

# Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique

## *Etude sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées*



Source: Viet Dominique/CRTMidi-Pyrénées

### Synthèse du rapport final

Mai 2013



Ce document constitue la synthèse finale de l'étude sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées menée entre août 2011 et avril 2013 à l'initiative de la Communauté de Travail des Pyrénées et de la Région Midi-Pyrénées (principal financeur de l'étude). Outre une brève description du contexte et des modalités de réalisation de l'étude, elle comprend (1) une synthèse du profil pyrénéen de vulnérabilité au changement climatique élaboré à partir de la bibliographie existante, (2) un bilan du recensement et de l'analyse des démarches d'adaptation pyrénéennes, (3) un bilan du recensement et de l'analyse de démarches d'adaptation sur d'autres territoires européens et (4) les principales conclusions et recommandations de l'étude.

### Autres documents de l'étude

Les résultats détaillés de l'étude sont par ailleurs présentés en français et en espagnol dans un rapport final de l'étude constitué de deux grandes parties : le profil pyrénéen (pour la vulnérabilité et les opportunités liées au changement climatique) et le rapport sur les analyses des démarches d'adaptation (Pyrénées et ailleurs en Europe).

Enfin, l'étude a donné lieu à la publication de deux brochures de l'Observatoire Pyrénéen du Changement climatique valorisant ses résultats :

- « *Le climat change, les Pyrénées s'adaptent* », parue à l'automne 2011 ;
- « *Intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans vos activités et politiques : guide à destination des acteurs pyrénéens* », parue au printemps 2013.

Ces brochures sont disponibles en français, espagnol et anglais (à paraître).

#### SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>L'ETUDE.....</b>	<b>3</b>
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	3
1.2	METHODE ET ORGANISATION GENERALES .....	3
<b>2</b>	<b>ANALYSE DE LA VULNERABILITE ET DES OPPORTUNITES LIEES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES PYRENEES .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ANALYSE DES DEMARCHES D'ADAPTATION MISE EN ŒUVRE DANS LES PYRENEES.....</b>	<b>22</b>
3.1	OBJECTIFS ET METHODOLOGIE .....	22
3.2	APERÇU GLOBAL DES DEMARCHES RECENSEES : REGARD SPATIAL ET SECTORIEL .....	22
3.3	APERÇU GLOBAL DES DEMARCHES RECENSEES : TYPE DE DEMARCHES RECENSEES .....	23
3.4	SYNTHESE ET EXEMPLES DE DEMARCHES RECENSEES PAR THEMATIQUE .....	24
3.5	CONCLUSION ET ENSEIGNEMENTS DU RECENSEMENT .....	27
<b>4</b>	<b>ANALYSE D'AUTRES DEMARCHES D'ADAPTATION AILLEURS EN EUROPE.....</b>	<b>28</b>
4.1	OBJECTIFS ET METHODOLOGIE .....	28
4.2	APERÇU GLOBAL DES DEMARCHES RECENSEES .....	28
4.3	LISTE ET DESCRIPTIF DES 18 DEMARCHES .....	29
4.4	CONCLUSION ET ENSEIGNEMENTS DU RECENSEMENT .....	31
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>33</b>
5.1	UNE PHOTOGRAPHIE DE L' « ETAT D'AVANCEMENT » DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES PYRENEES .....	33
5.2	CONCLUSIONS SUR LA CONCEPTION DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	33
5.3	RECOMMANDATIONS A DESTINATION DE L'OPCC ET DE SES PARTENAIRES .....	34
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE ET ACRONYMES .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>ANNEXES : DIAGNOSTIC ET PRECONISATIONS PAR SECTEUR.....</b>	<b>40</b>

# 1 L'étude

## 1.1 Contexte et objectifs

Le changement climatique est en cours dans les Pyrénées comme à l'échelle mondiale et ceci de manière indiscutable. Les observations ont montré au cours du XX<sup>ème</sup> siècle une élévation de la température annuelle moyenne d'environ 1°C dans les Pyrénées et ont mis en évidence des anomalies des répartitions spatiales et temporelles des précipitations. Les projections climatiques prévoient un renforcement de ces tendances avec notamment une élévation de la température moyenne annuelle allant de +1,8°C à +4°C pour la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle<sup>1</sup> (GIEC, 2007).

Dans ce contexte, les membres de la Communauté de Travail des Pyrénées (CTP) ont décidé d'engager en janvier 2010, la création d'un Observatoire du Changement Climatique dédié aux Pyrénées (cf. encadré ci-après).

Véritable plateforme d'échanges et de production de données scientifiques, l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC) a notamment comme mission de construire les indicateurs du changement climatique pour les Pyrénées et d'accompagner l'adaptation du Massif à ce phénomène.

A ce titre, l'OPCC a engagé en août 2011 l'« *Etude sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées* », projet CTP – Région Midi-Pyrénées exécuté par un groupement de prestataires formé d'ACTeon (France), de BC3 (Espagne) et de Fresh Thoughts (Autriche). Cette étude visait à :

- **identifier et analyser les démarches d'adaptation** les plus pertinentes menées dans ce domaine, tant dans les Pyrénées qu'au niveau européen,
- **valoriser les pratiques transférables aux Pyrénées** pour accompagner leur diffusion et leur mise en œuvre concrète à l'échelle des Pyrénées.

Globalement, l'étude a contribué à **mobiliser les acteurs, décideurs et élus du territoire autour de la question de changement climatique et de l'adaptation**, contribuant à l'émergence, au renforcement et à la mise en œuvre opérationnelle à moyens termes d'initiatives coordonnées et cohérentes dans le domaine de l'adaptation au changement climatique.

## 1.2 Méthode et organisation générales

Pour atteindre les objectifs de l'étude, le groupement de prestataires encadré par un comité de suivi a :

- **Identifié les impacts et enjeux du changement climatique dans les Pyrénées** permettant d'évaluer la vulnérabilité du territoire à travers un Profil de territoire ;
- Recensé et analysé les **démarches d'adaptation pyrénéennes** ;
- Recensé des **démarches d'adaptation sur d'autres territoires européens** particulièrement pertinentes pour les Pyrénées comme sources d'inspiration potentielles ;
- Elaboré **deux brochures** à destination des acteurs du territoire pyrénéen.

Le **comité de suivi** constitué de représentants des différents membres de la CTP et du conseil scientifique a joué un rôle de cadrage, d'orientation et d'amélioration des livrables très important au cours de l'étude. Enfin le **conseil scientifique** de l'OPCC a été sollicité pour enrichir et apporter son éclairage sur les principaux résultats de l'étude.

<sup>1</sup> La plage d'incertitude concernant l'intensité du réchauffement climatique prévu pour ce siècle est en fait comprise entre 1,1 et 6,4 °C.

## *L'observatoire Pyrénéen du Changement Climatique*

La Communauté de Travail des Pyrénées, acteur de premier plan sur le massif des Pyrénées, a créé, le 14 janvier 2010, l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique.

Au-delà de suivre et comprendre les évolutions du climat à l'échelle des Pyrénées, l'objectif de l'Observatoire est d'anticiper les impacts du changement climatique pour donner la possibilité aux secteurs socioéconomiques et aux espaces naturels les plus vulnérables du Massif de s'adapter à ce phénomène.

Animé par les membres de la CTP, l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique, fait intervenir dans la mise en œuvre de ses travaux des groupes de travail thématiques associant les acteurs socioprofessionnels du territoire.

Un Conseil scientifique chargé d'orienter, d'accompagner et de valider scientifiquement les réalisations de l'Observatoire a été constitué.

Présidé par Jean-Louis Etienne, médecin et explorateur français, ce Conseil scientifique se compose de 25 experts (11 français, 11 espagnols et 3 andorrans) de renommée nationale et internationale.

Les actions de l'Observatoire :

- Mutualiser les connaissances sur les impacts du changement climatique dans les Pyrénées.
- Analyser la vulnérabilité des milieux naturels au changement climatique et étudier son impact socio-économique.
- Préparer des recommandations et des conseils opérationnels pour permettre une meilleure adaptation des activités socio-économiques et des milieux naturels en favorisant le développement harmonieux du massif et de ses populations.
- Informer de façon pédagogique la société civile et les acteurs socio-économiques sur le changement climatique.
- Contribuer à développer la visibilité européenne et internationale des Pyrénées en matière d'observation et d'adaptation au changement climatique et soutenir la mise en réseau de l'Observatoire au niveau européen.

La création d'un observatoire dédié au climat à l'échelle d'un massif, entité biogéographique cohérente et à cheval sur trois Etats, est une première en Europe.

En août 2011, un partenariat, reconnaissant l'aspect innovant de cette démarche et l'expertise pyrénéenne en termes de changement climatique, a été engagé entre la CTP et l'Agence Européenne de l'Environnement afin de mutualiser, enrichir et valoriser les travaux menés par ces deux institutions dans ce domaine.

## 2 Analyse de la vulnérabilité et des opportunités liées au changement climatique dans les Pyrénées

Dans le cadre de l'étude sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées lancée par l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique qui vise principalement à recenser et analyser des démarches d'adaptation au changement climatique aux niveaux pyrénéen et européen, une analyse de la vulnérabilité du territoire a été menée. Cette dernière est basée sur une analyse des études et données existantes. Elle a donné lieu à la rédaction d'un **profil pyrénéen** qui caractérise le territoire et ses activités socioéconomiques, les changements climatiques attendus et les principales sources de vulnérabilité du territoire. Le présent document constitue la synthèse de ce profil.

### 2.1 Le territoire des Pyrénées

La chaîne montagneuse des Pyrénées s'étend sur plus de 49 850 km<sup>2</sup> (longueur Est-Ouest : 520 km ; Nord-Sud : 150 km) depuis la mer Méditerranée jusqu'au golfe de Gascogne, où les monts Basques rejoignent la chaîne Cantabrique. La chaîne constitue ainsi un trait d'union entre la péninsule Ibérique et la région centre européenne. La partie centrale du massif comprend ses plus hauts sommets (dont le Pic d'Aneto, point culminant, à 3 404 mètres d'altitude) bien que la partie orientale soit également élevée (cf. Figure 1).

Du fait de l'orientation Est-Ouest et des reliefs élevés dans la partie centrale, les **climats du massif** se caractérisent par une grande variabilité spatiale. L'influence océanique domine à l'Ouest et, dans une moindre mesure, sur le versant nord alors que l'Est et le versant Sud sont sous influence méditerranéenne. La partie centrale est soumise à un climat sub-océanique froid caractérisé par des cumuls de précipitations annuelles très élevés (>2000 mm) et des températures moyennes annuelles basses.



Figure 1 : Relief des Pyrénées et contour du massif. La carte montre l'élévation particulièrement forte de la partie centrale et, dans une moindre mesure de la partie orientale. (D'après © Eric Gaba – Wikimedia Commons user: Sting)

Ces caractéristiques climatiques confèrent au massif des Pyrénées un rôle de **château d'eau** pour les régions situées au Nord et au Sud du massif. Il constitue la principale source d'alimentation de nombreux bassins versants dont ceux

de l'Èbre, de la Garonne et de l'Adour qui alimentent la majeure partie des 17 millions d'habitants de la Communauté de Travail des Pyrénées et d'importantes activités économiques (agriculture, production d'énergie, tourisme). Les bassins internes de Catalogne, le Ter et le Llobregat approvisionnent 5 millions d'habitants de la zone métropolitaine de Barcelone qui constitue le plus grand centre urbain dépendant directement de l'eau des Pyrénées (voir Figure 2).



Figure 2 : Carte des bassins versants alimentés par les eaux du massif. Ces bassins couvrent une grande partie du territoire de la CTP. (Source : ACTeon, 2012 à partir de la base HydrosHEDS de la WWF)

Comme le montre la dominance du vert sur la carte ci-dessous, près de la moitié de l'espace pyrénéen est couvert par la forêt qui offre de nombreux services (production, lutte contre l'érosion, protection contre les risques naturels, paysage, etc.). Les espaces agricoles occupent également une part importante du massif. Les vallées et piémonts sont principalement consacrés aux cultures annuelles et permanentes alors que les prairies temporaires ou permanentes couvrent la plus grande partie des espaces agricoles jusqu'à des altitudes élevées. D'importantes surfaces de terres arables sont situées au nord et au sud du Massif. Les centres urbains sont peu nombreux et de taille moyenne, en dehors de l'aire urbaine de Pampelune.

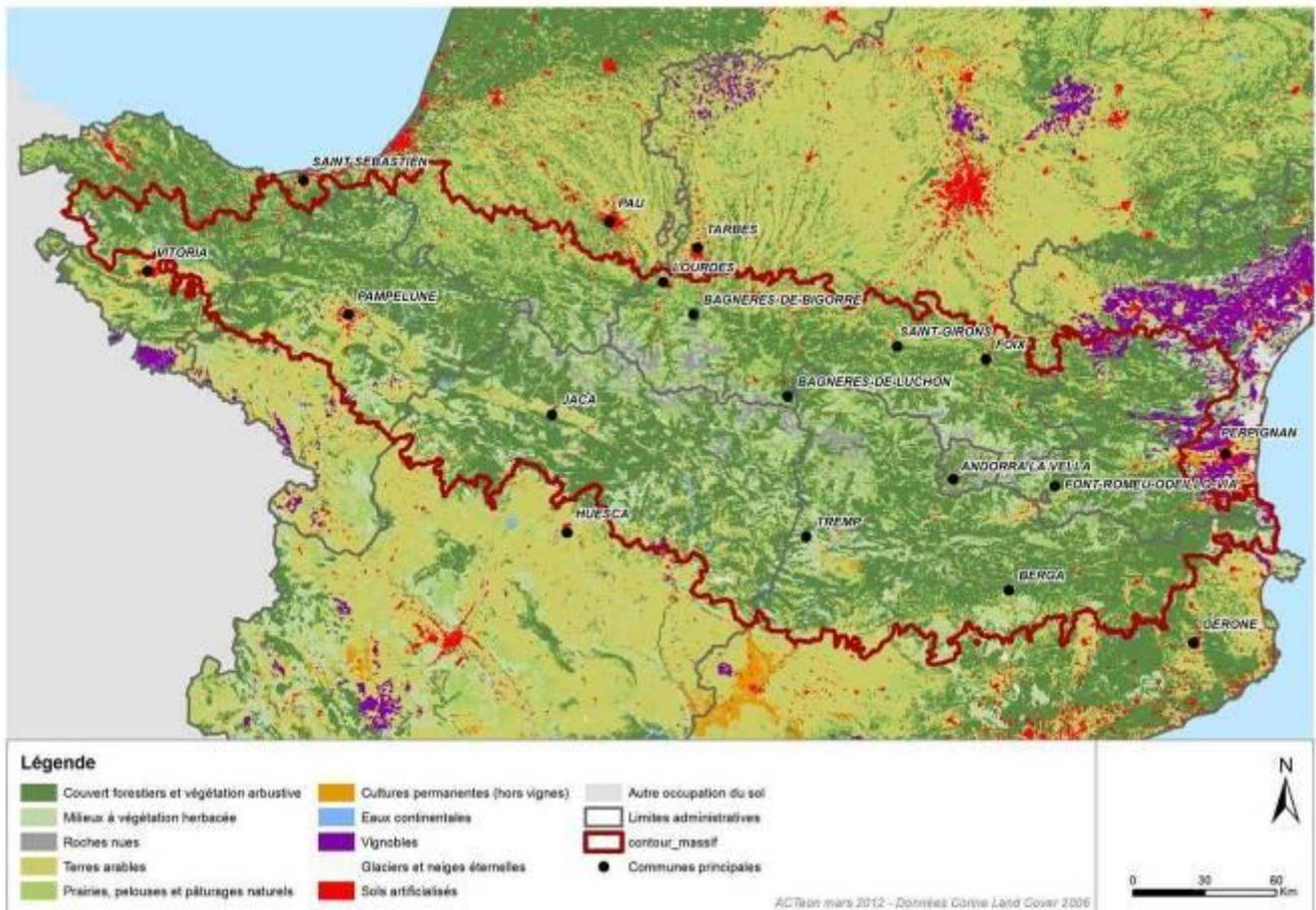


Figure 3 : Occupation du sol dans les Pyrénées et les régions alentour. (Source: ACTeon, 2011 - données Corine Land Cover, 2006 [European Environmental Agency] et Institut d'Estudis Andorrans, 1995)

Cet espace compte environ 1 155 000 habitants et est globalement peu densément peuplé (23 hab./km<sup>2</sup>). La situation est néanmoins contrastée. La population se concentre principalement :

- Dans les centres urbains d'Andorre et de la région de Pampelune ;
- Aux extrémités Est et Ouest du massif, zones proches des côtes et d'altitude moins élevée ;
- Sur la bordure nord du massif et la zone pré-Pyrénées ;
- Dans les vallées et à proximité des voies de communication.

Les zones de haute altitude sont très peu peuplées (population concentrée dans les stations de montagne) tout comme le versant sud des Pyrénées centrales.

**Administrativement**, trois Etats ont l'ensemble ou une partie de leur territoire sur le massif des Pyrénées : l'Andorre, l'Espagne et la France. La ligne de crête qui sépare le versant nord du versant sud du massif dessine approximativement la frontière administrative entre la France d'un côté et l'Espagne de l'autre, l'Andorre se situant entre les deux, sur l'axe du massif. Le territoire des Pyrénées concerne 4 communautés autonomes en Espagne - le Pays Basque, la Navarre, Aragon et la Catalogne - et 3 régions françaises - Aquitaine, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon – qui constituent, avec l'Andorre, la Communauté de Travail des Pyrénées.

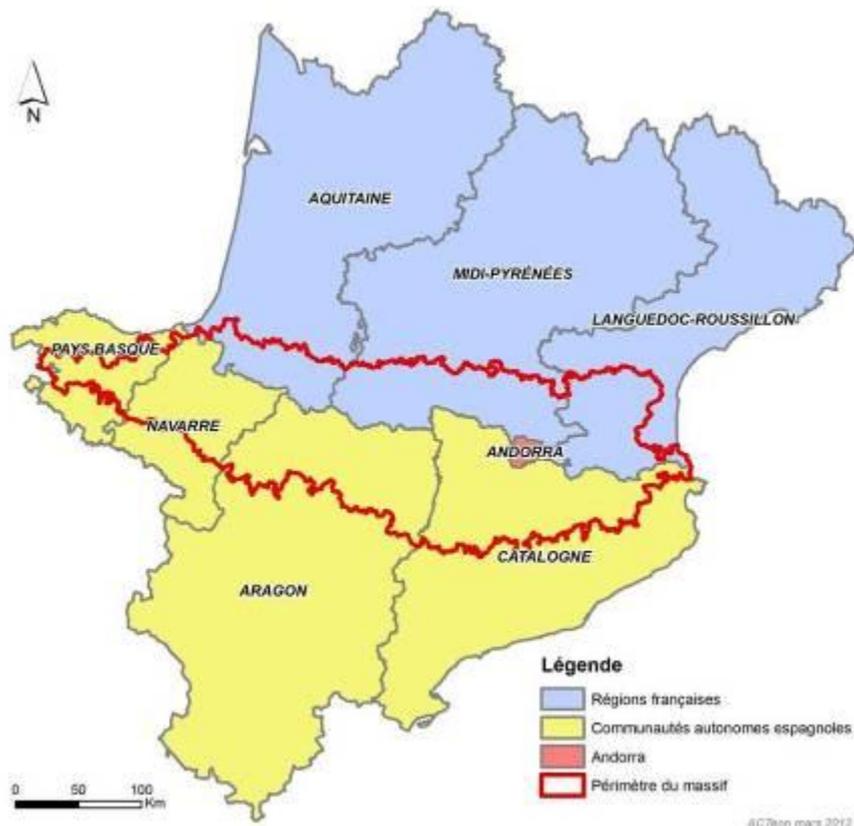
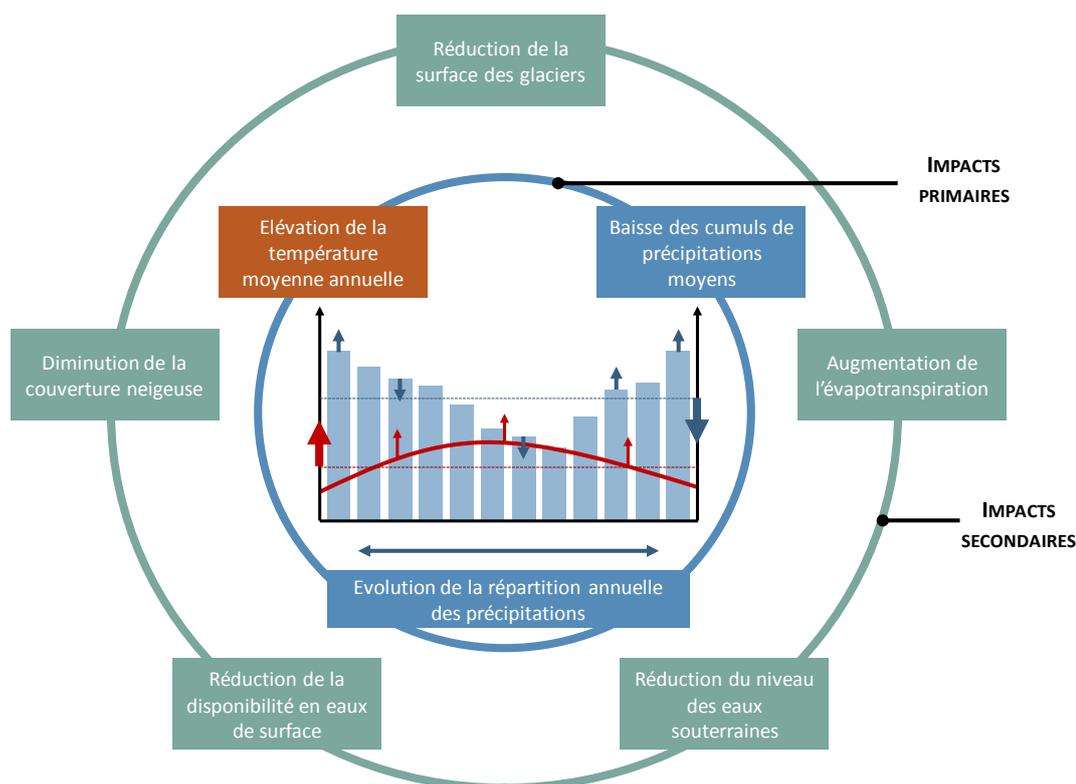


Figure 4 : Principales unités administratives du massif des Pyrénées. Le pays d'Andorre, les trois régions françaises et les quatre communautés autonomes espagnoles constituent la communauté de travail des Pyrénées (CTP). (Source: ACTeon, 2012)

## 2.2 Principaux changements climatiques attendus

**Impacts de long terme.** Les changements climatiques devraient se traduire avant tout par une élévation de la température marquée et une évolution des précipitations. Les projections climatiques pour la fin du siècle décrivent une élévation de température comprise entre +2,5°C et +5°C selon les scénarios retenus (Barrera-Escoda et Cunillera, 2011 ; INM, 2007 ; López-Moreno, Goyette et Beniston, 2008) et une tendance globale de baisse des cumuls annuels de précipitations de l'ordre de 10 à 20%, avec une baisse plus forte en été - pouvant atteindre 40% - (GIEC, 2007 ; Barrera-Escoda et Cunillera, 2011). Les variabilités spatiale et temporelle des évolutions de précipitations sont encore mal appréhendées à ce jour. Ces impacts dits « primaires » auront des conséquences physiques sur le cycle de l'eau qui sont représentées sur le schéma suivant. Les impacts sur les débits seront globalement plus forts que les impacts sur les précipitations car l'évapotranspiration croît de manière significative.



**Figure 5 : Impacts physiques primaires et secondaires du changement climatique.**

*La figure illustre de manière qualitative les évolutions attendues des principaux paramètres climatiques par rapport à la situation actuelle et leurs conséquences sur l'hydrologie. (ACTeon, 2012)*

Avertissement : le diagramme ombrothermique ci-contre est fictif. Il vise à illustrer les évolutions qualitatives de la température et des précipitations.

Ces différents changements physiques auront des conséquences sur les écosystèmes naturels et anthropiques du fait principalement des évolutions de la phénologie de certaines espèces et de leurs aires de répartition.

**Evènements rares :** Le changement climatique devrait avoir des conséquences sur l'occurrence de certains **évènements climatiques extrêmes**. Une augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité des épisodes de fortes chaleurs, de sécheresse et de fortes précipitations est notamment attendue (GIEC, 2011).

L'ensemble de ces changements climatiques a des conséquences sur les secteurs et enjeux dans les Pyrénées. Celles-ci sont développées dans les pages suivantes.

#### CERTITUDES ET INCERTITUDES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

De nombreux projets de développement de la connaissance le changement climatique et ses effets sont mis en place afin – notamment – de favoriser l'adaptation des systèmes humains à ces changements. Le système climatique étant un système particulièrement complexe, les évolutions du climat ne peuvent être déterminées avec certitudes. **Ce qui est certain, c'est qu'un changement climatique d'origine anthropique est en cours et qu'il va s'accroître dans les décennies à venir** (GIEC, 2007). Parmi les changements envisagés, la hausse des températures est considérée comme certaine. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules et des sécheresses est également quasi certaine.

Les **incertitudes portent principalement sur la vitesse et l'intensité des changements à venir** puisqu'elles dépendent notamment de la capacité de la communauté internationale à se mobiliser pour limiter la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Parmi les changements envisagés, les tendances à la baisse des précipitations moyennes annuelles sont également assez nettes mais les impacts locaux et sur la répartition annuelle des précipitations sont encore incertains. Les impacts sur les fortes précipitations et la fréquence et l'intensité des tempêtes sont aussi incertains.

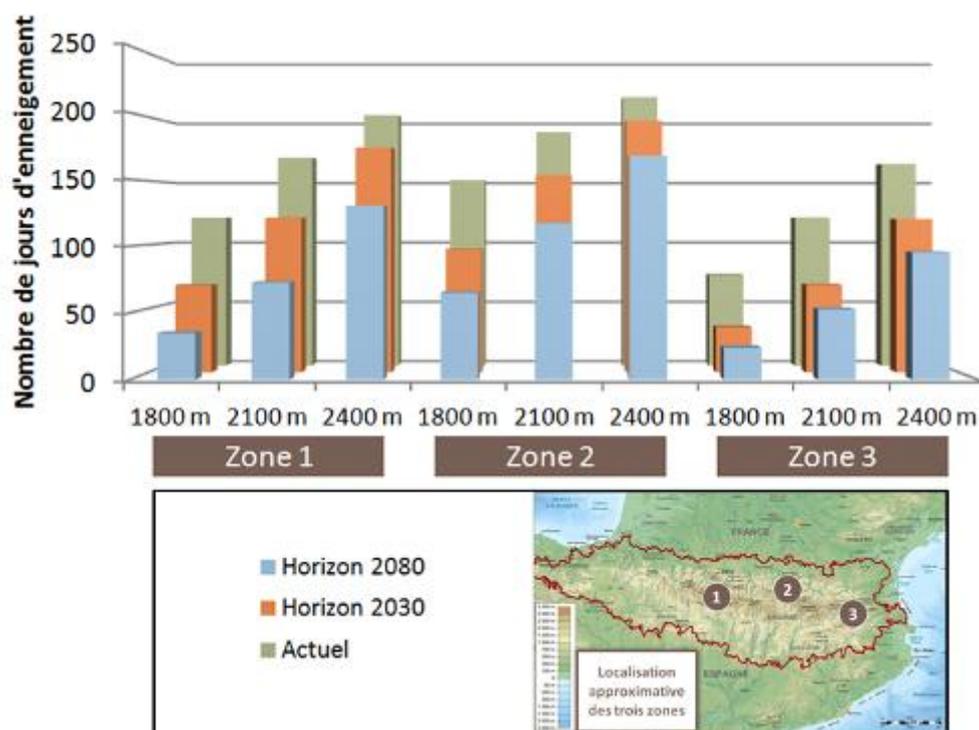
Dans tous les cas, l'existence d'incertitudes ne doit pas conduire à l'inaction mais plutôt à des décisions robustes, c'est-à-dire qui permettent de faire face à différents scénarios d'évolution du climat.

## 2.3 Le tourisme : un secteur prioritaire

Le tourisme est un secteur économique clé pour les Pyrénées générant entre 25 et 35% des revenus du territoire (en intégrant les dépenses des touristes) (Gouvernement d'Andorre 2012 ; Comité de massif, 2006). Porté par l'économie de la neige (à l'origine de 12,9% du PIB de l'Andorre en 2010 et de 44% des nuitées dans les Pyrénées françaises [Gouvernement d'Andorre 2012 ; Comité de massif, 2006]), le secteur a su également valoriser les ressources naturelles et culturelles offertes par le massif pour renforcer son attractivité toute l'année par une offre diversifiée (thermalisme, randonnée, parcours historiques, parc naturels, sports d'eaux vives, etc.).

**Sports d'hiver.** Les activités de sports d'hiver sont la clé de voûte de l'économie touristique des Pyrénées. Ces activités sont très dépendantes des conditions climatiques : des températures basses et des précipitations régulières pour une couverture neigeuse naturelle, des températures basses pour le maintien de la couverture neigeuse et la production de neige de culture (d'autant plus basses que le taux d'humidité est élevé). La hausse des températures moyennes est donc défavorable au maintien des activités de sports d'hiver. Il est en revanche difficile d'évaluer les conséquences de la baisse attendue des précipitations moyennes tant la variabilité spatiale est importante dans les Pyrénées.

Les conséquences sur le territoire et l'activité sont contrastées selon la situation géographique et l'altitude des domaines skiables des stations comme le montre la figure (Figure 6) ci-dessous. D'après les simulations du projet SCAMPEI, la diminution de la durée d'enneigement dans les Pyrénées par rapport à la situation actuelle serait de l'ordre de 25 à 55 jours par an à l'horizon 2030 et de l'ordre de 50 à 100 jours par an à l'horizon 2080.

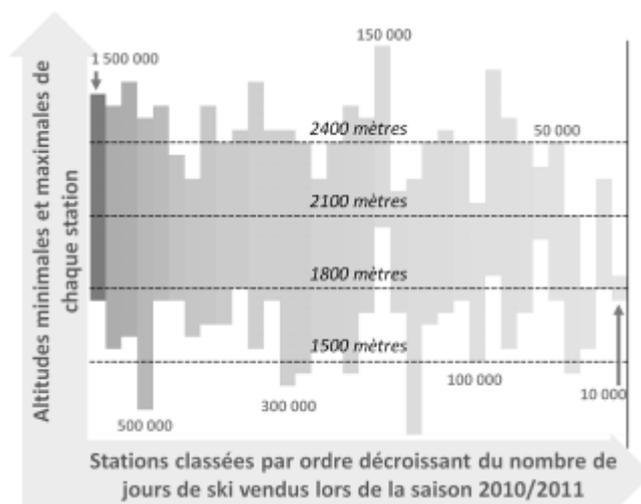


← Figure 6 : Nombre de jours d'enneigement simulé au niveau de trois zones des Pyrénées (représentatives des zones où se situent des stations de ski) à trois horizons temporels (actuel, 2030, 2080) et pour trois altitudes (1800 m, 2100 m, 2400 m). (Source : ACTeon d'après les données du projet SCAMPEI)

↓ Figure 7: Altitudes minimales et maximales des stations pyrénéennes classées selon leur fréquentation (ACTeon, 2012)

L'altitude joue un rôle important. Le diagramme ci-contre (Figure 7) représente les altitudes maximales et minimales des stations en fonction de leur fréquentation. Malgré les limites de cette représentation, il est possible de constater l'hétérogénéité des situations selon les stations. La plupart des grosses stations disposent de partie de leur domaine skiable au-delà de 2400 mètres. Pour une partie des petites stations, ce n'est pas le cas et celles-ci devraient en première approche être plus rapidement touchées par le changement climatique.

Globalement, le changement climatique devrait entraîner une perte d'attractivité d'au moins une partie du massif et une augmentation des coûts de fonctionnement des stations de ski du fait d'un recours plus fréquent à la neige de culture (i.e. canons à neige), notamment sur les parties basses des domaines.



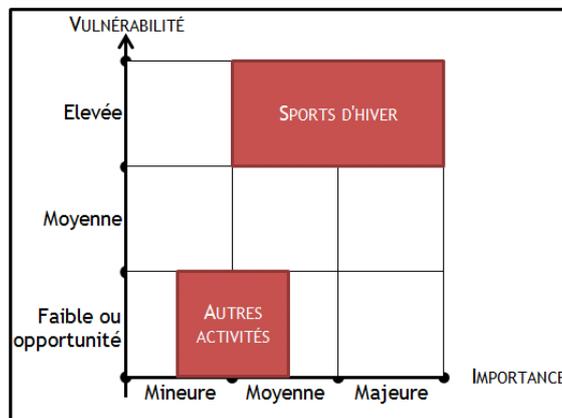
**Autres activités touristiques.** Il existe une grande diversité d'activités touristiques et elles présentent globalement une sensibilité moins forte aux changements climatiques. L'indice climato-touristique (ICT) est un indicateur d'aptitude d'une zone géographique à accueillir des activités à l'air libre (Mieczkowski, 1985). En cas d'augmentation forte de la température estivale, les zones situées en altitude pourraient même voir leur ICT devenir plus favorable que celui d'autres zones comme le montrent des simulations effectuées à l'échelle européenne (d'après le projet JRC PESETA) ce qui signifie que le territoire deviendrait plus attractif.

Les activités liées au **thermalisme** reposent sur une trentaine de stations thermales, dont la grande majorité est située du côté français, bien qu'elles se développent actuellement sur le versant sud. Elles peuvent être pratiquées toute l'année quelles que soient les conditions climatiques.

Les **activités de nature** (randonnées, vélo, parapente, etc.) et **aquatiques** (sports d'eaux-vives, *canyoning*, pêche, etc.) sont dépendantes d'une grande diversité de ressources naturelles et culturelles (paysages, cours d'eaux, lacs, relief, etc.) et résilientes face aux évolutions du climat envisagées. Si certaines activités utilisant les cours d'eau peuvent être affectées par les sécheresses et la fonte précoce des neiges, les nombreux ouvrages contribuant au soutien des étiages peuvent limiter dans certains cas ces impacts.

La diversité et la résilience de ces activités constituent une force dans un monde qui change. Néanmoins leur développement et leur visibilité peuvent être freinés par la grande dispersion des acteurs et leur faible niveau d'organisation collective.

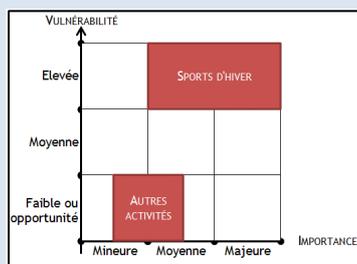
**En conclusion, le secteur touristique fait partie des secteurs à suivre avec attention dans un contexte de changement climatique, non seulement car il est en partie vulnérable mais également parce que les leviers pour réduire la vulnérabilité du secteur peuvent générer d'autres bénéfices (équilibre des territoires, sensibilisation à la préservation des ressources naturelles, etc.).**



**Le diagramme illustre une vulnérabilité élevée des activités liées au sport d'hiver, bien que la situation soit variable selon les zones. Ces activités ont une importance majeure dans certaines zones. L'importance des autres activités est globalement moindre sur le massif même si dans certaines zones elles sont plus développées.**

### Encadré 1 : Lire et comprendre les diagrammes "importance-vulnérabilité"

La présente synthèse utilise pour chacune des thématiques étudiées un diagramme « importance-vulnérabilité ». Ceux-ci ont été conçus afin de représenter de manière très synthétique une information sur les enjeux liés au changement climatique. L'information est représentée par un rectangle pour un secteur ou sous-secteur donné. La position sur l'axe des abscisses représente de manière très générale son importance pour les Pyrénées et sur l'axe des ordonnées son degré de vulnérabilité. La largeur du rectangle tente de représenter la variabilité spatiale du déterminant « importance » et sa hauteur les incertitudes sur le déterminant « vulnérabilité ».



A titre d'exemple, le diagramme ci-contre vise à représenter l'importance moyenne à majeure du secteur du tourisme d'hiver pour les Pyrénées (selon les territoires) et sa vulnérabilité relativement forte au changement climatique ainsi qu'une vulnérabilité et une importance plus faibles des autres activités touristiques.

Ces diagrammes présentent donc un certain intérêt pour disposer en un coup d'œil d'informations relatives à l'importance du secteur et à la variabilité spatiale de celle-ci, ainsi qu'à la vulnérabilité du secteur et à l'incertitude sur celle-ci. Néanmoins, étant très synthétiques et qualitatifs, le niveau de détail reste faible et la manière de les construire est subjective donc toujours discutable.

## 2.4 L'agriculture et l'élevage : entre gestion du risque et opportunité

L'agriculture du massif pyrénéen est plurielle mais occupe globalement une place importante pour le territoire et pas uniquement du point de vue économique (le secteur agricole représentait 7,4% de la population active du massif en 2000). Dans les zones de montagne, l'élevage est l'une des seules activités possibles comme l'illustre – à titre indicatif – la part de surface fourragère dans la surface agricole utile sur le versant nord (80%)(Recensement Général Agricole 2000). En plus de son rôle de production alimentaire, elle joue alors un rôle-clé dans l'équilibre des territoires et l'entretien des paysages. Les zones de grandes cultures ont souvent une vocation de production plus forte mais doivent être compatibles avec une gestion durable des ressources (eau, biodiversité, sols). Enfin, les cultures permanentes sont souvent les fers de lance de filières locales à forte valeur ajoutée.

Le changement climatique a en premier lieu des conséquences sur la production végétale avec des facteurs bénéfiques (élévation de la température moyenne, élévation de la concentration de CO<sub>2</sub>) et d'autres néfastes (accroissement du stress hydrique) ou incertains (santé des plantes).

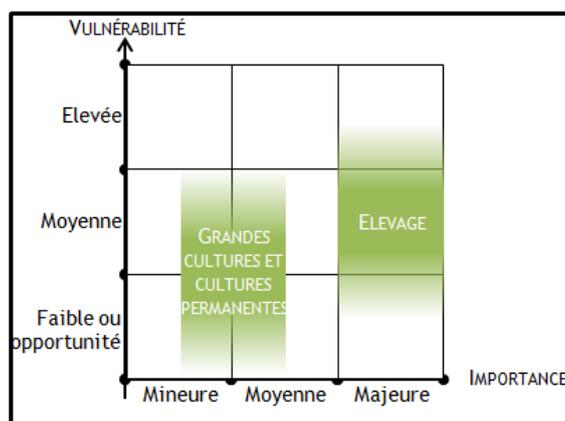
**Elevage.** L'élévation de la concentration de CO<sub>2</sub> et celle de la température, considérées comme certaines (GIEC, 2007), devraient accroître la productivité végétale en année moyenne (Rapport interministériel, 2009). Néanmoins, l'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse, considérée comme probable (GIEC, 2007), pourrait fragiliser les systèmes agropastoraux. Les prairies d'altitude, statistiquement moins touchées, ne sont pas totalement épargnées comme l'a montré la récente sécheresse de l'hiver 2011-2012 en Catalogne notamment. Certains systèmes ont néanmoins développé des stratégies pour accroître leur résilience (choix des races, pratique de la transhumance). Les impacts sur la productivité et la santé des troupeaux sont incertains à ce jour.

**Cultures pérennes.** Les études recensées font état de plusieurs sources de vulnérabilité pour ces cultures. Pour les vignes (situées principalement dans la partie orientale des Pyrénées), les inquiétudes portent principalement sur la qualité du vin produit du fait du décalage de certaines phases de développement de la plante et des réactions de la plante face au stress hydrique (Agenis-Nevers, 2006). Pour l'arboriculture, principalement présente sur le versant sud, deux effets sont attendus. D'une part, les modifications phénologiques font craindre une perturbation des phases de pollinisation (INRA, 2003) ; d'autre part, le manque de froid en hiver et les fortes chaleurs estivales peuvent provoquer des nécroses ou développement anormaux chez les pêchers, les abricotiers ou les cerisiers (Maton, 2010). Néanmoins, ces effets doivent être nuancés puisqu'ils font référence aux emplacements actuels de ces cultures. Ces facteurs externes pourraient s'avérer positifs pour d'autres territoires dans les cas où la viticulture ou l'arboriculture deviendraient viables. On constate par exemple une viabilité accrue des exploitations viticoles en altitude, avec de nouvelles exploitations en Andorre et dans la zone catalane de Pallars.

**Grandes cultures.** Pour les grandes cultures, en année moyenne ou humide, les rendements du blé, du maïs, du colza ou du tournesol pourraient être accrus (Séguin, 2007 ; Brisson et Levraut, 2010). Cependant, cet effet serait contrebalancé par la plus forte récurrence (spatiale, temporelle) des situations de déficit hydrique auquel le maïs est particulièrement sensible. Les cultures irriguées – présentes dans les vallées, en aval du massif et en Andorre avec la culture du tabac – sont moins soumises aux aléas des précipitations quotidiennes mais sont tout de même très dépendantes de la disponibilité de la ressource en eau, qui devrait diminuer. Elles sont en outre très sensibles aux périodes de déficit hydriques et renforcent la pression sur la ressource avec des conséquences qui s'étendent à l'ensemble des secteurs dépendants de la ressource en eau.

**Pisciculture.** La pisciculture est présente sur le bassin versant de l'Ebre, avec une grande partie des concessions situées dans les Pyrénées. Les effets du changement climatique sur cette pratique vont de pair avec une **disponibilité réduite des ressources en eau**, et une incidence accrue des **conditions extrêmes** qui peuvent affecter le développement, les cycles de vie et la survie des espèces. La faune piscicole est la première et la principale touchée par la réduction des débits des cours d'eau, réduction couplée à une détérioration de la qualité (hausse des concentrations de polluants, faible concentration d'oxygène dissous) et un accroissement de la température de l'eau, facteur déterminant pour certaines espèces.

**En conclusion, ce secteur sera inévitablement affecté par les impacts du changement climatique avec une forte variabilité selon les types de production. Dans certaines conditions, les rendements de productions pourraient être accrus mais les systèmes d'exploitation devront également développer leur gestion du risque sécheresse alors que les impacts sur la qualité des produits et la disponibilité du fourrage seront à suivre de près.**



Le diagramme illustre la grande variabilité de la vulnérabilité du secteur au changement climatique selon les zones géographiques et le type de production. L'élevage joue un rôle majeur pour l'ensemble du massif. Les grandes cultures et cultures permanentes sont importantes pour certains territoires.

## 2.5 La forêt : une gestion forestière à adapter

La forêt occupe une place de premier plan dans les Pyrénées, couvrant près de la moitié du territoire. Elle fournit de nombreux biens et services tels que la production de bois, la régulation de la qualité de l'eau, la création de paysages, le stockage de carbone, la protection face à l'érosion et aux risques naturels ou le maintien de la biodiversité. Le rôle économique de la fonction de production est néanmoins limité du fait des difficultés d'accès en montagne et la filière est globalement en crise à l'exception de la sylviculture catalane. La gestion forestière est par ailleurs très inégale selon les territoires, les enjeux et les régimes de propriété forestière (GEIE Forespir, 2007).

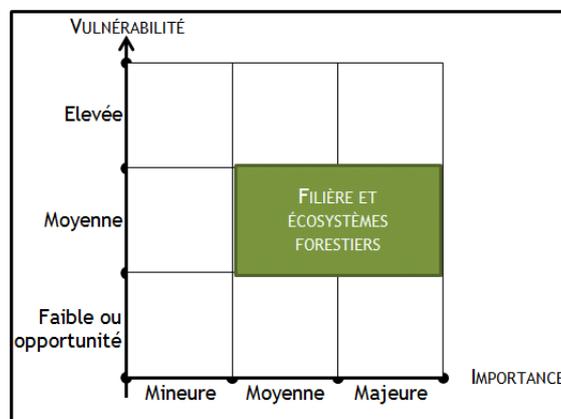
Les cycles forestiers sont des cycles longs à l'échelle humaine : les arbres – plantés ou issus de la régénération naturelle – croissent sur des périodes de l'ordre du demi-siècle voire de plus d'un siècle. Ainsi, une partie des jeunes arbres d'aujourd'hui croîtra encore à la fin de ce siècle, c'est-à-dire à des échéances où les effets du changement climatique se seront vraisemblablement amplifiés.

L'élévation des températures - jusqu'à un certain point - et de la concentration de CO<sub>2</sub> peuvent accélérer significativement la croissance des arbres (INRA, 2009). Cette tendance est cependant dépendante de la disponibilité en eau : côté espagnol notamment, une légère baisse de la productivité est attendue du fait du déficit hydrique (*Oficina Española de Cambio Climático*, 2006). En outre, l'ensemble des bouleversements primaires (évolutions des précipitations et températures, de la fréquence des sécheresses) et secondaires (évolutions des sols, des aires de répartition des ravageurs) liés au changement climatique vont également fragiliser certains peuplements. Cela va globalement modifier les **aires de répartition** des essences forestières (EFDAC ; Roman-Amat, 2007 ; Projet K-Ergokitzen). Des essences telles que le pin (*Pinus radiata*), le sapin (*Abies alba*) et le hêtre (*Fagus sylvatica*) voient ainsi leurs aires favorables se réduire voire disparaître à l'horizon 2080 alors que le chêne pubescent par exemple devrait bénéficier de conditions plus favorables à son développement (EFDAC). Les épisodes de forte chaleur ont également pour conséquence de réduire la capacité de stockage de carbone des sols (INRA, 2009).

Ces impacts attendus ont des conséquences immédiates sur la gestion forestière. Certains peuplements deviennent de plus en plus vulnérables et doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les interventions doivent également être adaptées par les forestiers afin de favoriser la présence d'essences moins vulnérables. Une évolution des systèmes d'acteurs est donc attendue avec des conséquences sur les filières.

L'élévation de la température et la baisse des précipitations, notamment en été, auront également pour conséquence d'accroître le **risque incendie** (toutes choses égales par ailleurs). Dans certaines zones, comme à l'est du massif, ce risque est déjà élevé et pourrait donc croître. Cependant, d'autres facteurs ont une influence sur ce risque : le type de végétation, la déprise agricole ou encore le type de fréquentation. Le bilan dramatique des incendies dans le massif des Albères à l'été 2012 rappelle à quel point ce type d'évènement est grave et difficile à maîtriser.

**En conclusion, plus que de vulnérabilité de la forêt, il convient de parler d'une mutation des écosystèmes et du secteur forestiers du fait du changement climatique. Cette mutation devrait conduire à un remodelage des peuplements forestiers écartant notamment les essences les plus vulnérables au profit d'essences adaptées aux évolutions du climat. Cependant, si cette mutation est en partie entraînée par des facteurs naturels, elle est également très dépendante des pratiques de gestion forestière.**



Le diagramme illustre une vulnérabilité moyenne correspondant plutôt à une situation de gestion forestière durable. Les écosystèmes forestiers ont une importance variable selon les zones géographiques.

## 2.6 Gestion de l'eau : une ressource moins abondante

La ressource en eau est omniprésente dans les Pyrénées. Présente en abondance, elle alimente les populations et est nécessaire à de nombreuses activités (agriculture, production d'électricité, sports d'hiver, production d'eau potable, thermalisme, loisirs aquatiques, etc.). Une grande partie de la ressource alimente également d'importants bassins hydrographiques situés en aval (dont les plus grands sont l'Ebre, la Garonne, l'Adour, le Ter et le Llobregat). Les Pyrénées se caractérisent également par un réseau d'eau souterraine développé. L'eau sous toutes ses formes est également un milieu de vie abritant de nombreux écosystèmes (MEDCIE, 2011).

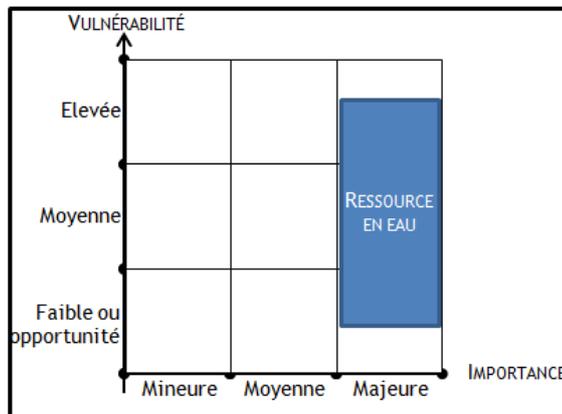
Selon toutes les projections disponibles pour les Pyrénées, les impacts probables du changement climatique portent en premier lieu sur les régimes hydrologiques et sur les **ressources en eau disponibles**. Ces dernières pourraient être réduites à l'échelle des Pyrénées de l'ordre 15% à l'horizon 2021-2050 et de 36% à l'horizon 2071-2100 (Miquel, 2012). A l'échelle des bassins majeurs et à l'horizon 2060, les projections font état de réductions de -20 à -40% du débit de la Garonne (MEDDE, 2013), de 0 à -35% des débits des cours d'eau catalans (ACA, 2009) ou encore de -20% du débit de l'Ebre (Confédération Hydrographique de l'Ebre, 2005). La variation saisonnière des débits devraient aussi évoluer (fonte des neiges plus précoce, étiages plus sévères). L'approvisionnement en eau potable des 5 millions d'habitants de la zone métropolitaine de Barcelone sera perturbée par la diminution des débits du Ter et du Llobregat.

Par ailleurs, le changement climatique pourrait accroître les **besoins en eau** de certains usages. C'est en particulier le cas pour l'irrigation. Or, le bassin de l'Ebre a une très importante surface irriguée et la plus importante production alimentaire espagnole. Le bassin Adour-Garonne est également une zone d'irrigation intense, avec en particulier de grandes surfaces de culture de maïs. Enfin, la culture du tabac en Andorre est également largement irriguée.

D'après les observations passées, la demande en eau augmentent en période de fortes chaleurs tout comme la consommation énergétique, ce qui devrait se produire plus fréquemment. Cette consommation énergétique plus importante peut être compromise par une diminution de la production hydroélectrique, particulièrement pendant la période d'étiage.. La production hydroélectrique dans les Pyrénées catalanes a par exemple chuté de 40% entre 2003 et 2007 par rapport à la production moyenne d'après l'Institut Catalan des Energies.

Les impacts du changement climatique sur la **qualité de l'eau et sa température** sont assez mal connus. Concernant la **qualité de l'eau**, la diminution des débits peut être à l'origine d'une augmentation de la concentration à rejets équivalents. Cependant, le paramètre « rejet » est aussi déterminant. Or, son évolution est très incertaine et dépendante de nombreux facteurs et des contextes locaux. La **température de l'eau** est également très dépendante de paramètres locaux. La rareté des données sur la température de l'eau empêche à ce jour de disposer de messages clairs sur l'influence du changement climatique même si une hausse est très probable. Une approche utilisant la température de l'air permet néanmoins d'appréhender cet impact sur les écosystèmes aquatiques. C'est le cas d'études sur les aires de répartition des habitats favorables d'espèces de poissons (ACA, 2009). D'après de tels travaux, les habitats favorables de certaines espèces comme la truite commune pourraient ainsi se réduire significativement dans le massif à l'horizon 2070 (MEDDE, 2013).

**En conclusion, les impacts du changement climatique sur la ressource en eau disponible, les régimes hydrologiques, la qualité de l'eau et la demande potentielle des usagers pourrait conduire à une situation de tension accrue dans certaines zones et de fragilisation des écosystèmes aquatiques. Certains bassins du massif et situés en aval des Pyrénées devraient être particulièrement touchés. La capacité d'adaptation des systèmes humains repose sur la prise en compte de ces impacts par les entités en charge de la gestion de l'eau dans les différents bassins versants.**



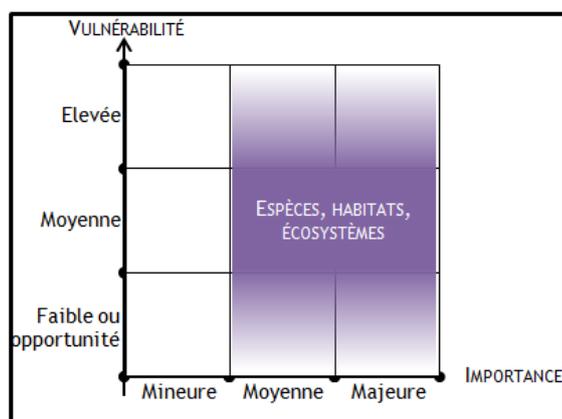
Le diagramme illustre la variabilité spatiale et selon les secteurs de la vulnérabilité au changement climatique. L'importance de la ressource en eau est jugée majeure pour le massif des Pyrénées et les territoires situés en aval.

## 2.7 Ecosystèmes, biodiversité et services écosystémiques : des impacts variables et incertains

Les Pyrénées se situent à un carrefour bio-géologique entre le domaine atlantique, continental, alpin et méditerranéen (Agence européenne de l'environnement). Cette richesse des conditions climatiques et géologiques est à l'origine de l'importante biodiversité des Pyrénées. De ce fait, la diversité des habitats (pelouses, landes, forêts, zones humides, falaises, grotte, etc.) offerts par le massif constitue une composante essentielle à la richesse naturelle du territoire. Concernant la biodiversité floristique, on dénombre dans les Pyrénées 3500 taxons de plantes vasculaires dont 200 espèces endémiques (Villar et Dendaletche, 1994). La biodiversité faunistique est tout aussi importante : 75 espèces de mammifères sont présentes dont plusieurs sont endémiques comme l'Isard ou sont des espèces emblématiques du massif comme l'ours. Aussi, le massif accueille de façon sporadique le grand prédateur qu'est le loup. L'avifaune pyrénéenne compte plus de 300 espèces parmi lesquelles plusieurs sont emblématiques telles que le grand tétras, la perdrix grise de montagne, le gypaète barbu. Tous les territoires des Pyrénées disposent de plusieurs d'espaces de gestion et protection des milieux naturels.

L'impact du changement climatique sur les écosystèmes et la biodiversité se traduit par un ensemble de phénomènes complexes influençant les individus, les populations, les habitats et les écosystèmes qui interagissent entre eux. Face aux évolutions du climat, trois types de réponses sont apportées par les espèces :

- la **migration latitudinale ou altitudinale** vers des zones plus froides, en réponse à la hausse des températures. Celle-ci a été observée dans les Pyrénées : par exemple, le Hêtre (*Falguus Sylvatica*) serait remonté de 70 mètres en 50 ans sur le versant Sud (Penuelas et Boada, 2003). Lurgi et al., (2012) ont aussi démontré une migration différenciée par masse corporelle des vertébrés des Pyrénées au cours des dernières années. Selon la loi bioclimatique de Hopkins, une augmentation de la température de 3°C provoquerait une élévation généralisée de l'étagement végétatif de 500 mètres bien que les différentes espèces démontrent des capacités à migrer qui varient.
- la **persistance**, c'est-à-dire l'adaptation aux nouvelles conditions climatiques. La persistance des espèces animales et végétales est déterminée par leur diversité génétique et leur plasticité phénotypique. Ces caractéristiques, propres à chaque espèce sont aussi influencées par l'intervention humaine, soit positivement par exemple via la gestion des forêts et la préservation de la diversité génétique des arbres (CRGF, 2008), soit négativement, à travers les pressions exercées par l'agriculture intensive ou l'urbanisation, etc. La persistance d'une espèce donnée peut se manifester par des changements physiologiques, phénologiques ou par une modification des périodes migratoires. Par exemple, l'ours pourrait réduire ses hibernations en raison de l'augmentation des températures, phénomène déjà observé ; néanmoins, le Lagopède alpin (*Lagopus muta*) ne sera peut-être pas en mesure d'adapter son plumage à la diminution d'enneigement au printemps.
- l'**extirpation**, c'est-à-dire la disparition de l'espèce (qui n'est pas une stratégie d'adaptation). Le changement climatique pourrait augmenter le risque de disparition de certaines espèces, et donc aggraver l'érosion de la biodiversité dans les Pyrénées. Une hausse trop rapide des températures pourrait affecter les espèces sensibles à la chaleur et devrait détruire certains habitats tels que les glaciers, certaines zones humides, ou encore les pinèdes et hêtraies, qui abritent de nombreuses espèces, notamment certaines espèces endémiques des Pyrénées (MEDCIE, 2011). Aussi, les changements dans la distribution altitudinale de certaines espèces peuvent conduire à des altérations des interactions entre les espèces qui coexistent. Cela se traduirait par de nouvelles communautés avec de nouveaux groupes d'espèces, fruits de ces changements de distribution, ainsi que par des effets, directs et indirects, de ceux-ci dans les écosystèmes (Lurgi et al. 2012a, Lurgi et al. 2012b)



Le diagramme proposé illustre la forte variabilité de vulnérabilité au changement climatique des espèces, habitats et écosystèmes, allant de l'opportunité à une vulnérabilité élevée. Leur importance peut être moyenne ou majeure (ex. espèce endémique, écosystèmes uniques)

- Outre les réponses directes des espèces au changement climatique, l'évolution de l'usage des sols dumassif – pouvant notamment être influencée par le changement climatique – peut avoir des effets plus importants ou synergiques sur la biodiversité naturelle. De nombreuses questions sont également encore sans réponse comme, par exemple, « quels seraient les effets d'une déprise complète de l'agriculture de haute montagne ? », ou « comment gérer les aires protégées dans un contexte de changements dans la distribution des espèces ? ».

**En conclusion, les impacts du changement climatique sur les espèces, habitats et écosystèmes pyrénéens sont très variables et seulement très partiellement connus. Une chose cependant est certaine : les pressions anthropiques exercées sur les milieux naturels ont une grande importance. En effet, d'une part celles-ci influencent fortement la sensibilité et la capacité d'adaptation au changement climatique de ces systèmes ; d'autre part, elles peuvent constituer une menace plus importante encore que les conséquences du changement climatique. Les espaces de gestion et de protection de la nature ont un rôle à jouer pour limiter ces pressions dans certaines zones critiques ou de grande valeur (ex. présence d'espèces endémiques) mais l'attention doit être portée plus généralement sur l'ensemble du massif des Pyrénées.**

## 2.8 Industrie et énergie : une vulnérabilité variable, dépendante d'autres facteurs

Le **secteur industriel** est relativement peu représenté sur le massif du fait des contraintes physiques qui se traduisent par un déficit en matière d'infrastructure de communication. Le secteur le plus représenté est le secteur agroalimentaire, notamment dans les zones où existent des zones d'appellation d'origine protégées. Le **secteur énergétique** dans les Pyrénées est marqué par l'importante production hydroélectrique (2<sup>ème</sup> pôle de production au niveau français, 18 % de la production hydro-électrique espagnole pour le bassin de l'Ebre [Uche et Carrasquer, 2010]), permise par le climat et le relief. Les bassins hydrographiques de l'Ebre, de la Garonne et des bassins intérieurs de Catalogne sont des zones de production électrique importante pour leur pays (avec les centrales thermiques et nucléaires). Enfin, l'Andorre a une position singulière vis-à-vis de la problématique énergétique car le pays est largement importateur d'électricité.

Note au lecteur : sont présentés ici les enjeux du secteur énergétique susceptibles d'être affectés par le changement climatique et non l'ensemble de l'enjeu énergétique pour les Pyrénées – qui dépasse le champ du document.

**Industrie.** L'activité industrielle pourrait être touchée par les conséquences du changement climatique.

La hausse des **épisodes caniculaires** pourrait engendrer des désagréments pour les salariés, ainsi que des dysfonctionnements des machines au-delà d'un certain seuil thermique. Ces effets pourraient engendrer une baisse de la productivité, et donc de la production. De tels effets ont notamment été observés lors de la canicule de 2003 (Létard et al, 2004).

Certaines branches du secteur industriel, grandes consommatrices d'eau, notamment les industries de transformations, peuvent être affectées par une hausse de leur coût de fonctionnement, voire une baisse de leur production si le **manque d'eau** ne leur permet pas d'utiliser la ressource en quantité suffisante pour assurer le bon fonctionnement de leurs *process* industriels.

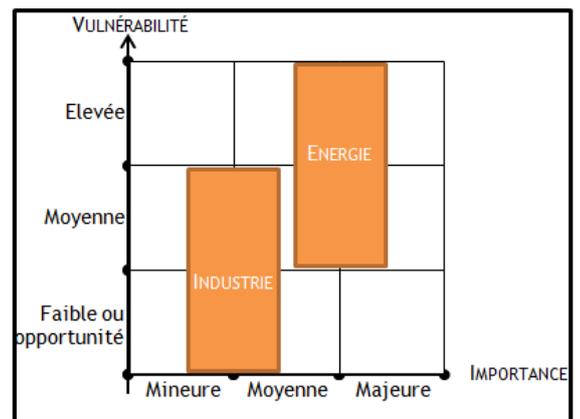
Enfin, pour certaines industries dépendantes de produits forestiers, marins ou agricoles, des **impacts sur les matières premières** pourraient également se répercuter sur l'activité industrielle (GIEC, 2007).

**Energie.** Très peu d'études ont été réalisées sur le sujet au niveau des Pyrénées. Toutefois, les événements climatiques passés permettent d'appréhender les possibles impacts du changement climatique sur la **production électrique**. Entre 2003 et 2007, une baisse de la production de 40% a été constatée en Catalogne. La canicule de 2003 a quant à elle perturbé la production hydroélectrique et nucléaire française, et les productibles des barrages ont été à un plus faible niveau que la normale durant cette période (Rapport interministériel, 2009). En conséquence, il est probable que la baisse attendue des cumuls de précipitations annuels et l'augmentation de la fréquence des sécheresses (avec la nécessité de maintenir des débits minimum d'étiage) se traduisent par une baisse des volumes turbinés et des contraintes accrues sur le turbinage.

Par ailleurs, la **demande en électricité** devrait également évoluer avec une demande accrue en été (recours accru à la climatisation) et moindre en hiver (températures plus douces) se traduisant par un déplacement de la courbe de charge .

Lors d'évènements climatiques extrêmes pouvant affecter la production, la consommation et le réseau de distribution, des situations de tension sur l'approvisionnement pourraient survenir. L'Andorre, très dépendant de la production électrique des pays voisins serait dans ce cas potentiellement plus sensible.

En conclusion, des impacts sur ces secteurs sont probables mais relativement peu étudiés, en particulier au niveau pyrénéen. Globalement, certains événements ou certaines évolutions pourraient entraîner des baisses de la production, des situations de tension ou induire une adaptation spontanée. Par ailleurs, ces secteurs sont influencés par de nombreux autres facteurs qui peuvent être bien plus déterminants (contexte économique, évolutions technologique, évolution de la demande, etc.). Les futurs travaux sur ces secteurs devraient donc être menés de manière intégrée.



Le diagramme illustre une vulnérabilité au changement climatique du secteur industriel faible à moyenne (lorsqu'il dépend de certaines productions agricoles vulnérables ou fortement de la ressource en eau). Pour le secteur énergétique, la vulnérabilité peut être élevée : une baisse importante des précipitations annuelles peut affecter fortement la production.

## 2.9 Aménagement du territoire, urbanisme et transport : les conséquences d'une évolution des risques naturels

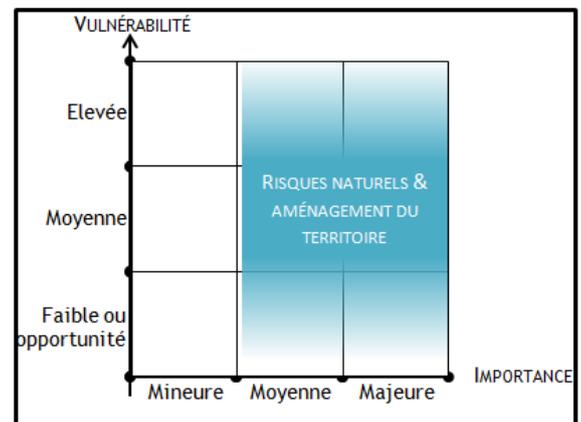
Le massif des Pyrénées, en tant que territoire de montagne, présente certaines caractéristiques propres en matière d'aménagement et d'exposition aux risques naturels. Les Pyrénées centrales sont dépendantes d'un nombre limité d'axes de communication qui s'insèrent par les vallées vers le centre du massif. Le territoire est exposé aux aléas gravitaires (avalanches, coulées de boue, chutes de roches, etc.), en particulier dans les zones de haute et – dans une moindre mesure – de moyenne montagne. Comme d'autres territoires, il est également exposé aux risques d'inondation, d'incendie, du vents fortes et au risque de retrait-gonflement des argiles.

Les infrastructures et les populations sont sensibles à certains risques naturels (ex. inondations, glissements de terrain, incendies). Or, certains de ces risques pourraient évoluer avec le changement climatique (GIEC, 2012).

A ce jour, les conséquences du changement climatique sur les **risques gravitaires** (glissements de terrain, avalanches) avérées à l'échelle globale (GIEC, 2011) mais très mal connues aux échelles locales. En revanche, le **risque incendie** est accentué en période de sécheresse et en cas de températures élevées. Il est donc très probable qu'il augmente globalement et notamment dans des zones où le risque est actuellement faible (et donc les stratégies de prévention peu développées). L'évolution du **risque inondation** est incertaine et variable selon les zones. Certains territoires sont déjà très exposés aux événements extrêmes liés aux épisodes de fortes précipitations, comme le montre les registres historiques des Pyrénées espagnoles. Le **risque de retrait-gonflement des argiles** devrait croître mais il est globalement faible à l'échelle du massif (à l'exception de zones très ciblées). Ce risque est dû aux variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux qui produisent des gonflements (période humide) et des tassements (périodes sèches). Il s'agit de mouvements de terrain lents et continus qui peuvent affecter les constructions.

Face à ces risques, les sociétés humaines ont développé des stratégies de prévention et d'urgence. Prenant une place importante dans les politiques d'aménagement du territoire, elles sont basées sur des cartographies, des outils de suivi, des aménagements adaptés ou encore le développement de la culture du risque au sein des populations. A ce jour, les conséquences du changement climatique sur la gestion du risque ont déjà été considérées par le GIEC (2011), et sont en train d'être considérées dans les plans d'adaptation français et espagnols. Il est important de signaler la double considération des changements sur l'aléa et sur la vulnérabilité.

**En conclusion, la tendance à l'augmentation est très probable pour le risque incendie mais plus incertaines pour les autres types de risques. Si certaines observations vont dans le sens d'une recrudescence des événements extrêmes, il n'est pas possible de se prononcer clairement pour les décennies à venir. Les conséquences du changement climatique sur la gestion du risque doivent néanmoins être anticipées et en particulier en matière d'aménagement du territoire puisque les décisions associées déterminent la vulnérabilité et la résilience des systèmes humains et sont en grande partie irréversibles.**



Les risques naturels sont un enjeu plus ou moins prioritaires selon les zones. Dans un contexte d'évolution du climat, les incertitudes et la variabilité spatiales sont fortes quand à l'évolution de la vulnérabilité

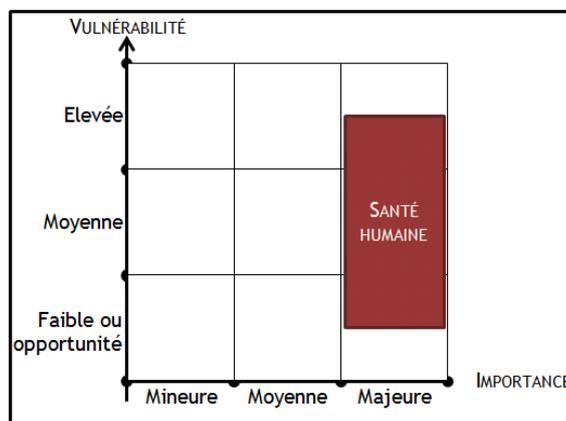
## 2.10 Santé humaine : les fortes chaleurs et leurs effets comme risque principal

La santé des populations est au cœur des préoccupations des sociétés humaines. La population des Pyrénées est en moyenne relativement âgée, ce qui l'expose davantage à certains risques sanitaires liés aux conditions climatiques comme les épisodes de fortes chaleurs ou les pics de pollution atmosphériques. Pendant les épisodes de vague de chaleur se développent des îlots de chaleur urbains dans les centres urbains qui accentuent les effets négatifs des températures élevées. Néanmoins, il existe très peu de grands centres urbains à l'échelle du massif et son mode d'urbanisation constitue donc un facteur de protection aux épisodes de fortes chaleurs.

Les effets du changement climatique sur la santé humaine se traduisent de plusieurs façons, certaines directes et d'autres indirectes, mais surtout de manière saisonnière.

**En été.** Les **vagues de chaleur** peuvent présenter un risque pour les populations les plus vulnérables et mal préparées. Le GIEC prévoit une augmentation forte de leur fréquence et de leur intensité (GIEC, 2011). Les personnes âgées et les enfants sont particulièrement sensibles à ces aléas climatiques, ce qui constitue un enjeu de taille pour les deux versants du massif. Plusieurs études ont montré une augmentation de la mortalité et de la morbidité en période de fortes chaleurs avec 40% se produisant lors des jours chauds mais non classés comme caniculaires (études du CREAL ; Basagaña et al, 2011 ; Ostro et al, 2012). Dans les zones urbaines situées en zone de plaine et de piémont, les épisodes de fortes chaleurs peuvent être encore accentués par le phénomène d'îlots de chaleur.

Les températures élevées ont également un impact sur la **pollution atmosphérique**. A émissions de polluants constantes, les pics journaliers de concentration d'ozone troposphérique et de PM10 seraient susceptibles de croître dans un contexte de changement climatique (INERIS, 2009).



La santé humaine est une priorité pour les sociétés humaines. L'évolution du climat devrait avoir des effets positifs sur l'environnement sanitaire et des effets négatifs, en particulier dans les zones exposées aux fortes chaleurs et à la pollution atmosphérique.

**En hiver.** Les **températures hivernales plus douces** pourraient diminuer la mortalité et la morbidité durant cette saison. Toutefois, il existe une incertitude sur la pertinence du lien entre mortalité hivernale et températures puisque d'autres facteurs que la chute de température peut entrer en jeu (grippe, changement de régime alimentaire, baisse de luminosité) (Pascal, 2010). La hausse des températures hivernales devrait enfin entraîner un avancement et un allongement de la **période de floraison** propice à la recrudescence de rhinites, d'allergies et de l'asthme (Singer et al, 2005 ; Ziska et al, 2003).

**Evolutions générales.** Par ailleurs, la hausse – encore incertaine – de la fréquence et de l'intensité des **catastrophes naturelles** pourrait engendrer une hausse des accidents et du nombre de blessés et des mises en garde sont émises sur les possibles répercussions sur l'état psychologique des populations, notamment sur les plus vulnérables. Les infrastructures de santé pourraient aussi être affectées par ces aléas (Pascal, 2010).

La disponibilité réduite des **ressources en eau** pourrait également nuire à la population de la région. Aujourd'hui en Espagne en période de faible pluviosité, de nombreux réservoirs pyrénéens sont bien en dessous de leur capacité, entraînant de sévères restrictions sur l'utilisation de l'eau tant à des fins agricoles que domestiques.

Par ailleurs, il est possible que l'évolution du climat favorise l'arrivée de **nouvelles maladies**.

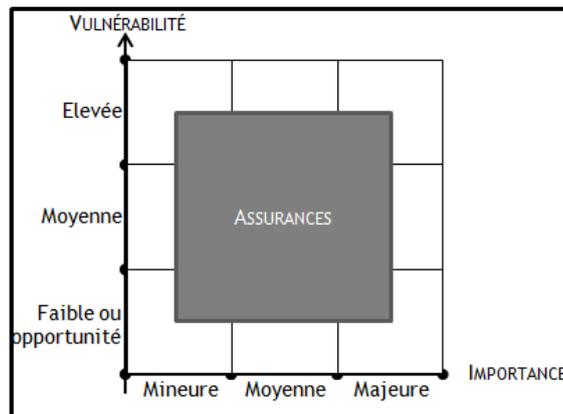
**En conclusion,** les impacts les plus certains sur la santé humaine portent sur l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de forte chaleur et une atténuation de la rigueur hivernale. Les épisodes de fortes chaleurs ne devraient toucher que les zones d'altitude modérée. Au cours d'une étude récente, l'institut IC3 (*Institut de Ciències del Clima*) conclut que la mortalité maximale actuellement observée lors des mois les plus froids pourrait se déplacer aux mois les plus chauds (Ballester, Robine, Herrmann et Rodó, 2011). Les effets de températures élevées sur la qualité de l'air sont à suivre mais dépendent fortement d'autres paramètres (évolutions des émissions, vent).

## 2.11 Assurances: impacts et incertitudes

Les assurances – au sens large – jouent un rôle dans la gestion des risques par les sociétés humaines et est ainsi une composante de leur capacité d'adaptation. Leur gestion est partagée entre des sociétés privées (différents statuts existent) et les institutions publiques.

L'évolution de la fréquence des événements climatiques extrêmes devrait faire évoluer le nombre de dommages matériels et humains, et ainsi modifier les montants indemnisés par les compagnies d'assurance. Pour assurer des contributions justes et ne pas compromettre l'équilibre financier des compagnies d'assurances, de réassurances et des banques, les compagnies d'assurance devraient s'adapter de manière spontanée pour faire face à ce risque économique, et devraient prendre en compte le changement climatique dans les contrats d'assurance. Elles peuvent agir pour cela, à trois niveaux (ENPC) :

- Faire évoluer **la part des assurés à risques** (au regard des catastrophes naturelles) en agissant sur les renouvellements de certains contrats, en se retirant ou en explorant certains marchés ou en incitant les assurés à s'adapter au changement climatique (par ex. produits d'assurance «verts» ou «respectueux du climat ») ;
- Adapter le **montant des primes** ;
- Adapter le montant des **indemnisations**, en jouant sur les franchises, les limites de la couverture, le paiement à la valeur dépréciée de la propriété abîmée, etc.



Le diagramme illustre principalement la diversité des enjeux couverts par les assurances et la diversité des impacts du changement climatique.

Toutefois, l'incertitude sur la localisation, l'intensité et la durée d'un aléa climatique reste un élément crucial de la vulnérabilité des compagnies d'assurance. Selon les professionnels, l'intégration de la question du changement climatique dans les produits devrait principalement toucher les contrats « assurances-dommages » des entreprises, l'assurance multirisque-habitation ainsi que la réassurance. Cette situation pourrait engendrer l'exclusion des populations les plus exposées aux risques de catastrophes naturelles, et fragiliser les ménages à bas revenus et les PME fragiles.

En Espagne, la couverture contre les catastrophes, en particulier les inondations, se fait de manière indifférenciée des autres risques couverts. **Pour l'ensemble du territoire national, ce système est** géré par le Consortium de Compensation des Assurances. À cet égard, la hausse de la fréquence des dégâts des eaux n'affecterait pas beaucoup l'assurance privée puisque tous les assurés paient le même montant forfaitaire quel que soit leur degré d'exposition. Dans le cas de l'assurance-sécheresse et de la réassurance des sociétés privées, celles-ci pourraient être davantage impactées en raison principalement de l'assurance agricole.

Les effets du changement climatique sur la santé humaine ont également un impact sur l'assurance maladie.

En France, le système d'assurance des catastrophes naturelles français, Cat-Nat, pourrait être modifié, notamment via l'implication de l'Etat, avec, par exemple, une augmentation de la demande d'indemnisation publique et la multiplication des interventions de la Caisse Centrale de Réassurance.

**En conclusion, les activités et équilibres de ce secteur devraient être affectés par les conséquences du changement climatique. Les organismes privés et publics devront également gérer l'évolution des risques et les incertitudes liées à cette évolution.**

## 2.12 Résumé des principales vulnérabilités et opportunités liées au changement climatique dans les Pyrénées

La figure ci-dessous résume les principales opportunités et vulnérabilités liées au changement climatique dans les Pyrénées. Elle a été élaborée pour la seconde brochure réalisée dans le cadre de l'étude afin de disposer d'une vision globale et synthétique sur l'ensemble du territoire et pour ses principales activités.

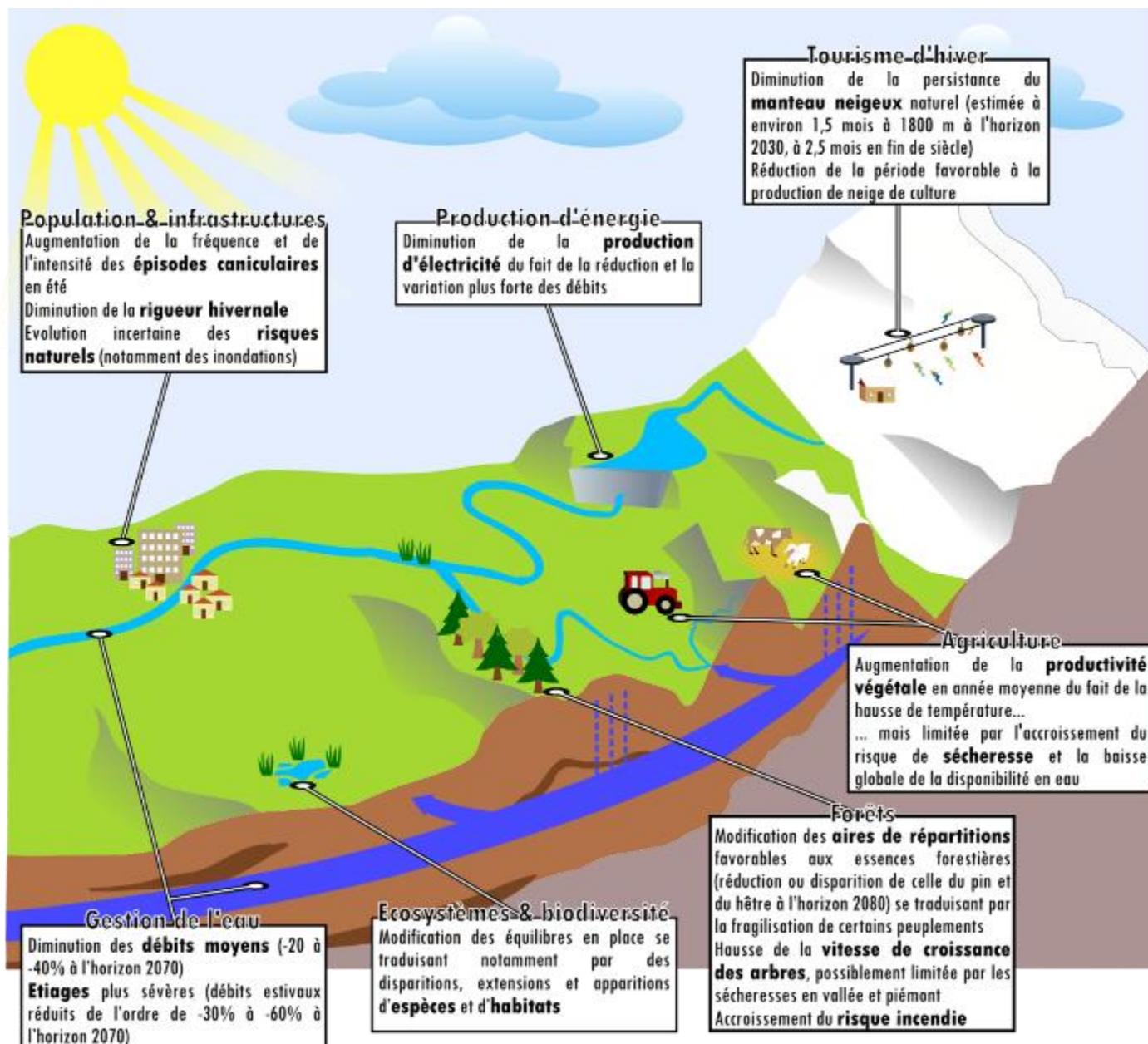


Figure 8 : Les principales conséquences du changement climatique dans les Pyrénées (Source : ACTeon, 2013).

### 3 Analyse des démarches d'adaptation mise en œuvre dans les Pyrénées

#### 3.1 Objectifs et méthodologie

Les objectifs poursuivis – importants pour saisir la portée et les limites de l'exercice – sont les suivants :

- identifier et valoriser des démarches reproductibles - ceci implique d'appréhender leur pertinence, leur performance ou encore leurs conditions de reproductibilités ;
- identifier par secteurs les dynamiques en place, les leviers d'adaptation activés et ceux qui ne le sont pas – cela contribue à déduire les secteurs pour lesquels les démarches d'adaptation existantes sont insuffisantes par rapport aux enjeux ;
- tirer des enseignements généraux sur l'adaptation du territoire au changement climatique : quels sont les secteurs, les zones géographiques, les types de démarches qui doivent être priorités ?

Le recensement s'est basé sur la réalisation de nombreux entretiens d'acteurs représentant différents secteurs et zones géographiques permettant **de retenir finalement 85 démarches** dans le cadre de l'analyse. L'analyse de ces démarches reposait sur un cadre d'analyse construit avec le comité de suivi et comprenait des dimensions spatiale, logique (types de leviers activés) et évaluative (points positifs et négatifs des démarches recensées). Le détail de la méthodologie adoptée et des définitions retenues est présenté dans le rapport final.

#### 3.2 Aperçu global des démarches recensées : regard spatial et sectoriel

Représentée par la Figure 9, l'analyse du nombre de démarches d'adaptation recensées par **secteur** permet de constater que l'agriculture et la gestion de l'eau représentent plus de la moitié des démarches (sur huit secteurs distingués et une section transversale). Les démarches concernant la forêt, la biodiversité, les risques naturels, le tourisme et les démarches transversales suivent, constituant quasiment l'autre moitié des démarches. Enfin, les secteurs de la santé humaine, de l'industrie et de l'énergie sont très peu représentés dans cette sélection avec une seule démarche par secteur.

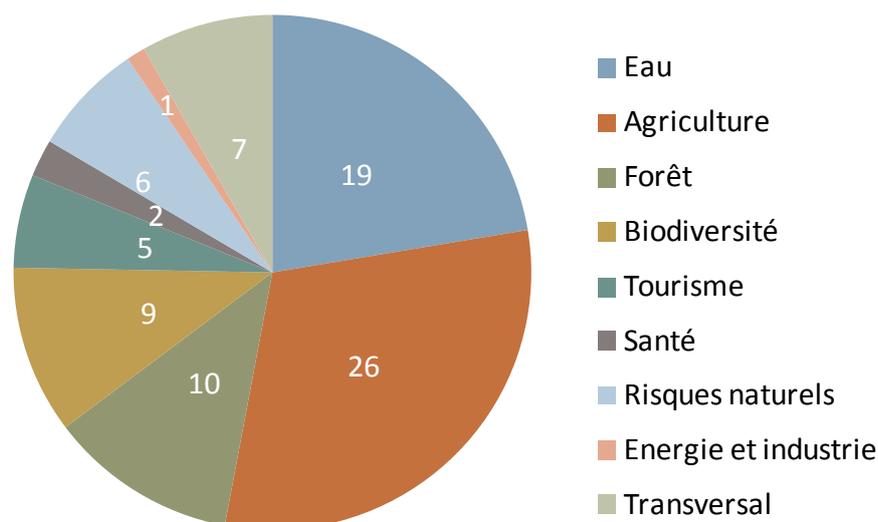
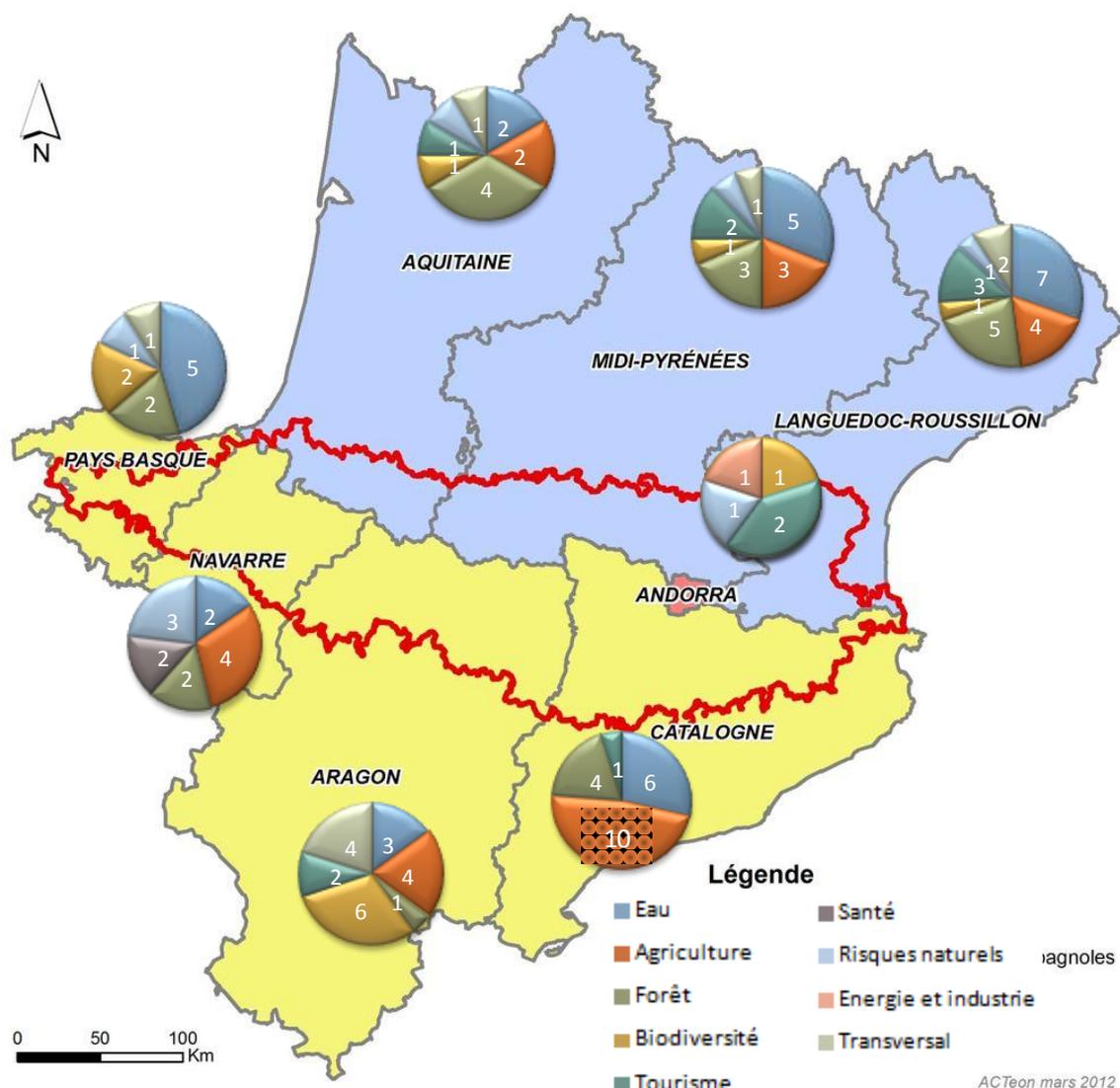


Figure 9 : Répartition des démarches d'adaptation recensées par secteur (sans double compte). (ACTeon, 2012).

Cette analyse de la répartition par secteur peut être complétée par une analyse spatiale.



**Figure 10 : Répartition spatiale et sectorielle des démarches recensées. Les démarches transrégionales sont comptées dans toutes les régions concernées. (ACTeon, 2012)**

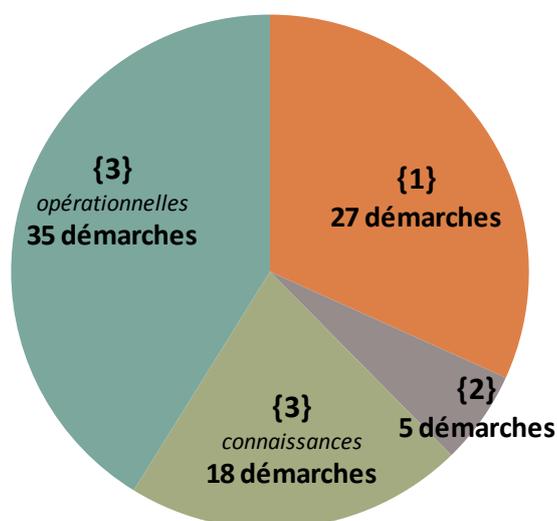
Cette carte a le mérite de donner un premier aperçu global des démarches recensées. Néanmoins, le nombre de démarches fournit des informations partielles et doit être interprété avec précaution en raison notamment de l'hétérogénéité des démarches.

### 3.3 Aperçu global des démarches recensées : type de démarches recensées

L'étude a cherché à tirer des enseignements de systèmes vulnérables engagés dans un processus d'adaptation et de systèmes moins vulnérables grâce à certaines pratiques ou démarches actuelles potentiellement reproductibles (mais non mises en œuvre avec un objectif d'adaptation). L'exercice a ainsi permis de recenser :

- des démarches nouvelles initiées avec un objectif d'adaptation au changement climatique. Cette catégorie comprend uniquement des démarches de développement ou de diffusion de connaissance (cf. **{1}** du schéma ci-dessous). 27 démarches de ce type ont été recensées ;
- des démarches qui préexistaient et ont fait l'objet d'évolution pour tenir compte du changement climatique (cf. **{2}** du schéma ci-dessous). 5 démarches de ce type ont été recensées ;
- des démarches existantes dont les objectifs contribuent à réduire la vulnérabilité au changement climatique de territoires ou secteurs sans que l'adaptation au changement climatique soit explicitement un objectif.

Dans ce cas, l'exercice consistait à avoir une « relecture » des démarches à travers le filtre du changement climatique. Ceci permet alors d'identifier des pratiques et démarches reproductibles dans une optique d'adaptation au changement climatique (cf. {3} du schéma ci-dessous). 53 démarches de ce type ont été recensées, dont 18 relevant du développement et/ou de la diffusion de connaissances et 35 démarches à caractère « opérationnel ».



**Figure 11 : Répartition des démarches par type.** NB : pour certaines démarches, la classification n'est pas évidente et plus que les chiffres exacts, ce sont les ordres de grandeurs qu'il convient d'analyser.

### 3.4 Synthèse et exemples de démarches recensées par thématique

**Gestion de l'eau.** La plupart des démarches contribuant à l'adaptation au changement climatique sont mises en œuvre avec un objectif premier d'amélioration de la gestion de la ressource en conditions actuelles. Elles deviennent particulièrement pertinentes dans un contexte de réduction de la disponibilité. Les démarches recensées visent :

- au développement de la connaissance sur la ressource (ex. mise en place d'un système de suivi hydrologique sur l'Ebre, réalisation d'une démarche de prospective sur la Garonne) ;
- à la protection de la ressource (ex. projet INTERREG pour le développement d'une gestion concertée
- à la réduction de la demande en eau pour les différents usages (ex. programme de soutien à l'optimisation de l'usage de la ressource pour l'approvisionnement en eau potable en Catalogne)
- à la gestion de l'offre en eau (ex. programmes de soutien aux projets d'interconnexion des réseaux et de nouveaux forages au Pays Basque et en Catalogne)
- à la mise en place de plans spéciaux face aux sécheresses en Catalogne.

**Agriculture et élevage.** Les démarches recensées ont notamment permis de mettre en avant les efforts effectués pour réduire les pressions exercées sur la ressource en eau (quantitative et qualitative) et les écosystèmes. De même, les initiatives prises pour réduire la vulnérabilité économique des systèmes agricoles et pour maintenir l'équilibre en zones rurales et en particulier en zone de montagne renforcent la capacité d'adaptation au changement climatique des systèmes humains et des territoires. Les démarches recensées visent :

- au développement de la connaissance (ex. CLIMFOUREL projet français de recherche sur les impacts du changement climatique sur les systèmes d'élevage péri-méditerranéens, suivi sanitaire des troupeaux aux montées et descentes des estives en Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon) ;

- aux changements de pratiques agricoles (ex. soutien à la conservation et l'amélioration des prairies incluses dans le réseau Natura 2000 en Navarre) ;
- aux changements de cultures (ex. développement et promotion de la vigne en altitude en Andorre et en Catalogne) mais pas à la prise en compte de l'évolution du climat dans le choix ou la sélection des variétés ;
- au maintien du pastoralisme en zone de montagne (projet Gripia en Catalogne qui vise à former des éleveurs afin de pérenniser les activités d'élevage en montagne).

**Forêt.** Des connaissances et processus d'adaptation au changement climatique sont disponibles et accessibles aux gestionnaires. Néanmoins, la capacité d'adaptation du secteur sylvicole est intimement liée à la capacité et aux modalités de gestion forestière. La situation est donc très variable selon les massifs forestiers voire les parcelles. Les démarches recensées visent :

- le développement et la diffusion de connaissances (ex. études des impacts du changement climatique sur la forêt en Aragon et en Catalogne, développement des réseaux de suivi des peuplements forestiers dans les Pyrénées françaises, l'organisation d'un colloque international sur le chêne liège et le changement climatique en Languedoc-Roussillon) ;
- l'identification et sélection d'essences de forêts adaptées (ex. programme international REINFORCE qui teste l'adaptation de nombreuses essences aux climats de toute la façade Atlantique de l'Europe et auquel participent notamment le Pays basque, la Navarre et l'Aquitaine) ;
- le développement de la gestion durable des forêts (ex. programmes de soutien pour une gestion durable des forêts recensés dans les quatre communautés autonomes espagnoles).

**Ecosystèmes et biodiversité.** La prise en compte du changement climatique dans la gestion de la biodiversité et la préservation des milieux naturels semble aujourd'hui faible au regard des enjeux. Cependant, l'adaptation ne nécessitant pas de mutation profonde des pratiques (et plutôt un renforcement), le pas à franchir semble à la portée des acteurs – sous réserve de création et de diffusion de connaissances directement utilisables. Les démarches identifiées portent sur :

- le développement de la connaissance (ex. identification des habitats, écosystèmes et espèces les plus vulnérables à l'évolution du climat en Aragon) ;
- la réduction des pressions exercées sur les écosystèmes (ex. stratégie pour la définition des régimes de débits écologiques au Pays Basque) ;
- la protection d'espèces et d'habitats (ex. protection de 58 espèces de fleurs en danger dans le Pays Basque) ;
- la conservation et la valorisation du patrimoine génétique (ex. collecte et conservation du matériel phytogénétique des espèces menacées du Pays Basque).

**Risques naturels.** L'adaptation au changement climatique ne semble pas être prise en compte explicitement par les acteurs de la gestion des risques naturels dans les Pyrénées, ce qui s'explique en partie parce que la compréhension actuelle de ce phénomène complexe reste très générique, et les connaissances particulièrement incertaines à l'échelle des Pyrénées. Les démarches observées visent essentiellement à gérer le risque actuel, ce qui contribue à réduire la vulnérabilité des sociétés face au changement climatique, à travers :

- le développement de la connaissance et l'information (ex. suivi en continu des débits sur les bassins de la Garonne, de l'Ariège en amont de Toulouse et de l'Ebre, cartographie des risques naturels en Andorre) ;
- la réalisation d'aménagements (ex. mise en cohérence des stratégies de prévention incendie entre la Catalogne et les Pyrénées-Orientales au niveau du massif des Albères).

**Tourisme.** L'adaptation au changement climatique n'est que très peu prise en compte de manière explicite par les acteurs du tourisme actuellement. Néanmoins, ceux-ci ont développé des stratégies pour faire face à la variabilité climatique et intègrent (au moins implicitement) les évolutions passées du climat dans leurs décisions. Les démarches recensées visent :

- le développement et la diffusion de connaissances (ex. projet transrégional « impacts du changement climatique sur le tourisme hivernal » piloté par l'Observatoire du développement durable d'Andorre) ;
- la diversification des activités touristiques (ex. stratégie du Ministère du Tourisme d'Andorre et de ses partenaires ; stratégie de transformation des stations de ski en stations de montagne et gestion raisonnée des ressources naturelles mise en œuvre en Catalogne). Notons que la diversification est explorée pour différentes raisons par les acteurs depuis plusieurs années mais pour les stations elle n'est pas considérée comme une solution de remplacement des activités de sports d'hiver (niveaux de revenus bien inférieurs) ;
- le maintien des activités de sport d'hiver en optimisant l'utilisation des ressources (ex. gestion de la station de Font-Romeu en Languedoc-Roussillon).

**Santé publique.** La notion de changement climatique semble quasi-absente du vocabulaire des acteurs de la santé publique qui ont à faire face à des problématiques de court terme. Néanmoins, face aux impacts du changement climatique sur la santé, deux groupes de démarches ont été identifiées :

- la prévention des fortes chaleurs : tous les territoires disposent d'une stratégie pour faire face au risque de fortes chaleurs ;
- la surveillance de la qualité de l'air et des épidémies (ex. les réseaux de surveillance des allergènes et des épidémies pour la Navarre et de la qualité de l'air pour l'Aragon).

Finalement ces démarches, considérées comme obligatoires, n'ont pas fait l'objet d'une analyse approfondie dans le cadre de l'étude.

**Industrie.** Aucune démarche spécifique n'a été recensée malgré les recherches. Le secteur industriel est cependant abordé en filigrane dans plusieurs démarches (ex. les démarches de prospective sur les usages de l'eau comme Garonne 2050). L'adaptation au changement climatique semble absente des préoccupations du secteur industriel actuellement, probablement car il fait face à d'autres de court terme plus influents sur ses activités.

**Secteur de la production électrique.** Le secteur de la production hydroélectrique est très dépendant du climat. Il a développé des stratégies face à la variabilité climatique interannuelle mais n'a pas réellement engagé d'adaptations spécifiques dans le contexte du changement climatique. Deux démarches ont néanmoins été recensées :

- le projet « Imagine 2030 » étude prospective à l'horizon 2030 prenant en compte l'irrigation et l'usage hydroélectrique de l'eau à l'échelle d'un sous-bassin de la Garonne ;
- la stratégie énergétique de l'Andorre, qui a été analysée car le territoire fait face à des enjeux de sécurité d'approvisionnement énergétique qui peuvent prendre une autre dimension dans un contexte de changement climatique (tensions sur la production et la consommation en certaines périodes).

**Démarches transversales.** L'adaptation au changement climatique est abordée de manière transversale par les principales entités institutionnelles des Pyrénées. Elle constitue en général la première étape vers une stratégie d'adaptation au changement climatique (mise en place dans certaines communautés autonomes espagnoles et régions françaises). Néanmoins, ces enjeux n'ont pas percolé dans tous les secteurs et tous les territoires mais les démarches de ce type cherchent :

- le développement de connaissance (ex. élaboration de scénarios climatiques régionalisés en Catalogne)

- la diffusion et le partage de connaissances (ex. guide à destination des municipalités pour les aider à mettre en place une stratégie d'adaptation au changement climatique dans le Pays Basque, l'organisation d'un évènement d'information et de partage sur l'adaptation au changement climatique à l'échelle d'un territoire intercommunal en Languedoc-Roussillon)
- la mise en place de stratégies (ex. élaboration des schémas régionaux climat air énergie (SRCAE) dans les trois régions françaises, élaboration d'une stratégie catalane d'adaptation (ESCACC 2013-2020 *Estratègia catalana d'adaptació al canvi climàtic*)).

### 3.5 Conclusion et enseignements du recensement

---

Les principaux constats établis sur la base du recensement sont :

- une forte hétérogénéité des démarches recensées selon les secteurs définis. Les différences d'ordre de grandeur traduisent probablement l'importance accordée aux enjeux d'adaptation au changement climatique selon les secteurs ;
- l'identification de démarches sur les territoires de tous les membres de la CTP traduisant la prise en compte de l'enjeu par tous, au moins au niveau institutionnel. Les différences de répartition sectorielle peuvent être liées à la priorité accordées à certains secteurs mais aussi aux modalités de recensement ;
- la très grande rareté des démarches de type **{2}** – les plus significatives pour témoigner d'une adaptation effective. Les démarches engagées avec une volonté d'adaptation au changement climatique sont donc principalement représentées par des démarches de développement ou de diffusion de la connaissance (**{1}**), étapes-clés dans l'intégration du changement climatique dans les systèmes de décision. Enfin, plus de la moitié des démarches recensées appartiennent à la catégorie **{3}** avec des démarches de développement ou diffusion de connaissances (½) et des démarches dites « opérationnelles », au sens « *ayant des conséquences matérielles* » (⅓).

Etant donnée l'échelle à laquelle est menée l'étude et les spécificités locales à prendre en compte dans une démarche d'adaptation, **l'étude n'est pas en mesure de préconiser la mise en œuvre de démarches opérationnelles à un secteur donné ou dans une situation précise**. Les démarches recensées ne sont donc pas diffusées comme « bonnes pratiques » - car celles-ci dépendent trop du contexte – mais comme sources d'inspiration.

Plus généralement, les enseignements de cette partie de l'étude portent sur des questions stratégiques de gestion ou d'organisation, sur la manière de favoriser l'engagement de processus d'adaptation, d'accompagner les acteurs pyrénéens sur cette voie. A cette fin, l'étude a abouti à la formulation de recommandations par secteur proposé en annexe à la présente synthèse. Ces diagnostics mettent en avant en particulier des manques apparents en termes de connaissance, d'appropriation ou de mobilisation; des blocages possibles en vue de l'adaptation ; des pratiques actuelles favorables ; des points critiques ou des priorités sur lesquels il est urgent de se mobiliser.

## 4 Analyse d'autres démarches d'adaptation ailleurs en Europe

### 4.1 Objectifs et méthodologie

---

L'analyse des démarches d'adaptation menée à l'échelle pyrénéenne visait à avoir un regard aussi exhaustif que possible sur les démarches existantes, permettant d'appréhender la situation du massif en termes d'adaptation. A l'échelle européenne, l'objectif du recensement et de l'analyse de démarches était tout autre. Il s'agissait de trouver des sources d'inspiration, en particulier sur des sujets sur lesquels peu de démarches avaient été identifiées dans les Pyrénées.

De ce fait, les critères de sélection des démarches européennes étaient différents des critères des démarches pyrénéennes. En effet, le recensement de démarches européennes a été effectué avec l'objectif d'être **complémentaire** du recensement réalisé à l'échelle des Pyrénées. Ainsi :

- les secteurs énergétiques, industriels et touristiques ont été considérés comme prioritaires car peu de démarches avaient été recensées à l'échelle pyrénéenne ;
- pour les autres secteurs, les démarches recherchées étaient avant tout celles qui concernent des leviers différents de ceux qui sont actionnés par les démarches pyrénéennes ;
- l'attention a été portée essentiellement sur les démarches mises en œuvre explicitement avec un objectif d'adaptation au changement climatique (il s'est avéré que ce critère difficile à respecter étant donnée la relative rareté des démarches) ;
- les démarches de développement et de diffusion de connaissance n'ont en général pas été retenues (or elles constituent la majorité des démarches pyrénéennes et il en existe un grand nombre en Europe) sauf cas exceptionnels.

Du fait de l'application de ces critères sélectifs, **les résultats des recensements à l'échelle pyrénéenne et à l'échelle européenne ne sont pas comparables** (le nombre et la nature des démarches étant trop éloignés). Ils sont en revanche complémentaires.

Ce travail de *benchmarking* ciblé, basé sur l'analyse de documents de référence et sur des entretiens d'acteurs, a permis de retenir **18 démarches** d'adaptation au changement climatique, principalement identifiées dans l'espace alpin mais aussi dans d'autres massifs européens tels les Carpates ou encore les Apennins.

### 4.2 Aperçu global des démarches recensées

---

Le recensement mené a permis de constater comme à l'échelle des Pyrénées la rareté des démarches opérationnelles explicitement engagées afin de s'adapter au changement climatique et que la construction d'un socle de connaissance sur le sujet a concentré la majeure partie des efforts jusqu'à présent.

La Figure 12 permet de situer les 18 démarches recensées spatialement ainsi qu'un classement par thème (ou secteur).



Figure 12 : Répartition géographique et thématique des démarches recensées à l'échelle européenne (ACTeon, 2013)

### 4.3 Liste et descriptif des 18 démarches

<b>1</b>	<b>Création d'un Parc de découverte de la nature alpine et d'un parc naturel dans les Alpes bavaroises</b>	<i>Afin de diversifier le secteur touristique dans la région de Garmisch-Partenkirchen, deux territoires (municipalité de Grainau et Karwendel) ont travaillé étroitement avec l'Institut de Recherche Alpin afin de développer de nouvelles offres touristiques. L'une porte sur le développement d'un parcours d'éducation à l'environnement et à la nature et l'autre sur le développement d'un nouveau "parc nature". Ce projet s'est déroulé dans le cadre du projet Interreg ClimAlpTour.</i>
<b>2</b>	<b>Programme de formation des acteurs du tourisme aux enjeux du changement climatique et de l'adaptation</b>	<i>La démarche consiste à mettre en place un programme de formation des acteurs du tourisme aux enjeux du changement climatique et de l'adaptation. Elle a été initiée à Chamonix dans les Alpes françaises dans le cadre du Plan Climat Energie Territorial de la Communauté de Communes.</i>
<b>3</b>	<b>Réalisation et la diffusion d'un court-métrage "Les agriculteurs face au changement climatique"</b>	<i>La démarche a consisté en la « réalisation et la diffusion d'un court-métrage "Les agriculteurs face au changement climatique" ». Cette initiative a été menée en 2012 sur le territoire du Parc Naturel Régional du Morvan en France. Le film montre plusieurs agriculteurs du territoire (éleveur, viticulteur, apiculteur) témoignant de leurs observations des impacts du changement climatique sur leurs activités et la manière dont ils en tiennent compte</i>
<b>4</b>	<b>Expérimentation de cultures fourragères et de prairies à moindres besoins en eau</b>	<i>La Chambre d'Agriculture de la Drôme (ainsi que d'autres organismes d'accompagnement et de conseil de la région Rhône-Alpes) a piloté des expérimentations sur trois ans pour la production de fourrage (culture de mélanges de céréales, prairies multi-espèces). L'objectif de ces expérimentations était d'obtenir des références de rendements (en fonction notamment des choix des mélanges) afin de permettre aux agriculteurs d'adapter ces pratiques à leur système d'exploitation (sols, type d'élevage, climat local, etc.). Ces pratiques sont stratégiques car elles permettent d'accroître l'autonomie fourragère des exploitations, en particulier en cas de sécheresse.</i>

5	<b>Développement du régime d'assurance agricole multirisque</b>	<i>La démarche évoque le développement d'un régime d'assurance agricole multirisque » en Autriche. Elle présente l'évolution du système assurantiel qui est passé d'une indemnisation des dégâts liés aux grêles initiée en 1947 - qui s'est petit à petit généralisé au sein du secteur - à la prise en compte de tous les risques environnementaux, et en particulier ceux qui sont liés au climat (sécheresse, inondations, orages et gel)</i>
6	<b>Mise en place d'un dispositif de protection des captages à destination des éleveurs</b>	<i>La pratique du pâturage dans les monts Schneeberg, Hochschwab, Schneealpe et Rax dans les Alpes autrichiennes, pose certains problèmes de qualité de l'eau. En effet, dans cette zone karstique, les pluies s'infiltrant directement dans les eaux souterraines. Lors de précipitations intenses, les eaux qui parviennent rapidement aux sources d'eau potable peuvent être polluées par les matières fécales d'origine animale. Alors que les événements de précipitations intenses pourraient être plus fréquents et que la hausse de température pourrait modifier la capacité de filtration des eaux des sols, le gestionnaire du réseau d'eau potable de la ville de Vienne a entrepris de soutenir les actions d'éleveurs permettant la protection des zones de captage (ex. financement d'abreuvoirs permettant d'éloigner le troupeau des zones de captage).</i>
7	<b>Raccordement d'habitations isolées au réseau public d'adduction d'eau potable</b>	<i>La démarche part du principe que les ménages qui dépendent de puits privés sont plus vulnérables en période de pénuries d'eau (qui devrait être plus fréquentes). Son objectif est de réduire la vulnérabilité de ces ménages aux sécheresses en répartissant et en diminuant le risque de pénurie d'eau via leur intégration au système public d'approvisionnement en eau. Parallèlement, ce système développe des stratégies de gestion des risques de sécheresse passant par la diversification des sources d'approvisionnement et l'optimisation de la capacité de stockage de l'eau. Les raccordements peuvent intervenir lors de travaux de construction ou d'entretien des canalisations d'eau. Cette mesure opérationnelle a été conçue comme une mesure d'adaptation même si elle est peut avoir une certaine pertinence dans le contexte actuel.</i>
8	<b>Stratégie départementale de gestion quantitative de l'eau pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable</b>	<i>La démarche a été initiée en Savoie du fait de difficultés d'approvisionnement en hiver (du fait de la forte fréquentation touristique) et au cours d'événements extrêmes comme la canicule de 2003. La démarche comprend des mesures d'amélioration de la connaissance (usages agricoles, suivi en temps réel du niveau des eaux souterraines, compréhension de l'équilibre besoins/ressources) et des mesures opérationnelles (interconnexions des réseaux d'eau potable mise en place d'un "schéma de conciliation des usages de l'eau" rassemblant les parties prenantes). Au cours du programme, des données sur l'évolution du climat fournies par l'Université de Savoie sont notamment utilisées.</i>
9	<b>Développement et la restauration de la continuité écologique à travers l'espace alpin</b>	<i>Ce projet appelé ECONNECT est justifié par le fait qu'il est devenu de plus en plus évident que la continuité écologique – notamment entre les espaces protégés – est un paramètre de préservation très important, en particulier car elle facilite les migrations d'espèces dans un contexte d'évolution du climat. Ce projet a rassemblé des partenaires scientifiques et institutionnels des six pays alpins. Il a conduit à la réalisation d'études et d'expérimentations méthodologiques ainsi qu'à de nombreuses opérations de communication en vue de développer et restaurer la continuité écologique.</i>
10	<b>PhenoALP – approche mutualisée et participative du suivi des conséquences du changement climatique sur la phénologie des êtres vivants</b>	<i>L'objectif est de définir un protocole commun de suivi des conséquences du changement climatique sur la phénologie des êtres vivants (dates de ponte, de reproduction, de floraison, de chute des feuilles...). Il comprend le développement d'un réseau d'observations phénologiques sur les deux zones du projet (la Vallée d'Aoste et la Savoie), la définition de protocoles d'observation communs et la sensibilisation du public aux enjeux du changement climatique par le développement d'une approche scientifique et participative du suivi (implication de la population locale dans les observations phénologiques).</i>
11	<b>Mise en place de mesures de restauration des forêts de sapins blancs (Abies alba) dans les Apennins (dans le cadre du projet RESILFOR)</b>	<i>L'action de l'Homme a progressivement fait reculer les souches locales de sapin blanc dans les Apennins. Les projections climatiques montrent que l'aire de répartition favorable à l'espèce devrait encore se réduire et d'autres menaces comme des maladies pèsent sur l'espèce. Le programme consiste à identifier et mettre en œuvre des mesures pour favoriser la reconquête de l'espèce dans des aires qui lui sont favorables aujourd'hui et à moyen et long terme. Dans le sillage de cette espèce, c'est la présence d'un écosystème spécifique qui est en jeu (faune et flore).</i>

12	<b>Mise en œuvre d'un programme national d'extension des surfaces forestières</b>	<i>Dans son contexte, la Roumanie considère l'extension des surfaces forestières du pays comme un enjeu majeur sur les plans socioéconomiques et environnementaux. Celle-ci doit d'une part permettre de restaurer et valoriser des zones dégradées, d'autre part produire des services de protection face aux risques (climatiques, géomorphologiques). Le programme, qui s'inscrit sur le long terme et a démarré depuis l'an 2000, comprend aussi un suivi et une évaluation des impacts des changements environnementaux globaux (y compris changements climatiques) sur les systèmes forestiers.</i>
13	<b>Réduction de la durée des cycles de renouvellement dans les forêts gérées pour accélérer le processus naturel d'adaptation génétique aux évolutions des conditions environnementales</b>	<i>Cette initiative programmée dans les Carpates repose sur le principe qu'il est important d'influencer la direction et la vitesse des processus d'adaptation afin d'atteindre des objectifs de gestion durable. Le choix d'espèces appropriées et la réduction des cycles de renouvellement peuvent pérenniser la productivité des surfaces forestières dans un contexte de changement climatique. Cette démarche a été envisagée dans le cadre d'une étude menée sur la vulnérabilité et les mesures d'adaptation pouvant être appliquées à la forêt dans les Carpates.</i>
14	<b>CALCHAS : développement d'un système intégré d'analyse pour la protection des forêts face au risque incendie</b>	<i>En Grèce, deux incendies majeurs survenus en 2007 ont mis en évidence la nécessité d'améliorer la coordination des acteurs au cours de l'évènement. C'est dans cette optique qu'a été lancé le projet CALCHAS qui consiste à expérimenter un système qui permet de simuler les incendies forestiers. Durant un incendie, l'information collectée permettra de générer une estimation en temps réel de la progression du feu. L'expérimentation de cet outil s'effectue en étroite collaboration avec les acteurs locaux de la lutte contre les incendies et ses utilisateurs finaux : brigades d'intervention, collectivités, gardes forestiers, ministère grec.</i>
15	<b>Elaboration d'une stratégie pour la gestion des territoires et ressources sensibles au climat dans les vallées alpines</b>	<i>Cette démarche a la particularité d'être présentée comme une démarche d'adaptation volontaire dans le contexte allemand, ce qui ne serait pas le cas dans tous d'autres pays. En effet, la démarche initiée dans l'arrondissement d'Oberallgäu dans les Alpes allemandes entre 2006 et 2008 consiste à développer des cartes des risques liés au climat et à mettre en place un processus pour faire en sorte que cette information soit intégrée dans la réalisation de plan d'occupation des sols. Dans certains pays, ces processus sont obligatoires.</i>
16	<b>Suivi et contrôle des risques liés aux mouvements de terrain</b>	<i>Cette action est considérée comme une action d'adaptation dans la mesure où le changement climatique peut réveiller des glissements de terrains dormants, en causer de nouveaux ou accélérer les mouvements déjà en cours. L'élévation de la température et la fonte du permafrost devraient déstabiliser les parois montagneuses. De ce fait, le projet vise à cartographier et contrôler les mouvements de terrain en montagne pour la protection des espaces habités, des terres agricoles et des infrastructures.</i>
17	<b>Ajustement des standards de conception des infrastructures</b>	<i>Cette démarche générique évoque plusieurs exemples de normes ou de réglementation qui ont été modifiés afin d'anticiper les évolutions du climat. Ces révisions concernent en particulier les bâtiments, les infrastructures de transports, les réseaux de communication et les systèmes de production et de transport de l'énergie. Certaines de ces infrastructures sont considérées comme critiques dans la mesure où leur dégradation peut avoir des impacts négatifs significatifs sur l'économie, la sécurité, l'environnement et le bien-être des populations à un niveau local, régional, national ou international.</i>
18	<b>Mise en place d'ateliers sur la vulnérabilité et les potentialités du territoire face au changement climatique</b>	<i>L'originalité de cette initiative mise en œuvre dans le Parc Naturel Régional du Morvan est de s'appuyer pour l'élaboration d'un diagnostic de vulnérabilité (première étape vers une stratégie d'adaptation) sur les acteurs de terrain avec un double intérêt : (1) la possibilité de réaliser un diagnostic véritablement territorialisé grâce à une connaissance fine de ses activités, de son contexte et de son climat et (2) la mise en place d'un processus facilitant l'appropriation des enjeux d'adaptation par les premiers acteurs concernés.</i>

#### 4.4 Conclusion et enseignements du recensement

Les constats généraux par thèmes sont les suivants :

- aucune démarche répondant aux critères de recensement n'a été recensée sur les secteurs de l'énergie et de l'industrie, pourtant considérés comme prioritaires au cours de l'analyse mais pour lesquels l'intégration du changement climatique n'est pas encore évidente dans les Pyrénées ou échelle européenne ;

- malgré l'importance accordée au tourisme dans le recensement et comme enjeu d'adaptation, les démarches spécifiques sont rares ou rarement explicites. Les démarches recensées sont comparables à celles qui ont été observées dans les Pyrénées ;
- des démarches plus nombreuses et/ou différentes de celles recensées dans les Pyrénées émergent :
  - o des secteurs agricoles et de la gestion de l'eau même si l'objectif d'adaptation n'est que rarement l'objectif premier de ces démarches (en dehors des initiatives de développement de connaissance) ;
  - o des thèmes de la forêt, des risques naturels et de la biodiversité. Ce constat est similaire pour les Pyrénées ;
- aucune démarche n'a été recensée dans le secteur de la santé publique qui dispose néanmoins d'une certaine capacité d'adaptation (plans canicules, infrastructures d'accueil, réseaux de suivi, etc.) hormis celles liées aux risques naturels.

Conformément à l'objectif fixé, les 18 démarches recensées sont à considérer comme des sources d'inspiration pour l'OPCC et ses partenaires ainsi que pour d'autres acteurs pyrénéens.

## 5 Conclusions et recommandations

L'étude repose sur trois volets complémentaires en vue d'alimenter les réflexions sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées : (1) un analyse de la vulnérabilité et des opportunités liées au changement climatique ; (2) le recensement et l'analyse des démarches pyrénéennes et (3) le recensement et l'analyse d'autres démarches européennes.

Ces trois volets et leur mise en relation permettent de tirer des enseignements et de formuler des recommandations à plusieurs niveaux :

- Au niveau de la **situation actuelle** à travers une photographie de la manière dont est aujourd'hui pris en considération l'enjeu d'adaptation au changement climatique ;
- au niveau des **développements futurs** à travers des pistes et idées à explorer ou privilégier identifiées à partir de la situation actuelle ;
- à un niveau **méthodologique** afin de discuter de la manière d'aborder l'adaptation au changement climatique dans les projets et politiques des Pyrénées.

### 5.1 Une photographie de l' « état d'avancement » de l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées

---

A partir des deux recensements, deux constats principaux communs aux échelles pyrénéenne et européenne peuvent être formulés :

- l'enjeu d'adaptation est pris en compte par la sphère institutionnelle, ce qui se matérialise par le développement et la diffusion de connaissances ainsi que l'élaboration de premières stratégies à différentes échelles mais se traduit encore très peu par des actions concrètes ;
- il existe des différences marquées entre les secteurs ou domaines, différences qui sont les mêmes aux niveaux pyrénéen et européen. Les initiatives pilotes concernent les domaines de la biodiversité, de la forêt, de la gestion de l'eau, des risques naturels et de l'agriculture. Concernant ces initiatives pilotes, des approches différentes ont été observées sur les différentes zones géographiques, ce qui rend intéressant l'échange d'expériences, notamment entre massifs.

Une analyse plus fine prenant en compte les enseignements du profil pyrénéen et formulée à l'échelle des thématiques est proposée en annexe de la présente synthèse.

Dans ce contexte, la création de l'OPCC constitue une initiative majeure et pour l'instant unique en Europe qui semble tout à fait pertinente :

- au regard du rôle de création et de diffusion de connaissances que doivent jouer les institutions afin d'accompagner les acteurs dans l'intégration du changement climatique dans leurs décisions ;
- au regard de l'homogénéité du territoire du massif des Pyrénées qui fait face à des problématiques communes et connectées.

### 5.2 Conclusions sur la conception de l'adaptation au changement climatique

---

L'analyse de ces démarches, de la revue de littérature et des entretiens réalisés avec les acteurs nous permet de dégager plusieurs messages sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées, confirmant le plus souvent les recommandations habituelles, mais s'en écartant aussi parfois (questions sur la notion de « mesure

d'adaptation »). Ces messages portent sur **la conception de l'adaptation au changement climatique** et peuvent être résumés ainsi :

- les démarches opérationnelles d'adaptation au changement climatique sont à **entreprendre aux échelles de gestion des enjeux ou secteurs** (ex. station de ski pour le tourisme, exploitation agricole et filière pour l'agriculture, gestionnaires et exploitants forestiers, gestionnaire de centrale hydroélectrique, collectivité compétente en matière de risques naturels, industriels, entité responsable de la santé publique) ;
- la mise en œuvre de démarches opérationnelles d'adaptation au changement climatique consiste à **intégrer l'évolution du climat dans les systèmes de décisions** plutôt qu'à initier des mesures spécifiques pour s'adapter (cf. aussi **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'évolution du climat est à considérer en articulant dans les décisions actuelles ayant une influence à moyen et long terme (investissements, constructions d'infrastructure, création d'une filière, décisions d'aménagement urbain, programmes de recherche et de développement, etc.) ;
- c'est à une **échelle locale** (pouvant correspondre ou non aux échelles de gestion) qu'une **analyse de la vulnérabilité** pertinente pour la prise de décision peut être conduite puisqu'elle permet de considérer (1) les pratiques actuelles réelles afin d'appréhender leur sensibilité ; (2) la capacité d'adaptation des systèmes ; (3) les données climatiques locales permettant d'affiner l'analyse de l'exposition (données passées, actuelles et projetées à partir des données disponibles).

Aux échelles de développement et de diffusion de la connaissance, les acteurs devront travailler à la fois sur les messages qu'ils souhaitent porter et sur les stratégies de communication qu'ils conçoivent, afin de rendre ces messages intelligibles et appropriables par les secteurs et filières cibles.

#### Encadré 2 : Discussion de la notion de "mesure d'adaptation"

Alimentées par la rencontre des acteurs de terrain, des réflexions ont été menées au cours de l'étude sur la notion de « mesure d'adaptation ». Il en résulte qu'il semble très peu probable que des projets à caractère opérationnel soient initiés avant tout pour faire face à l'évolution du climat. En effet, l'adaptation au changement climatique n'est pas une fin en soi, mais plutôt une composante à prendre en compte pour atteindre d'autres finalités (ex. protection des populations, sécurisation de la production alimentaire, production industrielle, maintien d'un dynamisme économique en zone de montagne).

La notion de « mesure d'adaptation » est donc dans une certaine mesure artificielle. Elle ne peut *a priori* – et sauf exception – désigner que des mesures qui ont une autre finalité première mais contribuent aussi à réduire la vulnérabilité au changement climatique (ex. diversification de l'activité touristique<sup>2</sup>, amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation<sup>3</sup>).

### 5.3 Recommandations à destination de l'OPCC et de ses partenaires

Comme indiqué plus haut, l'adaptation au changement climatique du massif passe avant tout par des adaptations des projets, politiques et décisions à l'échelle de chaque acteur des Pyrénées (collectivités, agriculteurs, opérateurs touristiques, etc.). Ces acteurs sont le plus souvent les premiers bénéficiaires de leurs propres stratégies d'adaptation puisque ces dernières doivent leur permettre de préserver des acquis (ex. qualité de vie, santé, rentabilité) ou de profiter de certaines opportunités.

<sup>2</sup> Autres finalités possibles : développement de l'activité économique, amélioration de la répartition temporelle des revenus, réduction de la vulnérabilité à la variabilité climatique actuelle).

<sup>3</sup> Autres finalités possibles : atteinte de l'équilibre hydrique local dans le contexte actuel, accroissement des bénéfices de l'exploitation (ex. réduction des charges liées aux prélèvements, maintien de cultures à haute valeur ajoutée), respect d'une nouvelle réglementation, réduction du risque liées aux déficits hydriques.

Néanmoins, la réelle prise en compte de l'évolution du climat dans les décisions nécessite une prise de conscience et un apprentissage de la manière de faire. Pour cela, la sphère publique, les réseaux et organisations intervenant dans différents secteurs doivent jouer un rôle de sensibilisation et d'accompagnement.

L'OPCC joue un rôle-clé dans ce contexte puisqu'elle permet à la fois de développer et rassembler des connaissances et de les mettre à disposition et de les diffuser en priorité dans un premier cercle d'acteur (sphère publique, réseaux et organisations de secteur) qui peuvent la relayer auprès des acteurs de terrain. Il peut également essayer de toucher directement les acteurs de terrain puisque les informations sont mises à disposition de tous mais sa capacité à toucher cette cible est probablement plus limitée. Plutôt que développer une « stratégie d'adaptation pyrénéenne », l'OPCC pourra porter une « stratégie pour favoriser l'adaptation des Pyrénéens » comprenant des actions de développement et diffusion de connaissance, de coopération et d'accompagnement d'acteurs. Une telle stratégie correspond bien aux missions et au rôle naturel d'un observatoire.

Pour affirmer ce positionnement proposé pour l'OPCC, les orientations-clés suggérées à l'issue de l'étude sont les suivantes :

- contribuer à **renforcer les connaissances** à l'échelle du massif, que ce soit sur les impacts (à travers les actions en cours notamment, ainsi qu'à travers son « appel à contribution<sup>4</sup> » en cours) ou sur la vulnérabilité (en interaction avec l'atlas des Pyrénées, à partir du renseignement des indicateurs déjà définis), en priorisant les thématiques et territoires les plus critiques (ex. eau en Catalogne, tourisme en moyenne montagne, etc.) à partir notamment des conclusions présentées à l'issue de l'analyse présentée en annexe de la présente synthèse. Ceci peut notamment passer par l'émergence et le développement d'action de coopération entre membres de la CTP ;
- continuer à **recenser et mettre en lumière les initiatives** contribuant à l'adaptation au changement climatique en développant son réseau de partenaires et en se faisant connaître largement auprès des acteurs pyrénéens ;
- consolider la **conception de l'adaptation au changement climatique** (voir paragraphe 5.3 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** de la conclusion) qui a émergé au cours de l'étude et issue d'observations de terrain (s'écartant un peu des approches théoriques souvent préconisées) pour affirmer la conception de l'observatoire :
  - en confrontant ce point de vue aux travaux et avancées d'autres organismes (de recherche, institutionnels, etc.) et en le validant à travers de nouveaux travaux par exemple ;
  - en la traduisant dans son discours (ses publications) et ses actions ;
  - en portant cette conception, une fois pleinement assumée, auprès des autres organismes institutionnels notamment.
- **diversifier la nature des connaissances** produites : aujourd'hui, la plupart des études sont avant tout scientifiques et souvent techniques. Les sciences économiques et les sciences humaines jouent également un rôle très important et devraient permettre d'alimenter le développement d'une « *stratégie pour favoriser l'adaptation des pyrénéens* » :
  - En termes d'aide à la décision afin de comparer différentes voies ou projets de développement dans un contexte de changement climatique (principalement sciences économiques). Les approches économiques de l'adaptation au changement climatique sont, à ce jour, difficiles à mettre en œuvre car soit trop théoriques, soit trop coûteuses et bien souvent peu mobilisables directement dans

---

<sup>4</sup> A la une du portail de l'OPCC figure l'appel à contribution suivant : "Vous observez le changement climatique dans les Pyrénées, envoyez vos photos et vidéos !"

l'aide à la décision. En somme, elles ne semblent aujourd'hui pas mûres. Néanmoins, dans le cadre d'approches sectorielles (ex. gestion de l'eau) ou à l'échelle de projets, les outils existants sont probablement plus robustes et plus utiles. L'enjeu est alors d'intégrer une étape où différents scénarios climatiques sont considérés ;

- dans la compréhension des acteurs, de leurs fonctionnements et de leurs comportements – en particulier vis-à-vis du climat, de la variabilité climatique et des changements climatiques passés et à venir – en vue de favoriser un accompagnement adéquat sur le chemin de l'adaptation (en évitant les solutions théoriques imaginées loin du terrain) ;
  - dans la compréhension des systèmes d'information dans lesquels sont immergés les acteurs afin :
    - d'adapter les canaux de diffusion des informations de l'observatoire aux acteurs ciblés ;
    - d'adapter les modes de représentations de l'information (point extrêmement important, en particulier pour un observatoire) et les messages diffusés aux acteurs ciblés par l'observatoire.
  - en vue de définir une gouvernance de l'adaptation au changement climatique, qui figure à l'agenda politique depuis peu de temps et n'a pas encore permis de dessiner une organisation pertinente, en particulier en termes d'accompagnement, de création et de diffusion d'information.
- **continuer à instaurer des échanges** et à s'inscrire dans les réseaux européens sur l'adaptation au changement climatique (en particulier avec les autres massifs) afin de favoriser le rayonnement de l'OPCC, d'inspirer d'autres territoires et de trouver des sources d'inspiration et de coopération.

## 6 Bibliographie et acronymes

### Références citées

---

ACA (2009), Aigua i canvi climàtic. Generalitat de Catalunya, 332 pp.

Agence européenne de l'environnement : [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)

Agenis-Nevers M. (2006), Impacts du *changement climatique* sur les activités viti- vinicoles,. ONERC, Note technique n°3, Janvier 2006

Ballester J, Robine JM, Herrmann FR, Rodó X. (2011), Long-term projections and acclimatization scenarios of temperature-related mortality in Europe. *Nat Commun.* 2011 jun 21;2:358.doi:10.1038/ncomms1360.

Barrera-Escoda A. et Cunillera J. (2011), Primer informe sobre la generació d'escenaris climàtics regionalitzats per a Catalunya durant el segle XXI Catalunya. Informe tècnic, Servei Meteorològic de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, 22 pp.

Basagaña, X. et al. (2011). Heat Waves and cause-specific mortality at all ages. *Epidemiology.* Vol. 22-6, DOI: 10.1097/EDE.0b013e31823031c5.

Brisson, N. Levraut, F. (2010). Synthèse du projet Climator, 24 p.

Comité de massif des Pyrénées (2006). Schéma interrégional d'Aménagement et de Développement des Pyrénées, 52 p.

Confederación Hidrográfica del Ebro (2005). Evaluación preliminar de la incidencia del cambio climático en los recursos hídricos de la cuenca del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

CREAL : <http://www.creal.cat/creal/>

CRGF (2008). Préserver et utiliser la diversité des ressources génétiques forestières pour renforcer la capacité d'adaptation des forêts au changement climatique, 4 p.

European Forest Data Center (EFDAC) : <http://efdac.jrc.ec.europa.eu/>

ENPC (École des Ponts ParisTech) : [http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole\\_virt/trav-eleves/cc/cc0102/impacts/impacts.htm](http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/cc/cc0102/impacts/impacts.htm)

GEIE Forespir (2007), Le livre blanc des forêts pyrénéennes, d'après l'Inventaire Forestier National - IFN

GIEC (2007), "Climate Change 2007: Impacts Adaptation and Vulnerability", Contribution du Groupe de travail II au *Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, Cambridge University Press, Cambridge

GIEC (2007), Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 104 p.

GIEC (2011), Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX), 594 pp.

Govern d'Andorra. (2012). Departament d'Estadística. <http://www.estadistica.ad>

INERIS (2009). Interactions entre pollution atmosphérique et changement climatique, 13 pp.

INM (2007), Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España, élaboré par l'agence météorologique nationale (AEMET).

INRA (2009), Réchauffement climatique et forêts : résultats de recherche, Mission communication & mission transversale "Changement climatique et effet de serre"

INRA Mission communication & mission transversale "Changement climatique et effet de serre" (2009), Réchauffement climatique et forêts : résultats de recherche. Via le site : <http://www.inra.fr/> consulté en novembre 2011

Létard et al. (2004). La France et les français face à la canicule, les leçons d'une crise, Rapport d'information du Sénat n°195, 391 pp.

Létard et al. (2004). La France et les français face à la canicule, les leçons d'une crise, Rapport d'information du Sénat n°195, 391 pp.

López-Moreno J. I., Goyette S. and Beniston M. (2008), Climate change prediction over complex areas: spatial variability of uncertainties and predictions over the Pyrenees from a set of regional climate models, 16 p.

Lurgi M, López BC, Montoya JM (2012a). Climate change impacts on body size and food web structure on mountain ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367, 3050-3057

Lurgi M, López BC, Montoya JM (2012b). Novel communities from climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367, 2913-2922

Maton L. (2010). Le changement climatique dans les Pyrénées Orientales : Impacts sur l'agriculture et stratégies d'adaptation, Livret du participant - Atelier réalisé dans le cadre du projet de recherche VULCAIN (ANR-06VULN008), 13 p.

MEDCIE (2011), Etudes stratégies d'adaptation territoriale au changement climatique dans le Grand-Sud-Ouest

MEDDE (2013), résultats du projet Explore 2070 (synthèses à paraître en mai 2013)

Mieczkowski, Z. (1985). "The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism." *Le géographe canadien* XXIX(3): pp. 220-233.

Miquel C. (2012). Étude préliminaire sur les changements climatiques dans le massif des Pyrénées: caractérisation et effets prévisibles sur la ressource en eau: [http://www.opcc-ctp.org/etudes/memoire\\_IDPE\\_2012\\_CMiquel\\_EauEtEnvironnement\\_v0.pdf](http://www.opcc-ctp.org/etudes/memoire_IDPE_2012_CMiquel_EauEtEnvironnement_v0.pdf)

Oficina Española de Cambio Climático (2006), Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático., Ministerio de Medio Ambiente, Medio

Oficina Española de Cambio Climático (2006), Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático., Ministerio de Medio Ambiente, Medio

Ostro, B. et al. (2012) The impact of summer temperatures on public health in Barcelona and Catalonia. *Int J Biometeorol* DOI 10.1007/s00484-012-0529-7

Pascal M. (2010) « Impacts sanitaires du changement climatique en France, quels enjeux pour l'InVS ? », Institut de veille sanitaire, 57 p.

Penuelas J. y Boada M. (2003). A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain), *Global Change Biology*, Vol. 9, Issue 2, p. 131-140

Penuelas J. y Boada M. (2003). A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain), *Global Change Biology*, Vol. 9, Issue 2, p. 131-140

Projet JRC PESETA: <http://peseta.jrc.ec.europa.eu/docs/Tourism.html>

Projet K-Ergokitzen : <http://www.neiker.net/k-egokitzen/pages/terrestres.html>

Projet SCAMPEI : <http://www.cnrm.meteo.fr/scampe/>

Projet ETEM-AR : <http://etem-ar.ordecys.com>

Rapport interministériel (2009), Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France - rapport de la seconde phase : Partie III - Rapport des groupes sectoriels, 231 pp.

Recensement Général Agricole en France - 1988-2000

Roman-Amat B. (2007). Préparer les forêts françaises au changement climatique, 125 p.

Séguin B. (2007). Impacts du changement climatique et adaptation de l'agriculture, INRA, 6 p.

Séguin B. (2007). Le réchauffement climatique : impacts sur les agricultures européennes, INRA, 14 p.

Service Presse INRA (2003). Abricotiers : les risques d'une floraison plus précoces et plus réduites

Singer B.D. et al. (2005). Increasing Amb a 1 content in common ragweed ([83] *Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO2 concentration, *Funct Plant Biol* ; 32: 667-70.

Uche, J. y Carrasquer, B., (2010). Análisis prospectivo sobre la interrelación agua y energía en la Cuenca del Ebro. Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos. Universidad de Zaragoza.

Villar, L. et Dendaletche, C. (1994). Pyrenees. France, Spain and Andorra. In S. D. Davis, V.H. Heywood & A. C. Hamilton (eds.), *Centres of Plants Diversity, a Guide and Strategy for their Conservation 1*: 61-64. Information Press, Oxford.

Ziska L.H. et al. (2003) Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health, *J Allergy Clin Immunol* ; 111:290-5.

## Principaux acronymes utilisés

---

**ACA** Agence Catalane de l'Eau - *Agencia Catalana del Agua*

**CREAL** Centre de recherche en épidémiologie environnementale - *Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental*

**CRGF** Commission Ressources Génétiques Forestières

**ENPC** Ecole des Ponts Paris Tech

**GEIE** Groupement européen d'intérêt économique

**GIEC** Groupement intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat

**INERIS** Institut national de l'environnement industriel et des risques

**INM** Institut National de Météorologie (ancien nom de l'*Agencia Estatal de Meteorología* - Agence d'État de la Météorologie, en abrégé AEMET)

**INRA** Institut National de Recherche Agronomique

**INVS** Institut national de veille sanitaire

**MEDCIE** Mission d'études et de développement des coopérations interrégionale et européenne

**MEDDE** Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

## 7 Annexes : diagnostic et préconisations par secteur

Dans le cadre cette étude sur l'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées lancée par l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique visant principalement à recenser et analyser des démarches d'adaptation au changement climatique aux niveaux pyrénéen et européen, une analyse de la vulnérabilité du territoire a été menée. Cette dernière est basée sur une analyse des études et données existantes et a donné lieu à la rédaction d'un profil pyrénéen qui caractérise le territoire et ses activités socioéconomiques, les changements climatiques attendus et les principales sources de vulnérabilité du territoire.

Cette étude se situe à une échelle macroscopique (intersectorielle, échelle spatiale du massif) et permet de mettre en relation les sources de vulnérabilité face au changement climatique avec les efforts actuellement mis en œuvre à travers les démarches recensées. Le caractère macroscopique de l'étude a une conséquence majeure : bien que l'exercice permette d'identifier les secteurs/territoires les plus dynamiques sur cette question et d'identifier des lacunes, la portée et la nature de ses conclusions ne peuvent pas se situer au niveau des démarches d'adaptation opérationnelles, c'est-à-dire que **l'étude n'est pas en mesure de préconiser une démarche opérationnelle à un secteur précis. Néanmoins, ses messages portent sur des questions stratégiques de gestion ou d'organisation, sur la manière de favoriser l'engagement de processus d'adaptation, d'accompagner les acteurs pyrénéens sur cette voie.** A cette fin, la suite des conclusions est déclinée sous la forme d'un diagnostic synthétique par secteur présenté dans la partie suivante. Ces diagnostics mettent en avant en particulier :

- des manques apparents en termes de connaissance, d'appropriation ou de mobilisation de certains secteurs sur l'adaptation au changement climatique ;
- des blocages possibles en vue de l'adaptation ;
- des pratiques actuelles favorables. Parmi celles-ci figurent plusieurs exemples de gestion durable des ressources<sup>5</sup>. Ces démarches ne peuvent pas être analysées en détail dans le cadre de cette étude car cela nécessiterait une analyse spécifique pour chaque secteur. Ces pratiques font partie des démarches « sans regret », car elles sont bénéfiques quels que soient les scénarios de changement climatique ;
- des points critiques ou des priorités sur lesquels il est urgent de se mobiliser en termes d'actions concrètes ou de développement de connaissance.

NB : l'analyse ci-après n'est pas spatialisée étant donnée les modalités de recensement.

---

<sup>5</sup> Par exemple : pratiques de gestion durable des forêts, gestion intégrée de la ressource en eau.

### 7.1.1 Gestion de l'eau

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modification des régimes hydrologiques</li> <li>- Baisse des débits moyens annuels</li> <li>- Augmentation des besoins potentiels en irrigation</li> <li>- Aggravation des situations de déficits hydriques (variable selon les territoires)</li> <li>- Augmentation de la température de l'eau</li> <li>- Diminution de la capacité de dilution de la pollution</li> </ul> <p><i>Facteurs de contexte : croissance démographique, baisse tendancielle de la demande en eau potable par personne</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la connaissance sur la ressource               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Mise en place de systèmes de suivi en continu</i></li> <li>o <i>Réalisation d'études prospectives</i></li> </ul> </li> <li>- Protection de la ressource</li> <li>- Réduction de la demande en eau</li> <li>- Gestion de l'offre en eau               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Diversification des ressources</i></li> <li>o <i>Développement du stockage de l'eau</i></li> </ul> </li> <li>- Réduction de la vulnérabilité face aux sécheresses</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Il s'agit d'un des secteurs pour lequel il existe le plus d'étude et de travaux, notamment réalisés dans le cadre d'exercices de prospective.
	-	Les connaissances peuvent néanmoins manquer aux échelles locales
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	Aux échelles régionales et interrégionales, la connaissance semble avoir diffusé...
	-	... mais encore peu à l'échelle locale
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		Les différents leviers d'action semblent globalement être représentés sur le territoire. A cette échelle, l'analyse ne permet néanmoins pas de se prononcer sur la diffusion de ces pratiques à l'échelle de chaque bassin versant.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Gestion intégrée de la ressource en eau
<b>Préconisations</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Appréhender la vulnérabilité à l'échelle des unités de gestion</li> <li>Diffuser les pratiques entre territoires</li> <li>Poursuivre le développement des pratiques de gestion durable de la ressource</li> </ul>
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La gestion des sécheresses
<b>Point(s) de vigilance</b>		La durabilité des mesures de stockage de l'eau et de diversification des ressources en eau doit être examinée dans chaque projet.

## 7.1.2 Agriculture et élevage

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accroissement de la période et de la vitesse de croissance (en année moyenne)</li> <li>- Diminution moyenne du nombre de jours de gel par an</li> <li>- Risque accru de stress hydrique (sécheresses)</li> <li>- Diminution de la ressource en eau disponible pour l'irrigation</li> <li>- Incertitudes sur la santé des troupeaux</li> </ul> <p><i>Facteurs de contexte : évolution des marchés agricoles, évolution de la Politique Agricole Commune</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la connaissance               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Recherche sur les impacts</li> <li>o Renforcement du suivi (prairies, troupeaux, cultures)</li> <li>o Evaluation des effets des pratiques agricoles sur la biodiversité et les écosystèmes</li> </ul> </li> <li>- Changements de pratiques agricoles               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Promotion de pratiques générant des bénéfices environnementaux</li> <li>o Amélioration des systèmes d'irrigation</li> </ul> </li> <li>- Changements de cultures</li> <li>- Choix des variétés cultivées</li> <li>- Promotion et maintien du pastoralisme en zone de montagne</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Des projets de recherche et expérimentation majeurs ont été développés et peuvent être en partie valorisés dans les Pyrénées.
	-	La connaissance spécifique au contexte pyrénéen n'est que partielle.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	-	La diffusion de la connaissance auprès des agriculteurs et éleveurs est à ce jour faible.
	+	Des organisations et canaux de diffusion de la connaissance existent et peuvent être mobilisés.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		Différents leviers d'action semblent être représentés sur le territoire mais les situations sont très variables localement.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Le climat et sa variabilité est un paramètre intégré en permanence dans les décisions, son évolution est généralement prise en compte de manière implicite, à partir du vécu. Les efforts visant à réduire les pressions sur les ressources et à valoriser les bénéfices des pratiques agricoles sont constants dans le secteur (bien que pas toujours suffisants). Des stratégies visant à faire face aux sécheresses ou au manque d'eau sont développées par certaines filières et sur certains territoires (sans coordination à l'échelle des Pyrénées).
<b>Préconisations</b>		Poursuivre les efforts de réduction des pressions (sur la ressource et les écosystèmes) et de valorisation des bénéfices (maintien d'écosystèmes, fourniture de services, rôle pour les territoires) Développer et diffuser des stratégies et pratiques visant à réduire la vulnérabilité face à la sécheresse en <b>développant notamment des partenariats</b> (entre territoires, entre filières) Développer et diffuser la connaissance sur les impacts du changement climatique, sur des cultures et variétés de substitution afin de favoriser l'intégration de l'évolution du climat parmi les enjeux qui font évoluer les pratiques et les filières agricoles Analyser les options autour de la nouvelle PAC (" <i>greening</i> ")
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La gestion des sécheresses
<b>Point(s) de vigilance</b>		Les pratiques d'irrigation doivent être questionnées dans un contexte d'évolution du climat : l'accroissement des surfaces irriguées comporte des risques ; l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation présente certains avantages mais pérennise la dépendance à la ressource en eau (et les pressions associées).

### 7.1.3 Forêt

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSEES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accroissement de la vitesse de croissance (en année moyenne)</li> <li>- Risque accru de stress hydrique (sécheresses)</li> <li>- Evolution de la répartition des aires favorables aux espèces</li> <li>- Incertitudes sur les aires de présences des maladies</li> <li>- Accroissement du risque incendie</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement et la diffusion de connaissances               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Recherche</i></li> <li>o <i>Développement de dispositifs de suivi</i></li> <li>o <i>Diffusion de la connaissance</i></li> </ul> </li> <li>- Identification et sélection d'essences de forêts adaptées</li> <li>- Gestion durable des forêts</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Des projets de recherche et de suivi majeurs existent, aux échelles nationales et internationales notamment. Les acteurs et enjeux pyrénéens y sont impliqués. Un partenariat structuré est en place dans le secteur à l'échelle du massif des Pyrénées.
	-	Les travaux concernant l'évolution du risque incendie dans le massif des Pyrénées semblent manquer (mais le risque incendie actuel fait l'objet d'une grande attention, en particulier à l'Est du massif). La vulnérabilité (notamment la sensibilité et capacité d'adaptation) de la plupart des petites forêts privées est moins bien suivie et connue.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	Des initiatives visant à la diffusion existent (et ont été recensées dans le cadre de l'étude : publication de guides, séminaire). Le travail en réseau des grands acteurs de la gestion favorise également la diffusion de la connaissance vers ces gestionnaires.
	-	La diffusion de la connaissance est très inégale et partielle vers les petits propriétaires forestiers.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		Des connaissances et processus d'adaptation au changement climatique sont disponibles et accessibles aux gestionnaires. Néanmoins, la capacité d'adaptation du secteur sylvicole est intimement liée à la capacité et aux modalités de gestion forestière. La situation est donc très variable selon les massifs voire les parcelles.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Les pratiques et principes d'une gestion durable de la forêt sont toujours favorables à l'adaptation des forêts au changement climatique. Ces pratiques comprennent le suivi des peuplements, le choix multicritère des essences, les pratiques favorisant la résistance aux sécheresses.
<b>Préconisations</b>		Favoriser les pratiques de gestion durable de la forêt Développer les réseaux de suivi des forêts et de leur santé Favoriser la diffusion de connaissance sur les impacts du changement climatique et les pratiques permettant de s'y adapter
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La gestion et l'évolution du risque incendie Travail en réseau (expérimentation, suivi de la santé des peuplements)
<b>Point(s) de vigilance</b>		L'accompagnement des propriétaires de forêts privées semble nécessiter des efforts plus importants.

## 7.1.4 Ecosystèmes et biodiversité

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSEES
- Situation très variable selon les espèces : migration, persistance, extirpation		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la connaissance               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Recherche</i></li> <li>o <i>Suivi des espèces et des écosystèmes</i></li> </ul> </li> <li>- Réduction des pressions exercées sur les écosystèmes</li> <li>- Protection d'espèces et d'habitats</li> <li>- Conservation et valorisation du patrimoine génétique</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Il existe des initiatives spécifiques (suivi d'espèces mise en contexte de changement climatique) et quelques projets d'envergure...
	-	... mais la connaissance de la vulnérabilité des écosystèmes et de la biodiversité demeure très partielle. Elle constitue un champ de recherche extrêmement vaste.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	Les acteurs de la préservation ont une capacité à être réceptifs ...
	-	... mais il est très difficile d'identifier le rôle de chaque paramètre dans l'état des écosystèmes et les impacts du changement climatique semblent encore relativement peu pris en considération (variable néanmoins selon les zones géographiques).
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		La prise en compte du changement climatique dans la gestion de la biodiversité et la préservation des milieux naturels semble aujourd'hui faible au regard des enjeux. Cependant, l'adaptation ne nécessitant pas de mutation profonde des pratiques (et plutôt un renforcement), le pas à franchir semble à la portée des acteurs – sous réserve de création et de diffusion de connaissances directement utilisables.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Toutes les initiatives visant à réduire les pressions sur les écosystèmes, à favoriser la biodiversité et à mettre en place un continuum écologique sont des démarches sans regret, favorables dans un contexte d'adaptation au changement climatique.
<b>Préconisations</b>		<p>Poursuivre (et renforcer) les stratégies de préservation</p> <p>Développer le suivi et la connaissance des espèces, milieux et écosystèmes les plus vulnérables au changement climatique</p> <p>Diffuser ces connaissances vers les acteurs de la préservation</p> <p>Favoriser la mise en réseau des acteurs de la préservation (la mise en commun des informations offre une réelle valeur ajoutée)</p>
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		Le renforcement de la continuité écologique
<b>Point(s) de vigilance</b>		Les pressions exercées par les activités humaines sont le plus souvent plus fortes que les pressions liées à l'évolution du climat. Les efforts faits pour réduire ces pressions sont toujours prioritaires.

## 7.1.5 Risques naturels

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSEES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accroissement du risque incendie</li> <li>- Incertitudes locales sur l'évolution du risque inondation et des risques gravitaires</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de la connaissance et information               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Suivi en continu des débits</i></li> <li>o <i>Cartographie</i></li> </ul> </li> <li>- Aménagement               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Aménagement face au risque incendie</i></li> <li>o <i>Aménagement face au risque inondation</i></li> </ul> </li> <li>- Développement de la culture du risque</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	La connaissance sur les risques actuels, qui fait l'objet de développements importants, constitue le socle de la connaissance sur les risques futurs...
	-	... Mais les impacts du changement climatique sur ces risques ne font aujourd'hui l'objet que de très peu de recherche à l'échelle des Pyrénées.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	
	-	La grande majorité des acteurs de la gestion des risques naturels ne semblent pas à ce jour s'être approprié la connaissance sur les impacts du changement climatique sur les risques naturels.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		L'adaptation au changement climatique ne semble pas être prise en compte explicitement par les acteurs de la gestion des risques naturels dans les Pyrénées, ce qui s'explique en partie parce que la compréhension actuelle de ce phénomène complexe reste très générique, et les connaissances particulièrement incertaines à l'échelle des Pyrénées.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Les stratégies actuelles de gestion des risques naturels constituent le socle des stratégies de gestion des risques futurs. Elle comprend en particulier le développement de la connaissance, l'information, la détection et les systèmes d'alerte, les infrastructures grises et vertes, l'organisation des secours, le développement d'une culture du risque.
<b>Préconisations</b>		Renforcer les stratégies de gestion des risques naturels Favoriser la diffusion de la culture du changement climatique par les acteurs du risque (évolution du risque, renforcement des incertitudes, etc.)
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La diffusion de la connaissance
<b>Point(s) de vigilance</b>		Dans le cadre du renforcement des stratégies de gestion des risques naturels, les initiatives visant à la construction d'infrastructures doivent faire l'objet d'une attention particulière du fait de leurs impacts (sur le déplacement des risques, l'environnement, économique, etc.).

## 7.1.6 Tourisme

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction de la persistance du manteau neigeux</li> <li>- Réduction de la période favorable à l'enneigement de culture</li> <li>- Modification des régimes hydrologiques (liés à la modification des régimes de précipitations, à la fonte des neiges plus précoces) affectant potentiellement les activités liées à l'eau</li> <li>- Accroissement relatif possible de l'Indice Climato-Touristique</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement et la diffusion de connaissances               <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Recherche sur les impacts et l'adaptation</i></li> <li>o <i>Intégration de l'évolution du climat dans les guides à destination des décideurs</i></li> </ul> </li> <li>- Diversification des activités touristiques</li> <li>- Maintien des activités de sport d'hiver en optimisant l'utilisation des ressources</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	-	Les connaissances sur le climat passé et futur spécifiques aux Pyrénées sont assez faibles. Les connaissances objectives sur la sensibilité au climat des stations de ski et – à un degré encore plus élevé – des activités hors sports d'hiver sont manquantes.
	+	Les connaissances sur les évolutions climatiques passées sont suivies aux échelles de gestion et certaines initiatives visant à mieux connaître la vulnérabilité et la capacité d'adaptation des stations aux aléas climatiques sont en cours.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	Certaines initiatives visant à diffuser la connaissance ont été recensées (l'une à l'échelle des Pyrénées, l'autre pour les différents massifs français).
	-	Néanmoins, l'effectivité de la diffusion de la connaissance ne semble encore que très partielle aux échelles de gestion des enjeux touristiques.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		L'adaptation au changement climatique n'est que très peu prise en compte de manière explicite par les acteurs du tourisme actuellement. Néanmoins, ceux-ci ont développé des stratégies pour faire face à la variabilité climatique et intègrent (au moins implicitement) les évolutions passées du climat dans leurs décisions. La diversification est explorée pour différentes raisons par les acteurs depuis plusieurs années mais pour les stations elle n'est pas considérée comme une solution de remplacement des activités de sports d'hiver (niveaux de revenus bien inférieurs).
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Les stratégies de diversification des activités touristiques contribuent à réduire la dépendance aux aléas climatiques et sont donc favorables dans un contexte d'évolution du climat (option « sans regret » sous réserve de démarches coûts-efficaces).
<b>Préconisations</b>		Poursuivre la diversification des activités touristiques Développer et diffuser les connaissances sur les impacts du changement climatique et les pratiques d'adaptation pour favoriser l'appropriation des enjeux d'adaptation au changement climatique par les acteurs afin qu'ils soient intégrés aux décisions
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La diversification des activités touristiques
<b>Point(s) de vigilance</b>		La poursuite des investissements visant à être moins dépendant de l'enneigement naturel doit être remise dans le contexte de l'évolution du climat. A l'échelle locale, la question centrale à poser est : « jusqu'où et dans quelles conditions poursuivre les investissements ? »

## 7.1.7 Santé publique

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accroissement de la fréquence et de l'intensité des fortes chaleurs</li> <li>- Accentuation des épisodes de pollution de l'air</li> </ul> <p><i>Facteur de contexte : vieillissement de la population</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévention des fortes chaleurs</li> <li>- Surveillance de la qualité de l'air et des épidémies</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Des initiatives aux échelles institutionnelles (nationale, communautés autonomes) ont permis de développer les connaissances sur les impacts du changement climatique sur la santé publique.
	-	Néanmoins, les connaissances spécifiques au contexte pyrénéen semblent quasi-inexistantes.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	
	-	Les connaissances sur les impacts de l'évolution du climat semblent très faiblement diffusées.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		La notion de changement climatique semble quasi-absente du vocabulaire des acteurs de la santé, en particulier sur le versant nord.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Néanmoins, la variabilité climatique actuelle expose la population aux risques futurs liés au changement climatique et les acteurs sont donc en partie préparés.
<b>Préconisations</b>		Développer la connaissance sur les impacts du changement climatique sur la santé et la diffuser en premier lieu auprès des acteurs
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		Prévention des impacts des canicules
<b>Point(s) de vigilance</b>		La vulnérabilité de la population âgée, la surveillance des maladies émergentes (vectorielles) et les épisodes qui accentuent les problèmes respiratoires (allergies et asthme) en raison de changements phénologiques et des pics de pollution.

## 7.1.8 Industrie

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la ressource en eau disponible pour les prélèvements industriels</li> <li>- Possibles modification de l'approvisionnement en matières premières</li> </ul>		Aucune démarche
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Quelques rapports sur les impacts du changement climatique sur le secteur industriel existent à des échelles macros. A l'échelle microéconomique, les conséquences de canicules passées ont été analysées et permettent d'appréhender en partie leur impact.
	-	Néanmoins, les connaissances spécifiques au contexte pyrénéen semblent quasi-inexistantes.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	
	-	Les connaissances sur les impacts de l'évolution du climat semblent très faiblement diffusées auprès des acteurs industriels.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		L'adaptation au changement climatique semble absente des préoccupations du secteur industriel actuellement.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		A travers la gestion de la ressource en eau, certaines actions contribuent néanmoins à un objectif d'adaptation.
<b>Préconisations</b>		Réduire les besoins en eau du secteur et ses impacts sur la ressource Développer les connaissances sur les impacts futurs sur les filières (liés aux évolutions des ressources disponibles).
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La gestion de l'eau (prélèvements et rejets)
<b>Point(s) de vigilance</b>		

## 7.1.9 Energie

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSEES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des productibles et accroissement des contraintes de turbinage</li> <li>- Modification de la courbe de charge de consommation d'électricité (diminution des besoins en hiver, augmentation en été)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de connaissance</li> <li>- Stratégie d'accroissement de l'autonomie énergétique en Andorre</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	Certains travaux de recherche permettent d'appréhender les impacts du changement climatique sur la consommation électrique et la production hydroélectrique. L'analyse des conséquences d'évènements climatiques passés permet aussi de tirer des enseignements.
	-	Néanmoins, les connaissances spécifiques au contexte pyrénéen semblent quasi-inexistantes.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	
	-	Les connaissances sur les impacts de l'évolution du climat semblent assez peu diffusées auprès des acteurs de l'énergie.
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		Le secteur de la production hydroélectrique est très dépendant du climat. Il a développé des stratégies face à la variabilité climatique interannuelle mais n'a pas réellement engagé de réflexion sur l'adaptation.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		Les politiques énergétiques visant à réduire la consommation, limiter les pics de consommation (ex. <i>smart grid</i> ) et diversifier les sources de productions vont dans le sens d'un système électrique moins sensible aux aléas climatiques.
<b>Préconisations</b>		Développer les connaissances sur les impacts du changement climatique sur la production, la consommation et les réseaux de transport électrique. Diffuser ces connaissances pour encourager les acteurs à intégrer les enjeux d'adaptation au changement climatique dans leurs réflexions de moyen et long terme.
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		La gestion durable du turbinage (en tenant compte des enjeux écologiques)
<b>Point(s) de vigilance</b>		L'étude des risques liés aux fortes chaleurs sur les réseaux de distribution

## 7.1.10 Transversal

PRINCIPALES SOURCES DE VULNERABILITE		TYPES D'ADAPTATION RECENSES
- Ensemble des impacts ci-dessus		- Développement de connaissance <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Elaboration de scénarios climatiques régionalisés</i></li> <li>o <i>Travaux sur les stratégies d'adaptation</i></li> </ul> - Diffusion et partage de connaissances <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'une gouvernance spécifique</li> </ul>
ANALYSE ET PRECONISATIONS		
<b>Développement de connaissances sur la vulnérabilité</b>	+	A une échelle transversale et à des échelles larges, l'ensemble du territoire dispose d'une première analyse de la vulnérabilité.
	-	Aux échelles fines, les connaissances sont néanmoins très rares.
<b>Diffusion de la connaissance</b>	+	Aux échelles institutionnelles larges, les connaissances ont plutôt bien été diffusées.
	-	Mais l'appropriation est encore partielle aux échelles institutionnelles larges et inégale aux échelles locales (selon les territoires).
<b>Commentaire sur les démarches d'adaptation recensées</b>		L'adaptation au changement climatique est abordée de manière transversale par les principales entités institutionnelles des Pyrénées. Elle constitue en général la première étape vers une stratégie d'adaptation au changement climatique. Actuellement, seule la Catalogne dispose d'une stratégie d'adaptation au changement climatique spécifique. Les trois régions françaises ont également adopté en 2012 un schéma régional climat-air-énergie qui comprend des orientations sur l'adaptation. Néanmoins, ces enjeux n'ont pas percolé dans tous les secteurs et tous les territoires.
<b>Pratiques actuelles favorables/démarches sans regret</b>		. <i>Non pertinent</i>
<b>Préconisations</b>		Poursuivre le portage transversal institutionnel de l'enjeu d'adaptation pour favoriser la prise en compte par les acteurs de terrain (collectivités, acteurs socioéconomiques des différents secteurs) de l'évolution du climat. Promouvoir la sensibilisation sur et la diffusion de démarches « sans regret » tant sur les dimensions environnementales qu'économiques
<b>Thème(s) prioritaire(s)</b>		Optimisation des circuits et canaux de diffusion de l'information sur l'adaptation au changement climatique (coordination entre acteurs, affirmation du rôle de l'OPCC, etc.) Régionalisation des scénarios climatiques Développement d'une cartographie des impacts climatiques sur les systèmes et secteurs
<b>Point(s) de vigilance</b>		L'intégration systématique de l'adaptation dans les politiques et projets

L'étude sur l'adaptation des Pyrénées au changement climatique, cofinancée par la Région Midi-Pyrénées dans le cadre du POCTEFA, est conduite par un Comité de suivi composé :

➤ **de Représentants des institutions suivantes :**

**Région Aquitaine** - Délégation Agriculture, Direction Développement durable et Directions fonds structurels et coopération transfrontalière

**Région Languedoc-Roussillon** - Direction de l'Environnement

**Communauté de Travail des Pyrénées**

**Gouvernement d'Andorre** - Ministère du Tourisme et de l'Environnement

**Gouvernement de Catalogne** - Bureau Catalan du Changement Climatique

**Région Midi-Pyrénées** - Direction de l'Environnement et du Développement Durable

**Agence Régionale pour l'Environnement de Midi-Pyrénées (ARPE)**

**Gouvernement de Navarre** - Département Développement rural et Environnement

**Agence Européenne pour l'Environnement (AEE)** - Département Systèmes Naturels

➤ **de Membres du Conseil scientifique de l'OPCC :**

**Maria del Carmen LLASAT BOTIJA** - Docteur en Physique - Groupe d'Analyses des Situations Météorologiques Extrêmes (GAMA) - Université de Barcelone

**Bernat CLARAMUNT LÓPEZ** - Directeur du Group de Recherche Alpine (GREP) du CREAM  
Centre de Recherche Ecologique et d'Applications Forestières (CREAF).

**Marta Guadalupe RIVERA** - Centre de Recherche en Economie Agraire et Développement (CREDA-UPC-IRTA)

**Maria Teresa SEBASTIA** - Professeur de Botanique - Centre Technique Forestier de Catalogne (CTFC)

**Marie-Christine ZELEM** - Professeur de sociologie - Centre d'Etude et de Recherche Travail, Organisation, Pouvoir (CERTOP) - Université de Toulouse II Le Mirail

L'étude a été menée par le groupement : **ACTeon - BC3 - FreshThoughts**

**Contacts**

**Communauté de Travail des Pyrénées – CTP**  
**C/ Ramón y Cajal, 7 - Torre del Reloj - E - 22700 JACA**  
**Tel.: +34 974 36 31 00 - Fax: +34 974 35 52 29**  
[www.ctp.org](http://www.ctp.org)  
[www.opcc-ctp.org](http://www.opcc-ctp.org)

**Conseil Régional Midi-Pyrénées**  
**22, boulevard du Maréchal Juin - 31406 Toulouse Cedex 9**  
**Tél : +33 (0)5 61 33 50 50 - Fax : +33 (0)5 61 33 52 66**  
[www.midipyrenees.fr](http://www.midipyrenees.fr)

