



EVALUATION DU COÛT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ADAPTATION EN FRANCE  
Rapport de la deuxième phase

Résumé pour décideurs

Le changement climatique est aujourd'hui une réalité et ses conséquences auront un impact significatif sur notre environnement et nos modes de vie à moyen terme. Le Grenelle de l'Environnement recommande de les anticiper dès aujourd'hui afin de minimiser les impacts socio-économiques afférents et réduire la vulnérabilité des acteurs concernés. Définir et évaluer les effets du changement climatique auxquels les acteurs devront faire face permet d'envisager les mesures d'adaptation les plus appropriées.

En mars 2007, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) a ainsi constitué un groupe interministériel dénommé « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France », engageant un chantier d'évaluation des dommages et des mesures permettant de limiter le coût des impacts.

Les travaux de ce Groupe interministériel se sont articulés en deux phases :

- **la première phase**<sup>1</sup>, en juin 2008, visait à une caractérisation qualitative des impacts du changement climatique par secteur et à la définition d'un cadre méthodologique commun ;
- **la deuxième phase**, objet du présent rapport, vise à l'évaluation quantifiée du coût des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation associées.

Le Groupe interministériel est composé en deuxième phase d'un groupe plénier, présidé par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC/MEEDDM) et l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), et de dix groupes thématiques pilotés par les Ministères et directions concernés :

- **Groupe Santé** – piloté par la Direction Générale de la Santé (Ministère de la Santé et des Sports) ;
- **Groupe Agriculture** – piloté par la Direction Générale des Politiques Agricole, Agroalimentaire et des Territoires (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, MAAP) ;
- **Groupe Forêt** - piloté par la Direction Générale des Politiques Agricole, Agroalimentaire et des Territoires (MAAP) ;
- **Groupe Eau** – piloté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (MEEDDM) et présidé par des membres du CGAAER et du CGEDD ;
- **Groupe Infrastructures de transports et cadre bâti** – co-piloté par le Commissariat Général au Développement Durable (MEEDDM) et par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment ;
- **Groupe Energie** – piloté par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (MEEDDM) ;
- **Groupe Tourisme** – les travaux se sont appuyés sur une étude spécifique du CIREC et de Sogreah, et sur la contribution de la Direction Générale de la Compétitivité de l'Industrie et des Services (Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi) ;

---

<sup>1</sup> Groupe de travail interministériel « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France » (2008), Document d'étape, Paris, juin 2008. Rapport complet disponible sur le site web de l'ONERC : <http://www.onerc.gouv.fr>

- **Groupe Risques naturels et assurance** – piloté par la Direction Générale de la Prévention des Risques (MEEDDM) ;
- **Groupe Territoires** – piloté par la Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires (DIACT / Ministère de l'espace rural et de l'aménagement du territoire), rapporteur ADEME ;
- **Groupe Biodiversité** – piloté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (MEEDDM) et présidé par des membres du CGAAER.

L'une des spécificités de ce travail réside dans le fait qu'il est, pour l'essentiel, accompli par les administrations concernées avec la collaboration d'entreprises, d'associations et de scientifiques. Il doit être considéré comme une étape d'un processus ambitieux de calibrage de l'action publique : **il conduit à des résultats provisoires qui resteront ouverts à discussion pour des travaux d'approfondissement.**

## Cadrement méthodologique

Le parti-pris a été de produire **des évaluations sectorielles** aux horizons **2030, 2050 et 2100, sans volonté d'agrégation des résultats**. A ce stade, les travaux thématiques ne visaient pas l'exhaustivité : certains impacts ont été évalués de manière quantitative, d'autres uniquement de manière qualitative, et certains enfin sont seulement identifiés et demanderont des études complémentaires.

Les travaux d'évaluation des coûts des impacts ont, entre autres, bénéficié de l'expertise et de l'appui méthodologique du Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED).

Pour des raisons de faisabilité et de pragmatisme, et afin d'assurer une cohérence entre les rapports sectoriels, les éléments suivants ont été exclus du champ global de l'étude (mais certains ont pu être étudiés au cas par cas lorsque les groupes thématiques l'ont jugé pertinent) :

- les impacts sur les **DOM-COM et la Nouvelle-Calédonie** ;
- les impacts de **propagation spatiale**, notamment les impacts venant de l'extérieur des frontières nationales, bien qu'ils soient susceptibles de représenter des enjeux majeurs ;
- la prise en compte des **mesures d'atténuation**.

Le groupe a choisi de travailler à partir des **scénarios A2 et B2 du GIEC**, le premier étant plutôt pessimiste et le second optimiste. Le changement de climat sur la France est tiré des simulations réalisées par le CNRM/Météo-France, avec le modèle Arpège-Climat, qui se situe dans la moyenne des modèles climatiques du GIEC en terme de réchauffement. La montée du niveau de la mer a été supposée égale à 1 mètre à l'horizon 2100, ce qui se situe clairement vers la borne maximale des projections.

L'usage de ces scénarios et de ces simulations implique que les scénarios les plus pessimistes n'ont pas été abordés, comme ceux qui résulteraient d'une accélération du réchauffement lié au cycle du carbone ou d'une accélération de la montée du niveau de la mer en raison d'une déglaciation plus rapide que prévue du Groenland.

**En l'absence d'une prospective socio-économique de long-terme régionalisée et par secteur sur la France, le groupe interministériel a décidé de travailler en conservant la situation socio-économique française actuelle** (scénario dit à

« économie constante »), choix méthodologique opéré lors de la première phase des travaux. Ce choix permet d'isoler l'impact du changement climatique de celui d'autres évolutions et de ne pas ajouter des incertitudes macroéconomiques aux incertitudes d'ordre climatique. Il demeure néanmoins restrictif et limitant pour certains secteurs où une évolution socioéconomique est d'ores et déjà anticipée ou pour lesquels ces évolutions constituent un facteur déterminant de la vulnérabilité au changement climatique. Plusieurs groupes thématiques ont toutefois complété les travaux à économie constante par des évaluations complémentaires relâchant cette hypothèse.

Pour l'estimation des coûts du changement climatique, deux évaluations de l'adaptation sont privilégiées.

- La première considère exclusivement **l'adaptation spontanée**, en l'absence de politiques publiques d'adaptation. Elle correspond à une adaptation réalisée par les acteurs socio-économiques de manière indépendante (sans intervention publique en référence au changement climatique) ;
- La deuxième prend en compte **les grandes options d'adaptation** pouvant être **planifiées**, *i.e.* une adaptation anticipée et organisée en lien avec la décision publique, susceptibles d'**entrer dans le cadre d'un plan d'adaptation**. Le caractère public/privé des acteurs à l'origine des mesures est donc ici déterminant. Néanmoins, une mesure mise en œuvre par un acteur privé peut être considérée comme de l'adaptation planifiée si elle est impulsée par un acteur public.

Afin de prendre en compte l'incertitude sur le rythme et l'ampleur du changement climatique et pour éviter le risque de mal-adaptation, il a été décidé de privilégier les mesures **d'adaptation sans regret**, c'est-à-dire qui permettent de réduire la vulnérabilité au changement climatique et qui demeurent bénéfiques quelle que soit l'évolution du climat.

A ce stade, compte tenu des connaissances actuelles et des moyens disponibles, **l'adaptation, tant spontanée que planifiée, n'a pas pu être prise en compte ni quantifiée systématiquement dans les évaluations thématiques, même si certaines mesures ont été évaluées**. Cet aspect devra être considéré en priorité pour des travaux d'approfondissement.

## Périmètre et résultats des travaux thématiques

Un nombre restreint de secteurs a été étudié et, pour chacun d'eux, l'analyse a porté sur une sélection d'impacts du changement climatique. Quelques points-clés des rapports thématiques sont présentés ci-après. Les valeurs estimées doivent être considérées comme des **ordres de grandeur** en raison des limites des méthodes et de la non-exhaustivité des évaluations. Un **tableau récapitulatif des évaluations quantitatives réalisées est présenté dans la suite de ce chapitre**.

### Ressource en eau

En considérant une stabilité de la demande, un déficit de **2 milliards de m<sup>3</sup> par an** pour la satisfaction des besoins actuels de l'industrie, de l'agriculture (irrigation) et de l'alimentation en eau potable serait observé à **l'horizon 2050** (soit 14% du prélèvement actuel de ces secteurs mais moins de 2% du total des écoulements annuels moyens sur le territoire national). Les projections indiquent que les zones les plus touchées seraient celles déjà concernées aujourd'hui par des déficits structurels (par exemple le Grand Sud Ouest). La compensation du déficit potentiel de ressource en eau à horizon 2050 ne

représente qu'une partie « visible » des adaptations nécessaires et une évaluation très partielle des nécessités d'adaptation des activités liées à l'eau. Tous les secteurs seraient affectés par cette évolution, qui se traduirait par une multiplication des conflits d'usage, une dégradation de la qualité des eaux et par la perturbation des écosystèmes aquatiques ou dépendants de la ressource en eau. L'adaptation de chaque secteur au changement climatique passera par une meilleure gestion de la consommation d'eau : l'adaptation de la demande et des besoins en eau est un axe prioritaire. Quant à l'adaptation de l'offre, elle devra impérativement relever de l'adaptation planifiée afin d'en étudier préalablement les impacts. L'évaluation du coût potentiel de ces mesures d'adaptation ne pourra se faire qu'au travers d'investigations locales : les réponses appelleront des mécanismes de solidarité géographique. Par ailleurs le changement climatique n'est qu'un aspect des changements globaux qui impliquent des adaptations du monde de l'eau : de ce point de vue, les stratégies engagées à ce jour comme celle qui découle de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), qui sont sans regret, pourraient représenter des dépenses très importantes.

### Secteur agricole

Les modèles de croissance des grandes cultures projettent une hausse de rendement en réponse au changement climatique, mais sans compter les effets des **événements extrêmes**, des **variabilités inter annuelles**, des **risques sanitaires** et de la **baisse de disponibilité en eau** (une évaluation des besoins est fournie dans le rapport « ressources en eau »). La prise en compte de ces facteurs de variabilité encore mal intégrés aux modèles de croissance pourrait permettre d'affiner les résultats et de nuancer la hausse de rendement escomptée. A titre d'exemple, la multiplication des événements de type **canicule de 2003** pourrait représenter en 2100 un coût allant jusqu'à plus de **300 millions d'euros par an pour une culture comme le blé** en l'absence de mesures d'adaptation. D'autre part, les gains potentiels disparaissent pour les réchauffements les plus importants, c'est-à-dire à partir de la fin du siècle dans les scénarios fortement émetteurs (par exemple, des pertes pour le blé pourraient apparaître à partir de 2100 dans le scénario A2). La **viticulture** sera également affectée par le changement climatique avec de fortes disparités territoriales. Des baisses de rendement seraient attendues dans certaines régions (notamment en Languedoc) et une hausse dans d'autres (notamment en Bourgogne), mais avec des **effets potentiellement négatifs sur la qualité et la typicité des vins**. Dans le cas des **prairies**, l'exercice réalisé pour la **zone périméditerranéenne**, amène à un coût de compensation des pertes de rendements de **200 millions d'euros par an** sur la seconde moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle. Il est donc nécessaire de s'adapter dès aujourd'hui à ces évolutions projetées.

### Secteur forestier

Une hausse de productivité (volumes de bois) est attendue à court et moyen termes en raison de l'augmentation des températures et du taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Ainsi, la production brute annuelle supplémentaire atteindrait près de 30 millions de m<sup>3</sup> en 2050. Seulement, sur cette même période, les **gains de productivité escomptés pourraient être du même ordre de grandeur que les pertes possibles** par dépérissement, incendie, sécheresse, etc. Après 2050, la tendance serait défavorable en raison du stress hydrique notamment dans le Sud de la France, avec un risque accru de sécheresses et d'incendies laissant présager des **impacts négatifs à long terme**. Afin de pallier ces effets, l'adaptation du secteur forestier devra mettre à contribution l'ensemble des acteurs de la filière. Concernant les **feux de forêt**, une étude menée par la Mission interministérielle sur le risque d'incendie en lien avec le changement climatique est actuellement en cours. Selon les premiers résultats, le changement climatique attendu s'accompagnera d'une **aggravation de l'aléa dans les territoires actuellement**

**exposés** (où des dispositifs de défense des forêts contre les incendies sont en place) ainsi que par une **propagation territoriale (vers le Nord et en altitude)** de l'aléa « incendie de forêts ».

## Risques naturels et assurances

L'analyse a porté sur quatre types d'aléas spécifiques : les inondations, les risques côtiers, le retrait-gonflement des argiles et les aléas gravitaires (avalanches, glissements de terrain, etc.). A titre d'exemple, à urbanisation constante, les dommages moyens annuels aux logements générés par le risque de **retrait-gonflement des sols argileux** pourraient dépasser **un milliard d'euros par an en 2100 (contre environ 200 millions d'euros par an aujourd'hui)** à l'échelle de la France, comme **conséquence de l'augmentation de la fréquence des canicules**. Ce coût pourrait être multiplié par un facteur 4 à 5 si l'on prolonge les tendances actuelles de l'urbanisation dans les zones à risques, c'est-à-dire en l'absence de politique spécifique de réduction de ce risque. En l'absence d'adaptation, le recul de la côte, par érosion ou submersion marine, en conséquence du changement climatique (remontée du niveau de la mer), devrait concerner *in fine* plusieurs centaines de milliers de personnes et la destruction des logements pourrait coûter **plusieurs dizaines de milliards d'euros à l'échelle du siècle, pour la seule région Languedoc-Roussillon**. Le **coût des dommages liés aux inondations par débordement de cours d'eau** pourrait également augmenter sur **certains bassins**, avec des incertitudes importantes qui demeurent. Une évaluation à l'échelle nationale serait, à ce stade, hasardeuse en raison de la difficulté de traiter et d'agréger les coûts relatifs à l'ensemble des bassins, y compris les petits bassins sur lesquels l'impact pourrait être élevé. Quant au coût relatif aux **aléas gravitaires**, il n'a pas été évalué du fait d'un grand besoin de connaissances préalables nécessaires à la réalisation d'une telle évaluation. Il est cependant à souligner le fort **impact sociétal** qu'ont les catastrophes associées à ces aléas, pouvant entraîner des pertes de vies humaines et des coûts importants très localisés.

## Energie

Le changement climatique aura des conséquences sur la demande, avec une baisse de la consommation énergétique en hiver, mais une hausse en été en raison des besoins en climatisation pour les logements et les véhicules. L'évaluation économique de ces impacts fait apparaître **une tendance d'économie d'énergie de l'ordre de 3%** dans le scénario d'économie constante, soit 1,8 à 5,9 Mtep/an selon les scénarios et les horizons, mais le développement spontané de la climatisation résidentielle et automobile amputerait de moitié les économies d'énergie liées au réchauffement. Le changement de saisonnalité de la consommation énergétique (de l'hiver vers l'été) et du type d'énergie concerné (en particulier plus d'électricité pour la climatisation) implique une anticipation de ces effets (gestion des **pics de demande en période chaude**). Ceci est d'autant plus vrai qu'en termes de production d'électricité, il faut s'attendre, en raison des contraintes liées à la ressource en eau, à une **baisse de productible de l'ordre de 15% des centrales hydroélectriques**, pour lesquelles l'eau constitue la « matière première », et à des **pertes de rendement** des infrastructures de production et de transport de l'énergie en période chaude.

## Santé

Le secteur de la santé fait traditionnellement référence aux dépenses d'assurance maladie et le travail d'évaluation économique, c'est-à-dire de l'évaluation du coût global d'un ou des effets sur la santé, n'est guère pratiqué. Si certaines implications du

changement climatique pourraient s'avérer bénéfiques, comme la baisse de la mortalité due au froid durant les hivers plus doux, la plupart des changements auraient des conséquences néfastes. L'exercice d'évaluation économique est délicat compte tenu des nombreuses sources d'incertitudes à prendre en compte : projections climatiques, impacts sur la santé estimés aux différentes échelles de temps, évolution de la société. Le travail a porté sur l'impact de deux événements extrêmes majeurs déjà rencontrés (canicule de 2003 et inondations du Gard en 2002) car, d'une part, ils correspondent à des types d'évènements pouvant survenir plus fréquemment avec le changement climatique et, d'autre part, la Direction générale de la santé dispose de certaines données épidémiologiques nécessaires à l'évaluation. L'impact du changement climatique et de toutes ses conséquences (par exemple, sur les maladies à vecteurs ou la pollution locale urbaine) est impossible à évaluer aujourd'hui. La mesure de l'impact de la canicule a pris en compte les coûts directs et les coûts évités pour l'assurance maladie concernant les personnes âgées de 70 ans et plus, les coûts indirects (pertes de vie humaine, temps non productif) et les coûts intangibles (valeur estimée de la perte de qualité de vie et de la souffrance liée à la dégradation de la santé). Si l'impact pour l'assurance maladie ne semble pas significatif (-10M€ à + 280 M€ selon les hypothèses retenues), le coût global pour la société dans son ensemble est néanmoins considérable. On estimerait la valeur perdue par notre société du fait des décès prématurés causés par la **canicule 2003** à un peu **plus de 500 millions d'euros**. Les coûts intangibles n'ont pas pu être estimés. Lors des inondations, trois grandes phases de dangers pour la santé sont observées : une phase de danger immédiat (blessures et décès), une phase de danger à court terme (risques infectieux), et une phase de danger concernant les problèmes psychologiques apparentés au stress post-traumatique. Le travail d'évaluation du groupe s'est concentré sur cette dernière phase pour laquelle il disposait d'une étude de l'Institut National de Veille Sanitaire. Concernant **les inondations du Gard**, le coût de la prise en charge des personnes présentant des troubles psychologiques (par les professionnels libéraux) a été estimé à environ **234 000 euros (pour 953 personnes)** la première année. Il s'agit d'une estimation basse, puisqu'elle ne porte ni sur le long terme, ni sur les coûts indirects et intangibles. La santé est au carrefour des interactions sectorielles et le transfert de vulnérabilité sur la santé suite à des mesures d'atténuation prises ou d'adaptation projetées mérite une attention particulière. Sous réserve de développer l'évaluation économique, le coût « global » pour la santé de certains effets néfastes pourrait être utilisé comme indicateur par les décideurs.

## Tourisme

Les résultats fournis par une étude du CIRED et de Sogreah à la demande du Groupe interministériel, basés sur le calcul de l'indice de confort touristique estival (ICT), mettent en avant une **dégradation du confort climatique en été** sur l'ensemble de la France métropolitaine, les températures maximales atteintes devenant trop élevées pour permettre le confort maximal des touristes. Cette dégradation est moins marquée dans la moitié Nord de la France (Côte Nord-Ouest particulièrement), ainsi que dans certains départements de montagne (dans les Alpes notamment). **A l'horizon 2100, un impact significatif sur le chiffre d'affaires estival** est à attendre, en raison d'une évolution à la baisse de l'attractivité touristique quasi généralisée à l'exception du Nord-Ouest de la France et de certains départements des Alpes. En revanche, une amélioration des conditions sera constatée aux intersaisons. Concernant les sports d'hiver, une étude de l'OCDE en 2006 indique que, dans les Alpes, la **diminution du manteau neigeux réduira la fiabilité de l'enneigement**. Dans les Alpes françaises, 143 domaines skiables bénéficient actuellement d'un enneigement fiable. En cas de réchauffement de +1°C, cela ne sera le cas que pour 123 stations ; pour 96 stations si le réchauffement atteint 2°C et seulement pour 55 stations dans le cas d'un réchauffement de 4°C. De manière générale, ce travail indique que dans toutes les zones géographiques de France métropolitaine, le secteur du tourisme devra s'adapter aux manifestations futures du

changement climatique pour limiter les impacts négatifs et en saisir les opportunités potentielles.

### **Infrastructures de transport et cadre bâti**

Le changement climatique prévu pourrait rendre nécessaires des adaptations des **infrastructures routières**. Si la canicule de 2003 n'a pas semblé engendrer de désordres généralisés mettant en cause la pérennité des structures de chaussée ni des ouvrages d'art, en revanche les effets dus à une intensité thermique supérieure et ceux dus aux périodes répétitives de canicule ne sont pas appréciés à ce jour. Les effets indirects au niveau des fondations et assises n'ont pas été évalués (aléa géologique, sécheresse, variation du niveau des nappes phréatiques). En ce qui concerne le risque de submersion marine permanente lié à une remontée d'ensemble du niveau de la mer d'un mètre, il représenterait un coût patrimonial, pour le réseau routier national métropolitain (hors autoroutes concédées et autres voiries), de **2 milliards d'euros**. Ce montant s'entend hors effet « réseau » (par exemple la submersion d'un tronçon limité de route peut entraîner l'indisponibilité de toute une section mais seule la valeur patrimoniale du tronçon submergé a été calculée). Les conséquences en termes de pertes d'usage n'ont pas été évaluées : elles varient selon les mesures d'adaptation et de gestion de crise qui seront mises en place. Pour des raisons de disponibilité de données, les infrastructures portuaires, ferrées et fluviales et les systèmes de transport en commun, n'ont pas été étudiés.

Les réflexions sur le cadre bâti ont été significativement développées dans le rapport intermédiaire puis réparties au sein d'autres groupes (risques naturels et assurance, énergie, tourisme, territoire) dès lors qu'il s'est agi d'approcher le coût des impacts et des mesures d'adaptation.

### **Biodiversité**

**Des signes de modifications de la biodiversité terrestre, aquatique et marine, attribuables aux changements graduels induits par le changement climatique, sont d'ores et déjà observables.** La biodiversité est affectée directement par la modification de la température et de la pluviométrie, à laquelle s'ajoute l'acidification des eaux en domaine marin. Protéger les espèces et les écosystèmes impose de réduire **les pressions** qui diminuent leur résilience : fragmentation des milieux naturels, artificialisation des sols, etc. Le groupe insiste sur le rôle des **effets indirects à moyen terme**, qui pourraient être au moins aussi importants (par exemple, la reconstruction des infrastructures littorales sur les espaces naturels en arrière des côtes). Il est donc essentiel d'analyser systématiquement les effets croisés des impacts du changement climatique d'une part et des adaptations spontanées ou planifiées d'autre part, afin de prévenir les conséquences négatives pour la biodiversité. L'évaluation des services rendus par la biodiversité pour certains types d'occupation du territoire les estime à 900€/ha/an pour les forêts et 300€/ha/an pour les prairies, dans un récent rapport du Centre d'Analyse Stratégique, ce qui permet de cerner les enjeux économiques. Des impacts négatifs sont révélés par cette approche, appliquée aux écosystèmes coralliens et aux services non-marchands fournis par la forêt. Plus globalement, **des pertes économiques significatives liées à la diminution voire la disparition de services de production (forêts de hêtre du Sud et de l'Ouest par exemple) et de régulation** (tels que le stockage du carbone, la prévention des crues et des inondations, la régulation de l'érosion) sont à envisager à des niveaux accrus à la fin du siècle. L'Outre-mer est particulièrement fragile du fait des impacts sur les récifs coralliens, les forêts tropicales et les nombreuses espèces endémiques. Grâce à une gouvernance des politiques d'adaptation conduites à des échelles spatiales pertinentes avec le plus grand



nombre d'acteurs et à une politique intégrée pour favoriser les approches transversales et systémiques, ces pertes pourront être limitées. Enfin, la **préservation d'écosystèmes naturels choisis peut constituer une action d'adaptation en tant que telle** pour un maximum d'espèces et de milieux.

## Territoires

Ce groupe s'est spécifiquement penché sur la question de l'échelle d'analyse pertinente. Il a par ailleurs axé ses travaux sur les interactions sectorielles à l'échelle des territoires et la notion de **transition vers le changement**. Il a mis en avant l'importance du pas de temps nécessaire à ce que l'on peut appeler « **l'apprentissage de la vulnérabilité** ». Cette conversion sera d'autant plus longue que les publics susceptibles d'être touchés par les impacts du changement climatique ne sont pas *a priori* homogènes. A cet effet, l'information, la sensibilisation et la mobilisation des acteurs et de la population au changement climatique et à l'adaptation constituent des aspects fondamentaux. Par ailleurs, s'il est avéré que l'adaptation passera avant tout par une meilleure connaissance du changement climatique et de ses enjeux, **l'organisation des compétences** joue également un rôle majeur. Au vu de ces constats, il est nécessaire de prendre la mesure des **rythmes sociaux** utiles à la concrétisation de l'objectif commun d'une évolution sans rupture vers de nouveaux modes de vie.

## Eléments d'analyse

Les travaux réalisés mettent en avant des coûts mais également des bénéfices liés au changement climatique en France métropolitaine, en fonction du secteur considéré, des scénarios climatiques et de l'horizon temporel. Pour certains secteurs, on observera à la fois des coûts et des avantages selon l'impact étudié, si bien qu'il est parfois difficile de déterminer le signe de l'impact « net » du changement climatique. Néanmoins, au vu des analyses qualitatives et quantitatives opérées par les groupes thématiques, on peut s'attendre à un impact global négatif du changement climatique, les **coûts pouvant atteindre plusieurs centaines de millions d'euros par an pour plusieurs secteurs en cas d'adaptation insuffisante**.

Envisagée comme une politique complémentaire à l'atténuation, **l'adaptation permettra de limiter les coûts des impacts du changement climatique de manière significative**, voire de les transformer en opportunités dans certains cas. Si **l'adaptation spontanée** peut déjà permettre de limiter les impacts négatifs du changement climatique, il est à noter qu'une adaptation non organisée peut également conduire à les amplifier ou à en limiter les bénéfices : c'est le cas par exemple de l'énergie, où le développement spontané de la climatisation participe à augmenter la consommation d'énergie en été de manière significative et donc les émissions de gaz à effet de serre ; ou encore de l'agriculture, où une hausse spontanée de l'irrigation ne peut être compatible avec la diminution de la disponibilité de l'eau. Ceci **souligne l'importance de coordonner et d'organiser l'adaptation** afin d'éviter ces écueils et de dégager des stratégies gagnant-gagnant.

Par ailleurs, **les impacts du changement climatique ne seront répartis ni uniformément, ni équitablement** à l'échelle du territoire :

- d'un point de vue **géographique**, certaines régions pourraient se trouver très affectées par les changements, alors que d'autres le seraient moins et pourraient même en tirer parti, ces différences tenant autant à l'exposition aux aléas climatiques qu'aux spécificités géographiques et socioéconomiques territoriales susceptibles d'influencer la vulnérabilité des systèmes ;

- d'un point de vue **individuel**, les acteurs et les professions ne seront pas égaux devant le changement climatique. Selon les secteurs d'activité économique et selon la vulnérabilité sociale des ménages, les effets ne seront pas redistribués de la même façon. **Les individus les plus défavorisés seront probablement les plus affectés et le plus rapidement** par les impacts du changement climatique.

L'adaptation au changement climatique doit donc être contextualisée et doit veiller à **réduire les inégalités face au risque**.

Il subsiste de nombreuses incertitudes sur ce que seront les conséquences du changement climatique : il est donc nécessaire d'envisager des modes de gouvernance qui **puissent à la fois se projeter sur le long terme et être évolutifs à court terme**.

## Pistes d'adaptation identifiées

Les travaux se sont principalement concentrés sur les impacts du changement climatique et l'identification de mesures d'adaptation n'a pas été systématique ni exhaustive. Néanmoins, quelques pistes d'adaptation ont été recensées ou proposées par les différents groupes de travail. Ces options ne sont pas des recommandations mais **sont plutôt à considérer comme des pistes à envisager dans le cadre des réflexions pour une planification de l'adaptation**. Leur pertinence, leur efficacité et leur faisabilité doivent être étudiées de manière intégrée, notamment en prenant en compte le contexte local.

On donne ici quelques exemples non exhaustifs des pistes identifiées par les groupes :

- Transversal : organiser une mise à disposition des résultats des modèles climatiques - notamment les désagréments au niveau local - et des études d'impacts ; améliorer l'observation et le suivi du changement climatique aux échelles globales et locales ; améliorer les modèles climatiques, notamment régionaux.
- Eau : mettre en place des systèmes agricoles alternatifs plus robustes et moins exigeants en ressource en eau, des ouvrages de régulation des eaux, de systèmes alternatifs (dessalement, réutilisation eaux usées, etc.) et des campagnes de promotion des économies d'eau ;
- Risques naturels : prendre en compte le changement climatique dans les documents d'aménagement et de planification ;
- Biodiversité : s'assurer de l'intégration des problématiques liées à la biodiversité dans toutes les politiques, générales et sectorielles, d'atténuation et d'adaptation au changement climatique afin de maximiser les co-bénéfices ;
- Santé : intégrer la connaissance des risques sanitaires d'origine climatique aux formations initiales et continues des professionnels de santé ;
- Agriculture : diversifier les systèmes de culture, permettant de combiner « esquivé », « évitement » et « tolérance » ;
- Énergie : faciliter le développement d'un cadre bâti et d'un urbanisme réduisant la demande d'énergie, notamment celle de climatisation ; adapter les modes de production à la variation de la demande et des conditions de production (eau, température) ;

- Tourisme : développer un « tourisme des quatre saisons », pour réduire la dépendance par rapport à la neige et prévenir l'effet négatif de trop fortes températures estivales.

Pour plus de détails, le lecteur pourra **se reporter au tableau final de ce chapitre** et aux rapports des groupes thématiques.

## Perspectives

Pour des raisons de faisabilité et de disponibilité des données, certains thèmes n'ont pas pu être traités. Ces choix ne préjugent pas de l'importance des impacts du changement climatique sur ces secteurs, qui devront faire l'objet d'une attention particulière dans des étapes d'approfondissement :

- La thématique « **urbanisme** » ainsi que les secteurs **aériens, ferroviaires, fluviaux, portuaires et transports en commun urbains**;
- Le secteur **de la pêche et de l'aquaculture** ;
- Les activités du **secteur tertiaire** (autres que le secteur du tourisme) ;
- Les activités du **secteur industriel** (autres que le secteur de l'énergie) ;
- Les impacts du changement climatique sur le **patrimoine culturel**.

L'intégration de **l'Outre-mer** dans l'évaluation des impacts et des mesures d'adaptation est une priorité majeure identifiée par le Groupe interministériel. La problématique du changement climatique y est différente de celle de la France métropolitaine et implique dès à présent des travaux permettant d'améliorer la connaissance de l'évolution des paramètres climatiques et de leurs conséquences dans ces zones.

Le travail réalisé par les groupes thématiques a par ailleurs permis d'identifier un certain nombre de **besoins transversaux de connaissances et d'observations**, afin d'avancer dans la compréhension des impacts économiques du changement climatique :

- Améliorer les **connaissances** des évolutions climatiques, en particulier pour les aléas restant soumis à une incertitude importante :
  - l'évolution du régime des précipitations ;
  - l'élévation du niveau de la mer ;
  - les conséquences du changement climatique sur le régime hydrologique ;
  - les évolutions des régimes d'insolation et de vent ;
  - la modification des caractéristiques physico-chimiques des habitats marins.
- Améliorer la **caractérisation** de certains aléas – les sécheresses ou les canicules par exemple – en terme d'intensité, ou encore de territorialisation ;
- Produire des **données territorialisées**, que cela soit pour les aléas, les modèles, les scénarios climatiques ou les scénarios de développement socio-économique ;
- Améliorer la **caractérisation et la quantification des impacts non marchands** ;

- **Intégrer les problématiques d'adaptation et d'atténuation**, par des travaux de recherche visant une meilleure identification de leurs synergies et conflits ;
- Améliorer la compréhension des comportements d'**adaptation spontanée** des différents acteurs ;
- Mener une réflexion sur la faisabilité et l'acceptabilité de la mise en œuvre des mesures d'**adaptation planifiée** ;
- Poursuivre les travaux sur les **coûts de l'adaptation (tant spontanée que planifiée)**, impliquant de disposer d'outils d'analyse économique de l'adaptation, à la croisée de **l'économie de l'incertain** et de **l'économie du long-terme** ;
- Améliorer la **prise en compte des interactions sectorielles** : les impacts du changement climatique sur un secteur donné seront en effet largement influencés par les impacts touchant les autres secteurs ;
- Identifier les impacts **hors de nos frontières** qui pourraient avoir des effets secondaires forts ;
- Lancer une réflexion globale et un effort d'anticipation sur les questions de **disponibilité et d'usages de l'eau** en contexte de changement climatique.

Enfin, de manière générale, la démarche devra être **déclinée à d'autres échelles**, et notamment celle des collectivités locales.

Les travaux de ce groupe interministériel s'inscrivent dans les engagements du Plan Climat. Leurs résultats, même non exhaustifs, pourront être mobilisés et approfondis pour des exercices futurs en particulier dans la perspective du Plan National d'Adaptation au changement climatique attendue à l'horizon 2011 et annoncée par la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement.

## Récapitulatif des évaluations quantitatives réalisées

Tableau 1 – Coûts (en termes monétaires, ou impacts « physiques ») appliqués aux différents impacts élémentaires identifiés (Note : en raison des nombreuses limites et incertitudes, il est indispensable de se reporter aux rapports des groupes thématiques avant toute interprétation des éléments rapportés dans ce tableau. **Un signe négatif peut ainsi se traduire comme une économie ou comme une perte selon l'impact considéré**)

Secteur/impact	Adaptation	2030 / CT		2050 / Moyen terme		2100 / Long terme	
		A2	B2	A2	B2	A2	B2
<b>Agriculture</b>							
Impacts sur le Maïs (hors contrainte eau, variation interannuelle et événements extrêmes)	Spontanée	-13 à +77M€/an	-30 à +85M€/an	-14 à +68M€/an	-3 à +71M€/an	-439 à +65M€/an	-68 à +30M€/an
Impacts sur le Blé (hors contrainte eau, variation interannuelle et événements extrêmes)	Spontanée	+47 à +84M€/an	+34 à +82M€/an	+67 à +102M€/an	+58 à +89M€/an	-13 à +147M€/an	+70 à +111M€/an
Impacts sur le Maïs des canicules	Sans adaptation	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	-120 à -192M€/an	-68 à -94M€/an
Impacts sur le Blé des canicules	Sans adaptation	-	-	-	-	-209 à -334M€/an	-118 à -163M€/an
Impacts sur la viticulture en Languedoc	Sans adaptation	-	-	-	-	-26 à -12% de rdt <sup>2</sup> /an	-18 à -6% de rdt/an
Impacts sur la viticulture en Languedoc	Spontanée	-	-	-	-	-3 à +30% de rdt/an	+11 à +46% de rdt/an
Impacts sur la viticulture en Bourgogne	Sans adaptation	-	-	-	-	+35,2% de rdt/an	+41,7% de rdt/an
Impacts sur la viticulture en Bourgogne	Spontanée	-	-	-	-	+53,7% de rdt/an	+41,7% de rdt/an
Impacts sur les prairies dans l'arc périméd.	Spontanée	-	-	-250 à -200M€/an			
<b>Forêt</b>							
Impact sur la croissance des forêts (et donc la productivité) (volumes) – sans tenir compte du risque incendie	Sans adaptation	+3,2Mds€ (cumulé), soit environ 150M€/an sur 22 ans			+6,2Mds€ (cumulé), soit environ 150M€/an sur 42 ans	Impact clairement négatif, mais non chiffré à ce stade.	
Impact des extrêmes sur la santé des forêts (et donc la productivité) : dépérissements etc. – sans tenir compte du risque incendie	Sans adaptation	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	Négatif mais non chiffré	
<b>Energie</b>							
Impact sur la consommation <sup>3</sup> d'électricité	Sans adaptation	-0,6Mtep/an	-0,8Mtep	-0,8Mtep	-0,7Mtep/an	-1,5Mtep/an	-1,2Mtep/an
Impact sur la consommation <sup>31</sup> d'électricité	Spontanée (clim)			+0,5Mtep/an	+0,5Mtep/an	+1Mtep/an	+1Mtep/an
Impact sur la consommation <sup>31</sup> de gaz naturel	Sans adaptation	-1,7 à -1,3Mtep/an	-2,4 à -1,8Mtep/an	-2,5 à -1,9Mtep : an	-2,1 à -1,6Mtep/an	-5 à -3,9 Mtep/an	-3,9 à -2,5Mtep/an
Impact sur la consommation <sup>31</sup> de fioul	Sans adaptation	-0,5Mtep/an	-0,6Mtep/an	-0,7Mtep/an	-0,7Mtep/an	-1,5Mtep/an	-0,8Mtep/an
Impact sur la consommation d'essence dans les VP	Sans adaptation	+0,1Mtep/an	-0 Mtep/an	+0,3Mtep/an	+0,3Mtep/an	+0,8Mtep/an	+0,6Mtep/an
Impact sur la consommation d'essence dans les VP	Spontanée (clim)	+0,5Mtep/an	+0,4Mtep/an	+0,7Mtep/an	+0,7Mtep/an	+1,2Mtep/an	+1Mtep/an
Impact de l'évolution de la ressource en eau sur la production d'électricité – canicule	Sans adaptation	-0,1 Mtep/an	0 Mtep/an	-0,1 Mtep/an	-0,1 Mtep/an	-0,2 Mtep/an	-0,4 à -0,3 Mtep/an
Impact de l'évolution de la ressource en eau sur la production d'électricité - débits	Sans adaptation			-0,9Mtep/an	-0,9Mtep/an	-0,9Mtep/an	-0,9Mtep/an
<b>Santé</b>							
Coût de la canicule 2003 pour l'assurance maladie	NA			-280M€ à +10M€			
Coût 'humain' de la canicule (années de vie perdue)				-500 M€ en 2003			

<sup>2</sup> Rdt = rendement. La traduction du lien rendement en coûts / gains monétaires n'est pas directe en viticulture, en raison notamment d'effets sur la qualité et de la relation prix rendements.

<sup>3</sup> Pour chauffage et refroidissement, dans le résidentiel tertiaire

Secteur/impact	Adaptation	2030 / CT		2050 / Moyen terme		2100 / Long terme		
		A2	B2	A2	B2	A2	B2	
Coût de l'inondation du Gard, 2002–prise en charge psychologique en secteur libéral hors long terme	NA	- 234 K€ en 2002 pour 953 personnes						
<b>Tourisme</b> Chiffre d'affaire estival soumis à une baisse d'attractivité climatique significative	Sans adaptation					15 à 19 Mds€/an	(A1B) 10 à 18 Mds€/an	
<b>Infrastructures</b> <u>Réseau routier national métropolitain non concédé</u> Impact des canicules de type 2003 Impacts des submersions marines (surélévation globale de 1 mètre du niveau de la mer)  <u>Impacts du CC sur les infrastructures et systèmes de transport ferroviaires, fluviaux, portuaires, autres réseaux routiers, transports en commun urbains</u>	Sans adaptation Sans adaptation	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	-70 à +9M€/an <sup>4</sup> -2Mds€ <sup>5</sup>		
		Impacts non étudiés au cours de cette phase						
<b>Risques naturels</b> Impacts des inondations sur 5 Bassins versants	Sans adaptation					Voir rapport du groupe.		
Impact des canicules sur le Réglem. Gen. d'Assain. Impact des risques côtiers en Languedoc	Sans adaptation Sans adaptation	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	-1080M€/an	-480M€/an	
		-15 à 35 Mds € (cumulé)						
<b>Biodiversité</b> Coût de la disparition des écosystèmes coralliens (fonctions de régulation) Coût des pertes de services de la forêt : fixation de carbone	Sans adaptation Sans adaptation	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	-6,5 Mds de \$		
						-589M€/an	-304M€/an	
<b>Eau</b> Déficit en Eau pour satisfaire les besoins actuels en Eau potable, industrie et irrigation	Sans adaptation	Négatif chiffré mais non	Négatif chiffré mais non	2 Mds m <sup>3</sup> /an de déficit		Négatif mais non chiffré		

<sup>4</sup> Appréciation forfaitaire du surcoût, obtenue par référence au budget d'entretien annuel moyen du patrimoine considéré, hors prise en compte (non chiffrée) des effets indirects, notamment ceux pouvant être causés aux fondations par la sécheresse et l'abaissement des nappes phréatiques, par les désordres géologiques affectant les falaises et le sous-sol et hors prise en compte (non chiffrée) des pertes d'usage, des impacts sur l'exploitation des réseaux routiers, sur la sécurité routière, sur l'exploitation des tunnels...

<sup>5</sup> Chiffrage obtenu par appréciation forfaitaire de la valeur patrimoniale du linéaire de routes considéré en 1<sup>ère</sup> approche comme exposées, hors ouvrages singuliers, hors pertes d'usage et impacts sur l'exploitation des réseaux routiers (non chiffrés)

## Récapitulatif des pistes d'adaptations identifiées

Ces options **ne constituent pas à ce stade des recommandations, mais plutôt des pistes à envisager dans le cadre des réflexions pour une planification de l'adaptation**. Leur pertinence, leur efficacité et leur faisabilité doivent être étudiées de manière intégrée, notamment en prenant en compte le contexte local. Pour une description plus détaillée de ces mesures, le lecteur est invité à se reporter aux rapports des groupes thématiques.

Thème	Pistes d'adaptation planifiée
<b>Général</b>	
<i>Observations</i>	Développer les réseaux terrestres et spatiaux d'observations météorologiques et hydrologiques
<i>Prévision</i>	Renforcer les systèmes de prévision et de modélisation du changement climatique
<i>Recherche</i>	Développer la recherche climatologique, notamment sur les tendances à moyen terme à 30 ans Développer la recherche sur les matériaux robustes et adaptés Développer la recherche sur les impacts et l'adaptation Etablir des modèles socio-économiques dynamiques pour recherche sur l'adaptation des individus et des systèmes <i>Note : les perspectives de recherche sont décrites de manière plus détaillée dans le rapport complet</i>
<i>Diffusion</i>	Organiser une mise à disposition des résultats des modèles climatiques - notamment les désagréments au niveau local, et des études sur les impacts Organiser la diffusion de l'information à l'attention des acteurs des secteurs économiques concernés Assurer un support méthodologique et technique envers les administrations et collectivités qui doivent utiliser ces informations nouvelles Structurer un système d'information sur l'adaptation au changement climatique
<b>Ressource en eau</b>	
<i>Adaptation de la demande</i>	<p><b>Par l'économie, modification des activités ou substitution à une autre ressource</b></p> <p>Réduire la consommation domestique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economies actives (éco-gestes) et économies passives (modification des technologies et standards de fabrication)</li> </ul> <p>Réduire la consommation agricole :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des besoins des cultures en eau d'irrigation, en particulier au moment où le déficit en eau est le plus important</li> <li>- Amélioration des techniques d'irrigation pour les rendre plus économes</li> <li>- Gestion raisonnée de l'irrigation favorisée par le découplage des aides aux grandes cultures</li> <li>- Réduction du volume d'irrigation en ne satisfaisant pas complètement le besoin de culture</li> <li>- Optimisation de la valorisation de l'eau disponible en diversifiant les calendriers d'arrosage et les cultures irriguées</li> <li>- Optimisation de l'efficacité de l'eau apportée quand l'arrosage est justifié</li> </ul> <p>Mise en place de systèmes agricoles alternatifs plus robustes et moins exigeants en ressource en eau</p> <p>Adapter les pratiques agricoles : mise en place d'une politique de diminution des intrants , promotion des légumineuses et de l'agriculture biologique notamment</p> <p><b>Par l'aménagement du territoire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promouvoir une planification efficace de l'aménagement du territoire aux niveaux appropriés impliquant une modification des schémas d'élaboration des politiques</li> </ul> <p><b>Par l'adaptation de la demande énergétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer le rendement des centrales de production</li> <li>- Mettre en place une gestion par chaîne d'ouvrages hydro-électriques (à envisager).</li> <li>- Promouvoir l'installation systématique des nouvelles centrales thermiques ou nucléaires dans les zones littorales avec prélèvements et rejets en mer (à étudier – en lien avec la biodiversité et les territoires notamment)</li> </ul>
<i>Adaptation de l'offre</i>	<p><b>Par le développement de nouvelles infrastructures</b></p> <p>En cas de sécheresses sévères :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place des infrastructures d'approvisionnement en eau supplémentaires (stockage des</li> </ul>

Thème	Pistes d'adaptation planifiée
	<p>eaux de surface ou souterraines, transferts d'eau ou recours à d'autres sources)</p> <p><b>Par l'intervention sur les débits d'objectif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réviser à la hausse les objectifs de débits en période d'étiage et de crise afin de réduire la pression sur les milieux aquatiques et de respecter les dispositions de la DCE</li> </ul>
<b>Risques naturels et Assurance</b>	
<i>Adapter la politique actuelle de gestion des catastrophes naturelles à une situation climatique changée.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer la connaissance des aléas, de la vulnérabilité et des coûts</li> <li>- Développer la mise en place de réseaux de mesures pérennes sur les sites représentatifs, et d'indicateurs de suivi</li> <li>- Renforcer l'approche multi-risques</li> <li>- Renforcer la politique actuelle de gestion des risques naturels par des stratégies « sans regret » (exploitant les volets connaissance, surveillance et prévision, information et mémoire, prise en compte des risques dans l'aménagement et la construction, évaluation du rapport coût/efficacité des techniques de réparation des constructions existantes sinistrées, gestion de crise)</li> <li>- Etablir une gestion globale et coordonnée à l'échelle des bassins de risque les plus sensibles</li> </ul>
<i>Risque inondation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formuler des réponses adaptées en fonction de chaque bassin versant (dans le cadre des plans type programmes d'action de prévention des inondations et plans de gestion grands fleuves).</li> <li>- Adapter les coûts aux situations rencontrées (préparation à la gestion de crise, prévision, sensibilisation, construction d'ouvrages de protection, adaptation de la réglementation de l'usage des sols).</li> <li>- Etudier les réponses adaptées au risque de ruissellement urbain.</li> </ul>
<i>Risques côtiers</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prendre en compte le changement climatique dans les documents d'aménagement et de planification</li> <li>- Développer des systèmes de vigilance et d'alerte</li> <li>- Analyser les effets de mesures de type : <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ recul stratégique</li> <li>➔ restauration du fonctionnement naturel (en cas de risque modéré : re-végétalisation, encadrement de la fréquentation touristique, suppression d'ouvrages de protection)</li> <li>➔ maintien du trait de côte (par des ouvrages de défense uniquement dans les zones à fort enjeu)</li> </ul> </li> </ul>
<i>Retrait-gonflement des argiles</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter les fondations des maisons individuelles à l'ampleur des retraits/gonflements en fonction du terrain</li> <li>- Mettre en place des dispositions plus globales (préconisées dans les règlements des Plans de prévention des risques naturels) prévoyant à la fois l'amélioration de la qualité de la construction – fondation et structure - et la diminution de l'ampleur des sollicitations par une meilleure maîtrise des variations hydriques du sol.</li> </ul>
<b>Biodiversité<sup>6</sup></b>	
<i>Améliorer les connaissances scientifiques et opérationnelles</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer et rationaliser le recueil de données de base permettant d'apprécier les impacts du changement climatique</li> <li>- Développer des nouveaux modèles prospectifs d'évolution de la biodiversité en lien avec les scénarios climatiques et prenant en compte les pressions locales aux échelles spatio-temporelles adéquates pour la prise de décision</li> <li>- Valoriser les espaces protégés comme socles privilégiés d'observation des impacts du changement climatique et de suivi des stratégies d'adaptation</li> <li>- Développer l'évaluation économique des services écosystémiques afin de pouvoir comparer les coûts et bénéfices réels de différentes options de gestion et d'adaptation</li> </ul>
<i>Intégrer les enjeux du changement climatique aux politiques existantes de conservation et de gestion de la biodiversité en France métropolitaine et d'outre-mer</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Accentuer les efforts de réduction des pressions sur la biodiversité autres que le changement climatique afin d'augmenter la résilience des écosystèmes</b></li> <li>- <b>S'assurer de l'intégration des problématiques liées à la biodiversité dans toutes les politiques, générales et sectorielles, d'atténuation et d'adaptation au changement climatique afin de maximiser les co-bénéfices</b></li> </ul> <p><b>Espèces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégrer le changement climatique dans le volet connaissance des plans nationaux d'actions relatifs aux espèces menacées, et améliorer les connaissances sur les impacts du changement climatique sur les espèces patrimoniales et d'intérêt économique et/ou récréatif</li> <li>- Renforcer les collaborations avec les pays limitrophes pour bien prendre en compte les migrations naturelles dues au changement climatique, par-delà les frontières administratives</li> </ul>

<sup>6</sup> D'autres exemples de mesures possibles sont listées en Annexe D.3.9.



Thème	Pistes d'adaptation planifiée
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer la prise en compte de la dimension infra-spécifique, élément crucial de l'adaptation des espèces au changement climatique</li> <li>- Repenser la notion d'espèce envahissante dans un contexte de changement climatique et adapter les politiques de prévention et de gestion</li> </ul> <p><b>Espaces protégés (y-compris les PNR)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintenir et étendre le réseau d'aires protégées -y compris pour le milieu marin- en intégrant la problématique du changement climatique dans la désignation de nouvelles aires</li> <li>- Intégrer le changement climatique dans les documents et modalités de gestion des espaces protégés</li> </ul> <p><b>Projets de territoire, réseaux écologiques et connectivité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer les stratégies d'adaptation de la biodiversité dans toutes les politiques ayant un impact territorial (outils de planification liés à l'urbanisme, politiques sectorielles avec un fort impact sur le territoire...)</li> <li>- <b>Mettre en place des réseaux écologiques (trame verte et bleue, trame bleu marine) afin de faciliter la mobilité des espèces sur l'ensemble du territoire et d'améliorer la fonctionnalité des écosystèmes</b></li> <li>- Généraliser en milieu marin l'approche écosystémique en prenant en compte les activités humaines</li> </ul>
<i>Intégrer de nouveaux principes et outils dans ces mêmes politiques publiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Promouvoir la gestion adaptative</b> afin de définir des modalités de gestion prenant en compte les incertitudes futures, révisées au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles informations ou recherches</li> <li>- Concilier la sauvegarde d'un maximum d'espèces et une approche fonctionnelle afin d'assurer le maintien des propriétés des écosystèmes et des services qui en dépendent</li> <li>- Elaborer un arbre de décision permettant de définir les modalités d'intervention ou de non-intervention les plus adéquates</li> </ul>
<i>Promouvoir une gouvernance intégrée</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Proposer un schéma général de gouvernance</b> organisant les dispositifs de pilotage et d'animation existants pour gérer toutes les dimensions de la biodiversité et des services écosystémiques aux échelles spatio-temporelles adéquates</li> <li>- Mettre en place les structures de pilotage et d'animation multipartites et créer les lieux de débats</li> <li>- Développer la capacité d'analyse et d'anticipation des acteurs pour poser un diagnostic et définir des priorités d'action</li> </ul>
<i>Sensibiliser et mobiliser l'ensemble des acteurs</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Promouvoir les stratégies / mesures qui impliquent les usagers et acteurs locaux</b></li> <li>- Développer les recherches en sciences sociales sur l'acceptation des mesures d'adaptation</li> <li>- Mettre en place des actions de sensibilisation et de mobilisation du public sur l'ensemble des interactions biodiversité-changement climatique</li> </ul>
<b>Agriculture</b>	
<i>Grandes cultures</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversifier les systèmes de culture, permettant de combiner « esquivage », « évitement » et « tolérance »</li> <li>- Augmenter la durée de végétation pour permettre la succession de cultures été-hiver là où jusqu'ici, seules des monocultures sont possibles</li> <li>- Mener une réflexion sur la pertinence de l'implantation de nouvelles cultures, comme le sorgho qui conviendrait particulièrement aux nouvelles conditions climatiques à la fois s'agissant de la digestibilité animale, de résistance à la sécheresse ainsi qu'au plan thermique. Il faudra alors prendre en compte l'approche par « filière », en étudiant les conséquences.</li> </ul>
<i>Viticulture</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procéder à des recherches génétiques pour de nouveaux cépages adaptés aux terroirs (en matière de précocité, durée du cycle, besoins en froid, sensibilité au gel)</li> <li>- Mener une réflexion sur l'évolution des AOC en lien avec le changement climatique</li> <li>- Mettre au point de nouvelles techniques d'irrigation</li> </ul>
<i>Prairies et cultures fourragères</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étendre l'exploitation à des surfaces d'ajustement si elles existent (estives d'altitude) ou création de ces surfaces (sorgho ou maïs à double fin).</li> <li>- Ré-analyser les politiques à long terme de gestion de l'eau pour favoriser l'irrigation des petites surfaces : capacité à stocker les excédents pluviométriques d'hiver permettant en même temps les irrigations de complément en fin de printemps et en été.</li> <li>- Aider à la mise en œuvre des actions d'adaptation dans le cadre de contrats collectifs (en commun entre éleveurs ou entre éleveurs et cultivateurs ou entre plaine et montagne).</li> <li>- Anticiper les impacts de l'évolution du climat sur le cheptel, en adaptant notamment les bâtiments d'élevage pour limiter les impacts de la canicule sur les performances animales.</li> </ul>
<b>Forêts</b>	

Thème	Pistes d'adaptation planifiée
<i>Général</i>	<p><b>Gestion sylvicole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Récolter plus : mesures pour récolter plus et conserver un stock forestier « raisonnable »</li> <li>- Baisser l'âge d'exploitation/des rotations</li> <li>- Choisir les essences adaptées</li> <li>- Diversifier les peuplements</li> <li>- Favoriser les migrations des essences par une gestion des régénérations en synergie avec les corridors de migration</li> <li>- Gérer les volumes supplémentaires issus d'aléas notamment tempêtes</li> <li>- Développer de nouvelles modalités de gestion des forêts de protection contre les risques naturels pour garantir la pérennité du boisement et sa production</li> <li>- Renforcer et systématiser les mesures visant à réduire les autres agressions contre les écosystèmes forestiers fragilisés</li> </ul> <p><b>Recherche, observation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travailler sur la robustesse/résistance des essences (génétique, amélioration)</li> <li>- Développer un système de suivi des impacts du changement climatique</li> </ul> <p><b>Planification spatiale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modeler (extension et évolution) la gestion des aires protégées forestières</li> <li>- Spécialiser les territoires</li> </ul> <p><b>Industrie, débouchés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter l'industrie aux bois pouvant être produits par les forêts de demain (essences, caractéristiques, géographie...) dans le respect d'une préservation maximale des capacités écologiques des écosystèmes</li> <li>- Développer des normes et appliquer les mesures visant à favoriser l'usage du bois (notamment dans la construction)</li> </ul>
<i>Feux de forêt</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer la prévision dans les dispositifs zonaux (météo notamment)</li> <li>- Utiliser des technologies nouvelles de traitement de l'information pour améliorer la détection, la surveillance et le contrôle</li> <li>- Mener des actions de prévention en matière d'urbanisme à la fois par voie de sensibilisation et par voie réglementaire portant sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ une compacité plus grande de l'urbanisation</li> <li>➔ la voirie desservant l'urbanisation proche de la forêt.</li> <li>➔ la gestion de l'interface entre l'urbanisation et la forêt.</li> <li>➔ la construction de réseaux (eau, électricité).</li> <li>➔ la construction d'habitations et leurs appendices extérieurs.</li> <li>➔ la trame verte.</li> </ul> </li> <li>- Améliorer la gestion sylvicole (augmentation de la biomasse, traitement des peuplements déperissants, gestion des forêts de montagne)</li> <li>- Rechercher l'optimisation des moyens de lutte contre l'incendie en termes de coût/efficacité (choix du guet armé, ou positionnement de la flotte d'avions ou d'hélicoptères bombardiers d'eau)</li> <li>- Réexaminer les financements à tous les échelons (prévention locale jusqu'à la stratégie de lutte à l'échelon UE, Etat, collectivités, assureurs, privé)</li> </ul>
<b>Santé</b>	
<i>A court terme (5 ans)</i>	<p><b>Actions prioritaires de santé publique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place une structure interministérielle chargée de coordonner les compétences nationales en matière d'étude des conséquences sanitaires du changement climatique, d'évaluer régulièrement l'impact et l'évolution de ces conséquences, de mobiliser les capacités des différents secteurs, de réaliser et actualiser la priorisation nécessaire des conséquences sanitaires du changement climatique, de suivre, évaluer et orienter les actions de santé publique et des recherches engagées, enfin de permettre une meilleure articulation des échanges au niveau européen et international.</li> <li>- Mettre en place ou renforcer la surveillance des facteurs sanitaires et environnementaux pouvant être modifiés par le changement climatique <ol style="list-style-type: none"> <li>1. surveillance des populations vectorielles et d'hôtes réservoirs ;</li> <li>2. surveillance de la qualité de l'air et des eaux continentales, côtières et estuariennes, et des sols ;</li> <li>3. surveillance des rayonnements naturels ;</li> <li>4. surveillance des résistances et des adaptations des agents pathogènes ;</li> <li>5. surveillance des pneumallergènes.</li> </ol> </li> </ul>

Thème	Pistes d'adaptation planifiée
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place et généraliser des plans de réponse aux phénomènes météorologiques extrêmes (sur les modèles de plans existants : canicule, grand froid, ouragan...) incluant l'étude systématique des effets sanitaires (somatiques et psychologiques) de ces phénomènes.</li> <li>- Evaluer les plans existants.</li> <li>- Organiser la prise en charge des populations fragiles et à risque de fragilité (personnes âgées, personnes atteintes d'affection de longue durée, personnes précaires...) face aux phénomènes climatiques extrêmes.</li> <li>- Intégrer les risques sanitaires d'origine climatique aux formations initiale et continue des professions de santé.</li> <li>- Intégrer les risques sanitaires d'origine climatique dans les messages et campagnes d'information à destination du public et des médias notamment à destination des adolescents.</li> </ul> <p><b>Recherches prioritaires dans le domaine de la santé</b>  <i>Les termes des propositions faites ci-dessous portent sur l'obtention de résultats et non sur le délai de mise en œuvre. Des résultats intermédiaires pourront être utiles dans les décisions de santé publique</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promouvoir la recherche sur les capacités d'adaptation de l'homme aux changements climatiques. Ce développement doit être multidisciplinaire et porter à la fois sur : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La santé publique et l'impact économique surtout en temps de crise ;</li> <li>2. La clinique et en particulier la physiopathologie et le traitement du choc thermique dû au coup de chaleur ;</li> <li>3. La physiologie de la thermolyse, en particulier chez le sujet âgé ;</li> <li>4. La biologie moléculaire et la génétique, intégrant le génome mitochondrial.</li> </ol> </li> <li>- Conduire des recherches sur la perception des conséquences sanitaires du changement climatique dans la population et les comportements subséquents.</li> <li>- Développer des recherches expérimentales sur les capacités d'adaptation des agents infectieux et de leurs hôtes au changement climatique, et sur les effets mutagènes des rayonnements naturels sur les agents infectieux.</li> </ul> <p><b>Pour le long terme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer ou soutenir la recherche sur les capacités d'atténuation des effets sanitaires du changement climatique, et/ou d'adaptation, en adoptant une position proactive (liens entre santé des écosystèmes et santé des populations).</li> </ul>
<i>A moyen terme (15 ans)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveiller l'impact sanitaire des modifications de la diversité biologique (flore et faune).</li> <li>- Mettre en œuvre une observation des événements de mutation des agents infectieux et de leurs hôtes, notamment en lien avec les rayonnements naturels.</li> <li>- Evaluer l'impact de réchauffement climatique sur la qualité des eaux et la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire, en particulier dans les COM-ROM et sur le pourtour méditerranéen</li> </ul>
<b>Energie</b>	
<i>Adaptation de la demande</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer des technologies de refroidissement de l'air (développement de technologies de refroidissement plus efficaces énergétiquement pour les bâtiments et les véhicules)</li> <li>- Faciliter le développement d'un cadre bâti et d'un urbanisme réduisant la demande d'énergie, notamment celle de climatisation</li> </ul>
<i>Adaptation de l'offre</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer les procédés de refroidissement des centrales énergétiques</li> <li>- Rendre les installations énergétiques plus robustes aux extrêmes climatiques</li> <li>- Généraliser les systèmes de gestion des tranches</li> <li>- Affiner le processus de gestion de crise</li> <li>- Identifier les structures sensibles à la remontée du niveau de la mer</li> </ul>
<i>Transversal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer les outils de modélisation de l'offre et de la demande en fonction du climat</li> </ul>
<b>Tourisme</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favoriser les politiques de diversification de l'offre touristique, particulièrement pour les sites et activités très dépendants du climat : <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ diversification des activités et des sources de revenus en hiver (hors ski) ;</li> <li>➔ développement d'un « tourisme des quatre saisons », pour réduire la dépendance par rapport à la neige</li> <li>➔ diversification des activités dans les stations balnéaires</li> </ul> </li> </ul>
<b>Infrastructures de transport et cadre bâti</b>	
<i>Infrastructures</i>	<p><b>Cas des infrastructures portuaires, ferroviaires, fluviales et des routes ne relevant pas du réseau routier national non concédé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engagement d'une démarche avec les gestionnaires de réseaux concernés : collectivités territoriales, Réseau ferré de France, grands ports maritimes, Voies navigables de France, compagnie nationale du Rhône, sociétés concessionnaires d'autoroutes, sociétés gestionnaires de tunnels, RATP, sociétés gestionnaires de transports en commun urbain...</li> </ul> <p><b>Gestion des réseaux</b></p>

Thème	Pistes d'adaptation planifiée
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développer des analyses de risque par réseau, par itinéraire et pour les ouvrages majeurs</li> <li>- Sélectionner les axes stratégiques et les points sensibles devant bénéficier d'un aménagement prioritaire</li> <li>- Développer les outils de communication, adapter les outils de gestion du trafic</li> </ul> <p><b>Référentiels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réviser les référentiels pour la construction (génie civil, fondations, équipements) et l'utilisation des réseaux de transport (véhicules, gestion du trafic, incidence sur la sécurité routière...) afin de tenir compte des modifications des actions d'origine climatique</li> <li>- Réviser la doctrine de l'entretien routier : recherche d'un nouvel équilibre entre niveaux de service, dimensionnement, fréquence des opérations d'entretien.</li> <li>- Préciser le concept d'aménagement réversible</li> <li>- Ces projets sont à engager parallèlement à une démarche d'amélioration des connaissances sur le comportement des matériaux et des structures (par exemple aux effets répétés des fortes chaleurs...) et sur le développement de solutions constructives innovantes (matériaux alvéolaires permettant le stockage de l'eau...)</li> </ul> <p><b>Elaboration de différentes stratégies d'adaptation face au risque côtier et d'inondation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déplacement de l'infrastructure en « repli » vers l'intérieur</li> <li>- Maintien sur place avec aménagements appropriés de protection assurant le niveau de sécurité requis : systèmes d'évacuation des eaux, aménagement de zones inondables ; pompes (secteurs sensibles urbains) ; rehaussement de l'assise ; édification, surélévation, renforcement d'ouvrages de protection</li> <li>- Maintien sur place de l'infrastructure en acceptant des submersions temporaires (sous réserve qu'elles ne soient pas brutales), avec mise au point de dispositifs de surveillance, d'alerte, de gestion de crise, et la mobilisation anticipée d'itinéraires ou de moyens de transport de substitution ; inspection post-submersion des réseaux d'infrastructure de transport et des systèmes de sécurité qu'elles nécessitent pour leur exploitation</li> <li>- L'élaboration de telles stratégies repose sur un travail d'identification locale et détaillée des infrastructures concernées, de leur niveau de protection actuel et des fonctions qu'elles remplissent</li> </ul> <p><b>Cas de la gestion de l'eau pour les voies navigables (mesure identifiée en phase 1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réfléchir sur la problématique de gestion des conflits d'usage de l'eau. Pour répondre aux différents besoins, il peut s'agir de développer des ouvrages de soutien ou de rechercher des solutions alternatives pour certains usages (pompage dans les eaux souterraines, raréfaction de l'irrigation ...)</li> </ul> <p><b>Cas du milieu urbain (mesure identifiée en phase 1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'interroger sur le rôle que pourrait jouer la végétation en milieu urbain en lien avec ses impacts sur des « micro-climat », mais aussi de façon plus générale pour son rôle sur les crues ou sur la tenue des sols</li> </ul>
<i>Cadre bâti</i>	<p><b>Energie et cadre bâti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mener des actions visant à réduire la consommation énergétique en chauffage et climatisation notamment à l'échelle des bâtiments (conception, isolation thermique, équipements plus performants, contrôle de qualité des travaux, évolution comportementale des occupants).</li> </ul> <p><b>Santé et cadre bâti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter les bâtiments pour limiter la vulnérabilité des occupants aux effets d'une période de canicule.</li> <li>- Mener des actions visant à faire évoluer durablement le comportement des occupants</li> </ul> <p><b>Risques naturels et cadre bâti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter les bâtiments au risque de retrait/gonflement des argiles (voir Risques naturels et assurance)</li> <li>- Anticiper les impacts des inondations (voir Risques naturels et assurance).</li> </ul> <p><b>Territoires et cadre bâti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en perspective la prise en compte des impacts sur les bâtiments, suivant les territoires</li> </ul>