

³ ECOFYS Etude des effets des changements climatiques sur le grand sud est- Rapport de synthèse du 21 mars 2008

L'objectif est, dans un premier temps (2010) de stabiliser les émissions, puis de les réduire en augmentant la part des énergies non émettrices de G.E.S. pour atteindre 21% d'électricité d'origine renouvelable.

L'agglomération chambérienne, dans la continuité d'un Agenda 21 approuvé en 2006, lance l'élaboration d'un Plan Climat. Elle vise un taux de 60% d'énergies renouvelables en 2012. Elle bénéficie déjà d'un plan solaire et de la plus grande centrale photovoltaïque de France. L'agglomération chambérienne développe aussi l'usage du bois – énergie et utilise l'énergie produite par l'incinération des déchets ménagers pour alimenter le réseau urbain de chauffage.

Le département de la Savoie, à l'intérieur d'une démarche prospective « Savoie 2020 » initie une réflexion sur le changement climatique avec une approche plus large que celle des PCT. La volonté est d'apprécier l'impact du changement climatique sur les ressources et les activités du territoire, et de travailler à des stratégies d'adaptation. Le groupe « Plan Climat » est un groupe transversal par rapport aux autres groupes de travail de « Savoie 2020 ».

Le bilan carbone engagé par la commune de **Saint-Martin de Belleville** relève aussi d'une logique Plan Climat Territorial, dans la mesure où il s'agit, dans un premier temps, de mesurer les émissions de GES occasionnées par les activités touristiques, pour ensuite définir un programme d'actions destiné à les limiter.

Par contre, aucun plan climat n'est engagé dans les Alpes du Sud.

2.5 Quelques initiatives émanant d'associations

Trois associations jouent un rôle particulièrement actif en matière de développement durable en montagne et en intégrant la dimension changement climatique.

2.5.1. La Commission Internationale Pour la Protection des Alpes

La Commission Internationale Pour la Protection des Alpes créée en 1952, C.I.P.R.A., est une plate-forme d'informations sur l'ensemble du massif alpin qui soutient les acteurs de terrain par un vaste réseau de savoirs et organise ou participe à de nombreuses réunions sur ces thématiques. La C.I.P.R.A.⁴ porte le projet « Avenir dans les Alpes » et contribue à ce titre au développement durable dans l'arc alpin.

Par sa newsletter « Alpmedia », elle diffuse les initiatives qui se multiplient dans les Alpes en lien avec le changement climatique.

La C.I.P.R.A. a consacré sa conférence annuelle de mai 2006 tenue à Bad Hindelang à la problématique du changement climatique : « le climat et les Alpes en mutation- Tourisme et aménagement du territoire sous le stress météorologique⁵ ». Une résolution votée à cette occasion souligne la nécessité de reconsidérer les investissements touristiques sous les aspects du changement climatique. Une table ronde sur cette question aura lieu en juin 2008.

⁴ Le 3ème rapport sur l'état des Alpes de la CIPRA « Nous, les Alpes » a été publié en novembre 2007.

⁵ « Le climat et les Alpes en mutation » Actes de la conférence - CIPRA 2006/23.

2.5.2. Mountain Riders

Plus récente, l'association Mountain Riders développe une action de sensibilisation auprès des stations et essaye d'apporter un début d'expertise. Cette association a co-produit la charte du développement durable en montagne avec l'ANMSM et l'ADEME. Elle a également produit le pré-bilan carbone de la station de Saint-Martin de Belleville. Un bilan gaz à effet de serre en station Saint Martin de Belleville a été réalisé par Mountain Riders en septembre 2007. Il estime les origines des émissions de GES de l'activité touristique de cette station de montagne. Il aboutit à évaluer la part des transports touristiques à 74% des émissions, et celle du chauffage à 19% sur un total de 73 798 éq.C/an.

Mountain Riders a publié en 2007 la deuxième édition du « guide vert des stations de montagne » qui présente, station par station, les réalisations innovantes dans les différentes dimensions du développement durable (aménagement, eau, social, transport, énergie, déchets et sensibilisation à l'environnement). Ce guide est déclaratif et repose sur les retours des questionnaires envoyés à la commune, aux remontées mécaniques et à l'office du tourisme.

2.5.3. Centre de Recherche sur les écosystèmes d'altitude

Le CREA⁶ (Centre de Recherche sur les écosystèmes d'altitude) a lancé en 2004 un programme « Phénoclim » dont l'objectif est de créer un observatoire du changement climatique sur l'arc Alpin en mobilisant des acteurs très divers (public, entreprises, établissements scolaires, ...). Le programme scientifique s'appuie sur la collecte de données biologiques et climatiques qui repose sur le suivi de la phénologie des plantes et la conception et l'implantation d'une centaine de stations autonomes de mesure de température. Le deuxième axe de cet observatoire est le développement d'un programme de sensibilisation et d'éducation à l'environnement des habitants de l'arc alpin.

Le CREA entend aussi jouer un rôle de sensibilisation et d'éducation.

2.6 Autres initiatives

2.6.1. L'enquête du C.R.E.D.A.P.

L'enquête menée par le C.R.E.D.A.P. sur les analyses des attitudes face au changement climatique « le cas de deux stations de moyenne montagne dans les Alpes de haute-Provence » (le Sauze et Praloup) en 2006 souligne que les deux stations n'évoluent pas dans la même logique ni la même rationalité et que les histoires locales déterminent largement les stratégies d'adaptation retenues.

⁶ C.R.E.A. Observatoire du Mont Blanc- Lacets du Belvédère- 74 400 Chamonix

2.6.2. L'accord cadre de coopération scientifique entre l'université Joseph Fournier de Grenoble et le Parc Naturel Régional du Vercors

L'accord cadre de coopération scientifique entre l'université Joseph Fournier de Grenoble et le Parc Naturel Régional du Vercors, signé le 17 mai 2006, mobilise les compétences de l'université, et notamment son laboratoire d'études des transferts en hydrologie et environnement, pour des recherches indispensables à l'efficacité des politiques conduites par la P.N.R ; sur le climat, l'environnement et le cycle de l'eau. Un observatoire pour le suivi éco-climatique des hauts Plateaux du Vercors a été installée sur le territoire de cette Réserve naturelle par l'université. Un réseau de mesures a été mis en place.

Les démarches présentées ci-dessus, sans prétention d'exhaustivité, témoignent d'une réelle prise de conscience, dans les Alpes, du changement climatique et de ses effets potentiels.

Quelques éléments ressortent assez nettement de ces initiatives :

- La volonté de s'appuyer sur des constats et des prédictions crédibles. Le niveau d'information et d'appréhension du changement climatique reste très hétérogène. La demande s'exprime de disposer de bases d'informations dont la fiabilité progresserait au fil du temps.
- Des engagements prioritairement axés sur la prévention du changement (limiter les émissions de GES) ou sur des mesures d'adaptation à court terme : *Comment parer aux effets en restant dans la marge d'ajustement et sans remettre en cause les fondements ou les structures économiques ?*
- Une grande difficulté à anticiper sur ce que va réellement représenter le changement climatique dans les Alpes du fait des incertitudes et de la faiblesse des travaux scientifiques qui ne permettent pas aujourd'hui de travailler à des stratégies de « mutation ».

Chapitre 3. De l'atténuation d'impacts aux stratégies d'adaptation dans les territoires

Les initiatives et les démarches mises en œuvre par les acteurs que nous avons rencontrés, publics ou privés, témoignent de l'évolution des positions face au réchauffement et à ses conséquences à court et moyen terme. Le changement climatique est aujourd'hui une tendance avérée, reconnue, au-delà des incertitudes associées à ses impacts. Pourtant, toutes les conséquences de ces changements ne sont pas prises en compte. L'impression dominante est que les acteurs « gagnent du temps » devant un mouvement irréversible. Pourtant, les conséquences attendues, mises en évidence dans le chapitre 1, seront très importantes.

Résumé des conséquences attendues du changement climatique

- augmentation de la température moyenne
- journées et nuits chaudes plus fréquentes
- journées et nuits froides plus fréquentes
- augmentation de la fréquence des canicules et des vagues de chaleur
- augmentation de la fréquence des événements de forte précipitation
- augmentation du nombre de régions touchées par la sécheresse
- augmentation de l'activité des cyclones tropicaux intenses
- augmentation de la fréquence d'élévation extrême du niveau de la mer
- affaiblissement des débits d'étiage
- diminution de l'enneigement
- régression des glaciers
- vulnérabilité accrue de la forêt
- déplacement des zones agricoles
- réduction de la biodiversité
- accentuation des problèmes sanitaires
- accroissement de la vulnérabilité des zones d'habitation en montagne

Les mesures pour y faire face peuvent être de deux natures :

- il peut s'agir de mesures d'adaptation qui consistent, sur le plan de la gestion de la ressource en eau, de la forêt, de la prévention des risques naturels, de la biodiversité, du tourisme et de l'agriculture notamment, à prendre en compte les conséquences du réchauffement dans les politiques locales ;
- il peut s'agir de mesures de réduction d'émission de gaz à effet de serre en traitant les secteurs les plus émetteurs de l'énergie, des transports et du bâtiment et du traitement des déchets par des politiques de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables, de développement des transports collectifs, de rénovation énergétique des bâtiments.

Le tourisme, la forêt et l'agriculture, notamment, restent des secteurs qui s'adaptent peu à la réalité du changement climatique malgré les récents travaux et déclarations du GIEC. Les arguments mettent essentiellement en exergue le degré d'incertitude associé aux impacts, voire le manque de robustesse statistique dans la fréquence des événements climatiques défavorables.

En fait, les principales actions conduites par les acteurs rencontrés consistent à prendre des mesures pour limiter les émissions de G.E.S. dans les transports et l'énergie. La plupart des actions et des positions prises relèvent donc de l'atténuation d'impacts. L'enjeu est avant tout de réduire les conséquences jugées néfastes du changement climatique en intervenant sur ses causes. Cet objectif tend à progressivement se trouver associé à une optique plus structurelle d'adaptation. Mais les mesures nécessaires pour réguler la ressource en eau, gérer les forêts, faire face aux risques naturels, maintenir la biodiversité, proposer de nouveaux produits touristiques, s'engager vers une nouvelle agriculture restent exceptionnelles.

3.1 Les mesures de réduction des émissions de G. E .S.

3.1.1. Transports

La variable transports est aujourd'hui au cœur des réflexions et des actions relatives au changement climatique et à sa prise en compte. La plupart des interlocuteurs rencontrés soulignent l'importance des transports dans les émissions de GES et la nécessité de promouvoir des transports collectifs plus économes en énergie.

✕ Transports/économie touristique

Le coût du transport en termes de rejet de GES est lourd, particulièrement pour l'économie touristique. Le déplacement est indissociablement lié au tourisme et les premiers bilans carbone réalisés en stations (Saint Martin de Belleville), illustrent l'importance du facteur transport et des émissions de CO2 engendrées par le déplacement des touristes.

La diffusion de la démarche Bilans Carbone devrait favoriser la réalisation de diagnostics objectivés et argumentés, supports à la prise de décision. Les résultats pourraient selon certains opérateurs privés de remontées mécaniques, amoindrir le poids de la variable transports, en la ramenant à la journée skieur.

Au-delà de la validation de la mesure, l'enjeu est de modifier le comportement des agents économiques face au transport ; ce qui renvoie à la volonté exprimée par différents échelons décisionnels, d'encourager le retour aux sorties scolaires, aux sorties collectives, à la fois pour favoriser le développement de la pratique du ski chez les jeunes, les prescripteurs de demain, et les déplacements moins polluants.

Cette question est fortement prise en compte dans les territoires touristiques, avec plusieurs entrées :

- **L'accès aux zones touristiques** depuis les zones émettrices (74 % des émissions de GES dans le pré bilan carbone de St Martin de Belleville). Les leviers d'action sont extérieurs aux stations. Ils concernent l'Etat, la Région, les départements ainsi que les transporteurs (SNCF). La Mission des Alpes et des Pyrénées du MEDAD a mis en place un groupe de travail sur cette thématique.
- **Les liaisons vallées - stations.** C'est une problématique que l'on retrouve en Haute-Savoie avec des projets de liaisons téléportées depuis des aires d'autoroute jusqu'aux stations et dans les relations agglomérations / montagne pour les loisirs à la journée (Annecy / Aravis, Chambéry / Bauges, Grenoble / Chartreuse et Vercors, ...).

- Les circulations à l'intérieur des zones touristiques

Développement d'une offre TC dans la Haute Vallée de l'Arve, voitures électriques dans le Vercors ...

L'objectif recherché est toujours de réduire l'utilisation de la voiture à des fins touristiques, avec une double préoccupation : créer des stations sans voitures, limiter la pollution, réaménager l'espace et, comme retombée annexe : contribuer à la limitation des GES.

Au-delà des programmes Interreg Espace Alpin (Alp Mobility et MOBILALP), il n'y a pas de mutualisation des différentes initiatives prises dans les Alpes.

✖ Transports/forêts

Le caractère limitant du transport, à court comme à moyen termes, renforce la nécessité de penser localement l'exploitation de la forêt, en articulation avec les politiques publiques territoriales.

✖ Transports urbains et inter-urbains

Dans les Plans Climat Territoriaux (en cours ou en projet), les transports occupent une place privilégiée (à Grenoble, le trafic routier participe pour 24 % aux émissions de CO₂). La mobilité urbaine (et interurbaine) est à prendre en compte dans les stratégies d'adaptation. Elle peut notamment se traduire par une nouvelle répartition de l'habitat. Le département des Alpes de Haute-Provence prépare un plan de déplacements pour son personnel et développe sa flotte automobile en véhicules qui ne dégagent pas de G.E.S.

La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur conduit une politique spécifique de développement de l'offre ferroviaire dans le cadre d'une convention avec la S.N.C.F. qui a permis de multiplier par deux le nombre de trains par jour et d'augmenter le trafic de 50%. Lorsque la liaison ferroviaire n'est pas possible, des lignes express régionales par bus prennent le relais. 16 navettes autocar relient Arles, Digne et Manosque au réseau T.G.V. via la gare T.G.V. d'Aix-en-Provence. La Région soutient activement le projet de la percée ferroviaire sous le Montgenèvre qui permettrait de désenclaver et de désengorger le massif alpin tout en l'ouvrant sur les grandes métropoles voisines.

Le département des Hautes-Alpes a mis en place un réseau de lignes régulières par autocar et de navettes touristiques pour desservir les vallées avec des correspondances avec les gares S.N.C.F. Celui des Alpes de Haute-Provence participe au financement des chemins de fer de Provence, entre Digne et Nice.

3.1.2. Energie

La crise énergétique, l'augmentation du prix du pétrole et les émissions de G.E.S. conduisent les acteurs du développement de la montagne, avec l'appui de l'A.D.E.M.E., à s'engager dans des politiques d'économie d'énergie et de valorisation d'énergies renouvelables non émettrices de G.E.S. C'est la filière bois-énergie qui, en zone de montagne, est évidemment la plus utilisée mais l'énergie solaire est également promue pour les bâtiments publics et privés.

Pour économiser l'énergie, la construction de bâtiments à haute qualité environnementale dépasse le stade de l'expérimentation dans les bâtiments publics (collèges, lycées, salles polyvalentes, mairies..) et privés (dans le collectif ou l'individuel). Des mesures sont également prises pour économiser la consommation d'eau et d'électricité en évitant les gaspillages.

Pour développer les énergies renouvelables, les entreprises du bâtiment et des travaux publics sont accompagnées pour la maîtrise des installations dans le solaire thermique et le solaire photovoltaïque et les communes dans la réalisation de petites centrales hydrauliques sur les torrents et les rivières.

La Région Provence- Alpes- Côte d'Azur conduit une politique résolue en la matière dans le cadre d'un plan « Energies 2010 » et d'un programme « Agir ». Elle apporte son appui aux collectivités et aux entreprises aussi bien pour le développement des énergies renouvelables que pour la maîtrise de l'énergie. Elle propose aux collectivités la démarche « Plan Local Energie Environnement » sous la forme d'un contrat sur trois ans et des plans « Eco-Energie » pour les accompagner dans leurs programmes de maîtrise de la demande. Les espaces Info-Energie conseillent les habitants et les entreprises sur les économies d'énergie réalisables par les particuliers et les entreprises.

La commune de Digne-les-Bains est partenaire de ces dispositifs. Le conseil général des Hautes-Alpes accorde des aides aux particuliers pour l'installation de chauffe-eau solaires et celui des Alpes de Haute- Provence soutient le développement de toute une filière spécialisée dans les énergies renouvelables.

Autour de l'entreprise de fabrication d'éléments pour les panneaux solaires, SILCRO, en cours d'installation à Château-Arnoux, le département des Alpes de Haute-Provence, dans le cadre du pôle de compétitivité « Capénergie » explore une filière économique porteuse.

3.2 Les mesures d'adaptation au changement climatique

3.2.1. Activité touristique : incertitudes sur le devenir des stations de moyenne montagne

L'activité touristique en montagne, et notamment celle portée par les stations de sport d'hiver, ne peut occulter le changement climatique, tant la météorologie est un paramètre fondamental de l'activité ski. Le réchauffement climatique n'aura pas que de simples conséquences sur les pratiques sportives hivernales. Il pose aussi d'autres questions :

- L'impact économique que pourrait avoir une baisse d'activité du tourisme d'hiver sur les activités qui lui sont liées (équipementiers, services à l'entreprise, ...). En Savoie et sur l'agglomération chambérienne, c'est une part non négligeable des activités qui est concernée (c'est moins vrai en Isère et en Haute-Savoie).
- La difficulté accrue pour la pratique de l'alpinisme (chutes de pierres, accès aux refuges, ...).
- Le peu d'intérêt porté aux opportunités que peut apporter le réchauffement climatique. La recherche d'un climat plus agréable l'été par exemple.

✧ Opérateurs de remontées mécaniques

Pour ces opérateurs, si les Alpes du Nord ont connu des saisons difficiles (1989/90 et 2006/2007 notamment), la situation globale reste inchangée. Le cas des Alpes du Sud s'avère plus délicat avec de réels déficits d'enneigement, une forte sensibilité des stations au changement climatique, et un déficit d'équipements de substitution. Les massifs du Jura et des Vosges connaissent de leur côté des événements climatiques défavorables depuis longtemps avec un exercice difficile tous les 5 ans environ. Cette fréquence a de fait encouragé la mise en place de mesures de prévention de la part des opérateurs de remontées mécaniques.

Le changement climatique et ses conséquences se font sentir depuis 10-15 ans et se manifestent par des événements violents. Cette évolution climatique n'est pas toujours en phase avec la dynamique propre des opérateurs privés de remontées mécaniques, que ce soit les majors telle la Compagnie des Alpes ou des groupes plus familiaux comme le groupe Rémy Loisirs dont le chiffre d'affaires d'exploitation est globalement en croissance sur ces dix dernières années. Une telle croissance repose de manière privilégiée sur la mobilisation de moyens techniques importants et sur un savoir-faire reconnu qui leur ont permis d'être plus productifs mais également de masquer partiellement l'influence du changement climatique. Ces moyens techniques sont la neige de culture, le reprofilage des pistes et l'augmentation des capacités techniques des dameuses. Ces investissements lourds ont principalement été réalisés dans des stations à haute altitude

La réaction de la clientèle est jugée épidermique face au thème du changement climatique. Les opérateurs privés de remontées mécaniques considèrent que la médiatisation du changement climatique a un impact négatif sur la clientèle. En cas d'hiver particulièrement défavorable, les conséquences sur les comportements de clientèles peuvent se faire sentir sur 2-3 saisons, avec des reports de clientèles sur d'autres sites moins dépendants de la variable neige.

✧ Maîtrise de l'énergie

La thématique de l'énergie n'est apparue que récemment dans les discours relatifs au changement climatique en stations. En particulier, la construction de nouveaux logements touristiques, en résidences de tourisme, aborde plus fréquemment la prise en compte de l'énergie dans l'immobilier. Dans ce domaine, les études et les analyses semblent utiles pour disposer d'un état des lieux argumenté sur les initiatives à mener en termes de démarches respectueuses sur le plan énergétique. Ainsi, les procédures de certification sont selon les opérateurs plus destinées aux administrations et partenaires touristiques, avec relativement peu d'effets sur la clientèle et ses choix.

✧ Diversification : quelques scénarios pour les territoires ?

En termes d'adaptation plus structurelle, et au-delà de l'expansion sans précédent des équipements en neige de culture, la diversification sous toutes ses formes, hivernale comme estivale, reste l'option la plus souvent mise en avant conjointement par les socioprofessionnels et les politiques publiques.

Des nuances existent toutefois et portent principalement sur le rôle de l'été. La plupart des opérateurs privés, si ils ne contestent pas la nécessité de la diversification, notamment en réponse aux attentes de la clientèle, considèrent que la saison estivale ne peut espérer remplacer l'activité économique générée par l'activité ski, et hivernale plus largement.

✖ Les collectivités territoriales

Les collectivités locales, pour la plupart, ont intégré ce paramètre. Elles ne contestent pas que l'enneigement va devenir de plus en plus problématique (Haute Vallée d'Arve, Vercors, stations de montagne en général). Mais les situations sont hétérogènes. Pour les stations d'altitude, la préoccupation est de « sécuriser » le domaine skiable par différentes techniques dont la neige de culture. Pour les stations de moyenne montagne, il s'agit de « faire durer » (5, 10, 15 ans ? ...) en misant sur l'enneigement artificiel, seule adaptation véritablement envisagée aujourd'hui.

Plus on s'éloigne du terrain, moins cette attitude est partagée. Les départements sont plus prudents quant au soutien à apporter à ces équipements (position différenciée sur ce point des départements alpins). L'Etat y est défavorable, l'Europe franchement hostile ; mais les communes continuent à demander des aides pour fabriquer de la neige de culture.

La plupart des collectivités locales ne sont pas encore prêtes à entrer dans une posture de changement. La saison d'hiver et la neige, demeurent l'axe majeur des politiques touristiques territoriales du massif alpin. Dans la Région Provence- Alpes-Côte d'Azur, les départements Alpains n'ont pris de véritables mesures pour reconvertir les stations les plus vulnérables en matière d'enneigement. La pression des élus reste forte pour poursuivre l'équipement des stations de moyenne montagne en enneigement artificiel.

Néanmoins, l'implication croissante des collectivités territoriales dans les équipements de pleine nature, l'aménagement de sentiers de randonnées liés à des pratiques non motorisées, la promotion du tourisme durable contribuent indirectement à la réduction des émissions de G.E.S. en améliorant les pratiques d'un tourisme actif de pleine nature. La ville de Digne les Bains a adopté un schéma de développement touristique durable orienté vers le tourisme actif et de pleine nature, le tourisme rural et de caractère, le tourisme de santé et de bien être.

✖ L'impact du changement climatique sur l'emploi dans le tourisme

Le raccourcissement des saisons et le renforcement du caractère aléatoire de l'activité ont pour conséquence de rendre encore plus précaire la situation des saisonniers. Outre l'aspect social (accentué par la réforme des indemnités Assedic), le risque pour les stations moyennes est de ne plus pouvoir attirer une main d'œuvre qui est indispensable au fonctionnement de la station. Des démarches sont entreprises en Savoie et Haute-Savoie avec les exploitants des remontées mécaniques des Bauges pour trouver des réponses à cette question (accompagnement des salariés, bilan de compétence, formation, ...).

3.2.2 Risques naturels

En région Rhône-Alpes, la prise en compte de la gestion des risques, et particulièrement des risques naturels, date de la mandature actuelle avec une Vice présidente en charge de l'environnement et de la prévention des risques. L'action régionale se porte en premier lieu sur l'émergence d'une culture du risque, avec des efforts en termes de sensibilisation, d'éducation et de diffusion des connaissances. De manière plus opérationnelle, la région souhaite intervenir en complément et en partenariat avec les acteurs « traditionnels » du risque. L'enjeu est de faire de Rhône-Alpes un pôle d'excellence en termes de gestion des risques.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la prévention des risques naturels fait l'objet d'une politique spécifique sans qu'elle soit nécessairement reliée à la problématique du changement climatique. La Région apporte un appui technique et financier aux communes qui réalisent des travaux de protection (correction torrentielle, aménagements de digues, bassins de rétention, paravalanches, pièges à embâcles, protection des falaises...) et mettent en place des systèmes d'alerte et de prévention. La Région est impliquée dans un « plan Durance » qui vise à moderniser le dispositif d'annonce des crues, définir un schéma de protection et de gestion des crues, réaliser un plan de prévention du risque inondation.

À court et moyen terme, le changement climatique, tendance devenue aujourd'hui lourde, appelle encore des compléments. Ce sont les conséquences du changement climatique sur le milieu montagnard qui sont à affiner, au vu de la variabilité locale des acteurs liés aux risques naturels. Sur le plan de la décision, l'optique est de déporter le regard fortement centré sur l'aléa et d'intégrer la dynamique des vulnérabilités, pour favoriser la capacité d'action des divers acteurs dans un contexte d'incertitudes fortes.

Dans ce cadre de connaissances et de volontés d'actions, l'implication régionale ne signifie pas une direction Risques à part entière, dont le positionnement pourrait conduire à être vécue comme une excroissance au sein de l'exécutif régional. L'attente est plutôt d'impulser une réflexion risques dans l'ensemble des actions régionales, de manière transversale et partenariale. Le commissariat constituerait de ce point de vue un partenaire dans ce réseau, avec toutefois peu de relations actuellement.

L'aggravation des risques naturels est clairement appréhendée par les acteurs du massif. Ils témoignent d'une forte sensibilité sur ce sujet, d'autant plus que des événements récents se sont produits sur leur territoire : éboulements, glissements de terrain, inondations, crues torrentielles, coups de vent, ... (Cette question ne ressort pas dans les zones urbaines). La ville de Digne les Bains a ainsi publié un document grand public sur les risques majeurs et les moyens de les prévenir et de savoir y faire face.

Il existe une attente en termes de connaissance, à la fois des risques actuels, mais aussi des impacts possibles du réchauffement. C'est ainsi que la politique de restauration des terrains de montagne, plus ou moins délaissée par l'Etat, est revendiquée certains conseils généraux. Le réchauffement le remet à l'ordre du jour.

Les responsables locaux expriment, d'une part la préoccupation d'être mieux informés, pour prévenir mais, d'autre part, la crainte de mesures coercitives, le durcissement de la réglementation qui viendrait limiter les capacités de développement et d'usage de l'espace. *« Le risque fait partie de la culture montagnarde, on a toujours su le gérer ».*

Une réflexion est à conduire sur les modalités de mise en œuvre des PPR, dans le contexte d'évolution des services d'Etat et de leurs prérogatives ainsi que sous l'influence du changement climatique, associée à une augmentation des risques naturels notamment. ?

3.2.3 Ressource en eau

La question de la gestion ou du partage de la ressource en eau, n'est pas liée exclusivement au réchauffement climatique. Aujourd'hui, rien n'indique une réduction des précipitations. Le constat est plutôt celui d'une répartition différente dans l'année.

Le sentiment qui ressort globalement des entretiens (sauf dans le Vercors et dans certaines communes des Alpes de Haute-Provence) est qu'il n'y a pas de risque important de pénurie de la ressource. Une des premières questions posées est celle d'une connaissance plus précise de la ressource mobilisable. Elle peut en effet faire défaut sur certains territoires ou à certaines périodes de l'année.

La question qui se pose actuellement est moins celle d'une diminution de la ressource que de l'accroissement des prélèvements à certaines périodes où elle est plus rare. Les stations de sports d'hiver pendant la période d'hiver ; l'agriculture en été : des conflits d'usage apparaissent même avec une ressource qui est globalement très abondante en zone de massif.

Les collectivités territoriales sont très sensibilisées à la gestion de leur ressource en eau. Les départements jouent un rôle important dans leur politique d'aide aux communes pour garantir leur approvisionnement. Le conseil général des Alpes de Haute-Provence a mis en place un service d'assistance technique pour inciter les communes à mieux gérer l'eau potable. Ses « brigades bleues » entretiennent les cours d'eau pour réduire les risques d'inondation. Le même service est proposé par celui des Hautes-Alpes. Le conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur finance avec les conseils généraux concernés des contrats rivières. La ville de Digne conduit une politique active pour informer ses habitants sur le cycle de l'eau, son prix, sa qualité ses conditions d'abonnement et les mesures d'économies à prendre pour réduire son gaspillage.

✱ La neige de culture

La thématique de la neige de culture, en montagne, et particulièrement pour accompagner l'activité touristique, apparaît à contre courant pour les institutions en charge de la ressource en eau (Agence de l'eau RMC). L'entrée sur les enneigeurs met en exergue l'interdépendance haut-bas. Leur implantation, comme les opérations d'urbanisme, en dehors de toute considération de réflexion intégrée, inquiètent quant à la ressource en eau et à sa disponibilité, notamment en aval.

Au-delà d'une prise en compte interne, les institutions telles que l'Agence de l'eau utilisent leurs outils et leurs démarches pour favoriser une réflexion et une approche pragmatique des économies d'eau. A l'heure actuelle, les financements et les subventions accordés par l'Agence ne sont pas conditionnés à la prise en compte du changement climatique. Nous sommes encore au stade de la sensibilisation, d'une mise en perspective des conséquences du changement climatique sur la gestion de la ressource en eau, dont certains éléments défavorables existaient bien avant la médiatisation du changement climatique.

Les efforts de sensibilisation et de réflexion stratégique sur la ressource en eau doivent être intensifiés à tous les échelons. Dans ce contexte, le commissariat peut jouer un rôle de relais, de diffusion d'informations et d'enjeux en soulignant la nécessité d'intégrer en amont des projets de développement économique la thématique de la ressource en eau.

3.2.4 Forêt

La forêt de montagne a souvent été associée à une vision négative, sur le plan de l'exploitation, au vu des conditions topographiques. La perte de valeur du bois et la diminution des retours sur investissements suite notamment à la tempête de 1999 sont des facteurs explicatifs. Ce constat est aujourd'hui nuancé par la protection que pourraient garantir les forêts et les couverts végétaux globalement, face à certains risques, chutes de blocs, avalanches,... Suite aux rapports du GIEC et aux travaux du Grenelle de l'environnement, la place de la forêt est perçue plus favorablement avec le statut de piège à carbone.

Pour les élus des communes de montagne détenant une surface forestière importante, l'enjeu pour l'avenir est de mettre en place une politique active sur la filière bois-forêt, et ce dans le contexte du changement climatique et de ses effets. Cette politique s'appuie sur deux niveaux d'intervention et de positionnement :

- le premier élément d'une véritable politique forestière concerne le niveau de connaissances des effets du changement climatique. Les conséquences sont en effet à moyen terme, avec des effets de latence sur la manifestation concrète du changement climatique.
- le second élément repose sur un double objectif d'atténuation des impacts et d'adaptation, en plaçant au cœur de l'accompagnement, l'organisation de la filière à un niveau local.

En effet, le matériau bois, en tant que ressource renouvelable capable de capturer le carbone, connaît un regain d'intérêt dans de nouveaux domaines. Le développement du bois énergie ou du bois construction apparaît ainsi comme une tendance pérenne, une véritable chance à saisir. Peuvent néanmoins se faire jour des conflits sur le marché des bois de moindre qualité (papetiers) ainsi qu'un risque de surexploitation des forêts en lien avec une croissance forte de la demande dans un contexte productif où les zones de forêts exploitables ont été réduites par la progression de l'urbanisation et la répartition des terrains agricoles.

Les collectivités territoriales de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec le concours de l'A.D.E.M.E., conduisent une politique active de développement de la filière bois- énergie : aide à l'installation de chaudières bois, appui à la création de plates-formes de stockage de

plaquettes bois, accompagnement d'entreprises spécialisées dans la production de matières premières. La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur aide les particuliers pour l'achat de bois certifié P.E.F.C. Car la filière bois représente une ressource énergétique importante et largement sous utilisée dans la région. Parmi les réalisations exemplaires, on peut citer celle à Embrun d'une chaudière centralisée au bois qui dessert 5 équipements publics et l'installation d'une chaudière automatisée à Gap au bénéfice du centre d'oxygénation du col Bayard.

Les collectivités s'interrogent aujourd'hui sur la mobilisation de la ressource : c'est en grande partie l'objectif des chartes forestières. Le risque (en termes de bilan carbone, mais aussi du niveau d'activité pour le territoire) est que cette augmentation des besoins soit couverte par du bois d'importation. La quantification de la ressource exploitable et le développement des accès sont des axes majeurs des actions à conduire dans le massif.

Observatoire de la forêt Méditerranéenne

L'observatoire de la forêt Méditerranéenne suit avec attention les conséquences du réchauffement climatique sur la forêt : érosion de la diversité biologique, modification des aires de redistribution des espèces, dépérissement dû au stress hydrique, augmentation de l'aire de diffusion des insectes phytophages et pathogènes, bouleversement des ripisylves, modification du cycle végétal...La forêt préalpine est en train de changer. Les forestiers constatent que ces mouvements de grande ampleur ne sont pas suffisamment pris en compte par les élus locaux qui n'ont pas encore intégrés ces évolutions dans leur conception de la gestion de la forêt. Les relations entre la forêt et la ressource en eau notamment ne sont pas étudiées. Le dépérissement ne se traduit pas par des mesures spécifiques.

3.2.5 L'agriculture

Quelques signes tangibles indiquent une sensibilité de l'activité agricole au changement climatique comme la baisse des rendements fourragers et l'évolution des dates de montée en alpage. L'agriculture est sensible à la ressource en eau. Des besoins se manifestent, notamment dans les alpages. La reforestation est une question posée à l'agriculture.

Pourtant, les collectivités territoriales, qui apportent toutes un soutien à leur agriculture, n'ont pas intégré dans leurs interventions les conséquences du changement climatique. Aucune d'entre elles ne se propose d'accompagner l'agriculture sèche, de limiter les cultures céréalières fortement consommatrices d'eau comme le maïs, de lutter contre les insectes nuisibles ou de prendre expressément en compte des événements extrêmes attendus comme l'accroissement de l'érosion des sols ou l'augmentation du risque de grêle.

Car il n'existe pas, à ce jour, d'approches scientifiques sur les effets du réchauffement. Ce sont des phénomènes « chaotiques » qui sont observés épisodiquement. Les essais d'adaptation sont très empiriques (recherche d'espèces fourragères moins consommatrices d'eau, ...). Il s'agit encore d'adaptations à la marge.

Conclusion

En définitive, même si nous avons rencontré des territoires, notre approche demeure nettement thématique. La question posée est celle de la plus ou moins grande vulnérabilité des territoires. Le changement climatique est-il de nature à créer, gommer ou renforcer des disparités territoriales (en fonction de la raréfaction ou non des ressources, de l'exposition aux risques de l'enneigement, ...)? La politique du massif pourrait elle prévenir, ou atténuer, ce type de disparité ?

Les attentes exprimées par les acteurs du développement de la montagne sont les suivantes :

- Des connaissances plus solides, plus « robustes » pour pouvoir mener des actions efficaces en matière d'information, de sensibilisation des décideurs, notamment des élus, et de la population (susciter des réseaux de personnes et d'organismes ressource, se doter d'un conseil scientifique dédié à ces questions, ...).
- Traiter des complémentarités, solidarités entre amont et aval (eau, ressources forestières) et/ou villes-agglomérations et territoires de montagne (espaces résidentiels, espaces de loisirs).
- Harmoniser les méthodes de travail, les diagnostics par exemple pour l'élaboration de Plans Climat Territoriaux.

Aussi, il ressort des structures rencontrées que le changement climatique est généralement perçu dans le massif comme une crainte et un danger qui peuvent avoir à court terme de lourdes conséquences sur le développement de la montagne Alpine en limitant sa fréquentation. Plutôt que de s'engager dans des actions fortes, les responsables du développement de la montagne donnent l'impression de vouloir temporiser pour ne pas avoir à assumer des mesures nécessairement contraignantes.

Malgré l'état des savoirs sur la question et la réalité du changement démontrée par la communauté scientifique, certains préfèrent encore parler d'aléas plutôt que de réchauffement, évoquer des analyses non complémentaires démontrées et, finalement, ne rien engager de significatif..

Les acteurs privés, et notamment les responsables des stations, les gestionnaires de remontées mécaniques, les constructeurs de télécabines et de téléphériques, les aménageurs et les fabricants de neige de culture continuent à investir pour faire face à une clientèle de plus en plus exigeante. En 2007, les investissements dans le domaine skiable français ont été de 315 millions d'€. Pour eux, la question du climat ne se pose qu'au dessous de 1 800 mètres, la bonne réponse alors étant celle de la neige de culture. Les grandes stations soignent leur paysage pour rester attractives. Elles travaillent l'insertion de leurs équipements, la qualité de leurs constructions ; elles engagent des travaux importants pendant la saison estivale pour améliorer la tenue de la neige en hiver (dépierrage, engazonnage, nouvelles orientations des pistes...). Les stations moyennes continuent à investir dans les canons à neige.

Des travaux considérables sont engagés pour réaliser des retenues artificielles pour les alimenter, redoutables pour l'environnement.

Les agriculteurs ne changent pas leurs techniques culturales, diversifient peu leur exploitation et continuent à développer les cultures irriguées. Les forestiers n'ont pas modifié la gestion de leurs territoires. Les particuliers continuent à construire sur des zones à risques. L'eau est souvent gaspillée et l'énergie rarement économisée.

Les collectivités territoriales sont conscientes du problème. Dans l'esprit de Rio, elles se positionnent toutes dans une problématique de développement durable. Mais exceptionnelles sont celles qui s'engagent dans un plan climat à la hauteur du problème. Elles préfèrent se retrouver dans un Agenda 21 interne, certes souvent intéressant mais pas toujours à la hauteur du problème. C'est par petites touches que les conséquences du changement climatique sont prises en compte, le plus souvent dans des mesures expérimentales ou ponctuelles qui ne remettent pas en cause leurs interventions classiques.

Ces actions ne sont pas pour autant marginales ou accessoires ; mais elles ne se placent pas dans un contexte de réponse au réchauffement climatique. L'aménagement des rivières répond à un souci paysager et environnemental ; celui de la forêt à une volonté de développement touristique. La préservation de la biodiversité est une volonté exprimée sans rapport direct avec les disparitions et migrations d'espèces végétales et animales qui résultent directement du réchauffement. La plupart des maires des communes de station moyenne continuent à investir dans la neige de culture. Ceux des stations d'altitude dans des équipements d'accueil, de télésièges et de téléphériques et également de neige de culture.

En matière énergétique, les collectivités du massif investissent dans la filière bois- énergie et les énergies renouvelables à cause de l'augmentation du prix du pétrole. Elles encouragent de nouveaux comportements pour économiser l'eau ou l'électricité pour des raisons citoyennes. Elles développent les transports en commun pour faire face au sur encombrement de leurs réseaux au moment des vacances. Elles acceptent des plans de prévention au risque pour mettre en œuvre le principe de précaution. La référence au développement durable, générale, n'est pas celle au réchauffement climatique, spécifique.

Les Conseils Régionaux de Rhône- Alpes et de Provence-Alpes-Côte d'Azur conduisent des actions plus proches de la problématique du changement climatique, mais pas en tant que tel. D'ailleurs elles n'ont pas de responsables reconnus, aussi bien au niveau politique que technique, capable d'embrasser la totalité du problème. Elles apportent aux communes des conseils et des aides financières pour prévenir les risques naturels, aménager les rivières, assurer l'approvisionnement en eau potable, réaliser quelques actions d'agriculture durable sans pour autant s'engager dans un plan climat territorial. Elles développent, conformément à la loi, les réseaux ferroviaire de proximité et les transports collectifs de voyageurs, conduisent des actions pour un tourisme durable, incitent leurs partenaires avec l'appui de l'ADEME. à des « comportements exemplaires », se mobilisent sur les énergies renouvelables mais ne se positionnent pas clairement dans des stratégies directement liées au changement climatique.

Ces comportements s'expliquent par la complexité du problème mais surtout pour des raisons de délais. L'horizon apparaît très éloigné pour justifier de mesures fortes à court terme nécessairement contraignantes. Nous en sommes uniquement à un stade de prise de conscience.

C'est pourquoi le commissariat à la montagne et les conseils régionaux ont un rôle important à jouer non seulement pour alerter les acteurs du massif mais aussi pour initier les mesures et les politiques exigées par la situation.

La convention interrégionale pour le massif des Alpes 2007-2013 arrête des programmes d'action appropriés tels que :

- l'adaptation des stations de moyenne montagne au changement climatique
- la préservation des ressources et de la qualité de l'espace, notamment par un soutien aux études sur les conséquences des changements climatiques
- la protection contre les risques naturels
- le soutien à la filière forestière

Le programme opérationnel « Massif des Alpes » 2007-2013 pour sa part, retient deux axes prioritaires directement concernés par le changement climatique : le développement des « systèmes valléens » autour des stations de moyenne montagne et le gestion des risques naturels et le bois –énergie.

Il ressort de cette première approche que le changement climatique est à peine perçu dans le massif Alpin et que, même si différentes démarches sont initiées et quelques communes impliquées, un important travail reste à conduire pour passer de politique de réduction d'émission de G.E.S. à une politique d'adaptation à cette nouvelle donne.

Recommandations au Commissariat au massif Alpin

Diffusion et mutualisation des connaissances

- réaliser un document de synthèse sur l'impact du changement climatique sur le massif Alpin, largement diffusé auprès des communes, des E.P.C.I. et des P.N.R.
- assurer une fonction de veille pour repérer et analyser tout évènement directement relié au réchauffement climatique
- ouvrir un site Internet dédié
- publier, à destination des collégiens et des lycéens, un document d'alerte à caractère pédagogique sur les implications du changement climatique
- favoriser la mise en réseau des initiatives et démarches engagées dans le massif alpin

Appui technique et scientifique

- proposer au comité de massif de retenir ce thème de travail et lui demander de mettre en place des groupes de travail thématiques sur ce thème
- mobiliser le conseil scientifique du massif Alpin sur les différentes composantes de ce mouvement et les mesures d'adaptation à mettre en œuvre
- regrouper les collectivités impliquées (Grenoble, Chambéry..., conseils généraux et régionaux), des représentants des C.D.T., des autorités gestionnaires de transport, de gestionnaires de la forêt, de représentants des milieux agricoles au sein d'un groupe de travail sur le changement climatique dans les Alpes animé par le commissariat
- accompagner l'activité touristique par une démarche d'étude et de conseil sur la reconversion et la diversification pour les stations
- accompagner l'activité agricole-forêt pour l'aider à face au changement climatique

Accompagner les collectivités dans des démarches innovantes dans l'adaptation au changement climatique

- définir des terrains d'expérimentation, reflet de la diversité du massif Alpin, comme supports à une réflexion prospective
- conditionner les aides de l'Etat et des Régions à la montagne Alpine à la prise en considération, dans les opérations conduites du changement climatique
- inciter les Régions, les Départements, les Parcs, les communes et les E.P.C.I. à réaliser des Plans Climat en leur apportant une aide méthodologique
- engager les collectivités territoriales à améliorer l'offre de transports, de ressource en eau,.....

En définitive, le commissariat et les conseils Régionaux doivent montrer que le changement climatique ne doit pas être considéré comme un élément qui donne le change pour s'engager timidement vers des actions ponctuelles de développement durable, mais comme une dimension qui change la donne dans toutes les politiques de développement du massif.

Annexes

Annexe 1 : Liste des institutions rencontrées⁷

Institutions Rencontrées	
Institution	Lieu
Communauté d'agglomération de Grenoble	38 000 Grenoble
Communauté d'agglomération de Chambéry	73 000 Chambéry
Commune de Digne les Bains	04 000 Digne les Bains
Conseil Régional PACA Tourisme	13 000 Marseille
Conseil Régional PACA Risques naturels	13 000 Marseille
Conseil Régional Rhône-Alpes Tourisme	69 000 Lyon
Conseil Régional Rhône-Alpes Risques Naturels	69 000 Lyon
Conseil Général de l'Isère	38 000 Grenoble
Conseil Général des Alpes de Haute-Provence	04 000 Digne les Bains
Conseil Général des Hautes-Alpes	05 000 Gap
Conseil Général de Haute-Savoie	74 000 Annecy
Conseil Général de Savoie	73 000 Chambéry
Office National des Forêts Rhône-Alpes	69 000 Lyon
l'Agence de l'Eau-Méditerranée	69 000 Lyon
Union Régionale des Communes Forestières PACA	13 120 Gardanne
Union Régionale des Communes Forestières R.A.	38 000 Grenoble
ADEME PACA	13 000 Marseille
ADEME Rhône-Alpes	69 000 Lyon
Compagnie des Alpes	92 100 Boulogne Billancourt
PNR du Queyras	05 350 Arvieux
PNR du Vercors	38 250 Lans en Vercors
Espace Mont-Blanc	74 190 Passy-Chedde
GIS Alpes du Nord	73 190 Saint Badolph
France Montagne	73 800 Francin
Remy Loisirs	73 800 Francin

⁷ Ce personnes ressources ont pu être rencontrées à l'occasion d'autres événements ou contextes que celui de la présente étude. Néanmoins, ces échanges pouvaient déjà porter sur la question du changement climatique et s'intégrer dans une réflexion générale.

Annexe 2 : Tableau de synthèse des mesures d'adaptation au changement climatique et de réduction des émissions de G.E.S.

Mesures d'adaptation au changement climatique		
Thème	Conséquences	Mesures d'adaptation
Ressource en eau	Augmentation en hiver et diminution en été, élévation de la limite eau- neige Augmentation des débits hivernaux, étiages prononcés, recul des débits printaniers, aggravation de la pollution des eaux par les torrents et les rivières Réduction des capacités d'irrigation Inondation, augmentation des crues, déficit hydrique très important dans les alpes du sud Baisse de la production hydroélectrique, menaces des installations Problème de disponibilité de la ressource en eau pour les touristes, enneigement artificiel plus difficile même en altitude, eutrophisation des eaux intérieures, modification des paysages Diminution générale des hauteurs de neige et des surfaces enneigées, régression continue des glaciers, disparition totale des glaciers en dessous de 3000m	- Associer tous les partenaires à la gestion intégrée de l'eau - Achever les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux - Réaliser des SAGE dans les zones à conflit d'usage autour de l'eau - Mettre aux normes les stations d'épuration - Envisager la création de nouvelles réserves à partir des ressources de transfert Tourisme : adopter des mesures restrictives en cas d'eutrophisation et de pollution des eaux, stopper l'enneigement artificiel en dessous de 1500/2000m. d'altitude Rivières : aménager les rivières dont le débit d'étiage estival va diminuer Agriculture : utiliser l'irrigation de façon mesurée, promouvoir l'agriculture sèche Evènements extrêmes ; éviter de bâtir dans les zones menacées, protéger les bâtiments existants, préparer une planification d'urgence, adapter les canalisations
Forêts	- allongement de la période de végétation et extension de l'aire de distribution des espèces - croissance plus rapide de la forêt et accélération de la croissance des arbres - moindre résistance des forêts aux maladies - dépérissement de certaines surfaces boisées par les événements extrêmes et les incendies - avancée de la limite potentielle de la forêt - réduction de certaines espèces : sapin pectiné, pin sylvestre, chêne liège pin	- développer une gestion adaptée de la forêt pour accroître son rôle de régulation des émissions de CO² - introduire le changement climatique dans les documents d'orientation de la gestion forestière - lutter contre les espèces invasives - maintenir la biodiversité par des corridors écologiques - renforcer les réseaux d'observation de la forêt - planter des espèces résistants aux feux de forêt qui ne demandent pas beaucoup d'eau

	noir d'Autriche et développement d'autres espèces (verniss du Japon, faux acacia, arbre de Judée, érable, alisier, cèdre...) - modification du paysage forestier - augmentation des risques incendies - augmentation des populations d'insectes et de pathogènes	
Risques naturels	Vont augmenter en intensité et en fréquence : - les laves torrentielles - les inondations par vidange des lacs glaciaires - les crues d'hiver, les orages et les tempêtes l'été - les éboulements de rochers - les feux de forêts - les glissements de terrain et les avalanches	1-Mesures de protection et de prévention pour réduire l'exposition aux dangers - développer des systèmes d'alerte précoce pour les crues et surveiller l'évolution du pergélisol et des glaciers - mettre en place un système intégré de gestion des catastrophes - s'assurer des procédures d'urgence - définir des hébergements et des infrastructures plus adaptés aux situations extrêmes - développer une culture du risque 2-Aménager le territoire pour réduire les dommages en limitant l'exposition - rendre les pratiques de gestion des risques plus prospectives - durcir les normes de protection - améliorer les cartes des risques - prévoir des incitations économiques pour limiter l'implantation d'infrastructures et des populations dans les zones à risques - lier les primes d'assurance à l'exposition au risque - recenser les vulnérabilités
Espaces naturels et biodiversité	- disparition attendue d'espèces animales et végétales (menace d'extinction de 15 à 37% des espèces) - migration d'espèces animales et végétales de 300 à 400 kms en latitude ou 500 m en altitude - modification des paysages des espaces naturels sensibles - conflits dans l'utilisation du sol	1. Accroître la connaissance et améliorer le suivi de la flore et de la faune - procéder à un inventaire des conservatoires botaniques et instituer avec eux un suivi systématique des espèces - recueillir des données sur les espèces emblématiques des Alpes - identifier des indicateurs pertinents pour un suivi des insectes 2. Améliorer la gestion des milieux pour réduire l'impact du changement climatique sur la flore et sur la faune - adopter des plans de gestion des espaces protégés - conforter le réseau Natura 2000 - diminuer la pression sur les habitats naturels en évitant leur fragmentation

		et en les préservant de toute source de pollution. - créer des couloirs de migration entre réserves naturelles - protéger les zones humides 3. Réglementer l'usage des sols - en introduisant des dimensions énergétiques et écologiques dans les documents d'urbanisme - en luttant contre la péri-urbanisation - en protégeant les zones à risques
Tourisme	- réduction de la couverture neigeuse sensible à 1 500 m. qui remet en cause l'avenir des stations de moyenne altitude - retard dans le début de l'enneigement et fin de saison plus précoce - périodes de canicule plus fréquentes en été susceptibles de réduire la fréquentation estivale en Provence-Alpes- Côte d'Azur - recul des plages sur le littoral	1-Maintien du tourisme de ski par la prévention des risques au dessus de 1 500/ 2000 m d'altitude - exploitation de nouveaux terrains susceptibles d'être aménagés au dessus de 2 000 m. - développement de la neige de culture - coopération entre compagnies et stations - réduire l'impact écologique des stations - proposer des assurances contre les aléas d'enneigement aux skieurs - soutiens financiers aux stations 2-Diversification de l'offre touristique en dessous de 1500/2000m d'altitude - développement d'alternatives au ski et arrêt des installations de production de neige de culture - diversification de l'offre touristique hiver et été, par la promotion d'activités de nature et de découverte du patrimoine - modernisation des équipements d'hébergement et de loisirs - ne plus autoriser d'équipements de ski au dessous de 1 500 m. - démonter les installations qui ne sont plus utilisables 3-Prévention de canicules estivales - proposer de nouveaux produits touristiques - explorer les zones plus fraîches susceptibles de valoriser leurs capacités touristiques - développer le tourisme au printemps et en automne 4-Réduire les émissions de CO² - réglementer ou interdire l'usage des

		4X4, quads, motos vertes et autres engins motorisés - encourager l'usage de transports collectifs alternatifs à la voiture et inventer de nouveaux produits dans ce sens - repenser la mobilité dans le voyage
Agriculture	- avantages si le réchauffement est < 2-3° et déplacement des aires de production vers le nord (notamment pour la vigne et les prairies) - inconvénients au delà de 2-3° - manque d'eau pour les plantations et l'élevage - difficultés majeures pour les céréales, les légumineuses et l'arboriculture irriguée - aggravation des problèmes dus aux insectes nuisibles et aux parasites des cultures - arbres fruitiers exposés à un risque de gel accru - événements extrêmes dommageables aux grandes cultures (accroissement de l'érosion des sols, augmentation des chutes de grêle...) - prolongement de la période de végétation - accroissement des phénomènes extrêmes	- veiller au choix des plantes culturales, sélection végétale et examen des variétés et des procédés culturaux - économiser l'eau : avancer les semailles, couvrir le sol, renoncer au labourage en été, utiliser l'irrigation au goutte à goutte - diversifier les exploitations et favoriser une agriculture multifonctionnelle privilégiant les produits locaux et les circuits courts - limiter l'usage des engrais - collecter les eaux de pluie, arroser les cultures la nuit et améliorer la performance des systèmes d'irrigation - construire des bâtiments d'élevage résistants aux tempêtes
Mesures de réduction des G.E.S.		
Energie	La principale réponse au changement climatique est, comme le souligne le Grenelle de l'environnement, de s'engager vers une société sobre en énergie et en ressources. Cette ambition passe par toute mesure qui économise l'énergie, mais aussi la réduction des énergies génératrices de gaz à effet de serre et la valorisation des énergies renouvelables. Elle appelle à de nouvelles politiques énergétiques pour maîtriser la demande d'énergie : -	- donner une indication du prix carbone et l'obligation de réaliser un bilan carbone sur toute opération d'aménagement - valoriser les énergies renouvelables (hydraulique, éolien, biomasse, géothermie, photovoltaïque, solaire...) - accroître la part des énergies décentralisées (co génération) et renouvelables dans l'approvisionnement énergétique en chaleur et en électricité - coordonner les réseaux de distribution - rendre l'étiquetage énergétique obligatoire - valoriser le potentiel de production d'électricité de chaque exploitant

		agricole - développer la filière bois- énergie
Transports	Le transport est responsable de 29% des émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions ont augmenté de 22% depuis 1990. Les mesures à prendre doivent contribuer à limiter les déplacements individuels en automobile et déplacer le trafic des camions de la route vers le ferroutage et le cabotage.	1. Route et véhicules particuliers - limiter les infrastructures routières et autoroutières - supprimer les trajets routiers longue distance > 500 kms - faciliter le report modal - soutien aux véhicules propres dont hybrides et électriques - aide au renouvellement du parc automobile - programme d'éco- conduite, voies réservées pour les transports collectifs - développer les transports collectifs - mesures de protection contre les inondations 2. Rail - doubler les réseaux de L.G.V. - augmenter la part du fret ferroviaire - création d'autoroutes ferroviaires - promotion du transport combiné - densification des T.E.R. - renforcement des ouvrages d'art - développement du ferroutage 3. Transport aérien - réduction des nuisances des appareils et du bruit - renouvellement accéléré de la flotte - taxe pour avion sur les lignes intérieures moyen courrier - remise en cause des liaisons moyen courrier 4. Transports maritimes - développement du cabotage - valorisation des relations fluviales
Bâtiment	Le bâtiment est responsable du quart des émissions de gaz à effet de serre qui ont augmenté de 5% depuis 1990. Le réchauffement climatique appelle à de nouvelles conceptions de bâtiments économes en énergie et à haute qualité environnementale	1. Nouvelles constructions - construire des bâtiments et équipements publics de basse consommation et à énergie positive - promouvoir le bois éco- matériau dans la construction - encourager la formation des professionnels aux constructions bioclimatiques - instaurer de nouvelles normes en matière d'isolation thermique (50 kWh/an/m²) 2. Bâtiments anciens

		- rénovation thermique et bilan carbone de tous les bâtiments publics - mécanismes incitatifs puissants pour la rénovation des bâtiments privés - améliorer l'isolation thermique (80 kWh/an/m²) 3. Urbanisme - plan volontaire d'éco- quartier - généralisation des plans climat énergie à l'échelle des pays et des parcs - lutter contre l'étalement urbain et la péri- urbanisation - introduire l'adaptation climatique dans l'aménagement du territoire, les P.L.U., les P.D.U. et les S.C.O.T. - prendre en compte le climat pour une architecture bio climatique
--	--	--

Mesures d'adaptation au changement climatique		
Thème	Conséquences	Mesures d'adaptation
Ressource en eau	Augmentation en hiver et diminution en été, élévation de la limite eau- neige Augmentation des débits hivernaux, étiages prononcés, recul des débits printaniers, aggravation de la pollution des eaux par les torrents et les rivières Réduction des capacités d'irrigation Inondation , augmentation des crues, déficit hydrique très important dans les alpes du sud Baisse de la production hydroélectrique, menaces des installations Problème de disponibilité de la ressource en eau pour les touristes, enneigement artificiel plus difficile même en altitude, eutrophisation des eaux intérieures, modification des paysages Diminution générale des hauteurs de neige et des surfaces enneigées, régression continue des glaciers, disparition totale des glaciers en dessous de 3000m	- Associer tous les partenaires à la gestion intégrée de l'eau - Achever les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux - Réaliser des SAGE dans les zones à conflit d'usage autour de l'eau - Mettre aux normes les stations d'épuration - Envisager la création de nouvelles réserves à partir des ressources de transfert Tourisme : adopter des mesures restrictives en cas d'eutrophisation et de pollution des eaux, stopper l'enneigement artificiel en dessous de 1500/2000m. d'altitude Rivières : aménager les rivières dont le débit d'étiage estival va diminuer Agriculture : utiliser l'irrigation de façon mesurée, promouvoir l'agriculture sèche Evènements extrêmes ; éviter de bâtir dans les zones menacées, protéger les bâtiments existants, préparer une planification d'urgence, adapter les canalisations
Forêts	- allongement de la période de végétation et extension de l'aire de distribution des espèces - croissance plus rapide de la forêt et accélération de la croissance des arbres - moindre résistance des forêts aux maladies - dépérissement de certaines surfaces boisées par les événements extrêmes et les incendies - avancée de la limite potentielle de la forêt - réduction de certaines espèces : sapin pectiné, pin sylvestre, chêne liège pin noir d'Autriche et développement d'autres espèces (vernis du Japon, faux acacia, arbre de Judée, érable,	- développer une gestion adaptée de la forêt pour accroître son rôle de régulation des émissions de CO² - introduire le changement climatique dans les documents d'orientation de la gestion forestière - lutter contre les espèces invasives - maintenir la biodiversité par des corridors écologiques - renforcer les réseaux d'observation de la forêt - planter des espèces résistants aux feux de forêt qui ne demandent pas beaucoup d'eau

	- alisier, cèdre...) - modification du paysage forestier - augmentation des risques incendies - augmentation des populations d'insectes et de pathogènes	
Risques naturels	Vont augmenter en intensité et en fréquence : - les laves torrentielles - les inondations par vidange des lacs glaciaires - les crues d'hiver, les orages et les tempêtes l'été - les éboulements de rochers - les feux de forêts - les glissements de terrain et les avalanches	1-Mesures de protection et de prévention pour réduire l'exposition aux dangers - développer des systèmes d'alerte précoce pour les crues et surveiller l'évolution du pergélisol et des glaciers - mettre en place un système intégré de gestion des catastrophes - s'assurer des procédures d'urgence - définir des hébergements et des infrastructures plus adaptés aux situations extrêmes - développer une culture du risque 2-Aménager le territoire pour réduire les dommages en limitant l'exposition - rendre les pratiques de gestion des risques plus prospectives - durcir les normes de protection - améliorer les cartes des risques - prévoir des incitations économiques pour limiter l'implantation d'infrastructures et des populations dans les zones à risques - lier les primes d'assurance à l'exposition au risque - recenser les vulnérabilités
Espaces naturels et biodiversité	- disparition attendue d'espèces animales et végétales (menace d'extinction de 15 à 37% des espèces) - migration d'espèces animales et végétales de 300 à 400 kms en latitude ou 500 m en altitude - modification des paysages des espaces naturels sensibles - conflits dans l'utilisation du sol	1. Accroître la connaissance et améliorer le suivi de la flore et de la faune - procéder à un inventaire des conservatoires botaniques et instituer avec eux un suivi systématique des espèces - recueillir des données sur les espèces emblématiques des Alpes - identifier des indicateurs pertinents pour un suivi des insectes 2. Améliorer la gestion des milieux pour réduire l'impact du changement climatique sur la flore et sur la faune - adopter des plans de gestion des espaces protégés - conforter le réseau Natura 2000 - diminuer la pression sur les habitats naturels en évitant leur fragmentation et en les préservant de toute source de pollution. - créer des couloirs de migration entre

		réserves naturelles - protéger les zones humides 3. Réglementer l'usage des sols - en introduisant des dimensions énergétiques et écologiques dans les documents d'urbanisme - en luttant contre la péri-urbanisation - en protégeant les zones à risques
Tourisme	- réduction de la couverture neigeuse sensible à 1 500 m. qui remet en cause l'avenir des stations de moyenne altitude - retard dans le début de l'enneigement et fin de saison plus précoce - périodes de canicule plus fréquentes en été susceptibles de réduire la fréquentation estivale en Provence-Alpes- Côte d'Azur - recul des plages sur le littoral	1-Maintien du tourisme de ski par la prévention des risques au dessus de 1 500/ 2000 m d'altitude - exploitation de nouveaux terrains susceptibles d'être aménagés au dessus de 2 000 m. - développement de la neige de culture - coopération entre compagnies et stations - réduire l'impact écologique des stations - proposer des assurances contre les aléas d'enneigement aux skieurs - soutiens financiers aux stations 2-Diversification de l'offre touristique en dessous de 1500/2000m d'altitude - développement d'alternatives au ski et arrêt des installations de production de neige de culture - diversification de l'offre touristique hiver et été, par la promotion d'activités de nature et de découverte du patrimoine - modernisation des équipements d'hébergement et de loisirs - ne plus autoriser d'équipements de ski au dessous de 1 500 m. - démonter les installations qui ne sont plus utilisables 3-Prévention de canicules estivales - proposer de nouveaux produits touristiques - explorer les zones plus fraîches susceptibles de valoriser leurs capacités touristiques - développer le tourisme au printemps et en automne 4-Réduire les émissions de CO² - réglementer ou interdire l'usage des 4X4, quads, motos vertes et autres engins motorisés - encourager l'usage de transports

		collectifs alternatifs à la voiture et inventer de nouveaux produits dans ce sens - repenser la mobilité dans le voyage
Agriculture	- avantages si le réchauffement est < 2-3° et déplacement des aires de production vers le nord (notamment pour la vigne et les prairies) - inconvénients au delà de 2-3° - manque d'eau pour les plantations et l'élevage - difficultés majeures pour les céréales, les légumineuses et l'arboriculture irriguée - aggravation des problèmes dus aux insectes nuisibles et aux parasites des cultures - arbres fruitiers exposés à un risque de gel accru - événements extrêmes dommageables aux grandes cultures (accroissement de l'érosion des sols, augmentation des chutes de grêle...) - prolongement de la période de végétation - accroissement des phénomènes extrêmes	- veiller au choix des plantes culturales, sélection végétale et examen des variétés et des procédés culturaux - économiser l'eau : avancer les semailles, couvrir le sol, renoncer au labourage en été, utiliser l'irrigation au goutte à goutte - diversifier les exploitations et favoriser une agriculture multifonctionnelle privilégiant les produits locaux et les circuits courts - limiter l'usage des engrais - collecter les eaux de pluie, arroser les cultures la nuit et améliorer la performance des systèmes d'irrigation - construire des bâtiments d'élevage résistants aux tempêtes
Mesures de réduction des G.E.S.		
Energie	La principale réponse au changement climatique est, comme le souligne le Grenelle de l'environnement, de s'engager vers une société sobre en énergie et en ressources. Cette ambition passe par toute mesure qui économise l'énergie, mais aussi la réduction des énergies génératrices de gaz à effet de serre et la valorisation des énergies renouvelables. Elle appelle à de nouvelles politiques énergétiques pour maîtriser la demande d'énergie : -	- donner une indication du prix carbone et l'obligation de réaliser un bilan carbone sur toute opération d'aménagement - valoriser les énergies renouvelables (hydraulique, éolien, biomasse, géothermie, photovoltaïque, solaire...) - accroître la part des énergies décentralisées (co génération) et renouvelables dans l'approvisionnement énergétique en chaleur et en électricité - coordonner les réseaux de distribution - rendre l'étiquetage énergétique obligatoire - valoriser le potentiel de production d'électricité de chaque exploitant agricole - développer la filière bois- énergie

Transports	Le transport est responsable de 29% des émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions ont augmenté de 22% depuis 1990. Les mesures à prendre doivent contribuer à limiter les déplacements individuels en automobile et déplacer le trafic des camions de la route vers le ferroutage et le cabotage.	1. Route et véhicules particuliers - limiter les infrastructures routières et autoroutières - supprimer les trajets routiers longue distance > 500 kms - faciliter le report modal - soutien aux véhicules propres dont hybrides et électriques - aide au renouvellement du parc automobile - programme d'éco- conduite, voies réservées pour les transports collectifs - développer les transports collectifs - mesures de protection contre les inondations 2. Rail - doubler les réseaux de L.G.V. - augmenter la part du fret ferroviaire - création d'autoroutes ferroviaires - promotion du transport combiné - densification des T.E.R. - renforcement des ouvrages d'art - développement du ferroutage 3. Transport aérien - réduction des nuisances des appareils et du bruit - renouvellement accéléré de la flotte - taxe pour avion sur les lignes intérieures moyen courrier - remise en cause des liaisons moyen courrier 4. Transports maritimes - développement du cabotage - valorisation des relations fluviales
Bâtiment	Le bâtiment est responsable du quart des émissions de gaz à effet de serre qui ont augmenté de 5% depuis 1990. Le réchauffement climatique appelle à de nouvelles conceptions de bâtiments économes en énergie et à haute qualité environnementale	1. Nouvelles constructions - construire des bâtiments et équipements publics de basse consommation et à énergie positive - promouvoir le bois éco- matériau dans la construction - encourager la formation des professionnels aux constructions bioclimatiques - instaurer de nouvelles normes en matière d'isolation thermique (50 kWh/an/m²) 2. Bâtiments anciens - rénovation thermique et bilan carbone de tous les bâtiments publics - mécanismes incitatifs puissants pour

		la rénovation des bâtiments privés - améliorer l'isolation thermique (80 kWh/an/m²) 3. Urbanisme - plan volontaire d'éco- quartier - généralisation des plans climat énergie à l'échelle des pays et des parcs - lutter contre l'étalement urbain et la péri- urbanisation - introduire l'adaptation climatique dans l'aménagement du territoire, les P.L.U., les P.D.U. et les S.C.O.T. - prendre en compte le climat pour une architecture bio climatique
--	--	--

Annexe 3 : Bibliographie

- ADEME, 2005, *L'état de l'opinion sur l'effet de serre et le changement climatique*, Conférence de presse sur la mobilisation nationale en faveur des économies d'énergie, 13 décembre 2005, 5 p.
- AGRAWALA S., 2007, *Changements climatiques dans les Alpes européennes : adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*, Paris: éditions de l'OCDE
- AMBROSI P. et COURTOIS P., 2004, *Impacts du changement climatique et modélisation intégrée, la part de l'arbitraire*, Nature Sciences et Société n°12, pp. 375-388
- ANMSM, 2007, *Charte nationale en faveur du développement durable dans les stations de montagne*, octobre 2007, 24 p.
- AFSSA, 2005, *Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animale compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique*, 78 p.
- Aspen Global Change Institute, 2007, *Climate change and Aspen*, http://www.agci.org/pdf/Canary/ACIA_Report.pdf
- BEESAU H., 2007, *Savoie 2020: changement climatique et tourisme, développement durable par le tourisme: quels enjeux, quelles perspectives?*, PowerPoint de la MITRA, 27 mars 2007
- BENISTON M., 2004, *Future Extreme Events in European Climate: An Exploration of Regional Climate Model Projections*, Prudence WP5
- BENISTON M., 2006, *Mountain weather and climate : A general overview and a focus on climatic change in the Alps*, Hydrobiologia n° 562, pp. 3-16
- BIDALOT Y., 2006, *Impacts du changement climatique sur les milieux montagnards*, Mémoire accompagnateur moyenne montagne, http://www.rac-f.org/IMG/pdf/impact_version_internet.pdf
- BRUN E., 2007, *Quel climat pour les Alpes ?*, 20 ans de l'IFMT : Grenoble, 30 mai 2007, 23p.
- CIPRA, 2002, *Le changement climatique et les Alpes : un rapport de synthèse*, mars 2002, 11 p.
- CIPRA, 2006, *Le climat et les Alpes en mutation : tourisme et aménagement du territoire sous le stress météorologique*, résumé des actes de la conférence, 12 p.
- Climalp, 2004, *La performance énergétique de bâtiments en bois régional dans les Alpes* http://www.alpmedia.net/pdf/Climalp_Bericht_F.pdf

- ClimChAlp, *La " Base ClimChAlp"*, consulté en octobre 2007, http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/base_climchalp.html
- Collectif, 2007, *Dossier tourisme : quel avenir pour les stations française ?*, Montagne leaders n° 201 (juillet 2007), pp.28-55
- Commission des communautés européennes, 2007, *Livret vert, Adaptation au changement climatique en Europe : les possibilités d'action de l'Union européenne*, http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/green_paper_fr-2pdf, 32 p.
- Commission nationale de Protection de la montagne, 2007, *Effet de serre et changement climatique*, La lettre du milieu montagnard n°11, http://www.ffcam.fr/telecharger.php?le_rep_fichier=r3&le_fichier=191251441882653171.pdf, pp. 1-2.
- Convention alpine, 2006, *Déclaration de la IXème Conférence alpine sur les changements climatiques dans les Alpes*, 9 nov 2006
- Convention alpine, 2006, *Changement du climat dans l'espace alpin : Effets et défis*, Vienne, 47 p. http://www.cenat.ch/ressources/planat_product_fr_786.pdf
- DATAR, 2005, *Analyse des attitudes face à l'adaptation aux changements climatiques : le cas de deux stations de moyenne montagne dans les Alpes de Haute-Provence*, Revue Territoires 2030 n°2, Décembre 2005
- DENEUX M., 2002, *L'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact possible sur la géographie de la France à l'horizon 2005, 2050 et 2100*, Rapport de l'OPECST n°224, Paris : Sénat, <http://www.senat.fr/rap/r01-224-1/r01-224-11.pdf>, 291 p.
- Direction du Tourisme, 2007, *Tourisme de A à Z –Changement climatique et développement durable du tourisme*, consulté en octobre 2007 <http://www.tourisme.gouv.fr/fr/navd/dossiers/taz/att00002082/changementclimatique07.pdf>
- DUFRESNE J-L et al., 2006, *Simulation du climat récent et futur par les modèles du CNRM et de l'IPSL*, La Météorologie n°55, pp. 45-59
- ETCHEVERS P. et MARTIN E., 2002, *Impact du changement climatique sur le manteau neigeux et l'hydrologie des bassins versants de montagne*, colloque international « L'eau en montagne », Megève, 8 p.
- France Nature Environnement, 2007, *Se déplacer en montagne autrement*, Projet Alpine Awareness, consulté en octobre 2007 http://www.fne.asso.fr/PA/transports/dos/dossiers_alpine_awareness.htm
- GERBAUX M., *Reconstitution du bilan de masse des glaciers alpins et impact du changement climatique*, Thèse de l'Université Joseph Fourier, Grenoble

<http://www.lgge.obs.ujf-grenoble.fr/publiscience/theses/theses.shtml>

- GICC-Rhône, 2005, *Gestion et Impact du Changement Climatique dans le bassin versant du Rhône, Rapport final révisé*, version courte, février 2005.
- GIEC, 2001, *Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques*, Rapport du Groupe de travail I, 97 p.
- GIEC, 2007, *Résumé à l'intention des décideurs : les éléments scientifiques*, Rapport spécial du Groupe de travail I, 22 p.
- GIEC, 2007, *Résumé à l'intention des décideurs : Impacts, adaptation et vulnérabilité*, Rapport spécial du Groupe de travail II, 20 p.
- GIEC, 2007, *Résumé à l'intention des décideurs : scénarios d'émission*, Rapport spécial du Groupe de travail III, 27p.
- GIS Alpes Jura, 2007, *Changement climatique Eau, Energies et agriculture alpine*, Proposition de projet Cima 2007
- GREENPEACE-CLIMPACT, 2005, *IMPACTS –Changements climatiques : quels impacts en France ?*, Climpact, novembre 2005
- Grenelle de l'Environnement, 2007, *Lutter contre les changements climatiques et maîtriser la demande d'énergie*, Rapport du groupe 1, octobre 2007, 90 p.
<http://www.legrenelle-environnement.fr/grenelle-environnement/spip.php?rubrique12>
- GRZYNSZPAN N., 2007, *Concertation complexe pour un éco-quartier à construire aux portes de Chambéry*, Le Monde, 4 novembre 2007
- Initiative Transport Europe, 2007, *Mobilité d'avenir dans l'Arc alpin*, 9 congrès international, consulté en octobre 2007
<http://perso.orange.fr/difesa-montebianco/monaco.htm>.
- INRA, 2004, *Quelles forêts en France en 2100 ?*
- INRA, *Impact du réchauffement climatique sur la répartition des essences forestières françaises*, Projet Carbofor
<http://www.nancy.inra.fr/extranet/com/carbofor/carbofor-D1-resume.htm>
- INRA, 2003, *Le climat change, la nature et l'agriculture aussi ! Quels impacts ? Quelles adaptations ?*, 19 p.
<http://www.inra.fr/sia2003/plaquette-sia2003.pdf>
- IPSL et Météo France, 2007, *Livre blanc ESCRIME –Etudes des scénarios climatiques*, janvier 2007
- LASSMAN-TRAPPIER A., 2004, *Transport routier et pollution dans les Alpes : le cas particulier de la vallée de Chamonix*, dossier de synthèse, 12 mai 2004, 12 p.

- LIPPERT S-A., 2007, *Les stations de sports d'hiver face au changement climatique*, Mémoire Grenoble, <http://memoireonline.free.fr/09/07/589/les-stations-de-sport-d-hiver-face-au-changement-climatique.html>
- LEGAY M. et MORTIER F., 2006, *La forêt face au changement climatique : adapter la gestion forestière*, Synthèse de l'atelier ONF/INRA du 20 octobre 2005, Les dossiers forestier n°16, 39 p.
- LOUBIER J-C, 2007, *Changement climatique et domaines skiables : simulation en Savoie et Haute-Savoie à l'horizon 2015*, site Internet Mappemonde, consulté en octobre 2007
- LOUBIER J-C, 2004, *Perception et simulation des effets du changement climatique sur l'économie du ski et la biodiversité (Savoie et Haute-Savoie)*, UJF, thèse
- MARTIN E., 2000, *Impacts sur le cycle hydrologique : modification de la couverture neigeuse*, Contribution au rapport de la MIES : Impacts potentiel du changement climatique en France, juin 2000
- MEDD-MIES, 2002, *Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France*, novembre 2002
- METEO FRANCE, *Dossiers sur le climat*, consultés en octobre 2007
<http://www.meteofrance.com/FR/actus/dossier/liste.jsp>
- MIES, 2007, *Plans Climat Territoriaux : des territoires en action*, 1^{er} recueil d'expériences, 67 p.
- MIES, 2007, *Dossiers sur le changement climatique*, consultés en octobre 2007
<http://www.agora21.org/mies/frame13.html>
- Ministère du Tourisme, TEC, 2006, *Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme – Etude exploratoire en vue d'un programme de recherche*, mai 2006
- OcCC (organe consultatif sur les changements climatiques), 2007, *Les changements climatiques et la Suisse en 2050 : impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie*, 168 p.
- Office International de l'Eau, 2006, *L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants*, 2^{ème} Congrès international, Megève, 20-21-22-23 Septembre 2006
- OMT, 2003, *Changement climatique et ses effets sur le tourisme dans les régions de montagne*, 1^{ère} conférence internationale sur le changement climatique et le tourisme, Djerba, Tunisie, 9-11 avril 2003

- ONERC, 2003, *Conséquences du réchauffement climatique sur les risques liés aux événements climatiques extrêmes*, Actes du colloque du 22-23 juin 2003, Paris, octobre 2003, 70 p.
- ONERC, 2004, *Etes-vous prêts ? Guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales*, Paris, mars 2004, 12p.
- ONERC, 2005, *Collectivités locales et changements climatiques : quelles stratégies d'adaptation ?* Actes du colloque du 30 septembre 2004, Paris, juin 2005, 62 p.
- ONERC, 2005, *Un climat à la dérive : comment s'adapter ?* Rapport de l'ONERC au Premier ministre et au Parlement, Paris, juin 2005, 109 p.
- ONERC, 2006, *Réchauffement climatique : quelles conséquences pour la France ?*, Paris : ONERC, 6 p.
- ONERC, 2006, *Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique*, Paris : ONERC, 56 p.
- Préfecture de région PACA, 2007, *Etude des effets du changement climatique sur le Grand Sud Est*, document de travail, sept 2007, 77 p.
- PRUDENT RICHARD G., 2007, Recensement des études concernant les effets du climat et du réchauffement climatique sur les espaces de montagne en France métropolitaine, note technique actualisée n°4, mai 2007, Paris : ONERC, 72 p.
[http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/NT4 -
Version actualisee Mai 2007 1.55Mo.pdf](http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/NT4-_Version_actualisee_Mai_2007_1.55Mo.pdf)
- RAC-F, FNE, WWF, et al., 2006, *Changement climatique : la nature menacée en France ? En savoir plus et agir*, Paris : ONERC (MEDD), 24 p.
- Réseau Action Climat, 2005, *Synthèse des principales données chiffrées du document « Transports et changements climatiques : un carrefour à haut risque »*, consulté en octobre 2007
<http://www.europe-solidaire.org/spip.php?article1026>
- ROUSSET N., 2006, *Economie du changement climatique : quelles stratégies pour les systèmes alpins ?*, PowerPoint pour le colloque : changement climatique dans le sillon alpin – impacts et enjeux, Saint Hilaire du Touvet, 24 oct 2006
- THEURILLAT J-P et GUIBAN A., 2001, *Potential impact of climate change on vegetation in the european Alps : a review*, Climate Change n°50, pp. 77-109

