

Contexte et enjeux de l'élaboration d'un plan climat territorial

La communauté de communes de la vallée de Chamonix (Chamonix, Les Houches, Servoz, Vallorcine) a engagé à l'automne dernier l'élaboration d'un plan climat territorial.

La présente note souhaite apporter aux membres de l'ARVAC quelques éléments synthétiques d'information sur les enjeux du changement climatique dans les Alpes, les stratégies d'adaptation et l'outil des plans climat énergie territoriaux.

I Éléments d'information sur les perspectives des changements climatiques dans les Alpes

Le plan d'adaptation au changement climatique publié par l'Observatoire national sur les changements climatiques (créé par la loi du 19 janvier 2001) souligne : *« il est désormais bien établi que la montagne subira des impacts considérables qui ont déjà des effets sur les activités et les établissements humains. Cela inclut une augmentation notable de la température, des effets de dégel, des modifications dans le débit des cours d'eau et des conséquences sur les ressources en eau, des formations de lacs glaciaires avec des risques de débâcles, l'élévation de la limite des neiges éternelles. La forêt pourrait également y subir des dépérissements plus ou moins brutaux alors qu'elle joue un rôle important dans la stabilisation des terrains. »*

22 institutions publiques de sept pays européens (l'Allemagne, l'Autriche, la France, l'Italie, le Liechtenstein, la Slovénie et la Suisse) se sont associées dans le cadre du programme Interreg 3B Alpine Space pour réaliser le projet ClimChAlp (changement climatique, impacts et stratégies d'adaptation dans l'espace alpin).

L'objectif de ce projet était d'élaborer un socle de connaissance partagé concernant le changement climatique dans les Alpes et ses impacts, en particulier sur les risques naturels, et de définir les premiers éléments d'une stratégie de réponse commune.

La Région Rhône-Alpes et l'observatoire national sur les effets du changement climatique ONERC, avec l'appui technique du pôle grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des risques naturels ont participé aux synthèses des connaissances issues de l'observation et des modélisations, ce qui a permis de préciser les tendances passées dans les Alpes et de proposer des scénarios d'évolution en lien avec le changement climatique.

Les principaux constats de cette étude de 2008 qui figure en pièce jointe rejoignent les conclusions des travaux menés dans le cadre de la convention alpine.

Les éléments ci-après sont une synthèse des informations recueillies notamment sur les sites de la convention alpine, de ClimChAlp et de l'ONERC.

➤ **Les Alpes françaises se réchauffent plus vite que la moyenne mondiale.**

Les observations montrent une augmentation de la température d'environ 1°C au cours du XX^e siècle, notamment caractérisée par une élévation des températures les plus froides et les plus chaudes de la journée.

Selon le site de la convention alpine, le réchauffement climatique est beaucoup plus marqué dans les Alpes que dans le reste de l'hémisphère Nord : l'augmentation moyenne de la température dans les Alpes au cours du siècle dernier est deux fois supérieure à l'augmentation de la température moyenne dans l'hémisphère Nord. Le rapport de l'OCDE « changements climatiques dans les Alpes européennes-adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques

naturels » indique que le réchauffement climatique est trois fois supérieur dans les Alpes à la moyenne mondiale.

Selon les modèles climatiques, cette tendance pourrait se poursuivre avec une augmentation des températures comprise entre 3 et 6°C au maximum d'ici à 2100.

➤ **L'enneigement**

Depuis le milieu du XXe siècle, on a observé une réduction en épaisseur et en durée du manteau neigeux en dessous de 2000 m. Deux explications principales liées au réchauffement : d'une part la pluie remplace la neige plus souvent et plus haut durant l'hiver, et d'autre part le manteau neigeux fond plus vite et plus tôt.

Le Col de Porte, situé à 1360 m dans le massif de la Chartreuse est le site expérimental de Météo France pour l'étude de la neige. A cet endroit, une tendance se dégage malgré des fluctuations annuelles importantes : l'épaisseur de la couverture neigeuse a diminué de plus de cinquante centimètres et la durée d'enneigement a diminué d'environ 1 mois depuis 1960. Pour un réchauffement moyen de 1,8°C, les modèles calculent une diminution de la durée d'enneigement de plus d'un mois en dessous de 1500 m. De plus, la hauteur moyenne de neige serait réduite de 40 cm dans les Alpes du Nord (passage de 1 m à 60 cm) et de 20 cm dans les Alpes du Sud (passage de 40 à 20 cm).

Un rapport de l'école nationale des ponts et chaussées¹ indique que la limite de la neige pérenne remonterait d'environ 150m pour chaque degré de réchauffement. La « ligne de neige » qui marque la frontière des aires adaptées au ski se situe actuellement dans les Alpes françaises vers 1200-1500m d'altitude. Elle pourrait se déplacer à 1800m. A titre d'exemple, en Suisse, dans cette hypothèse un quart des secteurs de ski du Valais et des Grisons cesseraient d'avoir un enneigement fiable.

Un rapport de l'OCDE daté de 2007 sur les changements climatiques dans les Alpes indique que dans les conditions climatiques actuelles 609 des 666 domaines skiables alpins d'Autriche, d'Allemagne, de France, d'Italie et de Suisse ont un enneigement naturel fiable. Ce nombre chuterait à 500 pour un réchauffement de 1°, à 404 pour un réchauffement de 2°, à 202 dans le cas d'un réchauffement de 4°. La sensibilité aux changements climatiques varie fortement selon le pays (avec bien sûr de grandes disparités selon la région, l'altitude et l'exposition de la station). Ainsi les stations de Suisse sont les moins vulnérables : une hausse de 1° ne provoque qu'une baisse de 10% du nombre de domaines skiables ayant un enneigement fiable contre une baisse de 60% dans cette même hypothèse en Allemagne.

➤ **Les glaciers**

Les glaciers de montagne ont décliné en moyenne dans les deux hémisphères et la perte de masse séculaire est considérée comme un phénomène mondial depuis 1850. Les glaciers des Alpes européennes ont perdu environ 30 % à 40 % de leur surface englacée et à peu près la moitié de leur volume total (soit - 0.5 % par an) entre la fin du Petit Âge Glaciaire (PAG, à partir du milieu du 19e siècle) et 1975. Entre 1975 et 2000, environ 25 % du volume restant a probablement disparu (soit - 1 % par an). Cette tendance s'est accélérée au début du 21e siècle puisque ce sont 10 % à 15 % supplémentaires qui ont disparu (soit - 2 % à - 3 % par an) entre 2000 et 2005.

Une étude menée sur les parties sommitales englacées du Mont Blanc (4 808 m) et du Dôme du Goûter (4 300 m) montre que, contrairement à ce qui a été observé pour les langues glaciaires du massif du Mont Blanc, il n'y a pas eu de changements majeurs d'épaisseur détectés sur la période 1905-2005 pour la majeure partie de la zone d'étude. En revanche, les températures de la glace au Col du Dôme du Goûter (4 250 m) ont clairement augmenté de 1°C à 2°C (jusqu'à 80 mètres de profondeur) entre 1994 et 2005.

¹ ENPC Changement climatique et tourisme de montagne

La décrue glaciaire entraîne des risques spécifiques comme l'exposent les actes du colloque organisé en novembre 2006 sur le thème « géologie et risques naturels : la gestion des risques au Pays du Mont-Blanc » qui souligne le forçage qu'exerce la dynamique glaciaire sur la stabilité des terrains de haute montagne² :

- - « *L'évolution des formations morainiques latérales*

Une fois l'appui du glacier qui les a édifiés disparu, ces dépôts de till³, parfois considérables, se retrouvent en déséquilibre gravitaire, ce qui engendre de fait de volumineux glissements de terrain affectant les marges proglaciaires récemment libérées des glaces (moraines latérales de rive droite de la Mer de Glace). D'autre part, ces formations meubles peuvent fournir d'importants volumes de matériaux alimentant de puissantes laves torrentielles, même très longtemps après le départ du glacier. Enfin, les flancs internes de ces édifices morainiques, s'ils ne sont pas rapidement colonisés par la végétation, sont la proie de l'érosion qui les détruit petit à petit (moraines latérales du glacier des Bossons).

- *La décompression post-glaciaire des versants rocheux*

Lors des maxima glaciaires, la force de pression considérable exercée par la glace directement sur le substrat rocheux entraîne une modification des propriétés rhéologiques du versant, c'est à dire une compression, même infime, des roches. Lorsque le glacier fond, le versant se trouve dans un nouvel environnement de contraintes, ce qui génère un certain déséquilibre. Afin de trouver une situation d'équilibre, des réajustements en décompression s'opèrent dans le versant. Ceci se traduit fréquemment par l'apparition de fractures dans le massif rocheux, dont le volume augmente dans des proportions infimes mais avec des conséquences sensibles, comme des écroulements.

Le site du glacier inférieur de Grindelwald (fig. 3), dans les Alpes bernoises (Suisse) illustre bien les deux cas de figure précédents. En effet, on y a observé successivement : (1) le glissement en masse d'une partie de la moraine latérale droite historique, en 2005 ; (2) le tassement au cours de l'été 2006 d'une masse rocheuse considérable en rive gauche sur les flancs de l'Eiger, d'un volume proche de 2 millions de m³, suivi de l'écroulement partiel de cette masse (200.000 m³). Ces deux événements, dont l'occurrence en un même lieu est peu fréquente, ont provoqué la formation de deux lacs supra-glaciaires. Selon les données de la section risque géologique de l'office fédéral de l'environnement, la montagne bougeait en 2006 de plusieurs décimètres par jour.

- *Les lacs de barrage morainique*

Le till, matériau constituant les moraines, est composé de sédiments hétérométriques emballés dans une matrice fine argileuse. Ceci confère une grande imperméabilité aux constructions morainiques. Ainsi, lors du retrait des glaces, des plans d'eau peuvent se mettre en place dans la dépression située entre les vallums morainiques latéro-frontaux édifiés lors des maxima glaciaires, qui jouent le rôle de barrage naturel. Si les lacs les plus importants se situent à l'abri des édifices morainiques du PAG, on en trouve cependant à l'intérieur de moraines plus récentes, comme celles construites lors de la dernière crue glaciaire significative au cours des années soixante, soixante-dix et quatre-vingt. »

Des lacs pro-glaciaires sont ainsi apparus en aval du front de la Mer de glace à l'intérieur des vallums morainiques édifiés entre 1970 et 2003. La formation de lacs de barrage morainique crée un risque important en cas de rupture de ces barrages naturels (cf la catastrophe survenue en 1818 dans le Val de Bagnes du fait de la rupture du barrage naturel formé, en période de crue glaciaire, par les chutes de séracs du glacier suspendu de Gietroz). Des travaux ont été menés ces dernières années à Saas Fee et Macugnana et au glacier d'Arsine en Oisans pour vidanger ces lacs afin d'éviter des catastrophes similaires.

² F Amelot et S Coutterand Une identité géologique et géomorphologique à l'origine de nombreux aléas : le point typologique sur quelques catastrophes géologiques et glaciaires historiques. Voir pièce jointe.

³ matériaux constituant les moraines.

- « *Les poches d'eau intra-glaciaires*

Elles se forment lorsque l'eau de fonte qui pénètre dans le glacier ne trouve pas d'exutoire et se stocke à l'intérieur même du glacier. De telles poches peuvent atteindre des volumes considérables. Totalement invisibles et imprévisibles...elles sont responsables de plusieurs débâcles historiques.... Le 12 juillet 1892, le front du petit glacier de Tête Rousse, à 3150 m d'altitude, explose et laisse s'échapper brutalement une masse de 100 000 m³ d'eau et de 90 000 m³ de glace (fig. 5). Très vite, en dévalant la pente vers le glacier de Bionnassay, elle se charge d'une grande quantité de sédiments et atteint bientôt le volume considérable d'un million de m³. Cette lave ravage la vallée de Bionnassay puis la basse vallée du Bon Nant, de Bionnay au Fayet, détruisant notamment l'établissement thermal de Saint Gervais. Cette lave torrentielle, d'une ampleur rare, entraîne la mort de 175 personnes » et recouvert les terres agricoles jusqu'à Sallanches.

- « *La dégradation du permafrost et les glaciers suspendus*

Du fait du réchauffement climatique, les glaciers subissent des transformations de leurs propriétés physiques qui sont génératrices de risques. Il en va ainsi des glaciers de « type froid », constitués de glace à une température inférieure à 0°C, qui sont de ce fait collés à la roche. Dans l'hypothèse d'une poursuite de ce réchauffement, la remontée des températures va affecter la stabilité des glaciers suspendus de face Nord à l'exemple de la face Nord de l'Aiguille Verte. A moyen terme, ils vont évoluer en glaciers de « type tempéré », s'écoulant sur leur substratum rocheux. Cette situation risque de générer de volumineux écroulements des petits appareils suspendus dont les pentes moyennes dépassent couramment 40°. »

➤ **Le dégel des sols**

Le permafrost ou pergélisol est une partie de sol gelée en permanence que l'on rencontre à haute altitude dans les Alpes. Il influence l'hydrologie et la stabilité des versants.

Le réchauffement de l'air et la diminution de la couverture neigeuse (qui joue un rôle d'isolant) expliquent la dégradation du permafrost actuellement observée. Elle devrait se poursuivre dans le futur. Dans les Alpes, durant l'été 2003, et alors que les températures estivales excèdent rarement 0°C au-dessus de 3000 m d'altitude, la glace présente dans le sol a fondu à des altitudes pouvant aller jusqu'à 4600 m, déstabilisant les roches.

Le massif du Mont-Blanc connaît des écroulements de grande ampleur (Tour des Jorasses en 2002, Drus, aiguille des Pélerins...). Parmi les plus spectaculaires, ceux qui se produisent depuis 1997 dans la face Ouest des Drus, marqués en particulier par l'écroulement du pilier Bonatti en deux phases-2003, 2005. La fonte du permafrost lors de la canicule de 2003 et de l'épisode chaud de juin 2005 a accéléré les processus d'érosion mécanique⁴. En juin 2005 une masse estimée à 260 000 m³ s'est détachée d'un coup achevant la disparition du pilier. De même, cette fonte concourt à déstabiliser les pentes du cirque du fer à cheval déjà fragilisées par leur fracturation et la nature des roches (éboulis, superposition de bancs de marne et de calcaires). Entre 200 000 m³ et 300 000 m³ se sont effondrés en décembre 2002, ce mouvement de terrain a été suivi de nouvelles coulées en 2003. Le BRGM estime que la fonte progressive du pergélisol a favorisé l'apparition d'une véritable « couche de savon » déstabilisatrice. Selon les études du BRGM, 1 million de m³ de roches vont encore s'écrouler dans le secteur du Nant des Peres⁵.

⁴ cf article de Sylvain Coutterand sur la disparition du pilier Sud-Ouest du petit-Dru paru dans Nature et Patrimoine en Pays de Savoie juin 2006 et publié sur internet sur le site de Sylvain Coutterand.

⁵ cf rapport du conseil général de l'environnement et du développement durable. Les travaux de sécurisation du secteur du nant des Peres dans le site classé du fer à cheval, octobre 2009.

Cf BRGM Mouvement de grande ampleur survenu en décembre 2002 dans le secteur du Nant des Peres (Haute Savoie) juillet 2003.

Ces deux rapports sont publiés sur internet.

Des éboulements de grande ampleur se sont produits aussi au Cervin et aux Dents du Midi en 2006.

L'évènement de plus grande ampleur s'est produit en septembre 2004 à la pointe Thurwieser dans le Valteline : environ 2,5 millions de m³ de roches se sont écroulés. Déjà en juillet 1987 le glissement de terrain qui s'était produit à Val Pola dans le Valteline semble lié à la fonte du permafrost.

On peut par ailleurs s'interroger sur l'incidence du changement climatique sur les zones glacio-karstiques (massifs de Platé, du Haut Giffre, de Morcles, des Diablerets, du Wildhorn et du Wildstrubel).

L'Union européenne a financé deux programmes régionaux sur le permafrost PACE entre 1997 et 2000 et Glaciorisk entre 2000 et 2003.

➤ **Les précipitations :**

A l'échelle de l'Arc alpin, il est extrêmement compliqué d'identifier des tendances. Principale raison, la difficulté d'avoir suffisamment de mesures en zone de montagne, alors même que les précipitations y varient énormément d'un endroit à l'autre et au cours du temps.

Concernant les Alpes françaises, aucune tendance d'évolution des précipitations moyennes ne se dégage clairement. Seules des variations de répartition entre les différentes saisons ainsi que des signes d'augmentation locale des précipitations intenses ont pu être détectés (Savoie, Écrins...).

Bien que les modèles numériques soient en constante amélioration, l'incertitude reste donc beaucoup plus élevée pour les précipitations que pour les températures, surtout dans les zones de montagne où le relief complique fortement les phénomènes.

Néanmoins, quelques tendances générales se dessinent : augmentation des précipitations en hiver et diminution en été.

➤ **Le changement de régime hydrique**

Lié pour partie à la fonte des glaciers, ce changement de régime aura des effets très contrastés selon les régions : alors que le centre et le Nord des Alpes devraient être soumis à des inondations, les régions intra-alpines et des Alpes méridionales devraient subir des sécheresses répétées.

➤ **Les risques naturels**

Le rapport « Influence du climat et impacts du changement climatique sur les aléas naturels dans les Alpes » en pièce jointe observe que les analyses économiques montrent une nette augmentation des dégâts causés par les risques naturels. Cette tendance s'explique pour une part par une augmentation des enjeux exposés, des dégâts mieux couverts par les assurances et par des changements de perception sociale concernant les risques mais aussi par une évolution du climat et des aléas naturels qui en résultent.

Le rapport précité note que le lien entre risques naturels et climat est réel mais difficile à apprécier. En effet, de nombreux facteurs interagissent, les mesures sont limitées et les phénomènes complexes. De plus, ce sont souvent les précipitations extrêmes qui déclenchent les aléas naturels alors que l'étude du climat porte préférentiellement sur les valeurs moyennes.

Même si les observations ne révèlent pas de tendance claire et généralisée, des signes locaux de changement sont perceptibles : décalages saisonniers des pics de crues, recrudescence des éboulements en altitude durant les étés chauds, feux de forêt, remontée en altitude des zones de départ de laves torrentielles, augmentation de la proportion d'avalanches de neige humide... « *Ces phénomènes pourraient être les prémices de changements ultérieurs plus importants induits par la poursuite du réchauffement prévu par les modèles climatiques.* »

La fonte du pergélisol augmente les risques de glissements de terrain et de laves torrentielles.

En ce qui concerne les avalanches, la synthèse établie par le rapport Climchalp sur les impacts observés et potentiels du changement climatique sur les aléas naturels indique que les prévisions restent très incertaines tant en termes d'intensité que de fréquence, de localisation, et de saisonnalité : *« un plus grand nombre d'avalanches de neige humide et une diminution de l'activité avalancheuse aux basses et moyennes altitudes sont les deux hypothèses les plus probables au vu des connaissances actuelles. »*

Par ailleurs, en dehors des risques liés à la fonte du pergélisol, un article intitulé « changements climatiques : vers une évolution du risque géologique dans les Alpes »⁶ observe qu'on peut s'attendre à ce que les sols restent gelés de façon moins durable au cours de l'hiver. *« Ceci pourrait avoir des conséquences notables sur des terrains de moyenne montagne. En effet, si on considère d'une part qu'un sol gelé est stabilisé et d'autre part que le manteau nival joue un rôle de tampon en cas de précipitations hivernales liquides (les épisodes de pluie sur neige devraient devenir plus fréquents), on se rend compte que les sols, surtout ceux qui ont une faible cohérence (schistes déstructurés, formations superficielles etc..) seront beaucoup plus vulnérables. L'absence de gel les rendra perméables et l'absence de couverture nivale permettra leur imbibation par les précipitations liquides. Par conséquent des secteurs peu stabilisés verront leur période de susceptibilité à la mise en mouvement rallongée. De même, une plus grande quantité d'eau interstitielle dans les sols favorisera leur mise en mouvement (surpoids, surpression) et leur mobilité...La catastrophe du Roc des Fiz le 16 avril 1970⁷ est ainsi due à la conjonction de paramètres de ce type (Jail et Vivian 1971). En effet, peu de temps avant le déclenchement de la coulée de boue qui a fait 72 victimes, une avalanche de fond a localement emporté tout le manteau nival, en arrachant de nombreux arbres. Les auteurs soulignent que les fortes pluies qui ont suivi ont pu imbiber directement le sol et les roches sous-jacentes, schisteuses et déstructurées. Ce type de situation pourrait se reproduire ailleurs dans des conditions structurales et nivo-météo semblables. »* De même, l'article relève les risques liés à la modification du régime saisonnier des précipitations déjà perceptible avec une augmentation des précipitations de fin d'hiver et de printemps ; *« ces précipitations tombant sur des sols saturés, parfois même sur un manteau de neige humide, favoriseront là encore le déclenchement de laves torrentielles et de mouvements de terrains. On sait l'importance que peut prendre le phénomène de pluie sur neige dans l'occurrence de pluies dévastatrices par la mobilisation brutale de stocks d'eau que représente le manteau nival, s'additionnant aux précipitations en cours (crues de l'Arc en Savoie et de l'Ubaye dans les Alpes de Haute-Provence en juin 1957).*

Le rapport de l'OCDE de 2007 sur l'évaluation de l'impact des changements climatiques et de l'adaptation à ces phénomènes dans le secteur du tourisme d'hiver et dans le domaine de la gestion des risques naturels dans les Alpes souligne que les changements climatiques représentent une raison supplémentaire de gérer efficacement des risques existants et que l'adaptation au changement climatique exige une gestion prospective des risques naturels et une surveillance active. Il indique qu'en Suisse, les normes de précaution ont été renforcées afin de prendre en compte des événements extrêmes : les cartes de risques ont été ajustées de façon à intégrer des événements ayant une période de retour de 300 ans au lieu de s'en tenir à une période de cent ans et que la planification des mesures d'urgence prend en compte une période de mille ans.

Soulignons que l'AIRAP, association pour l'information sur les risques d'avalanches urbaines et leur prévention, dont plusieurs fondateurs sont membres de l'ARVAC (dont JC Bourdais, membre du conseil d'administration), demande instamment que les zones d'aléa maximum vraisemblable soient prises en compte par les plans de prévention des risques. Ces zones dites

⁶ Article de F Amelot géologue centre de la nature montagnarde, S Coutterand glaciologue, P Deline université de savoie.

⁷ Catastrophe du préventorium de Praz Coutant.

« zones jaunes » n'ajouteraient pas de contraintes en matière de constructibilité (sécurité des biens comme c'est le cas des zones rouges ou bleues) hormis pour certains bâtiments dits sensibles (maisons de retraite, hôpitaux, centres de secours) mais auraient vocation à permettre l'information des personnes (sécurité des personnes) afin qu'elles puissent évacuer le lieu concerné en temps utile, dans le cas de risque extrême.

➤ **La biodiversité**

Le plan d'action changement climatique dans les Alpes de la convention alpine souligne que le changement climatique va entraîner des modifications importantes de la flore et de la faune allant jusqu'au risque d'extinction d'un grand nombre d'espèces. En effet, la flore alpine est composée en grande partie de reliques de l'âge glaciaire qui ont pu subsister en altitude. Le réchauffement climatique va entraîner des pertes de biotope.

Pour chaque degré d'augmentation de température, la migration des espèces en altitude est estimée à environ 150 m. D'ores et déjà les changements sont perceptibles. Ainsi l'observatoire fédéral de l'environnement suisse indique que les espèces végétales subalpines et alpines se sont élevées de 13m en moyenne entre les deux campagnes de recueil (2001-2002 et 2006-2007). Pour certaines espèces l'écart est bien supérieur : ainsi l'altitude moyenne du myrtilier a augmenté de 40m. La forêt va monter en altitude ce qui réduira les zones alpines. Cependant, les espèces qui sont déjà localisées à la limite de leur tolérance climatique pourraient n'avoir aucun espace où migrer. De plus, les espèces endémiques ont généralement une tolérance climatique limitée, alors qu'à l'inverse, les espèces envahissantes ont généralement une assez bonne tolérance climatique. Ainsi, avec le changement climatique, la pression exercée par les espèces invasives serait accrue, de même que la compétition biologique. Les espèces qui se reproduisent lentement et ont une dispersion limitée et les espèces très spécialisée seront particulièrement menacées.

Au regard de la particularité et de la fragilité des écosystèmes montagnards et de la rapidité du changement climatique les processus d'adaptation seront trop lents et le déplacement des zones de répartitions sera fortement limité par une géographie aux multiples barrières naturelles et un environnement déjà fortement dégradé par l'activité humaine.

Il importe d'autant plus d'éviter de nouvelles atteintes aux milieux naturels, la fragmentation accrue des habitats naturels, de restaurer des continuités écologiques (cf par exemple l'initiative du réseau écologique de l'Isère en liaison avec les collectivités, la région, l'Etat, les acteurs concernés, la société gestionnaire des autoroutes) afin de faciliter la migration des espèces, de maintenir l'agriculture de montagne, de préserver les tourbières en tant que puits de CO2 et réservoirs de biodiversité.

A cet égard, il conviendrait dans la vallée de Chamonix d'enrayer le dessèchement accéléré des zones humides et tourbières (cf en particulier à Samoteux, à Vallorcine dans le secteur entre Sur le Rocher et Les Granges, à Charousse) en veillant à éviter le captage des sources et en coupant régulièrement la végétation arbustive (aulnes, bouleaux) qui tend à coloniser ces biotopes remarquables.

Pour plus d'information vous pouvez notamment consulter les sites suivants :

- plateforme de connaissance sur le changement climatique et les risques naturels dans les Alpes : www.risknat.org
- site de l'ONERC <http://onerc.gouv.fr>
- rapport climchalp www.climchalp.org
- site de la convention alpine : <http://www.cipra.org/fr/cipra-home>

Le secrétariat permanent de la convention alpine⁸ a mis en ligne un portail dédié au changement climatique dans l'espace alpin (études, échanges d'expériences, projets...) pour concourir à la mise en œuvre du plan d'action climatique dans les Alpes <http://www.alpconv.org/climate/index.fr>

- le site de la commission internationale pour la protection des Alpes CIPRA⁹ qui diffuse un bulletin alpmedia et met en ligne des synthèses thématiques (tourisme, aménagement du territoire, transports, construction, protection de la nature...) sur l'adaptation au changement climatique dans les Alpes avec des exemples d'expériences exemplaires.

<http://www.cipra.org/fr:cc.alps/réseultats/compacts>

- le site du club alpin
- le site de Mountain wilderness
- site de Sylvain Coutterand, glaciologue
- site de l'AIRAP

Autres éléments de bibliographie publiés sur internet :

- Rapport de l'OCDE sur les changements climatiques dans les Alpes 2007

II Les adaptations nécessaires

Des adaptations sont indispensables dans les différents secteurs d'activité pour contribuer à limiter l'ampleur du changement climatique et pour s'adapter aux évolutions d'ores et déjà inéluctables.

Ces adaptations concernent tous les champs d'activité :

- énergie,
- urbanisme,
- logement, construction¹⁰,
- transports : transport de fret, de personnes (ce qui pose aussi la question de la provenance géographique de la clientèle car le développement des transports en commun peut être plus que compensés par les émissions de CO2 liées au recrutement de clientèles du bout du monde tributaires du transport aérien)
- activités touristiques,
- éclairage public,
- entretien de la voirie et des espaces verts,
- préservation des espaces naturels et de la biodiversité
- achats publics,
- gestion des déchets
- etc...

⁸ Cette convention internationale a été signée en novembre 1991. Elle est entrée en vigueur le 6 mars 1995 et a été ratifiée par l'Autriche, l'Allemagne, la France, l'Italie, le Liechtenstein, l'Union européenne, la Suisse, la principauté de Monaco, la Slovénie. Huit protocoles d'application par thématiques (dont un protocole transports) ont été élaborés. Ces protocoles ne sont pas encore ratifiés par tous les Etats.

⁹ Cette ONG qui regroupe une centaine d'associations a été créée en 1952. Elle a le statut d'observateur officiel auprès de la convention alpine à l'élaboration de laquelle elle a beaucoup contribué.

¹⁰ On pense bien sur aux normes d'isolation, au mode de chauffage. Le plan d'action changement climatique de la convention alpine préconise aussi de prendre en compte outre la préservation des espaces naturels des critères bioclimatiques (exposition, étude des vents dominants) dans la sélection des sites constructibles comme le fait la commune de Cavalese en Italie depuis 1990.

Les premiers bilans carbone présentés par dix stations de montagne¹¹ signataires de la charte nationale en faveur du développement durable dans les stations de montagne établie en 2007 à l'initiative de l'association nationale des maires des stations de montagne (voir sur le site <http://www.anmsm>) (qui compte actuellement 58 signataires) montrent que le transport est la principale source d'émission de CO₂ (57%) contre 11% pour l'hébergement, 16% les bâtiments touristiques, 2% les équipements liés à la pratique du ski (remontées, damage, neige de culture) soit au total 800 000 tonnes équivalent CO₂.

La situation est d'autant plus complexe que des solutions qui paraissent résoudre certains problèmes aggravent d'autres conséquences du changement climatique d'où l'impératif d'études prenant en considération l'ensemble des effets induits.

Ainsi, par exemple, un rapport de l'école nationale des ponts et chaussées met en garde contre les conséquences sur l'environnement de la neige de culture : *« l'application générale des canons à neige dans les massifs se fait en dehors de toute réflexion sur les effets long terme. Outre la défiguration des paysages par la création de retenues artificielles, ces dernières pourraient avoir des conséquences sur l'hydrologie à l'aval des zones de montagne. Des conflits d'usage entre la consommation humaine et l'approvisionnement des canons à neige en eau pourraient se généraliser d'ici quelques années. L'utilisation d'additifs comme le snowmax, couplés à une eau contaminée par des germes fécaux pourraient conduire à la pollution des sols. »* Les retenues collinaires, les prélèvements d'eau, les adjuvants, le bruit ont, en outre, un impact sur la faune et la flore sauvages. L'ONERC notait en 2006 que 61% des stations françaises étaient déjà équipées en installations de neige de culture.

Ces constats sont réaffirmés par le récent rapport du conseil général de l'environnement et du développement durable de juin 2009 sur la neige de culture état des lieux et impacts environnementaux, note socio-économique, en ligne sur le site de la documentation française (<http://ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics>), qui observe que conçue à l'origine comme un appoint marginal, la neige de culture concerne désormais 20% de la surface des pistes. En moyenne sur la période 1995-2008, le volume d'eau pulvérisé par les enneigeurs a augmenté de 1 million de m³ par an. Or la mission souligne qu'elle n'est souvent pas parvenue à obtenir des données fiables sur les impacts environnementaux des installations existantes¹². Ainsi notamment les données sur prélèvements sur la ressource en eau font défaut ou sont totalisées sur l'année ce qui n'est pas significatif alors qu'il convient d'apprécier la gestion de la ressource hydrique à la bonne échelle (petits bassins amont) et aux périodes de pointes de fréquentation hivernale. La répartition des sources d'approvisionnement est mal connue, la seule étude disponible date de 2002¹³. Les retenues sont souvent implantées au détriment des zones humides. Le maintien d'un débit biologique minimum des cours d'eau de montagne n'est actuellement pas garanti. Les débits minima fixés par les arrêtés d'autorisation qui sont sensés permettre le maintien en permanence de la vie, la circulation, la reproduction des espèces sont parfois extrêmement faibles, ne concernent pas les captages de source à leur émergence et en toute hypothèse ne sont pas contrôlés par les services de police de l'eau compte tenu notamment des difficultés d'accès en hiver. La prise en compte de l'impact des

¹¹ La Bresse, Les deux Alpes, Le Corbier, Courchevel, Saint-Martin de Belleville, Val d'Isère, Morzine-Avoriaz, Les Orres, Saint Lary-Soulan, Valberg. Cf Le Monde 18 janvier 2010.

¹² En revanche, en Suisse, l'installation de canons à neige donne lieu à une étude d'impact sur l'environnement.

¹³ Cette étude de l'agence de l'eau Rhône, Méditerranée, Corse sur 138 stations estimait qu'un tiers des prélèvements en eau s'effectuaient à des périodes où les cours d'eau étaient à leur niveau d'étiage (janvier, février) et que 20% se faisaient sur le réseau public d'alimentation en eau. au moment même où les besoins sont considérables du fait de l'afflux touristique. La moitié restante des prélèvements se faisait via des retenues collinaires avec des incidences sur le paysage, sur le débit des cours d'eau et sur la préservation des milieux naturels remarquables que représentent les zones humides.

installations sur les paysages et la biodiversité lors du chantier ou après mise en exploitation est souvent négligée alors que les installations d'enneigement (retenues notamment et le remodelage des pistes de ski (pour rendre le ski plus facile et réduire les besoins en neige) portent atteinte à la biodiversité végétale et animale (destruction d'habitats), modifient le régime des eaux et suppriment de façon irréversible des caractéristiques singulières du paysage montagnard (pierriers, mouvements de terrain...). Compte tenu de leur taille (inférieur à 10ha) et en dépit de leur localisation les retenues d'altitude ne sont pas soumises à étude d'impact. L'utilisation d'adjuvants cryogènes auxquelles les stations déclarent avoir renoncé n'est toujours pas juridiquement interdite. Il n'existe pas d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre.

La mission recommande diverses modifications de texte (fixation de débits biologiques minima dans les torrents de montagne notamment en hiver, y compris pour le captage des sources à leur émergence, obligation d'étude d'impact pour les retenues, interdiction des adjuvants cryogènes) et la définition d'un guide d'expertise technique et économique de la neige de culture ainsi que d'un guide spécifique sur la protection des paysages montagnards. Elle invite à dépasser les intérêts économique de court terme pour une réflexion globale sur la conception d'un tourisme durable en montagne sachant qu'au-delà des enjeux éthiques et esthétiques la préservation du capital naturel est indispensable à la pérennité des activités marchandes et à s'appuyer pour ces réflexions sur le conseil national de la montagne (cf ci-joint en annexe les recommandations du CGDD).

Le développement d'alternatives au ski par la diversification des activités doit être lui aussi pensé dans une perspective de développement durable. Ainsi, par exemple, l'accroissement de l'activité de promenades à raquettes si elle ne s'accompagne pas d'actions de formation-sensibilisation peut être très préjudiciable à la faune sauvage sur ses sites d'hivernage (le dérangement en période hivernale peut notamment être fatal aux tétras, espèce protégée).

Le secrétariat permanent de la convention alpine a établi en mars 2009 à la demande des parties contractantes une base de données sur les bonnes pratiques en matière de changement climatique.

Voir le site <http://www.alpconv.org/climate>

III Les plans climat énergie territoriaux

➤ les textes

Les dispositions de la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement :

« Article 7 - I. – Le rôle des collectivités publiques dans la conception et la mise en œuvre de programmes d'aménagement durable doit être renforcé. À cet effet, l'État incitera les régions, les départements et les communes et leurs groupements de plus de 50 000 habitants à établir, en cohérence avec les documents d'urbanisme et après concertation avec les autres autorités compétentes en matière d'énergie, de transport et de déchets, des « plans climat-énergie territoriaux » avant 2012.

Article 51- I. L'État favorisera la généralisation des bilans en émissions de gaz à effet de serre et, au-delà des objectifs fixés par l'article 7, celle des plans climat énergie territoriaux des collectivités territoriales et de leurs groupements en cohérence avec les « Agendas 21 » locaux. Il pourra utiliser les « Agendas 21 » locaux comme outil de contractualisation avec les collectivités territoriales.»

Il n'existe pas de définition officielle du contenu d'un Plan Climat Energie Territorial. Par analogie avec le plan climat national, le PCET devrait comporter:

- un diagnostic des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie,
- un plan de communication, d'information et de participation,
- une charte d'objectifs stratégiques et opérationnels,
- un plan d'actions court, moyen et long terme, co-élaboré avec les acteurs du territoire,
- un dispositif de suivi du plan d'action et d'évaluation des résultats.

Le guide « Un plan Climat à l'échelle de mon territoire » 2005, publié par l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ADEME (cf site <http://www2.ademe.fr>), la mission interministérielle à l'effet de serre, le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'aménagement du territoire MEDDAT et l'Association des maires de France définit le PCET comme une stratégie locale consistant à :

- repérer les sources d'émissions de gaz à effet de serre – en sachant qu'elles proviennent davantage de la multitude de petits et moyens émetteurs que de grosses installations plus faciles à identifier et à se fixer des objectifs de réduction,
- mettre en évidence – avec les acteurs concernés, des citoyens, entreprises et administrations – les moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre au travers de toutes les politiques sectorielles de la collectivité locale,
- proposer et vulgariser à l'échelle du territoire, un plan d'actions visant à réduire les émissions et à mieux s'adapter aux impacts du changement climatique,
- s'organiser en interne comme en externe pour mettre en oeuvre le plan d'actions avec tous les acteurs du territoire et évaluer les résultats.

➤ **Méthodologie**

Pour la méthodologie recommandée, on pourra notamment se reporter au guide précité de l'ADEME ainsi qu'à celui établi par Rhône-Alpes énergie (cf pièce jointe) qui met l'accent sur l'importance du diagnostic initial, de la transversalité de la démarche et de l'approche participative, la définition d'objectifs précis et le suivi et l'évaluation des différentes mesures. En ce qui concerne le dispositif de participation, on pourra avec intérêt se reporter à l'expérience du département des Hauts de Seine qui a créé en octobre 2005 un conseil départemental du développement durable chargé d'émettre des avis et des propositions dans le domaine d'action du développement durable et chargé de formuler des propositions dans le cadre de l'agenda 21 local (ex avis sur le Plan climat de l'agenda 21 des hauts de seine 9 mai 2006, sur la protection de la biodiversité 28 novembre 2007, les implications locales du Grenelle de l'environnement 18 novembre 2008. Ce conseil compte 48 membres répartis en quatre collèges :

- élus,
- acteurs socio-professionnels,
- experts, personnalités qualifiées et institutionnels,
- associations.

Il travaille par visite de sites, auditions, courriels hebdomadaires d'information.

Ce conseil est présidé par François Leblond, préfet de région honoraire (et actuel président de l'ARVAC). Les travaux du conseil et les réponses du conseil général sont publiés sur le site du département des hauts-de- Seine : www.hauts-de-Seine.net/c2d92.

Il paraîtrait intéressant de s'inspirer de cette expérience (qui a depuis essaimé dans d'autres départements) pour associer à l'élaboration du plan climat territorial de :

- les acteurs socio-économiques,
- les associations : en ce qui concerne la préservation de l'environnement, compte tenu de l'importance du massif du Mont-Blanc et du projet de demande d'inscription du

massif au patrimoine mondial de l'UNESCO, il serait utile de ne pas se limiter au tissu associatif local et d'associer les associations d'envergure nationale ou internationale comme l'UICN),

- des experts scientifiques reconnus (glaciologues, spécialistes des risques naturels sans oublier surtout des spécialistes de la biodiversité).

La diversité des participants et l'indépendance des experts scientifiques sont les conditions d'une confrontation constructive des points de vue et la crédibilité de la démarche sur un sujet où les intérêts économiques et les objectifs environnementaux sont souvent difficiles à concilier.

Ce conseil pourrait auditionner et demander le concours d'experts dans les différents champs couverts par le plan climat (ex spécialistes de l'isolation, du transport...) Il serait par ailleurs très utile d'auditionner des représentants de collectivités ayant mené des expériences pilote en France ou à l'étranger. Le site de la CIPRA et celui de la convention alpine permet de repérer des expériences intéressantes dans tout l'arc alpin.

Eve Darragon

Recommandations du rapport du CGDD sur la neige de culture

4 RECOMMANDATIONS

Recommandation n°1 - **Suivi des volumes d'eau prélevés** - La mission recommande à la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) :

- de faire effectivement appliquer les arrêtés du 11 septembre 2003 qui imposent la mesure ou l'évaluation des volumes prélevés dans la ressource en eau et la transmission des résultats au préfet, cela en commençant par les zones de tension potentielle dont les stations de ski équipées d'enneigeurs ;
- de mettre en place un dispositif de télé déclaration annuelle des volumes prélevés.

Recommandation n°2 - **Impacts sur l'eau potable** - La mission invite la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) à compléter la réglementation afin que :

- le document d'incidences des projets soumis à autorisation ou déclaration au titre de la loi sur l'eau traite également des incidences sur l'alimentation en eau potable (compléter les articles R214-6 et R214-32 du code de l'environnement) ;
- l'arrêté préfectoral d'autorisation fixe les moyens de surveillance des effets de l'ouvrage sur l'alimentation en eau des populations (compléter l'article R214-16).

Recommandation n°3 - **Impacts sur l'eau potable** - La mission recommande à la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) d'adresser aux préfets une circulaire les invitant à fixer, sur la base de l'art. L214-3 du code de l'environnement, des prescriptions particulières de surveillance des effets des prélèvements déclarés sur l'alimentation en eau potable de la population lorsqu'ils causent un risque pour cette alimentation.

Recommandation n°4 - **Débits biologiques minima** - La mission invite la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) à préciser par circulaire, ou si nécessaire par modification des arrêtés ministériels, les règles de fixation des débits biologiques minima à maintenir dans les torrents de montagne, notamment en hiver, y compris en ce qui concerne les captages de source à leur émergence. 41

Recommandation n°5 - **Additifs cryogènes de l'eau** - La mission recommande à la direction générale de la prévention des risques (DGPR) d'interdire l'ajout d'additifs cryogènes dans l'eau de production de neige. 50

Recommandation n°6 - **Contrats de haut bassin** - La mission recommande à la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) et aux agences de l'eau concernées de mettre à l'étude la mise en place de contrats de haut bassin.

Recommandation n°7 - **Sécurité des retenues d'altitude** - La mission recommande à la direction générale de la prévention des risques (DGPR) :

- de recenser rapidement les retenues d'altitude pouvant créer un risque sérieux pour la sécurité publique ;
- de faire imposer, par arrêté préfectoral, la réalisation d'une étude de danger couvrant aussi leurs dispositifs de protection (notamment de déclenchement préventif d'avalanche) puis, en conséquence, les prescriptions complémentaires nécessaires à la sécurité publique, y compris, le cas échéant, la limitation ou l'interdiction d'utilisation de la retenue ;
- à l'avenir, de considérer que les dispositifs de protection des retenues d'altitude contre les aléas naturels font partie intégrante de l'installation et des conditions de son utilisation.

Recommandation n°8 - **Reclassement des ouvrages hydrauliques** - La mission invite la direction générale de la prévention des risques (DGPR) à donner des consignes claires pour qu'un reclassement de barrage ou de digue (en application de l'article R.214-114) dans une classe autre que celle résultant des tableaux des articles R.214-112 et R.214-113, implique l'application de toutes les dispositions liées à la nouvelle classe.

- Recommandation n°9 - **Etudes d'impact** - La mission recommande à la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), en application des dispositions prévues par le second projet de loi "Grenelle II", de modifier, dès le vote de la loi, les articles R122-4 à R122-8 du code de l'environnement afin que la détermination des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à autorisation et à étude d'impact tienne compte de la sensibilité des zones géographiques susceptibles d'être affectées et de l'impact potentiel. 6
- Recommandation n°10 - **Instruction unique des dossiers** - La mission invite la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) à donner des instructions aux préfets afin que les projets d'enneigement fassent l'objet d'une instruction unique confiée au service de police de l'eau avec l'appui du service de police des installations classées. 8
- Recommandation n°11 - **Bilan gaz à effet de serre** - La mission recommande à la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), dans le cadre du Grenelle de l'environnement, de faire réaliser chaque année un bilan de consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'activité de production de neige. 8
- Recommandation n°12 - **Expertise technique et économique** - La mission propose que soit réalisé par ODIT-France, en liaison avec l'ensemble des parties prenantes, un guide d'expertise technique et économique de la neige de culture, prenant en compte le "capital nature" des stations et s'inscrivant dans la démarche du Grenelle de l'environnement. 8
- Recommandation n°13 - **Prévention des risques socio-économiques** - La mission recommande à la direction générale des collectivités locales (DGCL) du ministère chargé de l'intérieur et à la direction générale des finances publiques (DGFIP) du ministère chargé du budget, en liaison avec la direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS) et avec la DIACT, d'actualiser la circulaire du 18 juin 1997, en la ciblant sur les stations de montagne, et en tirant les enseignements des expériences menées dans les Hautes Alpes et dans les Pyrénées Orientales. 11
- Recommandation n°14 - **Evaluation à mi-parcours des conventions de massif** - A l'occasion de l'évaluation à mi-parcours des CPER et des conventions de massif prévue en 2010, la mission recommande à la DIACT de faire un premier bilan quantitatif, et surtout qualitatif, des opérations de diversification financées. Ce bilan permettrait de commencer à en apprécier l'impact réel, et de mieux préparer les conventions de massif d'après 2013. 12
- Recommandation n°15 - **Conseil national de la montagne** - La mission recommande à la DIACT de saisir le président de la commission permanente du conseil national de la montagne pour qu'un groupe de travail consacré à l'économie de la neige et au développement des activités en moyenne montagne soit mis en place. Il pourrait avoir comme objectif l'élaboration d'un "plan d'adaptation pour la moyenne montagne", dans l'optique de la préparation des prochaines conventions de massif, l'évaluation à mi-parcours des actuelles conventions en constituant un des socles. 129