



**PRÉFET
DE LA RÉGION
OCCITANIE**

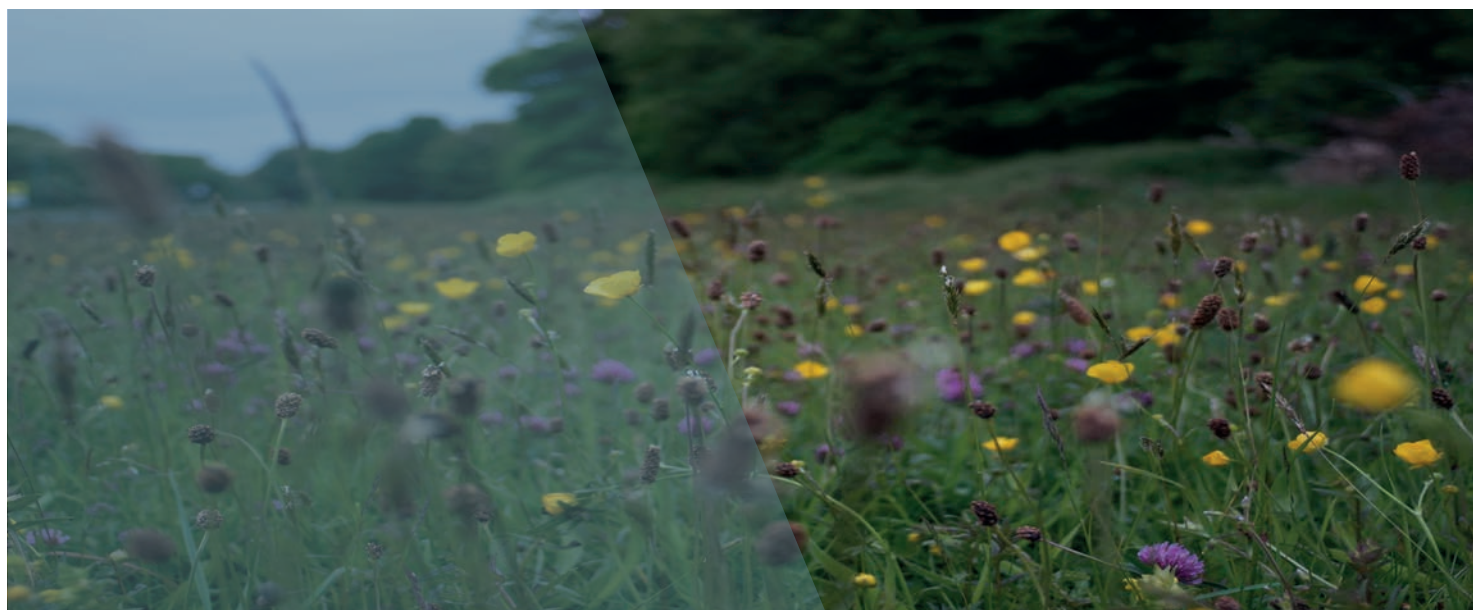
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement



Adaptation au changement climatique en Occitanie

Livret n° 6 : la montagne





AVANT-PROPOS

En cohérence avec l'Accord de Paris qui vise à renforcer les efforts nationaux en matière d'adaptation, la France a adopté en 2018 son deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2). Le PNACC-2 donne un cadre pour une adaptation effective des territoires dès le milieu du XXI^e siècle à une hausse des températures de +1,5°C à 2°C au niveau mondial par rapport au XIX^e siècle.

Ce plan national d'adaptation devient ainsi le complément essentiel de la politique nationale d'atténuation du changement climatique qui vise à atteindre la neutralité carbone en 2050.

Des évolutions importantes sont proposées à travers ce deuxième Plan. Elles concernent notamment un meilleur traitement du lien entre les différentes échelles territoriales, le renforcement de l'articulation avec l'international et le transfrontalier et la promotion des solutions fondées sur la nature.

Le présent livret traite de la thématique de la montagne. Il a pour ambition de faciliter la compréhension des enjeux régionaux de l'adaptation au changement climatique et propose en ce sens un état des connaissances et un premier recensement de bonnes pratiques qui participent à l'adaptation du territoire d'Occitanie.

Ce livret fait partie d'une collection composée de 7 livrets :

- livret n° 1 : l'eau
- livret n° 2 : la biodiversité
- livret n° 3 : les risques : inondation, retrait gonflement des argiles, canicule (îlot de chaleur urbain)
- livret n° 4 : l'agriculture
- livret n° 5 : la forêt
- livret n° 6 : la montagne
- livret n° 7 : la mer et le littoral

Les informations rassemblées dans ces livrets ne prétendent pas à l'exhaustivité. Pour en savoir plus sur le deuxième Plan National Adaptation au Changement Climatique :

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique>

SOMMAIRE



Extraits du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 2	6
Ce qu'il faut retenir.....	7
Le contexte : Pourquoi mon territoire est-il concerné?.....	9
Les enjeux : Pourquoi une stratégie d'adaptation est indispensable et bénéfique?.....	21
Le cadre de référence : Quels sont les leviers prioritaires à mobiliser?	27
Mémo : Ressources pour élaborer une stratégie d'adaptation sur mon territoire	39

Extraits du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 2 :

Domaine d'action « Prévention et résilience » : Protéger les Français des risques liés aux catastrophes dépendant des conditions climatiques.

Vie et transformation des territoires

« Le MTES veillera à ce que tous ses appels à projets actuels et futurs (...) aient une composante adaptation au changement climatique (...) (Action P&R-8). Seront en particulier soutenus les projets visant :

- l'acquisition de connaissances et d'observations relatives aux aléas naturels et à l'évolution de la biodiversité en zone de montagne en lien avec l'évolution attendue des paramètres climatiques. »

Domaine d'action « Filières économiques » : Renforcer la résilience des activités économiques aux évolutions du climat

Tourisme

« L'appropriation du sujet du changement climatique sera étendue dans la filière tourisme à travers le développement et le partage de connaissances visant à faire de l'adaptation la norme et plus l'exception. L'objectif sera d'accompagner les différentes filières dans le développement d'activités résilientes et respectueuses des écosystèmes sur lesquelles ces filières s'appuient.

Dans la suite des « ateliers des territoires » en montagne qui ont mobilisé six territoires tournés vers l'économie du ski, le MTES promouvra auprès des collectivités et des acteurs concernés un modèle de développement plus résilient en moyenne montagne permettant le développement de nouvelles activités adaptées au changement climatique (Action ECO-4). »

CE QU'IL FAUT RETENIR :

Le changement climatique est plus fortement marqué en montagne que dans le reste du territoire.

L'évolution des glaciers et de l'enneigement sont des indicateurs forts utilisés par l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) pour mesurer les impacts du changement climatique en France. Depuis 1911, le glacier d'Ossoue (massif du Vignemale, Pyrénées) s'est raccourci de 540 mètres. En 100 ans, sa superficie est passée de 110 à 45 ha, soit 59 % de perte.



La température dans les Pyrénées s'est élevée de 1,2°C entre 1949 et 2010 (0,85°C au niveau mondial sur la même période).
[OPCC: 2018]

Le changement climatique accroît indirectement la vulnérabilité des territoires de montagne, à travers :

- **les milieux bio-physiques** : fragilisation des forêts (dépérissement, déplacement des espèces en altitude, augmentation des départs de feux, etc.), modification de l'équilibre des écosystèmes pouvant conduire à une disparition progressive de la biodiversité spécifique des milieux montagnards, dégradation de la quantité et de la qualité des ressources en eau disponible ;



Dans les Pyrénées espagnoles, entre les années 1945 et 2000, une remontée du hêtre de 70m est observée à des altitudes élevées (1 600/1 700 mètres).
[Penuelas J. and Boada M. (2003)]

- **les activités socio-économiques** : agriculture (impacts sur la production de fourrages notamment), gestion des risques naturels (augmentation potentielle des chutes de blocs et crues torrentielles), tourisme (diminution de la durée de l'enneigement), production énergétique (conflits d'usage autour de la ressource en eau).

Favoriser l'adaptation des territoires de montagne au changement climatique permet de répondre à de nombreux enjeux :

- économiques et sociaux : développer la résilience et l'attractivité du territoire, développer les filières locales, protéger les biens et les personnes face aux risques naturels ;



La montagne concerne 55 % de la surface de la région Occitanie, 47 % des communes et 20 % de sa population.

- environnementaux et paysagers : prévention des conflits d'usage liés à la gestion de l'eau, maintien de la biodiversité ;

- co-bénéfices adaptation/atténuation : la montagne présente un fort potentiel pour l'atténuation du changement climatique (stockage de carbone, développement des énergies renouvelables).

Les stratégies d'adaptation locales se doivent d'examiner les interactions entre les milieux et les activités économiques, afin d'aboutir à la mise en œuvre de mesures appropriées. Il s'agit donc de favoriser une approche transversale qui mobilise l'ensemble des acteurs du territoire. Pour cela, plusieurs leviers d'action sont mobilisables :

- Améliorer la connaissance des phénomènes et la sensibilisation des acteurs locaux ([p. 28](#))
- Mettre en œuvre une stratégie territoriale transversale ([p. 29](#))
- Promouvoir des solutions sectorielles d'adaptation pour les milieux bio-physiques ([p. 30](#))
- Promouvoir des solutions sectorielles d'adaptation pour les activités socio-économiques ([p.34](#))





Le contexte

Pourquoi mon territoire
est-il concerné ?

LA MONTAGNE FACE AU DÉFI DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le milieu montagnard est fortement impacté par le changement climatique. Le réchauffement climatique y est en effet plus marqué que sur le reste du territoire national. Il se distingue également par ses écosystèmes spécifiques ainsi que par une économie fortement dépendante des conditions climatiques (agriculture, tourisme d'hiver...).

Pour mieux appréhender l'impact du changement climatique sur le milieu montagnard, on distinguera :

- les impacts directs du changement climatique sur des indicateurs tels la hausse des températures, le recul des glaciers, la dégradation du permafrost et la diminution de l'enneigement ;
- les impacts indirects sur les milieux biophysiques : la forêt, la biodiversité et les écosystèmes, l'eau et les zones humides ;
- les impacts indirects sur les activités socio-économiques : l'agriculture, les risques naturels, le tourisme, l'énergie.

● Un changement climatique déjà avéré pour le milieu montagnard

Parmi les phénomènes constatés, on peut noter :

L'élévation des températures

La hausse des températures est plus nettement marquée dans les zones montagnardes que celle constatée au niveau mondial. La température dans les Pyrénées s'est élevée de 1,2°C entre 1949 et 2010 contre 0,85°C au niveau mondial sur la même période. [OPCC, 2018]

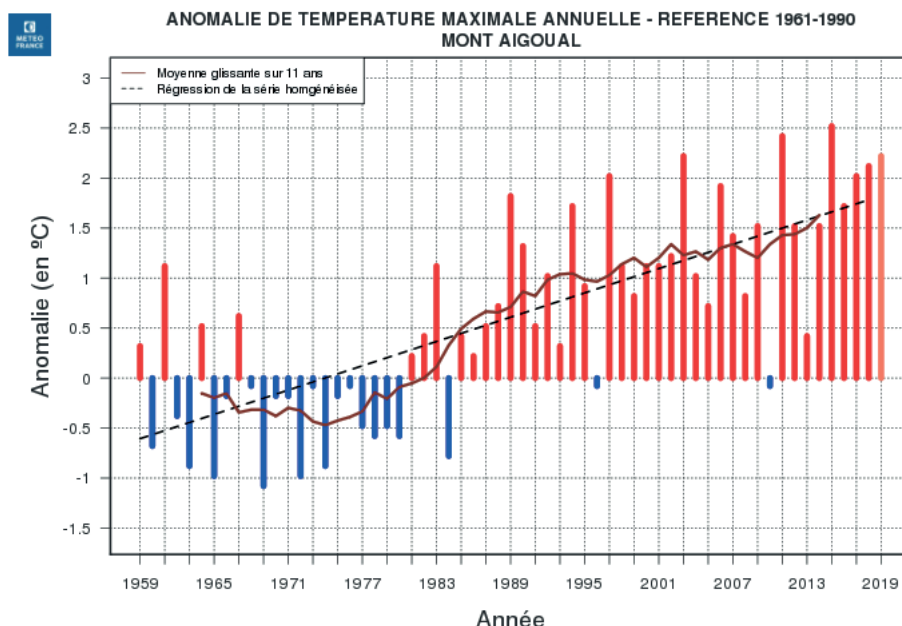


Figure 1: Anomalie de la température maximale annuelle au Mont Aigoual par rapport à la référence 1961-1990 (source : Météo-France)

Le recul des glaciers

- Le recul des glaciers constitue l'un des changements climatiques les plus évidents dans les milieux tempérés. C'est également un phénomène très étudié et documenté qui permet d'obtenir des indicateurs.

Entre 1850 et 2007, la superficie des glaciers pyrénéens s'est réduite de 85 %, contre 50 % pour les glaciers alpins sur la même période [Gardent, 2014]. Au début du XXI^e siècle, les glaciers pyrénéens ne représentent que 3,5 km². [Moraine Association Pyrénéenne de glaciologie (2010)]

Le bilan moyen d'une sélection de glaciers français montre un retrait de 18,8 mètres équivalent eau en 2013 par rapport à 2001. [Indicateur Onerc]

Depuis 1911, le glacier d'Ossoue (massif du Vignemale, Pyrénées) s'est raccourci de 540 mètres. En 100 ans, sa superficie est passée de 110 à 45 ha, soit 59 % de perte. Sur la même période, la perte d'épaisseur est estimée à environ 75 m. Il ne resterait plus que 50 m au maximum. [Indicateur Onerc]



Figure 2: Glacier d'Ossoue (Vignemale - Pyrénées depuis le col des Genticanes)

La dégradation du permafrost

Le permafrost (ou pergélisol) est du sol ou de la roche qui reste à 0 °C ou moins pendant plus de deux ans. Généralement on entend parler de la fonte du pergélisol de l'Arctique ou de Sibérie mais celui-ci existe aussi à très haute altitude dans les Alpes et les Pyrénées.

Au cours du XX^e siècle, le permafrost alpin a gagné 0,5 à 0,8 °C dans les premières dizaines de mètres de profondeur. [Keiler et al, 2010]

Très sensible à l'élévation des températures, notamment dans les périodes estivales, le permafrost se réchauffe et dégèle ce qui entraîne une augmentation de la pression de l'eau dans le sol et les parois rocheuses ainsi qu'une perte de cohésion au sein de leurs matériaux. Cela peut influencer la survenue d'aléas naturels tels que chutes de pierres, glissements de terrains et laves torrentielles¹.

1 Une lave torrentielle est un mélange d'eau et de matériaux solides (sable, gravier, pierres, blocs) et qui s'écoule souvent à grande vitesse.

La diminution de l'enneigement

Les observations scientifiques ont permis de révéler une tendance générale à la baisse de la hauteur du manteau neigeux ces dernières décennies. Concernant les durées d'enneigement, il est plus difficile d'établir des tendances, en l'absence de séries de données sur une période suffisamment longue.

Au 1er mai, c'est-à-dire au début de la décroissance intense de la masse de neige cumulée au sol, le **stock nival*** se réduit sur tous les massifs en moyenne de 20 kg/m² par décennie, soit - 12 % par rapport à la normale 1981-2010. [Indicateur Onerc]

Au Col de Porte, situé à 1 325 mètres d'altitude dans le massif de la Chartreuse, entre les périodes 1960-1990 et 1990-2017, le manteau neigeux a diminué en moyenne de 39 cm. [Indicateur Onerc]

On observe une réduction significative du stock nival le 1er mai sur tous les massifs : -8 kg/m² par décennie dans les Pyrénées (soit -7 % par décennie). Dans les Pyrénées, la réduction est forte entre 1975 et 1990, puis l'enneigement au 1er mai connaît une stabilisation, voire une légère augmentation

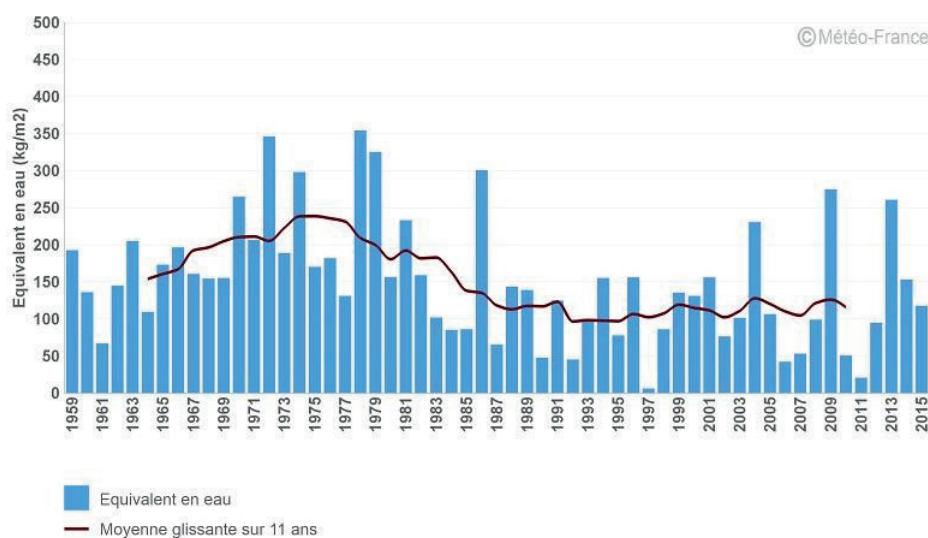


Figure 3: Equivalant en eau du manteau neigeux au 1er mai dans les Pyrénées - [Météo-France - Indicateur ONERC]

grâce à quelques printemps récents très bien enneigés.

● A quoi peut-on s'attendre dans le futur ?

- Pour des scénarios moyens, l'**élévation des températures** se situe entre 2,8 et 4°C dans les Pyrénées à la fin du XXI^e siècle et entre 2,6 et 3,9°C dans les Alpes. Dans les Pyrénées, le versant sud de la chaîne devrait être plus affecté. Cette hausse des températures pourrait entraîner une remontée de la limite pluie/neige, de l'ordre de 650 m d'ici la fin du siècle, ainsi qu'une fonte nivale plus précoce.

Dans les Cévennes, les évolutions des températures simulées à horizon 2085 montrent une augmentation de la température maximale (entre +1,5°C et + 5°C en moyenne annuelle) ainsi qu'une forte augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur (+43 jours) pour le scénario RCP 8,5.

Parc national des Cévennes : anomalies positives de la température maximale moyenne de l'air par commune en été (°C), horizon 2085, RCP 8.5

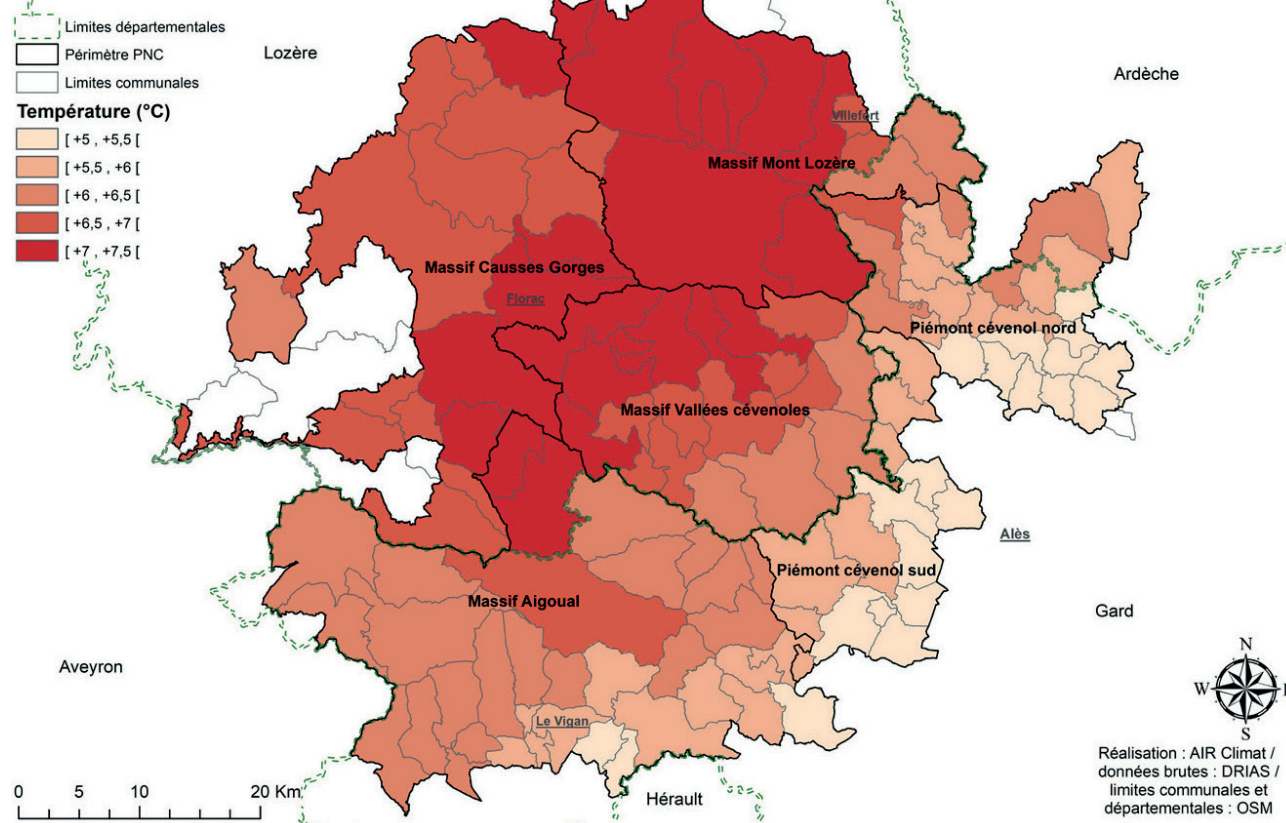


Figure 4: Anomalies positives de la température maximale moyenne de l'air par commune en été à l'horizon 2085 et selon RCP 8.5 dans le Parc national des Cévennes (Source : Air Climat, dans *Adaptation du Parc national des Cévennes au changement climatique et à ses impacts*)

- **Le retrait des glaciers devrait se poursuivre et s'accélérer** et pourrait conduire à une disparition des plus petits glaciers des Alpes d'ici 2050 [Bogataj, 2007] et de l'ensemble des glaciers européens à horizon 2070 [OPCC, 2013].
- On peut également s'attendre à une **forte baisse de la durée d'enneigement de tous les massifs français** jusqu'à 2 500 m d'altitude dès 2050 ainsi qu'une accentuation de cette baisse à l'horizon 2100 à toutes les altitudes, plus prononcée notamment en moyenne montagne [CNRM, Déqué, 2012].

D'après une étude réalisée par Météo-France, une élévation de température de 1,8 °C au niveau mondial conduirait à une réduction de la durée annuelle d'enneigement d'environ un mois à basse altitude (autour de 1 500 m) dans les Alpes et les Pyrénées. L'épaisseur moyenne du manteau neigeux passerait quant à elle, à basse altitude de « 1 m à 60 cm dans les Alpes du nord et de 40 cm à 20 cm dans les Alpes du sud et les Pyrénées » [OPCC, 2013]. Le portail Drias met à disposition depuis avril 2019 des données de projection climatique d'enneigement².

² Les données sont issues du projet ADAMONT (2015-2018), mené par le Centre national de recherches météorologiques (CNRM, Météo-France/CNRS), Irstea et les Parcs naturels régionaux du Vercors et des Pré-Alpes, et du projet CLIMPY (2016-2019) conduit par Météo-France, les services météorologiques espagnols et catalans et des organismes de recherche français, espagnols et andorrans sur les Pyrénées dans le cadre de l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC). Pour en savoir plus, voir <http://www.drias-climat.fr/>.

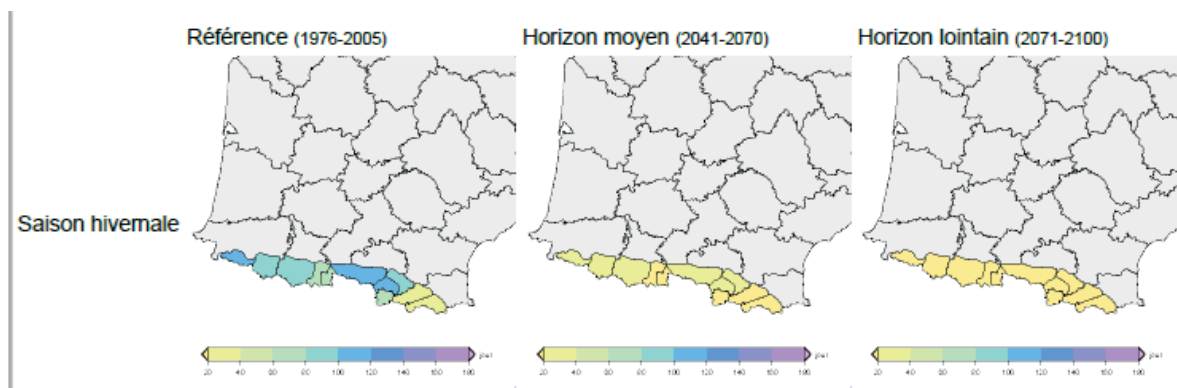


Figure 5: Nombre de jours avec épaisseur de neige supérieure à 50 cm - Scénario sans politique climatique (RCP 8,5) [Drias]

- S'il ne se dégage pas à l'heure actuelle de tendance claire **concernant l'évolution des régimes de précipitation dans les principaux massifs (Alpes, Pyrénées)**, en ce qui concerne les projections futures, la majorité des scénarios s'accorde sur une augmentation des précipitations l'hiver et une diminution en été. On s'attend également à une baisse du total annuel des précipitations d'ici la fin du siècle.

Il faut souligner la spécificité du massif des Cévennes où les scientifiques ont mis en évidence une augmentation des précipitations journalières moyennes maximales d'environ 30 % depuis 1950 ainsi qu'une augmentation de la fréquence et des intensités de précipitations extrêmes. Ces épisodes dits « cévenols » devraient s'accroître dans le futur.

● Les impacts du changement climatique sur les milieux biophysiques

La forêt

En montagne, le réchauffement climatique se traduit en premier lieu par un allongement de la saison de croissance des arbres qui n'est pas sans conséquence. Les débourrements précoces peuvent entraîner une exposition aux gels tardifs par exemple. Ces changements peuvent également entraîner une désynchronisation entre espèces animales et végétales mais également des attaques plus nombreuses d'insectes et pathogènes capables de se reproduire plusieurs fois par an.

Les essences vulnérables à basse altitude se déplacent vers le nord et en altitude. La composition des écosystèmes évolue en fonction des vulnérabilités et des capacités de migration des espèces.

En dessous de 1 000 m, les peuplements forestiers sont affectés par les sécheresses répétées qui en outre diminuent les capacités de défense face aux ravageurs et pathogènes. Du fait des changements de température et de précipitations, on constate ainsi un déplacement des aires bioclimatiques qui se traduit par une montée en altitude pour de nombreuses essences forestières.



Paysage de la vallée du Tech ©Laurent Mignaux / Terra

Dans les Pyrénées espagnoles, entre les années 1945 et 2000, une remontée du hêtre de 70 mètres est observée à des altitudes élevées (1 600/1 700 mètres). [Penuelas J. and Boada M. (2003)]

Les impacts prévus à partir de 2050 toucheraient en priorité les altitudes les plus basses et les régions déjà chaudes et sèches : risque de dépérissement dû aux sécheresses, substitution d'espèces plus résistantes, augmentation des attaques d'insectes, augmentation des risques d'incendie, augmentation des chutes d'arbres suite à des épisodes de vents plus intenses sur des peuplements déjà fragilisés.

Les écosystèmes et la biodiversité

En montagne, les services écosystémiques rendus par les milieux naturels sont particulièrement importants : « la diversité des systèmes racinaires permet d'assurer un meilleur contrôle de l'érosion des sols sur les fortes pentes et une meilleure régulation de l'infiltration de l'eau ; la diversité des arbres contribue significativement à l'effet barrière des forêts face à la chute de blocs ; la diversité des plantes herbacées en alpage joue un rôle majeur pour la qualité du fourrage pour les troupeaux... » [Grec-Sud]

Or le changement climatique menace d'ores et déjà le milieu montagnard :

- modification de l'équilibre parasitaire interne de certains animaux affaiblissant leur système immunitaire du fait de l'abaissement des températures ;
- modification des conditions d'hibernation de certaines espèces (fonte précoce des neiges et baisse de l'enneigement qui joue un rôle protecteur contre le froid) ;
- perte d'habitats du fait de la modification des milieux pour certaines espèces et diminution de leurs effectifs (marmotte, lagopède alpin, lièvre variable, etc.).

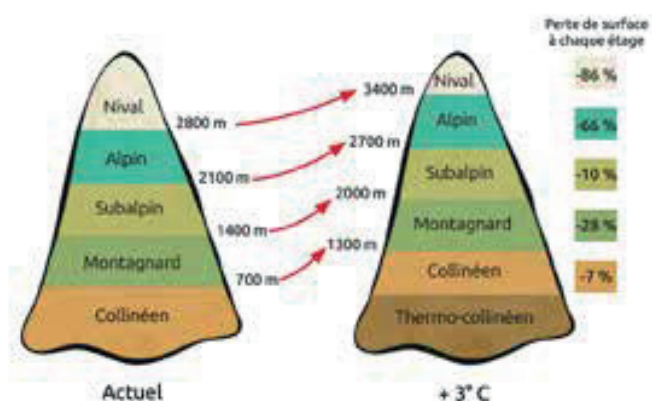


Figure 6: Déplacement en altitude des étages de végétation - Educ'Alpes Climat, Dépliant « C'est chaud pour les Alpes »



Lagopède alpin ©L. Nédélec – Parc national des Pyrénées

« Le développement des activités touristiques hivernales, un enneigement irrégulier, la hausse des températures sont autant de menaces pour le lagopède alpin. Cette espèce inféodée aux milieux froids a un avenir très incertain devant elle » (Parc national des Pyrénées).

De manière générale l'ensemble de ces modifications pourrait entraîner un déséquilibre des écosystèmes et une modification de la chaîne alimentaire avec des conséquences sur l'ensemble des espèces présentes en montagne.



Zoom sur ... « les espèces invasives en montagne »

Extrait de la publication IRSTEA Qu'est-ce qui change ? 38 idées reçues sur le changement climatique en montagne

« On a longtemps considéré que les montagnes étaient préservées des invasions biologiques car leurs conditions climatiques extrêmes empêchaient les nouvelles espèces introduites d'y survivre et de s'y étendre. Pourtant, parmi les espèces exotiques envahissantes (les fameuses « espèces invasives »), nombreuses sont celles provenant d'une région montagnarde. On sait désormais que ce qui a, jusque-là, protégé les écosystèmes d'altitude des invasions biologiques, ce n'est pas le climat difficile de ces milieux, mais plutôt le fait que moins de graines ou de fragments de plantes, et moins d'œufs ou d'animaux adultes sont introduits dans ces milieux car l'homme y est simplement moins présent. Cependant, la pression anthropique dans les massifs montagneux ne cesse d'augmenter et, avec elle, le nombre d'invasions. C'est d'ailleurs à proximité des routes et des stations touristiques que l'on retrouve désormais le plus d'espèces exotiques en montagne.

Néanmoins, la progression en montagne des espèces exotiques envahissantes tient donc plus de leur dispersion liée à l'homme que du changement climatique en lui-même, même si insidieusement, elles en profitent également. »

La ressource en eau et les zones humides

Plusieurs facteurs vont jouer sur le devenir des quantités d'eau disponible :

- d'une part la baisse de l'enneigement, l'augmentation de l'évapotranspiration provoquée par l'augmentation des températures et l'augmentation des périodes de sécheresses ;
- d'autre part la fonte nivale plus précoce qui devrait entraîner une avancée du pic de crue et donc une modification des étiages et des périodes de fortes eaux.

Dans le bassin espagnol de l'Ebre qui s'alimente dans les Pyrénées, des diminutions significatives du débit annuel ont été détectées sur plus de 50 % des stations de mesure étudiées au cours de la période 1950-2010. [OPCC]

La composition chimique des eaux et donc leur qualité devraient également être affectées du fait de l'augmentation des concentrations de polluants durant les périodes de sécheresse. L'intensification des crues torrentielles pourrait entraîner des pollutions d'origine humaine. A ces enjeux s'ajoutent le fait qu'en milieu montagnard le traitement des eaux usées est plus complexe à mettre en œuvre qu'en plaine avec des difficultés d'assainissement qui peuvent apparaître pour les territoires touristiques où les équipements peuvent être sous-dimensionnés, entraînant d'ores et déjà un non-respect des seuils de pollution.

Les milieux humides seront également impactés car ils dépendent fortement de la fonte des neiges et des glaciers. De plus, ces milieux sont soumis aux pressions des activités anthropiques (agriculture, élevage ou encore aménagements touristiques).

● Les impacts du changement climatique sur les activités socio-économiques

L'agriculture de montagne

En montagne, l'activité agricole dominante concerne l'élevage d'herbivores (bovins, ovins, caprins principalement). L'alimentation des animaux s'appuie sur la récolte de fourrages pour la nourriture hivernale des troupeaux (de 2 à 6 mois suivant les régions), et sur le pâturage d'une diversité de milieux le reste de l'année (de la prairie aux milieux embroussaillés). L'été, les espaces en altitude assurent l'alimentation pour les troupeaux de montagne mais aussi pour les exploitations transhumantes des plaines alentour.

Parmi les effets positifs potentiels du changement climatique, **la hausse éventuelle de la productivité des pâturages de montagne**. En effet, la hausse des températures moyennes, associée à l'effet fertilisant de la concentration élevée de CO₂ atmosphérique, pourrait entraîner une hausse de la productivité des pâturages de montagne. Cependant, d'un autre côté, **l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des périodes de sécheresse pourrait avoir un impact négatif sur la quantité et la qualité de la ressource fourragère**.



Berger menant son troupeau de brebis sur l'Aigoual avec son chien © Arnaud Bouissou / Terra



Illustration de l'impact de la sécheresse sur un alpage dans le massif du Vercors - Projet Adamont IRSTEA - Les prairies d'altitude face au changement climatique - Séminaire scientifique de clôture 23 janvier 2018

Sous l'effet conjugué d'une hausse des températures et de la baisse de l'enneigement, **le rythme de végétation des plantes risque aussi d'être modifié avec une plus grande précocité des prairies.** Avec la baisse de l'enneigement, la végétation pourrait se retrouver davantage exposée au gel après le déneigement, d'autant plus que la végétation redémarre plus vite, sans pour autant que les phénomènes soient prévisibles d'une année sur l'autre. Cela pourrait également impacter la qualité fourragère.

Les modifications climatiques devraient également entraîner le déplacement des zones favorables à la croissance de certaines cultures. On peut par exemple imaginer que des cultures comme celles de la vigne ou de l'olivier puissent bénéficier de la hausse des températures [OPCC, 2018] alors que d'autres comme celle du maïs seraient impactées négativement.

Dans un même temps, la modification de la phénologie des plantes et les épisodes d'événements extrêmes (pluies intenses, sécheresses) pourraient affecter la qualité des rendements.

Enfin, le secteur de l'élevage pourrait aussi subir des baisses de rendement dues à la diminution de la disponibilité et de la qualité des pâturages mais aussi à une plus grande propagation et prévalence des maladies animales. Se pose aussi la question de la ressource en eau disponible pour l'abreuvement des troupeaux ou pour le nettoyage des installations de traite ou de transformation.

La date de floraison et de vendanges dans les régions pré-pyrénéennes de part et d'autre de la chaîne, pourrait avancer respectivement de 30 ± 10 jours et 40 ± 10 jours en 2040-70 par rapport à la période 1980-2005. [OPCC]

Les risques naturels

L'évolution des risques naturels en milieu montagnard est tout autant liée aux impacts du changement climatique qu'à l'influence marquée de l'homme sur ces territoires. A ce jour, il subsiste de nombreuses incertitudes quant à l'évolution (spatiale et temporelle) des risques en montagne.

Ce qu'il faut retenir des études scientifiques :

- probablement moins d'avalanches à basse altitude du fait d'une plus grande stabilité du manteau neigeux et de moindres précipitations neigeuses mais toujours des accidents possibles, notamment avec de potentielles surfréquentations en haute altitude ;
- des chutes de blocs plus nombreuses du fait des variations climatiques et de la fonte du permafrost qui pourraient être contrebalancées par la remontée en altitude d'arbres et notamment de feuillus ;
- des feux de forêts plus nombreux en période de sécheresses ;
- des crues torrentielles potentiellement plus nombreuses du fait de l'évolution des précipitations et de l'avancée du dégel printanier... mais l'augmentation du couvert forestier et les modifications du sol pourraient masquer cette tendance ;
- une évolution de l'érosion torrentielle (transports de terre et débris rocheux par les torrents suite à des précipitations importantes) plutôt à la baisse dans les zones de basse altitude du fait de l'action du gel sur les fracturations des falaises qui sera moindre avec le réchauffement climatique et de la couverture forestière qui s'est étendue. A l'inverse l'évolution pourrait aller à la hausse en haute altitude.

L'illustration ci-dessous montre l'évolution de l'Indice Forêt Météo (indice de danger d'incendie) sur la zone du Parc Naturel des Cévennes d'ici la fin du siècle . « Le nombre de jours par an présentant des indices de danger élevés (Indice Forêt-Météo, IFM > 30), égal aujourd'hui à moins d'une dizaine sur la partie la plus vulnérable du Parc, devrait doubler dans le cas du scénario RCP 4.5 et tripler dans le cas du scénario RCP 8.5 d'ici la fin du XXI^e siècle (2078-2098). » [Source : Grec sud, RECO, PN des Cévennes]



*Crue et destruction du village de Barèges
© Bernard Suard / Terra*

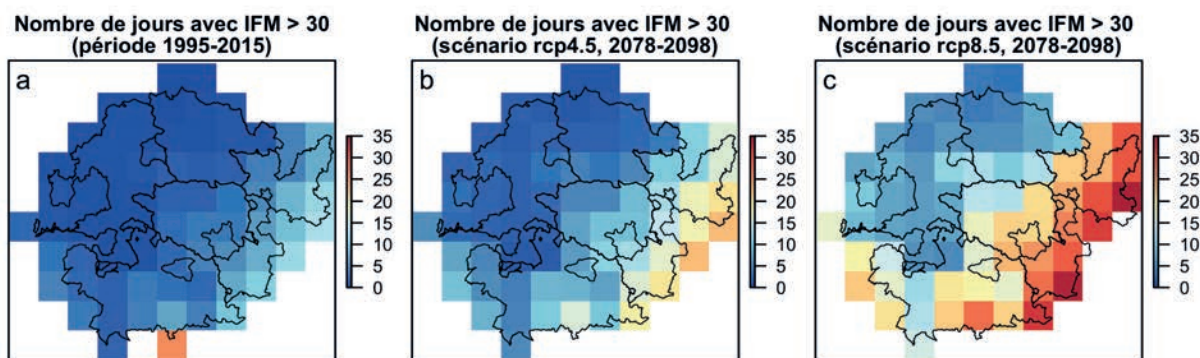


Figure 7: Nombre de jours par an présentant des indices de danger élevés (Indice Forêt-Météo, IFM > 30) sur (a) la période passée (1995-2015) et la fin du XXI^e siècle (2078-2098), si (b) des mesures drastiques sont prises pour limiter les émissions de gaz à effet de serre (RCP 4.5) ou si (c) la tendance actuelle se poursuit (RCP 8.5) (© J. Ruffault - Adaptée d'après Fargeon, 2020)

Le tourisme

Les projections climatiques questionnent l'avenir de certaines stations de ski, notamment de moyenne montagne, du fait d'une élévation de l'altitude à laquelle l'enneigement sera suffisant. L'enneigement artificiel ne suffira probablement pas à compenser la diminution de l'enneigement naturel. De plus, dans un contexte de réchauffement, il sera plus difficile à produire et plus coûteux.

Aujourd'hui, la neige de culture constitue le deuxième poste d'investissement pour les domaines skiables derrière l'entretien des remontées mécaniques. En 2016, cela représentait 57 millions d'euros d'investissement.

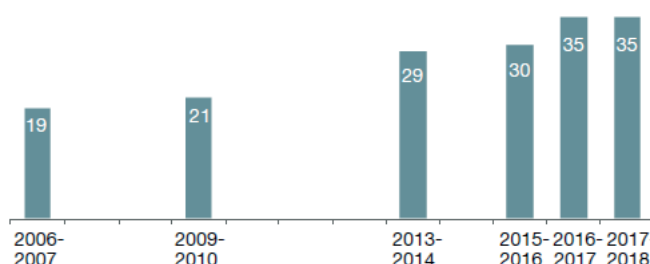


Figure 8 : Evolution du taux de couverture des domaines skiables en neige de culture en % de la surface des pistes équipées en neige de culture. [Domaines skiables de France]

Il faut 1 m³ d'eau pour produire 2 m³ de neige de culture. [Observatoire de la Savoie]

D'autre part, les coûts et impacts environnementaux liés sont nombreux : dépenses énergétiques, prélèvement sur la ressource en eau et impacts de la neige artificielle sur la faune et la flore. Par conséquent, ils nécessitent de réfléchir à des pistes d'adaptation de ce secteur.

Pour le tourisme d'été, le réchauffement climatique pourrait au contraire être profitable avec un allongement de la saison estivale et des températures plus douces au printemps et en été. En période de forte chaleur, les touristes pourraient privilégier les destinations de montagne plutôt que les villes ou le littoral.

De manière générale, le secteur touristique pourrait être impacté par la disparition de certains milieux emblématiques qui font l'attractivité du tourisme en montagne, par l'augmentation des risques pouvant potentiellement toucher les infrastructures de loisirs, ou encore par la réduction de la qualité des eaux de baignade.

L'énergie

La production d'énergie hydro-électrique pourrait diminuer sous l'effet de la modification du cycle hydrologique : modification des précipitations, fonte des neiges plus précoce et augmentation des périodes de sécheresse.

A l'inverse, la production photovoltaïque pourrait augmenter sous l'effet d'un taux d'irradiation solaire plus important.

Au niveau des consommations, les températures plus élevées en été pourraient augmenter le recours à la climatisation à un moment où la production d'hydro-électricité est la plus faible.

Enfin, les infrastructures de production et de transport d'énergie pourraient être davantage endommagées en cas d'intensification des épisodes de crue, glissements de terrain, etc.



Les enjeux

Pourquoi une stratégie
d'adaptation est indispensable
et bénéfique ?



PRÉSERVER LES CAPACITÉS D'ADAPTATION DE LA MONTAGNE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE AFIN DE MAINTENIR LES SERVICES RENDUS

Le milieu montagnard apporte de nombreux services aussi bien pour ceux qui y vivent que pour les habitants des plaines environnantes. Le Plan Montagnes Occitanie 2018-2025 souligne qu'« il convient donc, de rappeler les services rendus par les territoires de montagne et qui ne sont pas toujours rétribués à leur juste valeur. La coopération ville/montagne, dans une logique gagnant/gagnant, passe notamment par une reconnaissance du rôle des montagnards dans l'entretien de la montagne et la préservation des ressources (...)».

Les stratégies d'adaptation au changement climatique doivent permettre de pérenniser l'ensemble de ces services en s'appuyant sur une vision globale du territoire montagnard.

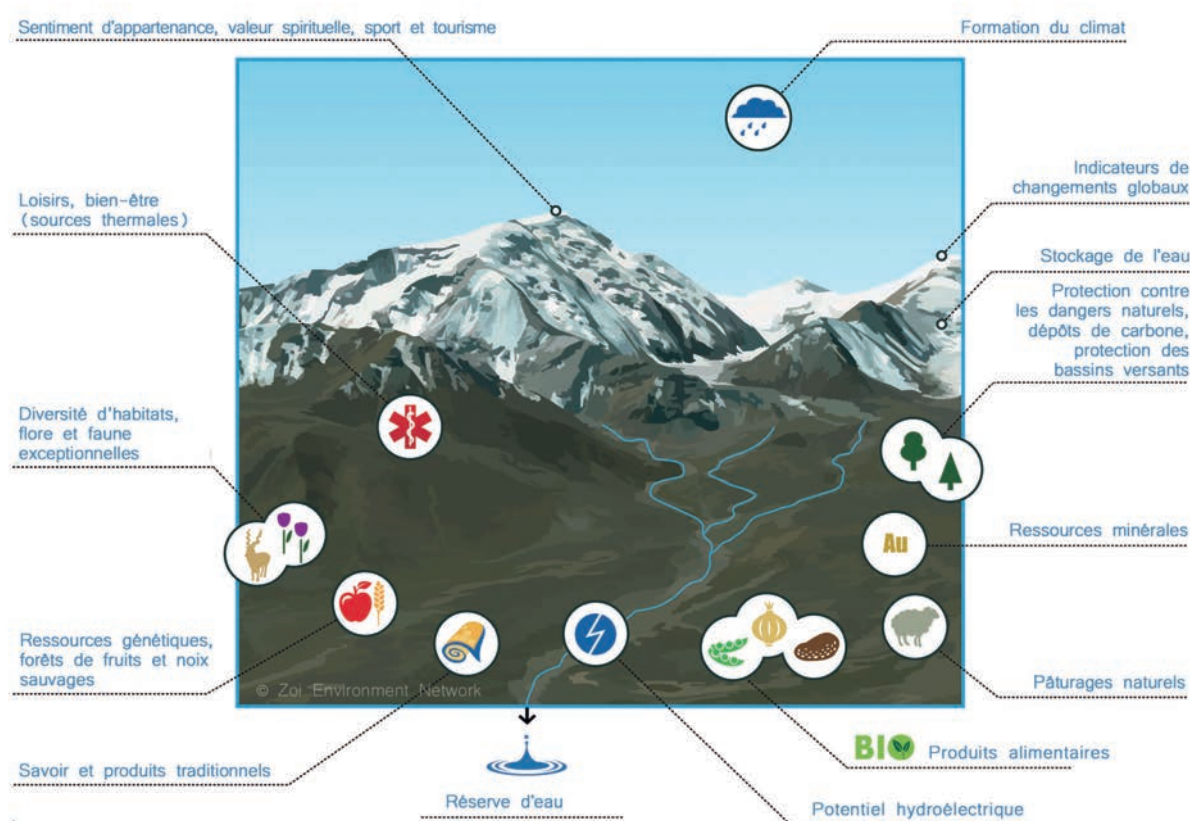


Figure 6: Illustration des services rendus par la montagne ©Zoi Environment Network (Source : Pourquoi les montagnes sont-elles importantes pour l'adaptation au changement climatique et la réduction des risques de catastrophes – Un appel à l'action pour inclure les montagnes dans les Objectifs de Développement Durable – Partenariat de la Montagne) http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/POLICY_BRIEFS/mountains_and_climate_change_fr.pdf

Pour les décideurs, adopter une stratégie d'adaptation du territoire au changement climatique, c'est aussi, sur leur territoire :

● Assurer le développement économique et garantir l'attractivité du territoire

Deux secteurs économiques sont particulièrement concernés par le changement climatique : le tourisme d'hiver face à la baisse de l'enneigement et les filières agricoles locales qui sont souvent liées à une tradition



Randonneurs sur le mont Lozère © Arnaud Bouissou / Terra

agro-alimentaire artisanale avec des labels de qualité ou des identifications géographiques protégées qui jouent aussi un rôle patrimonial important (Roquefort, Laguiole, fromage de Bethmale...). Pour le secteur touristique, il s'agit par exemple de mettre en place un modèle de développement plus résilient permettant le déploiement d'activités adaptées aux nouvelles conditions climatiques.

Enfin, les choix réalisés en matière d'urbanisme doivent accompagner ces stratégies d'adaptation en garantissant la préservation des éléments emblématiques du paysage et des milieux qui font l'attractivité de ces territoires.

● Gérer la ressource en eau face aux conflits d'usage

Les montagnes constituent des châteaux d'eau naturels qui stockent les ressources en eau l'hiver pour les relâcher au printemps et en été, au moment où les populations aval en ont le plus besoin.

Le changement climatique risque pourtant de modifier ce cycle et d'impacter, en plus des conséquences sur les milieux naturels, l'ensemble des activités socio-économiques qui en dépendent (tourisme d'hiver et d'été, agriculture, production hydro-électrique).

Il est donc essentiel de développer une stratégie d'adaptation pour une gestion de l'eau qui prenne en compte l'ensemble des usages et des besoins des écosystèmes, notamment en veillant à promouvoir une urbanisation respectueuse des ressources et milieux.

● Préserver le patrimoine naturel et la biodiversité spécifiques du milieu montagnard

La montagne en Occitanie se caractérise par deux ensembles géographiques distincts et aux multiples visages :

- le « massif pyrénéen » : Sud des Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne et Ariège, Sud de l'Aude et Ouest des Pyrénées-Orientales ;
- le « massif central d'Occitanie » : Aveyron et Lozère, Centre et Nord du Lot, Est du Tarn-et-Garonne et du Tarn, Nord de l'Aude, de l'Hérault et du Gard.

Dans les Pyrénées, la haute montagne alterne entre milieux rocheux et prairies. La moyenne montagne avec des forêts matures abrite une biodiversité remarquable. Les vallées et piémonts sont des espaces majoritairement agricoles et forestiers.

Le Massif central se compose de milieux très contrastés, avec des particularités géologiques telles que les Causses ou les hauts plateaux de l'Aubrac.

Ces deux massifs constituent des refuges pour certaines populations endémiques et présentent une grande richesse biologique. Ils constituent par ailleurs une valeur patrimoniale importante pour l'attractivité du territoire.

Face aux impacts du changement climatique, l'enjeu est donc de parvenir à préserver ces réservoirs de biodiversité et maintenir les continuités avec les espaces voisins mais également entre massifs afin de favoriser la capacité des espèces à s'adapter et se déplacer.

● Limiter les effets des perturbations du changement climatique afin de protéger les biens et la population

La montagne présente des spécificités en matière de gestion des risques car certaines vallées sont particulièrement enclavées et les mouvements de terrain, inondations, avalanches... peuvent à tout moment bloquer les axes de communication. Les enjeux sont donc particulièrement importants pour le patrimoine routier avec des aménagements (parades de protection) qui peuvent s'avérer extrêmement coûteux et des dégâts qui peuvent être significatifs.

Les aléas peuvent aussi impacter les installations touristiques (pylônes de télésiège par exemple) et représenter une menace pour la population touristique et les habitants.



Suivi et prévention des avalanches © Laurent Mignaux / Terra

Il s'agit donc d'anticiper les mesures de prévention et de protection à prendre dans un contexte évolutif et d'envisager de nouvelles stratégies d'adaptation axées par exemple sur les écosystèmes, en limitant l'érosion des sols et en préservant les pâturages et les forêts.

● Contribuer à atténuer le changement climatique

Enfin le milieu montagnard possède un fort potentiel pour l'atténuation du changement climatique, notamment :

- en imaginant de nouvelles formes de tourisme et d'urbanisme plus durables ;
- en préservant les ressources forestières et les prairies qui constituent aussi des puits de carbone ;
- en développant la production d'énergies renouvelables tout en restant vigilant à la préservation des milieux naturels.

Chiffres clés

La montagne représente **55 % de la surface régionale**, 12 des 13 départements d'Occitanie, 47 % des communes et **20 % de sa population**, soit plus de 1,1 million d'habitants (1 habitant d'Occitanie sur 5 vit en montagne).

La densité y est de **28,2 hab./km²** pour une densité moyenne régionale de 79 hab./km² (2015).

Le taux d'évolution annuel de la population 2010-2015 dû au solde naturel est de -0,01 dans les massifs d'Occitanie contre 0,16 pour l'ensemble région.

En matière d'activités économiques :

- la montagne est couverte par **2,4 millions d'hectares de forêt** et la filière-bois compte 8 000 entreprises et 32 000 emplois ;
- l'activité touristique représente **3 millions de nuitées par an**. Dans le Massif Central, le tourisme estival représente le premier secteur d'activité ;
- l'activité agricole représente un poids important avec des dynamiques variables, par exemple une forte densité d'exploitation en Aveyron, alors que la Lozère et l'Ariège sont en retrait. Dans le Massif central, l'agriculture emploie 8 % de la population totale, alors que sa part atteignait 12 % en 1988, et les industries agroalimentaires représentent un peu plus du quart des industries du Massif central.

En matière de patrimoine naturel :

- plus de **38% de la surface du Massif des Pyrénées est déclarée comme d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000**, près de la moitié des espèces métropolitaines sensibles y sont présentes. Trois parcs couvrent 35% du Massif et assurent la sauvegarde de ce patrimoine naturel et culturel reconnu comme exceptionnel : le Parc National des Pyrénées et deux Parcs Naturels Régionaux (Pyrénées Ariégeoises, Pyrénées Catalanes).
- les espaces naturels à enjeux du Massif central sont également bien représentés, avec 5 240 km² de sites d'intérêt communautaire (18,7% de l'entité) et 12 792 km² retenus à l'inventaire des ZNIEFF (45,5 % de l'entité).



Le cadre de référence

Quels sont les leviers
prioritaires à mobiliser ?



ACCOMPAGNER L'ADAPTATION DU MILIEU MONTAGNARD PAR UNE APPROCHE GLOBALE CONCILIANT LES DIFFÉRENTS USAGES DE LA MONTAGNE

« La question du changement climatique en Occitanie s'impose comme un enjeu majeur, dans la mesure où l'augmentation de la température sera sans doute plus marquée dans le Sud-Ouest [...] que dans d'autres régions [de France].

Cette tendance entraîne de nombreuses conséquences sociales, environnementales, mais aussi économiques, sur les filières agricoles par exemple. Les relations d'interdépendances entre territoires vont se trouver confrontées à des problèmes très concrets de gestion des biens communs (eau, air, sols) mais aussi de solidarité, notamment en matière d'énergie et d'alimentation. » [extrait Plan Montagnes d'Occitanie 2018-2025]

Face à ce constat, les stratégies d'adaptation territoriales se doivent d'examiner les interactions entre les milieux et les activités économiques afin d'aboutir à la mise en œuvre de mesures sectorielles appropriées.

1/ Améliorer la connaissance des phénomènes et la sensibilisation des acteurs locaux

Dans un contexte d'incertitudes, pour éclairer au mieux les décideurs, l'amélioration des connaissances sur les impacts du changement climatique dans le milieu montagnard est le premier levier à actionner en matière d'adaptation. L'action P&R-8 du PNACC fait ainsi référence à « l'acquisition de connaissances et d'observations relatives aux aléas naturels et à l'évolution de la biodiversité en zone de montagne en lien avec l'évolution attendue des paramètres climatiques ».

Au niveau territorial, cela peut se traduire par :

- **Développer les sciences participatives ou « citoyennes »** qui permettent non seulement d'enrichir les connaissances locales mais aussi de sensibiliser le public ;
- **Développer des études qui incorporent les projections du climat à venir.** Par exemple, dans les études de caractérisation des risques naturels locaux, remplacer les valeurs de référence actuelles par d'autres qui incluent l'évolution climatique ;
- **Soutenir les systèmes de surveillance et mesures,** notamment pour le suivi des espèces les plus sensibles et les cours d'eau, et favoriser la création de bases de données transfrontalières ;



Un garde moniteur du parc National des Cévennes observe les points de nidification des vautours dans les parois rocheuses du causse Méjean © Arnaud Bouissou / Terra

- **Diffuser les résultats des recherches en cours et des actions d'adaptation** aux différents acteurs du territoire intéressés et aux habitants ;
- **Organiser des actions de sensibilisation aux impacts du changement climatique** et aux pistes d'adaptation en s'appuyant sur les organismes locaux (éducation à l'environnement, scientifiques, etc.).

Observation et sciences participatives : le programme Phénoclim et l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique

Lancé en 2004, le programme scientifique et pédagogique **Phénoclim** invite le public à mesurer l'impact du changement climatique sur la faune et la flore en montagne. Il est l'un des plus anciens programmes de sciences participatives français qui s'appuie sur une communauté d'observateurs bénévoles. Ce programme est ouvert à tous les résidents des 6 massifs montagneux français et transfrontaliers : Pyrénées, Vosges, Jura, Corse, Alpes et Massif central - en France, Suisse, Italie et Espagne. Le programme compte plusieurs centaines de zones d'études, allant de 200 m à 2 000 m d'altitude.

En Occitanie, Phénoclim est intégré au sein de l'**Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC)**. Lancée en 2010, l'OPCC est une initiative transfrontalière de coopération territoriale de la Communauté de Travail des Pyrénées (CTP). Il a pour objectif de réaliser un suivi et de comprendre le phénomène du changement climatique dans les Pyrénées pour aider le territoire à s'adapter à ses impacts.

Il constitue une plateforme de référence en matière de connaissance en adaptation au changement climatique dans les écosystèmes de montagne. On trouve sur son site web des rapports sur le changement climatique dans les Pyrénées ainsi que de nombreuses informations sur les projets de recherche en cours ou les initiatives locales d'adaptation.

Pour en savoir plus :

<https://www.opcc-ctp.org/fr/contenido/accueil>

<https://phenoclim.org/fr>

2/ Mettre en œuvre une stratégie territoriale transversale

Le Plan Montagnes d'Occitanie 2018-2025 souligne le fait que la montagne est un milieu multi-usages où les activités sont complémentaires et l'équilibre à trouver indispensable. Par exemple, l'équilibre agro-sylvo-pastoral est déterminant pour la conservation du patrimoine naturel : la déprise agricole peut altérer la qualité des milieux autant qu'une agriculture ou une exploitation forestière intensive. De même, les risques liés à la ressource en eau (inondations et sécheresses) ont de fortes conséquences à la fois sur les activités économiques, touristiques et agricoles. Au niveau territorial, adopter une approche globale et intégrée doit permettre de réussir à harmoniser l'ensemble des politiques d'adaptation sectorielles.

- **Intégrer des mesures d'adaptation dans les démarches de planification territoriale** (SCoT, PLU(i), PCAET, charte de Parcs Naturels) ;
- **Associer l'ensemble des acteurs du territoire à la construction du projet ;**
- **Prendre en compte les plans sectoriels** tels que le Plan Montagnes d'Occitanie, le Plan Forêt Bois, la Stratégie Régionale de Biodiversité, le SRADDET, qui donnent des orientations en matière d'adaptation au changement climatique.

PCAET de la Communauté de communes du Couserans (Ariège)

La démarche de PCAET de la Communauté de communes du Couserans en Ariège s'est appuyée sur l'organisation de plusieurs ateliers dits de « créativité », dont un a porté plus spécifiquement sur l'adaptation au changement climatique.

Ces ateliers ont permis aux participants de partager les enjeux du territoire et de réfléchir ensemble à la construction d'un plan d'actions.

Il en est ressorti trois actions prioritaires pour un territoire plus résilient face au changement climatique :

- Réaliser un schéma de développement touristique 4 saisons en Couserans ;
- Préserver la ressource en eau : il est notamment prévu de réaliser une étude sur l'adaptation des pratiques agricoles et d'impulser une expérimentation sur l'évolution de ces pratiques mais également de restaurer et préserver les zones humides ;
- Se préparer à la gestion des aléas naturels : favoriser l'émergence de plans communaux de sauvegarde, conduire une politique de prévention des inondations adaptée au changement climatique, organiser et développer un programme de sensibilisation aux risques naturels, mettre en place un PAPI d'intention.

Pour en savoir plus :

<https://couserans-pyrenees.fr/plan-climat/>



© Communauté de communes du Couserans

3/ Promouvoir des solutions sectorielles d'adaptation pour les milieux bio-physiques

La forêt

La forêt et sa gestion se conçoivent à long terme. A l'échelle du changement climatique et de la gestion forestière (40 à 50 ans), les décisions prises aujourd'hui conditionnent les forêts de demain. Afin d'augmenter la résilience des forêts de montagne face aux effets négatifs du changement climatique, plusieurs pistes d'adaptation se dégagent à l'échelle de l'arbre, du peuplement et du cycle. Pour en savoir plus, voir le livret « forêt ».

Il est également important de souligner que le maintien des activités agricoles et pastorales dans les zones de montagne peut influencer positivement le milieu forestier : diminution du volume et de la continuité des combustibles, mosaïque d'habitats plus résilients, limitation des risques et accroissement de la résilience des forêts en cas d'accidents sanitaires ou climatiques.



Gorges du Tarn dans le Parc National des Cévennes © Arnaud Bouissou

Le projet Canopee – Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique

Le projet Canopee, porté par le Groupement Européen d'Intérêt Economique (GEIE) Forespir et qui a débuté en 2016, poursuit trois objectifs :

- garantir un suivi des impacts du changement climatique sur les forêts pyrénéennes ;
- développer des outils communs de diagnostic et de vigilance actuelle et future ;
- mettre en œuvre une stratégie de gestion forestière adaptative afin de minimiser les impacts attendus du changement climatique.

Il s'agit notamment de choisir une série de forêts représentatives du massif et présentant des signes de dépérissement pour y mettre en œuvre des actions de gestion adaptative. Le projet permettra ainsi de dégager une compilation de mesures d'adaptation sylvicoles pour les zones les plus vulnérables.

Pour en savoir plus :

<https://www.opcc-ctp.org/fr/canopee>

Les écosystèmes et la biodiversité

Les massifs d'Occitanie constituent des espaces de biodiversité remarquables qu'il convient de préserver pour renforcer la résilience des espèces endémiques face au changement climatique. En plus de protéger les réservoirs de biodiversité, il est également indispensable de maintenir des continuités écologiques au sein des massifs et inter-massifs. Pour cela :

- **Réduire les pressions d'origine humaine sur les milieux** (artificialisation, agriculture intensive, activités touristiques) afin de minimiser les risques de disparition des habitats, d'introduction d'espèces, etc. ;
- **Préserver les zones identifiées en tant que « refuges »**, en faisant particulièrement attention aux aires de développement des populations d'espèces rares ou menacées, ainsi que les zones les moins susceptibles d'être touchées par le changement climatique ;
- **Décliner les corridors écologiques à toutes les échelles** mais aussi pour l'ensemble des milieux (trames des milieux humides, des milieux forestiers, des espèces nocturnes, etc.) ;
- **Mettre en œuvre des opérations de restauration des milieux.**

Le programme ECOVARS 3D Pratiques et semences locales pour restaurer les espaces de montagne

Porté par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP), le programme ECOVARS 3D a débuté en 2003. Il associe de nombreux acteurs tels que les Régions Nouvelle-Aquitaine et Occitanie, le Département des Pyrénées-Atlantiques, les Parcs Naturels Pyrénées Catalanes et Pyrénées Ariégeoises, des stations de ski (Grand Tourmalet, Superbagnères...), EDF, ENEDIS.

L'objectif principal de ce projet est de développer des pratiques de revégétalisation des pentes et des terres dégradées des Pyrénées et ainsi de mener des opérations de restauration des terrains végétaux en privilégiant des semences locales plutôt qu'exogènes. Les bénéfices attendus sont la protection des sols contre l'érosion, une meilleure conservation de la neige dans les stations de ski, une plus grande résilience au changement climatique des pâturages dégradés, une réduction des intrants chimiques dans la gestion des prairies grâce à des espèces autochtones mieux adaptées.

Pour ce faire, ce programme dispense aux gestionnaires des zones de montagne (stations de ski, municipalités, parcs naturels, agriculteurs, etc.) des conseils et des formations sur les meilleures pratiques pour améliorer les terrains végétaux et la mise en place d'espèces d'origine locale. Une marque de semence « Pyrégraine de nèou » a également été créée pour garantir l'origine locale des semences ainsi que leur qualité (cf. illustration ci-contre).

Une étude est en cours pour évaluer les avantages de la mise en œuvre de semences locales par rapport aux semences conventionnelles en termes de services écosystémiques.

Pour en savoir plus :

<http://www.ecovars.fr/>



Récolte manuelle de semences sur une parcelle de multiplication gérée par l'association Estivade d'Aspe Pyrénées à Agnos (64). Une fois récoltées les semences sont multipliées à grande échelle de manière à être commercialisées.

Gestion de l'eau et des zones humides

En montagne, la demande en eau s'accroît ponctuellement dans les stations de ski en période hivernale, du fait, d'une part de l'afflux touristique, d'autre part du recours à l'enneigement artificiel. Ces pressions peuvent entraîner des conflits d'usage qui pourraient également se produire à l'avenir en été (besoins accrus pour l'agriculture ou la production d'énergie par exemple).

Pour la protection de la ressource en eau de manière générale :

- **Promouvoir les économies d'eau** pour les secteurs les plus consommateurs et la consommation domestique, notamment par des dispositifs plus efficaces ;
- **Autoriser l'exploitation des sols uniquement si elle est compatible avec les ressources hydriques existantes ;**
- **Améliorer le stockage de l'eau** : réhabilitation d'aménagements existants, développement de stockages souples et démontables (type « bâches »), valorisation de retenues artificielles tout en étant particulièrement vigilant à leur impact environnemental ;
- **Préserver la qualité de l'eau** : amélioration du traitement des eaux usées, évolution des pratiques agricoles pour limiter les intrants, restauration des ripisylves pour limiter le réchauffement des eaux.

Pour les zones humides plus spécifiquement :

- **De manière générale, assurer les conditions de leur préservation**, en interdisant leur drainage, leur urbanisation et en les protégeant des pollutions afin qu'elles assurent l'approvisionnement en eau des tourbières et des marais ;
- **Être vigilant à la préservation des zones humides lors de projets d'aménagements touristiques** : pistes de ski, sentiers de randonnée ;
- **Promouvoir une agriculture (agro-pastoralisme, polyculture-élevage) en adéquation avec la conservation des zones humides** (conventions de gestion, mesures agro-environnementales...) ;
- **Restaurer les ensembles de milieux et leurs connectivités grâce aux politiques de gestion concertée (SAGE)** : aménagement de zones refuges, diversification des habitats et des écoulements, reconnexion entre les milieux humides, protection et réimplantation des ripisylves.

Pour aller plus loin, voir le livret « Biodiversité » et le livret « Eau » .

L'action du PNR des Pyrénées Catalanes en faveur de la protection des zones humides (Pyrénées-Orientales) [extraits de la page internet du site web du PNR] :

Les évolutions climatiques, les aménagements tout comme les nouvelles activités touristiques peuvent impacter le bon fonctionnement des zones humides. Le Parc, qui se distingue par le nombre et la superficie de ces zones humides, a donc mis en place des actions spécifiques pour leur préservation :

- **Concilier et harmoniser les usages** autour de l'eau avec la rédaction d'un modèle de gestion partagée d'une zone humide. Ce travail est le fruit de plusieurs mois de concertation avec les usagers du site des Bouillouses et le Département des Pyrénées-Orientales ;

- Porter des **opérations concrètes** sur les zones humides remarquables et ordinaires. Le PNR a réalisé l'inventaire des zones humides : plus de 1 900 tourbières ont été recensées abritant une biodiversité remarquable et des milieux de grand intérêt patrimonial. Le PNR s'engage aujourd'hui dans une démarche de préservation de ces dernières. L'objectif est une sensibilisation des propriétaires, agriculteurs et collectivités, afin de mettre en place des modes de gestion assurant un bon état de conservation de ces milieux, un gain de fonctionnalité et de biodiversité et une valorisation des zones humides ;

- Prise en compte des zones humides et de la trame bleue dans les **documents d'urbanisme** (PLU, SCOT, PLUi, carte communales...) : le Parc émet régulièrement des avis dans le cadre de la révision ou l'élaboration de documents d'urbanisme ;

- Préservation des zones humides dans le cadre des projets **d'aménagement et des manifestations sportives** : le Parc émet des avis dans le cadre des projets d'aménagements et accompagne les porteurs de projets ;

- Assurer une **veille environnementale** sur les plantes invasives des milieux aquatiques. Une veille écologique de ces espèces avec mise en place de chantiers d'éradication semble nécessaire afin de prévenir toute arrivée d'espèces potentielles comme la Renouée du Japon et éviter la prolifération d'espèces comme la Berce du Caucase.

Pour en savoir plus :

<http://www.parc-pyrenees-catalanes.fr/actions-parc/environnement/ressources/eau-2/zones-humides>



Bas-marais à laïches noires et jonc des Pyrénées, espèce protégée, au Plade la Beguda dans la réserve naturelle de la Vallée d'Eyne © Réserves naturelles catalanes

4/ Promouvoir des solutions sectorielles d'adaptation pour les activités socio-économiques

L'agriculture de montagne

Les solutions d'adaptation du secteur agricole dépendent des caractéristiques locales comme la diversité des végétations présentes, l'étagement altitudinal, ou encore les besoins des animaux en estive et l'expérience des bergers. La spécificité du milieu montagnard tient au fait que les solutions d'adaptation habituelles de l'agriculture (irrigation, sélection variétale) sont plus complexes à mettre en œuvre du fait des contraintes du relief et du climat. On peut néanmoins évoquer les pistes suivantes :

- **à l'échelle des parcelles :**
 - **Diversifier les mélanges semés** pour les prairies en privilégiant des semences locales rustiques plus résistantes ;
 - **Revaloriser les prairies permanentes riches en espèces** où la variété de graminées peut sécuriser la production face aux aléas ;
 - **Ajuster les dates de mise à l'herbe, de semis et de récolte** pour limiter le gel de printemps ;
 - **Planter des prairies sous couvert** pour limiter l'évapo-transpiration ;
 - **Utiliser des variétés plus précoces** afin d'éviter les périodes d'échaudage ;
 - **Réfléchir aux possibilités d'irrigation.**
- **à l'échelle du système d'exploitation :**
 - **Optimiser la diversité des types de prairies** (ratio prairies temporaires/prairies permanentes) ;
 - **Combiner agriculture traditionnelle de montagne et maraîchage** afin de diversifier les modes de production et ainsi renforcer leur résilience ;
 - **Repenser l'usage et la valorisation de certains espaces** comme les alpages qui fournissent une ressource fourragère complémentaire face au changement climatique et les zones intermédiaires de lisière (landes, espaces boisés) ;
 - **Diverses autres solutions** : développement du pâturage tournant, déplacement des dates de vêlage, évolution des assolements, hausse des capacités de stockage, utilisation par l'agriculture de nouvelles ressources comme les résidus d'exploitation forestière en remplacement de la paille ou les déchets verts des collectivités.

Pour aller plus loin, voir le livret « Agriculture »

Projet Opti'Prairies : les prairies piliers de l'évolution des systèmes d'élevage

Le Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE) Opti'Prairies regroupe 13 éleveurs de l'Ariège qui se sont réunis avec pour objectif de renforcer le rôle du pâturage naturel dans leurs systèmes de production. Le projet vise à créer des exploitations plus autonomes, économiquement viables et mieux adaptées au contexte du changement climatique.



© Opti'Prairies

Pour ce faire, plusieurs solutions sont mises en place comme le développement de formations conjointes sur le pâturage dynamique, l'amélioration de la sélection des espèces de graminées, la mise en œuvre d'essais techniques de culture simplifiées, de mélanges spécifiques d'espèces de graminées et de différents types de fertilisation.

Le projet est soutenu par la Chambre d'agriculture de l'Ariège, l'Institut technique IDELE, l'INRA, la Chambre d'agriculture d'Occitanie, le GIEE Bois Paysan, le GIEE Conser'sols et les Groupes Dephy polyculture-élevage.

Il bénéficie du fonds européen FEADER-PAC pour l'innovation agricole et d'un financement régional des GIEE géré par la DRAAF Occitanie.

Pour en savoir plus :

<http://www.giee.fr/trouver-un-giee/par-region/occitanie/optiprairies/>

La gestion des risques

En montagne, la question des risques naturels est centrale dans la mesure où, en plus de l'atteinte potentielle aux biens et aux personnes, elle met en jeu l'accessibilité de certaines vallées et par conséquent l'économie du territoire. Anticiper les risques climatiques nécessite :

- **d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans l'aménagement du territoire** en prenant en compte la possibilité de risques accrus : imposer des limites plus sévères au zonage et aux constructions, anticiper les feux de forêt en améliorant la gestion et l'accessibilité des massifs par exemple (pour aller plus loin sur la question des feux de forêt, consulter le livret Forêt) ;
- **de renforcer les mesures préventives** (par exemple la construction d'ouvrages spécifiques, la création de zones de rétention des crues et d'écoulement des eaux) par la mise en place de solutions fondées sur la nature (par exemple la mise en place de boisements de protection).

Le projet SAPYRA – Sécurité des Accès Pyrénéens face au Risque Avalanche

Tous les hivers, les routes pyrénéennes sont sujettes à des interruptions dues aux avalanches ou au risque d'avalanche. L'objectif principal du projet SAPYRA, qui est porté par la Direction Interdépartementale des Routes Sud-Ouest, consiste à améliorer la sécurité et la viabilité des infrastructures de transport au niveau des accès d'Andorre :

- en limitant les effets des risques, à leur origine ou le plus près possible des éléments à risque ;
- en améliorant la connaissance des phénomènes, en temps réel, pour évaluer et gérer le niveau de risque le plus précisément possible.

Différents chantiers sont prévus parmi lesquels :

- la mise en route de systèmes de paravalanches dans différentes vallées/couloirs dans les municipalités de l'Hospitalet-près-l'Andorre, de Porté-Puymorens et de Porta ;
- des actions de reforestation sur la route Pe9 ;
- l'installation de détecteurs d'avalanche, de neige, de densité et d'humidité sur certaines routes ;
- l'installation de 4 nouvelles stations météorologiques pour caractériser plus en détail les conditions météorologiques qui causent des avalanches dans les vallées/couloirs à risque, améliorant ainsi la prévision localisée du risque d'avalanche.

Pour en savoir plus :

<http://sapyra.com/?lang=fr>



Travaux d'installation de systèmes paravalanches à Porté-Puymorens (août-novembre 2018) ©SAPYRA 2017

Tourisme

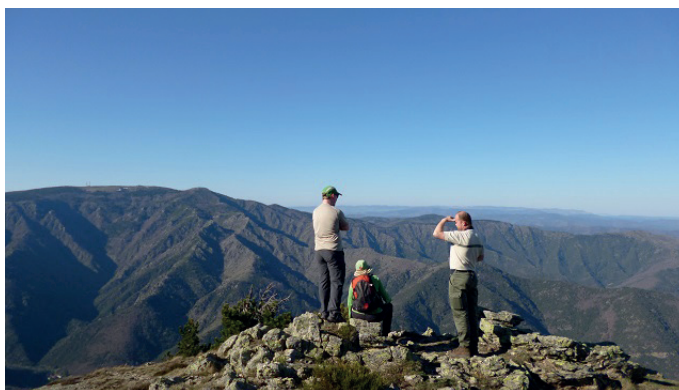
Face à la baisse de l'enneigement et du nombre de jours skiabiles l'hiver d'une part, et aux printemps et automnes plus doux qui pourraient augmenter la fréquentation touristique d'autre part, il est nécessaire de repenser le modèle de développement des activités touristiques en montagne. De manière générale, des pistes d'adaptation se dégagent :

- **Promouvoir un développement touristique plus durable qui intègre les évolutions climatiques** : prendre en compte les impacts sur les ressources en eaux et les milieux naturels, développer la mobilité durable, maîtriser l'urbanisation notamment vis-à-vis des objectifs de zéro artificialisation nette ;
- **Envisager la reconversion des zones où la neige va disparaître et la diversification des zones où l'enneigement devient moins fréquent et moins intense**. Il s'agit d'offrir aux touristes des activités plus flexibles et moins dépendantes de la météo et de l'enneigement (c'est le « tourisme 4 saisons »), en veillant à éviter leurs impacts négatifs sur la biodiversité. En effet, si le manteau neigeux permet de protéger la végétation l'hiver, ce n'est pas le cas des activités d'été qui peuvent fortement impacter la biodiversité. De plus les besoins en logements pour les résidences touristiques et secondaires peuvent générer de l'étalement urbain et entraîner la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers ;
- **Prendre en compte l'augmentation des risques climatiques** : assurer l'intégrité physique des touristes et des professionnels du tourisme et réduire la vulnérabilité des infrastructures touristiques face au risque d'augmentation des événements hydrologiques, géologiques et climatiques extrêmes.

Pour aller plus loin, il est possible de consulter le rapport du Sénat sur l'application de la loi Montagne II (15 juillet 2020) qui propose d'accompagner les territoires de montagne vers le « 4 saisons » avec notamment des recommandations sur le tourisme et l'urbanisme : http://www.senat.fr/rap/r19-635/r19-635_mono.html

« Terres Solidaires » : une démarche de la Communauté de communes Causses pour diversifier l'offre touristique (Gard)

En bordure sud du Massif Central, le Mont Aigoual culmine à 1 567 m d'altitude. Depuis quelques années, la station de sports d'hiver de Prat Peyrot située sur ses pentes est soumise à la variabilité du couvert neigeux, ce qui peut conduire à des périodes d'activité très réduites (34 jours en 2013-2014). Les retombées économiques associées à cette activité étant menacées, des travaux ont été lancés pour étudier les leviers d'une consolidation économique de la station.



©Communauté de Communes Causses Aigoual Cévennes

En 2012, grâce à un appel à projets du Commissariat Général à l'Égalité des Territoires, la Communauté de communes Causses Aigoual Cévennes a lancé un projet de Pôle Nature 4 saisons dans le but d'adapter l'offre touristique face aux changements climatiques.

A partir de 2015, des travaux d'aménagements ont été réalisés, notamment :

- des parcours de raquettes et de trails hivernaux comme compléments ou alternatives au ski alpin ou au ski nordique en période hivernale ;
- plusieurs parcours VTT balisés spécifiquement, des circuits de trails et multi-activités (pédestre, équestre), des sites de course d'orientation et sentiers d'information, des circuits de cyclotourisme, etc.

Depuis 2017, des travaux sont en cours pour transformer l'ancienne station météorologique du Mont Aigoual en centre d'interprétation et de sensibilisation au changement climatique.

Pour en savoir plus :

<https://caussesaignoualcevennes.fr/competences/pole-4-saisons/>

Énergie

Le milieu montagnard possède un fort potentiel de développement des énergies renouvelables. Néanmoins, les ressources actuelles pourraient être affectées par le changement climatique (disponibilité de l'eau, fragilisation de la forêt). Il s'agit donc de :

- **Promouvoir une utilisation plus économe de l'énergie dans tous les secteurs socio-économiques**, plus particulièrement durant les périodes d'affluence touristique, favoriser le recours à des matériaux locaux et traditionnels pour les constructions (ce qui permet notamment d'éviter les émissions de GES liées au transport), promouvoir un urbanisme durable moins consommateur d'énergie ;
- **Concilier l'hydroélectricité et la protection de l'eau et des milieux aquatiques** : optimiser l'utilisation des ressources hydriques, optimiser la localisation des installations, améliorer la continuité écologique en rendant les obstacles franchissables, limiter l'entraînement des poissons dans les prises d'eau, etc. ;
- **Adapter la gestion du secteur énergétique aux éventuelles variations de la demande et aux risques climatiques** : tester les installations de production d'énergie pour vérifier leur résilience aux risques climatiques, prendre en compte les risques climatiques actuels et futurs dans la conception de nouvelles infrastructures d'énergie, anticiper les pics de consommation ;
- **Accompagner la demande croissante en produits dérivés du bois et en biomasse-énergie**, en conciliant le développement de cette filière avec l'enjeu de préservation de la fonction « puits de carbone » et biodiversité.





Mémo

**Ressources pour élaborer
une stratégie d'adaptation
sur mon territoire**

Acteurs locaux

Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique
<https://www.opcc-ctp.org/fr/contenido/accueil>

Parlement de la Montagne Occitanie
<https://www.laregion.fr/Parlement-de-la-Montagne>

Parc naturel régional des Pyrénées Ariégeoises
<https://www.parc-pyrenees-ariegeoises.fr/>

Parc naturel régional Des Pyrénées Catalanes
<https://www.parc-pyrenees-catalanes.fr/>

Parc national des Pyrénées
<http://www.pyrenees-parcnational.fr/fr>

Parc National des Cévennes
<http://www.cevennes-parcnational.fr/fr>

Pour aller plus loin

IRSTEA, Qu'est-ce qui change ? 38 idées reçues sur le changement climatique en montagne, octobre 2017, 44 p.

<https://www.irstea.fr/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/IdeesRecuesCC.pdf>

UICN, Changements climatiques et risques naturels dans les montagnes tempérées, mars 2016, 40 p.

<https://uicn.fr/changement-climatique-risques-naturels-montagnes/>

IRSTEA, Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptation, in Sciences Eaux et territoires La revue de l'IRSTEA, article hors-série n°48, 2018, 7 p.

<http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles/pdf/set-revue-forets-montagne-adaptation-changement-climatique.pdf>

AIR Climat, RECO, GREC SUD, Parc National des Cévennes, Adaptation du Parc national des Cévennes au changement climatique et à ses impacts, septembre 2020, 56 p.

GREC SUD, Impacts du changement climatique et transition(s) dans les Alpes du Sud, Cahier thématique du groupe de travail « Montagne », octobre 2018, 48 p.

<http://www.grec-sud.fr/cahier-thematique/montagne/>

FNE, Climat et montagne, les Alpes face aux défis des changements climatiques, 2015, 28 p.

https://www.fne.asso.fr/sites/default/files/climat/cahiers-de-propositions/cahier_climat-et-montagne.pdf

IRSTEA, Réseau Alpages Sentinelles, Comprendre le changement climatique en alpage, 2017, 28 p.

https://www.irstea.fr/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/changement_climatique_alpage.pdf

IRSTEA, Résultats du projet de recherche ADAMONT(2015-2017)

<https://www.irstea.fr/fr/impacts-du-changement-climatique-et-adaptation-en-territoire-de-montagne-projet-adamont>

Guides et outils méthodologiques

Voir les livrets thématiques Agriculture, Forêt, Eau, Risques, Biodiversité.

Références réglementaires

Loi relative au développement et à la protection de la montagne (Loi Montagne)

<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/loi-relative-au-developpement-et-la-protection-de-la-montagne-loi-montagne>

Plan Montagnes d'Occitanie, Terres de Vie 2018-2025

<https://www.laregion.fr/Plan-Montagnes>

Rapport d'information du Sénat sur l'application de la loi Montagne II, 45 p., juillet 2020

http://www.senat.fr/rap/r19-635/r19-635_mono.html

Directeur de publication : Patrick BERG

Rédacteurs CEREMA : Géraldine BUR, Pierre LAINÉ

Coordinateurs DREAL : Anne DUCRUEZET, Myriam DUCASSE

Contributeurs DDT (M) : Alexis MARTIN et Marie-Hélène VAN-MIEGHEM (DDT Ariège),
Sophie GELLE (DDTM Aude), Gilbert PORTAL et Carine RUDELLE (DDT Aveyron),
Laurent MANN (DDT Haute-Garonne), Claire PORTET (DDT Tarn-et-Garonne).

Conception graphique : Cerema

Crédits photos : Cam James, Florian Giorgio, Alexis Antoine, Jacques Dillies, Adèle Beausoleil, Dina Spencer, Émilien Muller, Andrea Bozzi, Alex Baker, de Unsplash

Édition : juillet 2021

Nous tenons à remercier l'ensemble des contributeurs des Directions départementales des territoires et de la mer, ainsi que pour leur expertise technique et leurs relectures les services métier de la Direction de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt d'Occitanie, de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Occitanie et du Cerema.

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Occitanie
1, rue de la cité administrative - Bât G - CS 80 002
31074 Toulouse cedex 9
Tél.: 05 61 58 50 00 - Fax: 05 61 58 54 48
www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/