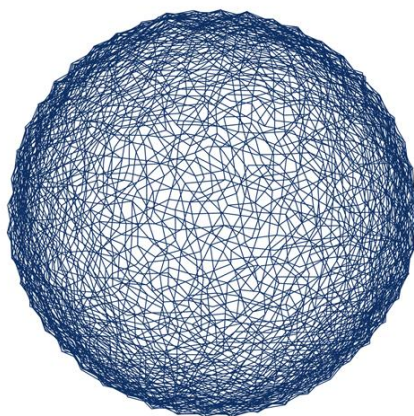


# ÉTUDES FRANÇAISES SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

(version provisoire au 25 novembre 2009)



COP15  
COPENHAGEN  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2009

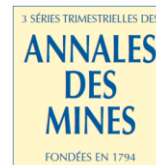
Dossier préparé pour l'événement parallèle du 11 décembre 2009  
Conférence des Nations Unies sur le Changement Climatique  
(Copenhague, 7-18 décembre 2009)

Par l'AFPCN



Association Française  
pour la Prévention des  
Catastrophes Naturelles  
(AFPCN)

En collaboration avec





## Préface

Par **Madame Chantal Jouanno**, secrétaire d'Etat chargée de l'Ecologie

Les enjeux des changements climatiques sont incommensurables. Chacun doit s'alarmer de cette réalité. S'alarmer de l'ampleur du réchauffement que la planète subira et de la multiplication des événements extrêmes si nous ne faisons rien. S'alarmer de la violence et de la multiplicité des impacts du réchauffement sur notre climat, sur nos éco-systèmes, sur nos modes de vies, sur notre civilisation. Il y a urgence. Il faut agir maintenant. Le coût de l'inaction sera plus élevé que le coût de l'action, nous l'a rappelé Sir Nicolas Stern. Nous devons agir, et sur tous les fronts. Sur le front de l'atténuation du changement climatique mais aussi sur le front de l'adaptation.

Sur le front de l'atténuation aux changements climatiques, la France s'est donnée les moyens de respecter ses engagements internationaux. Bien qu'ayant déjà l'un des plus bas taux d'émission de gaz à effets de serre rapporté à notre PIB, nous nous sommes fixés, comme l'ensemble de l'Union Européenne, des objectifs de réduction ambitieux. Mieux que de respecter ces objectifs, nous les avons dépassés. C'est un encouragement à poursuivre nos efforts, sans relâche.

Le front de l'adaptation au changement climatique est fondamental. S'adapter au changement climatique, c'est anticiper, en dépit de l'incertitude des impacts, sur les réactions spontanées des éco-systèmes et de la société dans toutes ses composantes. C'est un exercice difficile car il fait appel à de nombreuses disciplines et dépend des particularités de chaque territoire, qui doivent être examinées au cas par cas. Nos mesures d'adaptation sont pilotées par l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC). Ce dernier a élaboré notre stratégie nationale adoptée en 2006. C'est également l'ONERC qui travaille à l'adoption en 2012 du plan national climat dont l'une des étapes préparatoires sera une concertation nationale en 2010.

Le présent ouvrage, établi à l'occasion de la Conférence des Nations Unies sur le changement climatique de Copenhague (2009), comprend différentes études nationales sur ce thème de l'adaptation au changement climatique. Il illustre la volonté de la France de mobiliser tous les acteurs de la société, scientifiques, institutions, société civile, autour des enjeux du climat, de son atténuation et de son adaptation.

Le constat est unanime : le changement climatique aura des impacts majeurs sur les territoires : montée du niveau de la mer, multiplication des canicules et des sécheresses, augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles... Nous avons la responsabilité d'agir, non pas pour nos petits-enfants, mais pour nos enfants. Nos concitoyens l'ont compris. Leurs inquiétudes et leurs exigences sont fortes dans le domaine de la prévention des risques. Soyons à la hauteur de leurs attentes. Mieux comprendre ces phénomènes participe à une politique efficace de prévention. Cet ouvrage y contribue.

Chantal Jouanno  
Secrétaire d'Etat chargée de l'Ecologie



## Sommaire

<b>Préface par Madame Chantal Jouanno, secrétaire d'Etat chargée de l'Ecologie</b> .....	3
<b>1. Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), Rapport annuel exposant les travaux du groupe interministériel "Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France"</b> .....	7
<b>Introduction par Paul Vergès, Président de l'ONERC</b> .....	9
<b>Résumé pour décideurs</b> .....	11
<b>Compléments pour quelques domaines</b> .....	19
<b>Ressource en eau</b> .....	19
<b>Risques naturels et assurances</b> .....	25
<b>Agriculture</b> .....	31
<b>2. Académie des Sciences, Rapport Science et Technologie : Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux aux événements climatiques extrêmes</b> .....	35
<b>Introduction par Jean Dercourt, Secrétaire perpétuel de l'Académie</b> .....	37
<b>Résumé exécutif</b> .....	39
<b>3. Programme de recherche : Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC)</b> .....	43
<b>Présentation par Claude Millier, Président du Conseil Scientifique du programme</b> .....	45
<b>Résumés de quelques projets et de leurs résultats (disponibles uniquement en anglais)</b> .....	47
<b>L'initiative DRIAS</b> .....	55
<b>Projet de mise en réseau CIRCLE MED</b> .....	57
<b>4. Association Française pour la prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN)</b> .....	59
<b>Présentation par Christian Kert, Député des Bouches du Rhône, Président de l'AFPCN et du Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (COPRNM)</b> .....	61

Note de la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer : <b>Les instances consultatives sur la prévention des risques naturels et le changement climatique</b> .....	63
Extraits de la journée du 6 février 2008 : <b>Adaptation au changement climatique : les risques naturels</b> .....	67
Extraits du colloque de novembre 2008 : <b>Des catastrophes du passé au défi du changement climatique</b> .....	75
<b>5. Revue « Responsabilité et Environnement », Série des Annales des Mines, numéro d'octobre 2009 : L'adaptation au changement climatique</b> .....	93
<b>Editorial par Pierre Couveinhes, Rédacteur en chef des Annales des Mines</b> .....	95
<b>Résumé des articles</b> .....	97
<b>Sources et contributions</b> .....	109

1.

# Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC)

Rapport annuel exposant les travaux du groupe interministériel “Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l’adaptation en France”







## Introduction par le Président de l'ONERC

Les conclusions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) énoncées dans son dernier rapport de 2007 sont sans appel : l'homme est bien responsable du changement climatique que connaît la Terre. Malgré ce constat, la prise de conscience ne s'est pas encore concrétisée en actions concrètes : les émissions de gaz à effet de serre se sont accélérées depuis 1990 et même en cette période de crise économique mondiale que nous connaissons depuis 2008, les mesures de concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ne montrent pas de changement de tendance.

Compte tenu de l'inertie du système climatique, le réchauffement va s'amplifier durant les décennies à venir même si les émissions cessaient brutalement. L'augmentation continue des émissions au rythme actuel pourrait nous entraîner vers un dérèglement climatique catastrophique. Réunis à Copenhague en mars 2009 de nombreux chercheurs ont constaté que les émissions de ces dernières années et certains aspects du climat se rapprocheraient du scénario le plus pessimiste envisagé par le GIEC.

Nos sociétés doivent réagir afin de maintenir le réchauffement dans des limites permettant d'éviter les effets d'emballement climatiques et les conséquences catastrophiques qu'ils entraîneraient pour les populations. L'effort à faire est indispensable et immense afin de limiter de manière considérable nos émissions de gaz à effet de serre. Cela implique des mutations profondes de nos systèmes économiques, industriels, agricoles, de notre mode de vie et de nos comportements.

L'attribution du prix Nobel de la paix aux chercheurs du GIEC et à Al Gore a valeur de symbole fort car les ravages qui pourraient accompagner un changement radical de notre climat sont comparables à ceux d'une guerre. Il est temps de passer à l'action et la prochaine réunion, à Copenhague, de la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique se doit de déboucher sur un accord ambitieux entre tous les pays pour faire face à ce défi.

Ce n'est pas la première fois que l'humanité est confrontée à la nécessité de s'adapter à de nouvelles conditions de vie, et de nombreuses sociétés ont su surmonter des difficultés considérables grâce à une évolution de leurs pratiques. C'est ainsi que l'homme a pu coloniser des territoires particulièrement inhospitaliers comme les régions arctiques ou certains déserts tropicaux. Mais à l'inverse de ces exemples que l'histoire nous rapporte, l'homme moderne a la chance de pouvoir anticiper les changements et d'organiser son adaptation. Il faut saisir cette chance et planifier dès à présent les modifications à apporter à nos comportements.

Depuis sa création en 2001, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) est un outil essentiel pour apporter aux pouvoirs publics et aux élus les bases nécessaires aux choix stratégiques et orienter les décisions politiques. Après avoir proposé une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique pour la France, l'ONERC a piloté, avec le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat un groupe de travail interministériel sur les impacts du changement climatique, l'adaptation et les coûts associés.

À la différence des travaux réalisés ces dernières années, comme ceux de la Banque Mondiale, de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques ou du rapport Stern, le but n'était pas d'obtenir une estimation globale des coûts mais de procéder à une description la plus exhaustive possible des impacts et à donner des premiers éléments de coût de ces impacts par secteur et de quelques mesures d'adaptation. L'exercice s'est révélé novateur, en particulier par le

grand nombre d'acteurs mobilisés, mais il s'est heurté à un manque de données et de références ce qui prouve l'importance du chemin encore à parcourir. L'incertitude sur les projections climatiques est grande, elle l'est encore plus lorsqu'on essaie de quantifier les impacts qu'aura le changement climatique, mais elle ne doit pas justifier l'attentisme et le manque de décision.

Dans le concert des nations développées, la France est parmi celles qui ont le plus avancé dans le domaine de la lutte contre le changement climatique et de l'adaptation à ses conséquences. Il convient maintenant de tirer parti des connaissances rassemblées par ce groupe interministériel pour réaliser un plan national d'adaptation ambitieux annoncé par la loi de programmation relative au Grenelle de l'environnement, adoptée le 3 août 2009. Le ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat a souhaité que la préparation de ce plan fasse l'objet d'une vaste concertation nationale. Cette concertation qui se déroulera tout au long de l'année 2010 permettra de recueillir les avis de la société civile, des collectivités mais aussi de nos concitoyens sur un domaine encore trop peu connu.

Paul Vergès

Président de l'ONERC

Président de la Région La Réunion

# Rapport Annuel 2009 de l'ONERC

## Résumé pour décideurs

Le changement climatique est aujourd'hui une réalité et ses conséquences auront un impact significatif à moyen terme sur notre environnement et nos modes de vie. Le Grenelle Environnement recommande de les anticiper dès aujourd'hui afin de minimiser les impacts socio-économiques afférents et de 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.

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

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'organismes de recherche et d'acteurs privés. 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 un approfondissement dans des étapes ultérieures.**

### Cadrage méthodologique

Le parti pris a été de produire des évaluations sectorielles aux horizons 2030, 2050 et 2100, sans volonté d'agrégation des résultats. À ce stade, les travaux thématiques ne visaient pas l'exhaustivité : seuls certains impacts ont été évalués de manière quantitative.

Le groupe a choisi de travailler à partir des scénarios A2 et B2 du GIEC, selon les simulations réalisées par le Centre national de recherches météorologiques (CNRM)/Météo-France, avec le modèle Arpège-Climat. A2 est un scénario plutôt pessimiste, B2 un scénario optimiste : ces deux scénarios sont généralement ceux adoptés dans les analyses d'impacts du changement climatique.

**En l'absence d'une prospective socio-économique de long terme régionalisée et par secteur sur la France, il a été décidé de travailler en conservant la situation socio-économique française actuelle** (scénario dit à « économie constante »). Ce choix permet d'isoler l'impact du changement climatique de celui d'autres évolutions et de ne pas ajouter des incertitudes macro-économiques aux incertitudes relatives aux aspects climatiques. Ce choix reste néanmoins restrictif et limitant pour certains secteurs pour lesquels une évolution socio-économique est d'ores et déjà anticipée ou pour lesquels ces évolutions constituent un facteur déterminant de la vulnérabilité au changement climatique.

### Périmètre et résultats des travaux thématiques

Seul un nombre restreint de secteurs a été étudié et au sein de ces secteurs, l'analyse n'a porté que sur une sélection d'impacts du changement climatique. Les coûts estimés doivent être considérés comme des **ordres de grandeur** en raison des limites des méthodologies utilisées et de la non-exhaustivité des évaluations réalisées. Le détail des évaluations quantitatives est consigné dans le rapport général.

## Ressource en eau

Si l'on considère une stabilité de la demande, un déficit de **2 milliards de m3 par an** pour la satisfaction des besoins actuels de l'industrie, l'agriculture (irrigation) et l'alimentation en eau potable serait observé à **l'horizon 2050**. Les projections indiquent que les zones les plus touchées seraient les zones déjà concernées aujourd'hui par des déficits structurels. L'estimation de 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. Elles pourraient représenter des investissements et des dépenses de fonctionnement très importants.

## 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. A titre d'exemple, 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 et à urbanisation constante. 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 du trait de côte par érosion ou submersion marine**, en conséquence du changement climatique (remontée du niveau de la mer), devrait concerner in fine environ cent mille personnes et conduire à la destruction de logements pour un coût s'élevant à **plusieurs dizaines de milliards d'euros à l'échelle du siècle, et ce 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 ici des incertitudes importantes qui demeurent quant à l'impact attendu. 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 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.

## Biodiversité

Bien qu'il soit parfois difficile d'isoler les impacts du changement climatique des autres pressions subies par les écosystèmes et bien que la problématique soit très différenciée selon les écosystèmes et les espèces, **des signes de modification de la biodiversité 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 notamment, mais les **effets indirects** pourraient être au moins aussi importants. Il est donc essentiel de mieux connaître 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. De plus, la **préservation d'écosystèmes naturels et de leur résilience peut également constituer une action d'adaptation** (lutte contre les inondations par exemple). L'évaluation économique des pertes de

biodiversité s'est appuyée sur la notion de services écosystémiques. Cette approche, appliquée aux écosystèmes coralliens et aux services non marchands fournis par la forêt fait état d'impacts clairement négatifs. Plus globalement, **des pertes économiques significatives liées à la diminution voire la disparition de services de régulation** sont à attendre en particulier dans la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. Privilégier la gouvernance territoriale peut permettre de mieux intégrer la protection de la biodiversité et de concilier les différents enjeux, aux échelles spatiales pertinentes.

### Santé

Le travail d'évaluation économique a porté sur l'impact de deux événements extrêmes majeurs (canicule de 2003 et inondation du Gard en 2002). La mesure de l'impact de la canicule a pris en compte les coûts réels et les coûts évités pour l'assurance-maladie, 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, le coût global pour la société dans son ensemble est néanmoins considérable. On estimerait la valeur perdue par notre société du fait de la **canicule 2003** à un peu **plus de 500 millions d'euros** dans l'hypothèse d'une perte moyenne d'une année de durée de vie<sup>1</sup>. 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. Concernant **les inondations du Gard**, le coût de la prise en charge des personnes présentant des troubles psychologiques a été estimé à environ **234 000 euros (pour 953 personnes)**. Il s'agit d'une estimation basse, puisqu'elle ne porte que sur le coût des soins (les coûts indirects et intangibles n'ayant pas été chiffrés).

### Secteur agricole

Les modèles de croissance des grandes cultures utilisés projettent une hausse de rendement en réponse au changement climatique (notamment du blé jusqu'à l'horizon 2100). Cette hausse ne tient pas compte des variabilités interannuelles et de la baisse de disponibilité 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. À 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 mesure d'adaptation. La **viticulture** sera également affectée par le changement climatique, avec des disparités territoriales fortes et des effets sur la qualité des vins. Dans le cas **des prairies**, l'exercice réalisé pour la **zone périméditerranéenne**, amène à un coût de compensation des pertes de **200 millions d'euros par an** sur la seconde moitié du XXI<sup>e</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 terme 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. Néanmoins, sur cette même période, **les gains de productivité escomptés sont 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 clairement négatifs à long terme**. Afin de pallier ces effets, l'adaptation du secteur forestier devra mettre à contribution l'ensemble des

---

<sup>1</sup> Chiffrage réalisé selon les recommandations du rapport Boiteux (2001).

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 ».

### Énergie

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 M tep/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. 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 hydro-électriques**, pour lesquelles l'eau constitue la « matière première », et à **des pertes de rendement** des infrastructures de production et de transport de l'énergie.

### Tourisme

Les résultats fournis par une étude du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED) et de Sogreah, fondés 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 un confort maximal des touristes. Cette dégradation est moins marquée dans la moitié Nord de la France (Côte Nord-Ouest particulièrement), ainsi que certains départements de montagne (dans les Alpes notamment). **En 2100, un impact significatif sur le chiffre d'affaire estival** est à attendre, en raison d'une évolution à la baisse de l'attractivité touristique sauf dans le nord 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

Le changement climatique prévu pourrait rendre nécessaires des adaptations au niveau des infrastructures routières. Si la canicule de 2003 n'a pas semblé engendrer de désordres généralisés mettant en cause la pérennité des structures de chaussées ni des ouvrages d'art, les effets dus aux  **périodes répétitives de canicule**  ne sont pas connus à ce jour. 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 les routes nationales métropolitaines (hors autoroutes, hors autres voiries), hors pertes d'usage et 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) situé dans une fourchette comprise entre **500 millions et 1,2 milliard d'euros**. Il pourrait atteindre 2 milliards d'euros dans le cas où les protections actuelles se

révéleraient insuffisantes. Pour des raisons de disponibilité de données, les infrastructures hors du réseau national non concédé, les infrastructures portuaires, ferrées et fluviales n'ont pas été étudiées.

### Territoires

Les travaux ont spécifiquement porté sur la question de l'échelle d'analyse pertinente, sur les interactions sectorielles à l'échelle des territoires et la notion de **transition vers le changement**. Il a été 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. À 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.

### Éléments 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 opportunités 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 différents secteurs si aucune adaptation n'est entreprise**.

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 de l'énergie, avec le développement spontané de la climatisation qui 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.

Les impacts du changement climatique ne seront pas 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 socio-économiques territoriales susceptibles d'influencer la vulnérabilité des systèmes ;
- d'un point de vue individuel, les acteurs 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 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**

Si les travaux se sont principalement concentrés sur les impacts du changement climatique, quelques pistes d'adaptation ont été recensées ou proposées. 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.

On donne ici quelques exemples non exhaustifs des pistes identifiées :

- général : organiser une mise à disposition des résultats des modèles climatiques notamment les désagréments au niveau local et des études sur les impacts ;
- eau : mise en place de systèmes agricoles alternatifs plus robustes et moins exigeants en ressource en eau (déjà inclus dans Objectif Terres 2020) ;
- risques naturels : prendre en compte le changement climatique dans les documents d'aménagement et de planification ;
- biodiversité : valoriser les espaces protégés comme socles privilégiés d'observation des impacts du changement climatique et de suivi des stratégies d'adaptation ;
- santé : intégrer les risques sanitaires d'origine climatique aux formations initiale et continue des professionnels de santé ;
- agriculture : diversifier les systèmes de culture, permettant de combiner « esquivage », « évitement » et « tolérance » ;
- énergie : faciliter le développement d'un cadre bâti et d'un urbanisme réduisant la demande d'énergie, notamment celle de climatisation ;
- tourisme : développer un « tourisme des quatre saisons », pour réduire la dépendance par rapport à la neige.

### **Perspectives**

Pour des raisons de faisabilité et de disponibilité des données, certains points n'ont pas pu être traités. Ces choix ne préjugent pas de l'importance des impacts du changement climatique sur ces secteurs, qui mériteraient d'être traités dans les étapes ultérieures.

Les champs qui n'ont pas été traités dans cette étude et devront faire l'objet d'une attention particulière dans les étapes ultérieures, sont les suivants :

- la thématique « **urbanisme** » ainsi que les secteurs **aériens, portuaires, fluviaux et ferroviaires** ;
- le secteur **maritime, de la pêche et de l'aquaculture** ;



- les activités du **secteur tertiaire** (autre que le secteur du tourisme) ;
- les activités du **secteur industriel** (autre que le secteur de l'énergie) ;
- les impacts du changement climatique sur le **patrimoine culturel**.

L'intégration de **l'outre-mer** dans l'évaluation quantitative des impacts et des mesures d'adaptation constitue une priorité majeure. La problématique du changement climatique dans les DOM-COM et la Nouvelle-Calédonie est différente de celle touchant la France métropolitaine. Cela implique dès maintenant des travaux permettant notamment d'aboutir à une meilleure connaissance de l'évolution des paramètres climatiques et de ses conséquences dans ces zones.

**Des besoins transversaux de connaissances et d'observation** ont été identifiés afin d'avancer dans la compréhension des impacts économiques du changement climatique :

- **Améliorer les connaissances** sur les 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 aléas climatiques fortement localisés, *ie* les aléas gravitaires ;
  - les évolutions des régimes d'insolation et de vent ;
  - la modification des caractéristiques physicochimiques des habitats marins.
- Améliorer la **caractérisation de certains aléas** – les sécheresses ou les canicules par exemple – en termes 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 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**, peu abordés ici, 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.
- Lancer une réflexion globale et un effort d'anticipation sur **les questions de disponibilité et des usages de l'eau** dans un contexte de changement climatique.
- Poursuivre **une réflexion multirisque et multisectorielle** sur l'adaptation.

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



## Compléments pour quelques domaines

### Ressource en eau



#### Les messages clés

- Les impacts du changement climatique sur la ressource en eau seront multiples, tant sur l'offre (quantité et qualité) que sur la demande.
- L'un des principaux défis à l'avenir sera de faire converger une offre qui va diminuer avec une demande qui, par endroit, n'est déjà pas satisfaite et qui va augmenter avec les effets du changement climatique.
- A l'horizon 2050 on peut estimer le déficit en eau pour satisfaire les usages actuels, sans adaptation, à quelques 2 milliards de m<sup>3</sup>.
- Ces évolutions génèreront des contraintes pour les usagers : agriculture, alimentation en eau potable, traitement des eaux usées, production énergétique, assainissement pluvial.
- Pour préparer l'adaptation, il est nécessaire d'améliorer la connaissance des impacts et des milieux, la modélisation des systèmes en interaction avec l'eau, organiser une surveillance des eaux (surface, souterraine) et des milieux (zones humides, littorales)

#### Périmètre de l'étude

De nombreux secteurs économiques seront impactés par une modification du cycle de l'eau : l'agriculture ; la production d'énergie pour le refroidissement des unités de production ou les volumes turbinables ; l'alimentation en eau potable ; l'alimentation des canaux, etc.

L'estimation du déficit pour les usagers de l'eau à l'horizon 2050 a été faite à partir d'une extrapolation des résultats d'une étude de Boe (2007), portant sur l'évolution des débits des cours d'eau. Les impacts du changement climatique sur la ressource ne se limiteront pas à cet aspect quantitatif, tel que l'indique le *Tableau 1*.

Tableau 1 - Impacts identifiés et impacts étudiés : Eau

	Quantifié	Non quantifié
Augmentation de la demande (hausse des températures)		X
Modification de la ressource disponible	X	
Diminution de la qualité de l'eau		X
Augmentation de la vulnérabilité de certains écosystèmes		X
Augmentation du coût d'accès à l'eau, contrainte sur les usages, le traitement etc.		X

### Des impacts quantitatifs : le déficit de ressource disponible

Les impacts du changement climatique sur les débits seront multiples. **A l'horizon 2050**, Boe (2007) met en avant :

- En hiver, une diminution modérée, en moyenne d'ensemble, des débits, excepté sur le sud-est du pays et les Alpes où ils augmenteraient. Au printemps, faibles changements en général ;
- En été et en automne, une diminution importante des débits ;
- Une forte augmentation du nombre de jours d'étiage ;
- Une diminution des débits de crues bien moindre que la moyenne, voire augmentation dans certains cas ;
- Une diminution de l'humidité des sols quelle que soit la saison, excepté sur des zones de montagne en hiver et/ou au printemps ;
- Une forte diminution des précipitations neigeuses et des hauteurs maximales de neige accumulée, à basse altitude et moindre à mesure que l'on s'élève.

En supposant que les ressources en eau soient aujourd'hui totalement exploitées en zones de répartition des eaux (ZRE) durant le printemps et l'été et que partout ailleurs la ressource permette de doubler les prélèvements, il a été estimé que **le déficit en eau pour satisfaire les besoins actuels des usages pour l'eau potable, l'industrie et l'irrigation serait de l'ordre de 2 milliards de mètres cube en 2050**.

Les territoires ne seront pas touchés de manière uniforme : les zones les plus vulnérables seraient les zones déjà concernées par des déficits structurels. Le coût du déficit atteindrait **5 à 10 milliards d'euros** si les volumes d'eau devaient être complètement compensés et des traitements complémentaires mis en œuvre. D'autres scénarios comprenant l'adaptation des activités économiques sont envisageables et peuvent s'avérer moins coûteux.

### Limites de l'exercice

L'une des principales limites tient à l'hypothèse d'économie constante, qui ne permet pas de prendre en compte l'évolution des usages dans le calcul du déficit. Or **le rôle des évolutions socioéconomiques** est fondamental : en fonction des dynamiques de population par exemple, sans adaptation, le déficit pourrait être bien supérieur au résultat présenté.

## Des contraintes pour les usages

Un tel déficit impactera l'ensemble des secteurs dépendant de la ressource.

### Des contraintes pour l'agriculture

Le secteur agricole, principal usager de la ressource en eau, avec 48% de la consommation totale, sera particulièrement affecté par l'impact du changement climatique sur la ressource. Les premiers résultats du programme Climator de l'INRA (Brisson et Itier, 2009) sur le blé et le maïs montrent que la plus grande partie de la baisse des pluies se traduira pour l'essentiel par une sécheresse hydrologique et pour partie par une sécheresse édaphique en culture pluviale (blé) comme irriguée (maïs). Le confort hydrique pendant la période de production baissera de façon générale, avec un **besoin accru d'apport en eau** pour conserver les conditions actuelles de production. Or la **réduction des disponibilités** en eau devrait engendrer des contraintes de prélèvement plus importantes. De nombreuses alternatives culturales à des systèmes de monoculture à base de céréales sont possibles et pourront être privilégiées pour s'adapter à ces évolutions.

### Des contraintes pour l'eau potable

L'alimentation en eau potable (AEP) représente près de 18% des prélèvements d'eau. Si, aujourd'hui, il n'y a pas de problèmes majeurs d'AEP, les bassins seront confrontés à de plus fréquentes pénuries d'eau en raison du changement climatique, même en l'absence d'une hausse de la demande. **La dégradation de la qualité de la ressource, accentuée par le changement climatique réduirait encore l'offre en eau douce utilisable à des fins domestiques.** Ces évolutions pourraient avoir pour conséquence une hausse du prix de l'eau (difficultés de mobilisation, coûts de traitement).

### Des contraintes pour l'assainissement des eaux usées

En cas de baisse du régime des cours d'eau, le maintien des standards environnementaux imposera **une intensification du traitement des eaux usées et donc du coût du traitement.** Certains impacts du changement climatique sur les réseaux de traitement des eaux seront positifs (réactions biologiques accélérées), d'autres négatifs (consommation énergétique supplémentaire, problèmes liés aux odeurs, accélération des phénomènes de corrosion). Les politiques de gestion de crise devront s'organiser pour faire face à des risques – notamment sanitaires – accrus.

### Des contraintes pour l'assainissement pluvial

Face à un risque de ruissellement urbain augmenté (pluies violentes, engorgement des réseaux d'évacuation), il sera nécessaire et sans regret, de **revoir les règles de dimensionnement des ouvrages d'évacuation et de récupération des eaux pluviales.**

### Des contraintes pour les industries et la production d'énergie

Si, actuellement, l'impact quantitatif du secteur de production d'énergie sur la ressource en eau est relativement modéré, son **impact qualitatif n'est pas négligeable** (température de l'eau, contamination par des biocides). Les impacts du changement climatique sur l'eau affecteront la production énergétique par deux biais :

- Diminution du rendement de refroidissement en cas d'augmentation combinée de la température de l'air et de la température de l'eau associée à un faible débit ;
- Répercussion des conflits d'usages sur la gestion des ouvrages hydroélectriques.

## Des contraintes pour la gestion des grands ouvrages

La modification des écoulements et des débits extrêmes est susceptible d'affecter la **gestion des grands barrages**. Ceci nécessiterait une prospective spécifique.

## Des impacts non négligeables sur la qualité

La qualité et la quantité des eaux sont interdépendantes. Ducharne *et al.* (2004) ont étudié l'impact du changement climatique sur la minéralisation de l'azote du sol en nitrates, modulée par les changements de pluviométrie et par l'activité agricole. D'après leurs résultats, en moyenne sur les nappes libres, la concentration en nitrates augmente à l'horizon 2100, de 0 à 33% par rapport à la concentration actuelle. Dans les cours d'eau, l'impact du changement climatique se traduit par une augmentation de la concentration en nitrate, mais moins importante que dans les aquifères.

## L'adaptation

Les mesures d'adaptation seront locales et toucheront les écosystèmes, l'agriculture, l'eau potable, la gestion des inondations, la démographie, l'énergie, etc..., et elles reposeront sur une alchimie complexe entre adaptation des besoins et adaptation de l'offre. Les mesures d'adaptation identifiées sont présentées au *Tableau 2*.

*Tableau 2 – Mesures d'adaptation préconisées*

<b>Adaptation de la demande</b>	<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>- économies actives 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 du besoin en eau d'irrigation en acceptant une perte de rendement moins que proportionnelle à la réduction du volume apporté</li> <li>- réduction du volume d'irrigation</li> <li>- diversification des calendriers d'arrosage</li> <li>- optimisation de l'efficacité de l'eau apportée quand l'arrosage est justifié</li> <li>- mise en place de systèmes agricoles plus robustes et moins exigeants en eau</li> <li>- définition d'une politique de diminution des intrants azotés</li> </ul>
	<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</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</li> <li>- Limiter l'installation des nouvelles centrales thermiques ou nucléaires aux zones littorales</li> </ul>
<b>Adaptation de l'offre</b>	<p><b>Par le développement de nouvelles infrastructures</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place des infrastructures d'approvisionnement en eau supplémentaires pour pallier les sécheresses sévères</li> </ul>
	<p><b>Par l'intervention sur les débits d'objectif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réviser les objectifs de débits en période d'étiage et de crise en respectant les dispositions de la DCE</li> </ul>

## Perspectives et recommandations

Les perspectives de recherche pour améliorer la **compréhension des impacts du changement climatique** sur l'eau sont nombreuses. Elles sont présentées au tableau suivant.

*Tableau 3 – Besoins de recherche, suivi, observation*

<b>Besoins de recherche</b>	<b>Améliorer les connaissances</b> sur les impacts observés et prévus sur la qualité de l'eau, l'hydrologie passée, le fonctionnement des milieux, les usages de l'eau
	Mieux caractériser <b>les sécheresses</b>
	Améliorer les <b>modèles</b> hydrométéorologiques, prendre en compte les transferts vers les eaux souterraines, les variations d'occupation des sols et l'état de la végétation
	Améliorer <b>la prévision des bas-débits</b> , et la régionalisation des études
	Caractériser le territoire en <b>hydro-éco-régions</b> homogènes
	Réaliser, à l'échelle du bassin, des <b>analyses coûts-bénéfices</b>
	Réaliser des recherches sur les <b>technologies d'économie d'eau</b> , de traitement ou de recyclage
<b>Besoin de suivi et d'observation</b>	Améliorer les <b>réseaux de surveillance</b> des eaux de surface et souterraines.
	Réaliser une <b>cartographie des zones humides</b> (inventaire, caractérisation et suivi)
	Réaliser une <b>cartographie des pressions sur la ressource</b> (prélèvements, trafic fluvial...)





## Risques naturels et assurances



### Les messages clés

- Le changement climatique a un impact certain sur les risques naturels, et il devrait **toucher davantage des territoires spécifiques** (littoral, zones d'argiles,...) que l'ensemble du territoire métropolitain.
- Le coût des dommages aux logements lié à l'aléa **retrait-gonflement** des sols argileux pourrait être **multiplié par un facteur compris entre 3 et 6 d'ici 2100**, selon le scénario, sans prise en compte de l'évolution de l'urbanisation.
- S'agissant des **inondations par débordement de cours d'eau**, il ne se dégage pas vraiment, dans les exemples retenus à titre d'illustration, de signal très fort sur le dommage moyen annuel, même si, sur certains bassins (Orb, Meuse), on envisage une augmentation significative.
- Une question essentielle se pose pour les **risques côtiers**, qui sans adaptation, pour la seule région Languedoc Roussillon, pourraient coûter près de **15 milliards d'euros d'ici 2100** en termes de logements détruits.
- Concernant les **aléas gravitaires** enfin, l'impact du changement climatique reste incertain.

### Périmètre de l'étude

Quatre aléas ont été étudiés en détail : **le risque d'inondation** sur 5 bassins versants, **le risque côtier** en Languedoc-Roussillon (submersion et érosion), le risque lié au **retrait-gonflement des sols argileux** (RGA) sous l'effet de la sécheresse et **les aléas gravitaires** (crues torrentielles, avalanches, glissements de terrain, effondrements de cavités, éboulements rocheux).

Seuls les dommages aux logements et au bâti ont fait l'objet d'une évaluation<sup>2</sup> : les impacts directs sur les infrastructures, en termes de santé ou encore de biodiversité n'ont pas été évalués.

---

<sup>2</sup> Les impacts du RGA et des submersions sur les infrastructures de transport ont été étudiés par le groupe Infrastructures de transport et cadre bâti. Les impacts des inondations sur la santé ont été étudiés par le groupe Santé. La thématique Feux de forêts est abordée par le groupe Forêt.

Tableau 4 - Impacts identifiés et impacts étudiés : risques naturels

	Quantifié	Non quantifié
<b>Aléas étudiés</b>		
Inondations fluviales	X (partiellement, avec seulement certains bassins)	
Inondations par remontée de nappes		X
Risques côtiers	X (partiellement, seulement Languedoc-Roussillon et sans prise en compte de l'érosion)	
Retrait gonflement des argiles	X	
Feux de forêt		X
Tempêtes		X
<b>Impacts étudiés</b>		
Coûts directs aux logements	X	
Coûts directs aux entreprises		X
Impacts sanitaires		X
Impacts indirects		X

Les conséquences de l'évolution temporelle des enjeux ne sont pas prises en compte, en termes quantitatifs, à l'exception d'une étude comparative des impacts du changement climatique et de l'évolution des enjeux sur le risque de RGA à l'horizon 2030. Il faut souligner cependant que, dans bien des cas, on s'attend à ce que **cette évolution des enjeux ait un impact plus conséquent sur l'évolution des risques que celui du changement climatique** ; c'est ce que l'on observe ces dernières années.

#### Le retrait gonflement des sols argileux

**Les sécheresses estivales sont responsables de la majorité des sinistres liés au RGA.** La quasi-totalité des départements sont concernés à des degrés divers et près de 400 000 maisons individuelles sont situées en zone d'aléa fort. La hausse de fréquence et d'intensité des sécheresses en lien avec le changement climatique devrait amplifier le risque de RGA. En l'absence d'urbanisation nouvelle, l'analyse réalisée **fait état d'un coût moyen annuel des dommages passant d'environ 220 millions d'€ (référence sur la période 1989-2003) à 700M€ (scénario B2) ou 1300M€ (scénario A2) en 2100 ; il est donc multiplié par un facteur compris entre 3 et 6.**

Si on prend en compte une évolution des enjeux d'ici 2030 (urbanisation), malgré les efforts d'adaptation, les coûts augmentent significativement. **Le coût augmente d'environ 17% sur la période 2010-2030 lorsque le nombre de maisons individuelles croît de 0,925 % par an.**

En posant l'hypothèse que, pour les nouvelles maisons individuelles, le surcoût de l'adaptation s'élève à 15% (**adaptation des fondations**), le changement climatique augmente le périmètre des zones pour lesquelles celle-ci est rentable.

#### Les inondations

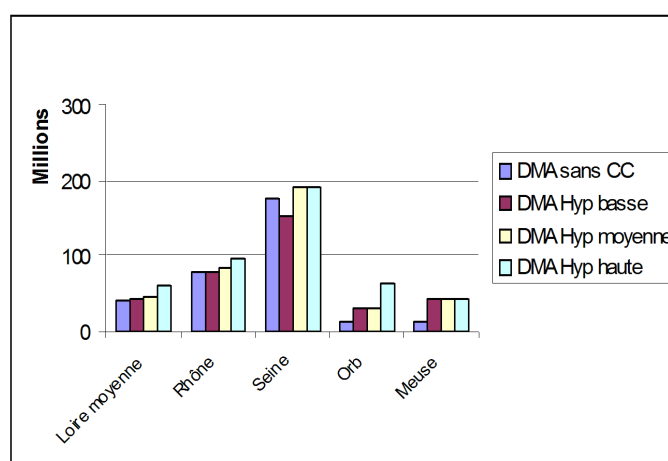
L'impact du changement climatique sur les précipitations extrêmes et donc sur les inondations est **délicat à évaluer** à partir de simulations de modèles climatiques. Un exercice d'évaluation quantifiée est néanmoins réalisé sur une sélection de bassins versants sur lesquels des données relatives aux dommages observés existent : **la Seine en Ile-de-France, la Meuse dans les Ardennes, la Loire moyenne entre Nevers et Angers, le Rhône et l'Orb.** Ont été définis, à dire d'experts et au vu de la

connaissance actuelle, des scénarios raisonnables d'impacts du changement climatique sur l'hydrologie, à l'échelle de ces bassins versants.

Tableau 5 – Variation du débit de pointe de crue : hypothèses basse, moyenne et haute retenues sur les bassins versants d'illustration

	Hypothèse basse	Hypothèse moyenne	Hypothèse haute
<b>Loire</b>	+ 5%	+ 10%	+ 20%
<b>Seine</b>	- 10% (à partir de Q100 <sup>3</sup> )	+ 10% (à partir de Q100)	
<b>Rhône</b>	5% (à partir de Q100)	10% (à partir de Q100)	20% (à partir de Q100)
<b>Meuse</b>	10%		
<b>Orb</b>	10%	25%	50%

Sous ces hypothèses, on peut conclure que les évolutions de dommages **ne sont pas significatives sur la Seine, le Rhône et la Loire moyenne ; et sont très importantes sur la Meuse et l'Orb**. Ces estimations doivent être cependant **interprétées avec prudence**.



Graphique 1 - dommages moyens annuels sur cinq bassins versants (millions d'euros 2007)

### Le risque côtier

Sous l'hypothèse d'une élévation du niveau marin de 1 mètre, les aléas côtiers s'aggraveront sensiblement, notamment pour les côtes sableuses et les falaises de roches tendres. Les côtes basses subiront une érosion ou des submersions définitives et de nouvelles zones seront l'objet de submersions temporaires. **140 000 logements et 80 000 personnes** (contre 15 000 logements aujourd'hui) ainsi que 10 000 établissements (employant 26 000 salariés) sont situés dans une zone affectée par un aléa submersion définitive ou érosion d'ici 2100 dans la région **Languedoc-Roussillon**. En l'absence d'une politique de gestion du trait de côte, le coût des dommages liés aux aléas « submersion permanente » et érosion est évalué entre **15 et 35 milliards d'€ pour la seule région Languedoc-Roussillon**.

### Les aléas gravitaires

L'impact du changement climatique sur les aléas gravitaires est **difficile à apprécier**, du fait de la nature même des phénomènes en jeu, de la complexité des liens entre les aléas considérés et les

<sup>3</sup> Q10 = période de retour actuelle 10 ans, Q100 = période de retour 100 ans

divers facteurs de prédisposition et de déclenchement. A ce stade, il n'a pas été proposé d'évaluation chiffrée pour cet aléa. En première approximation, on peut cependant retenir **la possible augmentation des événements superficiels et/ou fréquents les plus directement reliés aux précipitations hivernales** et les conséquences financières importantes en cas de blocage de voies de communication en montagne et en hiver. On peut aussi noter l'impact potentiel du changement climatique sur les glaciers et le pergélisol, sur l'intensité des crues et laves torrentielles et sur la stabilité des parois rocheuses.

## Limites de l'exercice

Les limites des évaluations proposées tiennent principalement :

- Au périmètre restreint des coûts étudiés ;
- A l'incertitude sur l'évolution des risques et aux hypothèses posées ;
- Au scénario à économie constante ;
- Aux échelles spatiales diverses empêchant toute agrégation ;
- Aux connaissances à des échelles spatiales parfois grossières par rapport aux phénomènes en jeu.

## L'adaptation

L'adaptation au changement climatique doit permettre de poursuivre l'action de prévention, voire la renforcer par la mise en place de stratégies « sans regret ». Le tableau suivant présente les pistes d'adaptation préconisées.

*Tableau 6 – Mesures d'adaptation préconisées*

<b>Adapter la politique actuelle de gestion du risque de catastrophe à une situation climatique changée</b>	Amélioration des connaissances, réseaux de mesure et de suivi, approches multirisques, accentuation des systèmes de vigilance et d'alerte, renforcement des politiques actuelles par des mesures « sans regret », gestion globale et coordonnée à l'échelle des bassins de risques
<b>Retrait-gonflement des argiles</b>	Adaptation des fondations des maisons individuelles
	Mise en place de dispositions plus globales telles que celles préconisées dans les règlements des PPRN
<b>Risques côtiers</b>	Prise en compte du changement climatique dans les documents d'aménagement et de planification
	Développement de systèmes de vigilance et d'alerte
	Analyse des effets de mesures de type recul stratégique/restauration du fonctionnement naturel / maintien du trait de côte
<b>Inondations</b>	Formulation de réponses adaptées en fonction de chaque bassin versant (dans le cadre des plans tels que programmes d'action de prévention des inondations et plans de gestion grands fleuves)
	Adaptation des actions aux situations rencontrées (préparation à la gestion de crise, prévision, sensibilisation, ouvrages de protection, adaptation de la réglementation de l'usage des sols)
	Etude des réponses au risque de ruissellement urbain

## Perspectives et recommandations

Les travaux réalisés ont fait émerger les besoins et pistes suivants pour poursuivre l'analyse des impacts du changement climatique sur les risques naturels.

Tableau 7 – Besoins de recherche, suivi, observation

<b>Besoins de recherche</b>	Améliorer la connaissance de la variabilité climatique au cours des prochaines décennies Améliorer les connaissances sur le ruissellement urbain, les réactions du sol et les aléas gravitaires
	Analyser l'aspect « <b>réseau</b> » et les impacts intangibles
	Caractériser l'amplification des dommages résultant d'un <b>événement « généralisé »</b>
	Réaliser une analyse exhaustive de l'impact sur les <b>régimes hydrologiques</b>
	Réaliser une analyse exhaustive du <b>recul du trait de côte</b>
	Mener des études sur le <b>rôle de l'assurance</b>
<b>Besoin de suivi et d'observation</b>	Réaliser un recensement / une <b>cartographie complète des enjeux</b>
	Mettre en place un suivi et des <b>bases de données</b> nationales sur les dommages ; réaliser une cartographie des dommages actuels
	Améliorer l' <b>observation du coût économique</b> du ruissellement
	Améliorer la précision des <b>données altimétriques</b>



## Agriculture



### Les messages clés

- Si seules les évolutions graduelles (températures, précipitations) sont considérées, les effets positifs du changement climatique sur les cultures de maïs et de blé resteraient **modérés jusqu'à un certain seuil au-delà duquel ils deviennent nettement négatifs**. La **baisse de disponibilité de l'eau** et la **multiplication des canicules** auraient quant à elles un **impact fortement négatif sur les rendements**.
- En viticulture, des fortes **disparités territoriales** seront observées : l'analyse réalisée fait par exemple état d'un gain en rendement en Bourgogne, mais d'une forte baisse en Languedoc-Roussillon. La **qualité et la typicité** des vins pourraient s'en trouver négativement **affectée** ;
- Concernant les prairies, la moitié Sud et notamment l'arc périméditerranéen verrait sa **vulnérabilité s'accroître** du fait de sécheresses plus fréquentes en été, avec de fortes conséquences sur la rentabilité de l'élevage ;
- Les **limites de l'exercice** réalisé ici sont **importantes** et tiennent tant aux hypothèses posées qu'aux incertitudes présentes sur toute la chaîne de l'évaluation. L'analyse de ces incertitudes et les discussions avec les experts fait émerger un certain nombre de besoins pour améliorer les connaissances et favoriser l'adaptation dans le secteur de l'agriculture ;
- **L'Atelier de Réflexion Prospective ADAGE** a pour objectif d'identifier et de mutualiser les besoins d'études et de recherche sur la thématique. Les résultats seront disponibles en 2010.

### Périmètre de l'étude

Pour des raisons de représentativité et de faisabilité, les travaux ont concerné l'étude de trois cultures spécifiques : les grandes cultures (blé et maïs en France métropolitaine), la viticulture (Bourgogne et Languedoc-Roussillon) et les prairies (Sud du Massif-Central). L'analyse réalisée ne se veut pas exhaustive : les impacts étudiés restent partiels.

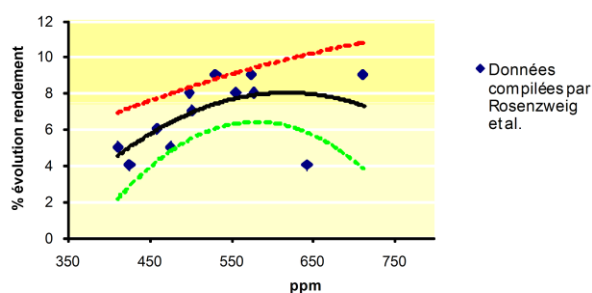
Tableau 8 - Impacts identifiés et étudiés : Agriculture

	Quantifié	Non quantifié
Hausse des rendements liée à la concentration en CO <sub>2</sub>	X	
Modifications de la phénologie des plantes		X
Effets de la hausse des températures et de l'évolution des précipitations sur les productions	X	
Effets de la baisse de disponibilité en eau sur les rendements et les techniques de production		X
Impacts des canicules sur les cultures	X*	
Impacts des bioagresseurs		X
Pertes de rendements liées aux événements extrêmes et à la remontée du niveau de la mer		X

\* pour le maïs et le blé uniquement.

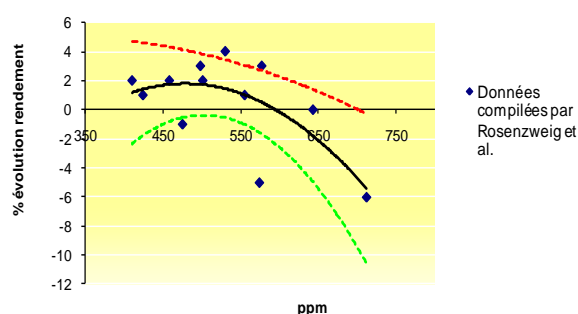
### Des impacts positifs modérés sur les grandes cultures, jusqu'à un certain seuil

L'analyse réalisée pour les grandes cultures<sup>4</sup> fait état pour le **blé** d'une augmentation des rendements jusqu'à un certain seuil de températures, qui, sous le scénario A2, serait atteint entre 2050 et 2100. Au-delà de ce seuil, **les rendements diminuent, mais l'impact resterait modéré**. Les résultats sont plus contrastés pour le maïs : les rendements augmentent légèrement jusqu'à 2030, puis amorcent une baisse entre 2030 et 2050 quel que soit le scénario considéré, l'impact du changement climatique tendant largement vers le négatif en 2100. En termes de coûts, cela correspond pour le **maïs en 2100 à une perte pouvant atteindre près de 113 millions d'euros par an**. Cette évolution ne concerne que les changements graduels (évolution des températures et précipitations) et ne tient pas compte de la baisse de disponibilité en eau ni des sécheresses. Or 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** sous le scénario A2, si aucune adaptation n'est réalisée, **remettant en cause certains résultats optimistes évoqués plus haut**.



Source des données : Rosenzweig et Iglesias

Graphique 2 - Effet de l'évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> sur les rendements du blé



Graphique 3 - Effet de l'évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> sur les rendements du maïs

### Un fort effet territorial en viticulture

La viticulture sera également impactée par le changement climatique<sup>5</sup>. On observerait une hausse du rendement en **Bourgogne** (+35,2% de rendement supplémentaire selon le scénario A2 en 2080 et +41,7% selon B2, sans adaptation). Ces résultats sont toutefois à nuancer : **il ne sera pas possible, dans ces conditions, de produire autant de vins de haute qualité qu'aujourd'hui**. Le Languedoc-

<sup>4</sup> Rosenzweig & Iglesias, "Potential Impacts of Climate Change on World Food Supply" (1999).

<sup>5</sup> Inaki Garcia de Cortazar-Atauri, 2006 : [http://www.inra.fr/ea/fichier\\_these/These\\_Inaki\\_GarciadeCortazar.pdf](http://www.inra.fr/ea/fichier_these/These_Inaki_GarciadeCortazar.pdf)



**Roussillon** subirait quant à lui, **sans adaptation**, des **pertes de rendement considérables (jusque -26%)**.

Les itinéraires techniques comprenant l'irrigation pourraient toutefois changer la donne (transformer une situation de perte de -18% du rendement en un gain de 11% sur la période 2070-2099 par rapport à la période de référence sur sol à grande réserve utile). Dans cette étude, la **principale limite réside dans le fait que l'on ne prend pas en compte la baisse de la disponibilité de la ressource en eau**.

### **Une possible hausse des rendements des prairies dans la partie Nord, une vulnérabilité accrue de l'arc périméditerranéen**

Dans les départements de l'arc périméditerranéen, de 1980 à une date située entre 2050 et 2090, le changement en cours aboutirait à **une chute très importante (environ -70%) du rendement des prairies dans la période estivale** - les sécheresses type 2003, 2005, 2006 étant devenues la norme - ; **et à un gain de 10 à 20% du rendement dans la période hivernale** du fait des températures et du niveau de concentration en CO<sub>2</sub> plus favorables. Au total une baisse de la production fourragère annuelle comprise **entre -20 et -25%** pourrait être observée. Le coût de compensation de ces pertes de rendements (par achat de fourrage) pourrait s'élever à quelques **200 millions d'euros par an** sur la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.

### **Les limites de l'exercice**

Le travail de quantification présenté ici comporte un certain nombre de limites.

Celles-ci tiennent :

- aux hypothèses posées (économie constante notamment) ;
- aux incertitudes quant aux évolutions climatiques et à la réponse des productions agricoles à ces évolutions ;
- à la non-prise en compte du paramètre eau dans les évaluations quantifiées ;
- au caractère très partiel de l'évaluation.

Ces incertitudes affectent **non seulement les valeurs, mais aussi le sens de variation des résultats** en interaction en particulier avec la variabilité régionale des impacts du changement climatique.

### **L'adaptation**

Le tableau suivant reprend les pistes d'adaptation planifiée proposées.

*Tableau 9 - Mesures d'adaptation préconisées*

<b>Grandes cultures</b>	<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</li> <li>- Mener une réflexion sur la pertinence de l'implantation de nouvelles cultures, en adoptant une approche par « filière »</li> </ul>
<b>Viticulture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procéder à des recherches génétiques pour de nouveaux cépages adaptés aux terroirs</li> <li>- Mener une réflexion sur l'évolution des AOC</li> <li>- Mettre au point de nouvelles techniques d'irrigation</li> </ul>
<b>Prairies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etendre l'exploitation à des surfaces d'ajustement si elles existent (estives d'altitude) ou création de ces surfaces</li> <li>- Ré-analyser les politiques à long terme de gestion de l'eau pour favoriser l'irrigation des petites surfaces</li> <li>- Aider à la mise en œuvre des actions d'adaptation dans le cadre de contrats collectifs</li> <li>- Anticiper les conséquences 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>

## Perspectives et recommandations

Des pistes de recherche et des besoins de suivi et d'observation ont par ailleurs été identifiés.

Tableau 10 – Besoins de recherche, suivi et observation

<b>Besoins de recherche</b>	Mener / poursuivre les recherches pour approfondir les connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'intégration du facteur eau dans les modèles de cultures</li> <li>- les bioagresseurs</li> <li>- l'aspect azote et l'utilisation d'intrants minéraux</li> <li>- l'apport en CO<sub>2</sub></li> <li>- l'impact sur la qualité des produits</li> <li>- l'érosion des terres arables</li> <li>- les pollinisateurs</li> </ul>
	Elaborer des approches affinées de prévisions par région et par type de système agricole
	Prendre en compte le degré d'aversion au risque des exploitants agricoles
<b>Besoin de suivi et d'observation</b>	Favoriser les relations et l'interconnexion entre la recherche, le développement et le monde professionnel afin d'assurer un transfert de connaissances
	Collaborer avec d'autres pays faisant face aux mêmes problèmes d'adaptation
	Faire évoluer les systèmes de réseaux de surveillance et d'alerte des agents pathogènes
	Faire évoluer les modes de gestion de la lutte contre l'émergence et l'implantation des agents pathogènes et des maladies exotiques
	Connaître et surveiller les modifications des aires d'implantation des vecteurs connus
	Favoriser la collaboration entre les systèmes de surveillance des maladies animales et ceux dédiés aux maladies humaines

**L'Atelier de réflexion prospective (ARP) ADAGE** (Agriculture Durable par l'Autonomie, la Gestion et l'Environnement), lancé à l'initiative de l'Agence Nationale de Recherche et dont les résultats devraient être disponibles d'ici 2010, a pour objectif d'identifier et de mutualiser les besoins d'études et de recherche sur la thématique. Ses conclusions permettront de compléter cette première liste.



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

2.

## Académie des Sciences

Rapport Science et Technologie

*Réduire les vulnérabilités des systèmes  
écologiques et sociaux aux évènements  
climatiques extrêmes*





## Introduction par Jean Dercourt

### Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences

L'Académie des sciences se préoccupe depuis longtemps des changements climatiques et des risques correspondants : en 1990, elle a publié le rapport ***L'effet de serre et ses conséquences climatiques***, sous la conduite de Robert Dautray (remis à jour en 1994).

Depuis quinze ans, elle a consacré à cette problématique plusieurs colloques et plusieurs numéros thématiques de la revue *Les Comptes Rendus de l'Académie des sciences – Geoscience*.

En 2006, l'Académie a publié le rapport ***Les eaux continentales***, coordonné par Ghislain de Marsily et, dans la même perspective, elle a décidé en 2007 de mettre en chantier trois ouvrages liés au climat et au développement durable, qui sont actuellement en cours d'élaboration :

- ***Démographie, climat et alimentation mondiale*** (coordonné par Henri Leridon et Ghislain de Marsily) ;
- ***Gestion des sols et services écosystémiques*** (coordonné par Patrick Lavelle et Georges Pédro) ; et
- ***Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux aux événements climatiques extrêmes*** : le groupe de travail, animé par Henri Décamps, a établi un rapport réunissant une quarantaine de contributions, qui a été soumis au mois d'octobre à un Comité de lecture critique et sera finalisé au début de l'année prochaine. C'est le résumé, non encore définitif, de cet ouvrage qui est inclus dans le présent dossier.

L'évolution des climats, de leur cyclicité, les analyses des nombreuses causes de ces évolutions dans le temps sont au cœur des études en cours qui, outre la climatologie, concernent la géophysique interne et externe et les sciences de la Terre.

Les grandes réunions comme celle de Copenhague sont l'occasion de débattre de l'étude des connaissances scientifiques et des travaux importants qui doivent être conduits pour mieux appréhender ce système encore fort incomplètement connu.

Jean Dercourt

Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences



## Résumé exécutif du rapport<sup>6</sup>

### « Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux aux événements climatiques extrêmes »

L'importance des problèmes liés aux événements climatiques extrêmes est étonnamment sous-estimée compte tenu des chiffres dont nous disposons. Ce rapport rappelle par exemple que la canicule d'août 2003 a entraîné près de 15 000 décès surnuméraires du 1<sup>er</sup> au 20 août, soit un excédent de 55% par rapport à la mortalité attendue, et que les tempêtes de 1999 ont occasionné, en France et dans le domaine forestier, une perte de plus de 9 milliards € aux propriétaires, aux assureurs, à la société dans son ensemble et à l'Etat.

A une échelle mondiale, les 25 catastrophes les plus coûteuses pour le secteur de l'assurance au cours des 39 dernières années sont toutes survenues après 1987, et plus de la moitié d'entre elles depuis 2001. Sur ces 25 catastrophes, 23 étaient liées aux conditions climatiques, avec des effets se prolongeant dans le temps : un an après les 140 000 morts ou disparus du typhon Nargis de mai 2008 en Birmanie, 350 000 personnes dépendaient encore de distributions gratuites de nourriture.

Les hésitations ne sont plus permises : les données scientifiques montrent qu'un nombre important d'événements jadis considérés comme exceptionnels, c'est-à-dire intenses et peu probables, se succèdent à un rythme qui paraît s'accélérer, avec des pertes humaines, financières et environnementales substantielles. L'heure est à la prise en compte, par nos hautes instances politiques et par nos entreprises, de la menace qu'un nombre croissant d'événements extrêmes se révèlent particulièrement déstabilisants et coûteux dans les prochaines années.

**Dans ce contexte, la France est-elle préparée à faire face à de tels événements, du simple citoyen au plus haut niveau décisionnel du pays ? Participe-t-elle suffisamment aux actions internationales entreprises pour en réduire le risque de désastres ? Dispose-t-elle de l'information scientifique nécessaire à une prise de décision éclairée ?**

En réponse, le message premier de ce rapport de l'Académie des sciences est qu'une maîtrise absolue du risque d'événements climatiques extrêmes est illusoire, et qu'il n'est pas possible d'attendre une compréhension toujours à parfaire des mécanismes en jeu pour agir. Simplement, toute préparation aux risques climatiques doit être décidée en toute conscience des limites de nos connaissances scientifiques – *de ce que nous savons* et, aussi fondamentalement, *de ce que nous ne savons pas*<sup>7</sup>. Toute action visant à se préparer aux risques climatiques demande aussi la plus grande attention aux enseignements à tirer des erreurs commises lors de tout événement extrême, quel qu'il soit et où qu'il se produise.

Le second message est qu'on ne peut continuer de se contenter d'approches sectorielles. Les problèmes posés par les événements climatiques extrêmes sont par définition transversaux et dépendent fortement les uns des autres, d'une manière quasi-inextricable. Cette interdépendance des risques est une réelle menace pour la viabilité des systèmes écologiques et sociaux en proie à des risques multiples sous les effets conjugués des pertes de biodiversité, des détériorations des services écosystémiques, des concentrations humaines dans des zones à risques, du réchauffement climatique. De manière surprenante, l'interdépendance des risques est un élément peu reconnu, et nos approches de gestion des événements extrêmes restent isolées les unes des autres.

---

<sup>6</sup> Texte coordonné par Henri Décamps

<sup>7</sup> Bracing for the unknown. (2009). Editorial, *Nature*, 459 (7244).

Certains objecteront que le nombre de catastrophes n'est pas plus élevé de nos jours qu'il y a plusieurs décennies, nos moyens modernes d'information et de communication les rendant simplement plus visibles. En est-on si sûr ? Et la vraie question n'est-elle pas ailleurs ? Les cyclones qui frappaient les côtes de Louisiane dans les années 1800, quel que soit leur nombre, s'abattaient sur des zones peu peuplées. Aujourd'hui, plus de la moitié de la population humaine vit dans des villes et le monde devrait compter 60 cités de 10 millions ou plus d'habitants en 2015, le plus souvent dans des régions côtières à haut risque, notamment en Asie et en Afrique.

La question de fond est de savoir quelles seront les conséquences, catastrophiques ou non, des événements climatiques extrêmes. La croissance de la population humaine, de l'activité industrielle et plus généralement des valeurs exposées dans des zones à haut risque ne présage pas d'un avenir des plus calmes. Elle amène au contraire à l'idée d'une vulnérabilité accrue à des événements extrêmes – ou ressentis comme tels –, auxquels nous devons toujours mieux nous préparer en toute conscience des limites de nos connaissances.

Ce rapport est issu d'une volonté de s'interroger sur des problèmes qui dépendent les uns des autres et ne se ramènent pas à la seule question du changement climatique, aussi importante soit-elle. D'autres questions au moins aussi graves de justice sociale et environnementale ne doivent pas être négligées. En ce sens, les événements climatiques extrêmes sont un exceptionnel révélateur de problèmes que nos sociétés ont à résoudre d'urgence aux différents niveaux nationaux et internationaux.

En métropole, les événements climatiques extrêmes auxquels notre pays est exposé sont sans doute moins intenses que par exemple aux États-Unis, en Asie du sud, en Chine, dans les pays les plus pauvres d'Afrique ou dans ceux de l'extrême nord. Toutefois, notre organisation territoriale morcelée, les développements urbains imprudents, l'entassement des populations sur certains littoraux, l'anthropisation des milieux, la difficulté à organiser le débat public et la concertation nous placent dans une perspective de grande vulnérabilité. Les départements et territoires d'Outre-mer aux dimensions géographiques faibles sont de véritables laboratoires des risques cumulés. Les événements climatiques extrêmes peuvent y être sévères.

Au niveau international, les inégalités se creusent entre les pays riches et les pays pauvres, ces derniers devenant de plus en plus vulnérables aux grands phénomènes planétaires actuels, qu'il s'agisse du changement climatique, de l'accroissement de la population humaine, de la disparition des milieux naturels. Sur ce terreau, nombre d'événements climatiques extrêmes deviennent des catastrophes dont les répercussions économiques et politiques peuvent s'avérer incalculables : famines, épidémies, guerres, dictatures, exodes.... Elles constituent une véritable trappe à la pauvreté car elles rendent impossible un développement soutenable, ce qui aura à terme des effets importants sur les pays développés.

La France doit maintenant se mobiliser et passer à l'action concrète face aux événements climatiques extrêmes. Dans cette perspective, nous attirons plus particulièrement l'attention sur six recommandations susceptibles d'éviter à notre pays de se réveiller au lendemain de la prochaine catastrophe de grande ampleur en s'interrogeant sur les responsabilités des uns et des autres.

Cependant, il faut le souligner avant tout développement, ces recommandations seraient vaines sans un effort constant d'éducation des jeunes générations et du public. De cet effort dépend une nécessaire vision globale et partagée des événements climatiques extrêmes, ainsi qu'une véritable aptitude à faire face de façon solidaire aux situations multirisques auxquelles nous sommes de plus en plus confrontés.



## **1. Assurer la viabilité des systèmes socio-écologiques**

Se préparer aux événements climatiques extrêmes, c'est d'abord assurer la viabilité des systèmes socio-écologiques. Cette viabilité dépend notamment du rôle des écosystèmes dans la régulation du climat et la protection contre les risques naturels. A la base de ce rôle figure la biodiversité – la quantité et la variabilité entre individus d'une même espèce, entre espèces différentes ou entre écosystèmes différents. Or, la tendance actuelle à une perte de biodiversité peut compromettre l'aptitude des écosystèmes à la régulation du climat comme à la protection contre les risques naturels, et conduire à des modifications imprévisibles et irréversibles des systèmes socio-écologiques. Assurer la viabilité de ces systèmes face aux événements climatiques extrêmes passe par une action d'envergure de protection de la biodiversité – une action engagée au niveau international à l'initiative de la France et qu'il convient de développer d'urgence.

## **2. Adapter les socio-écosystèmes à la menace d'événements climatiques extrêmes imminents**

Une telle adaptation ne peut ignorer l'intrication des tendances qui transforment déjà notre environnement, de l'accroissement de la population à la disparition des milieux naturels et au réchauffement climatique. Ainsi, les conflits d'usage de l'eau entre les différents secteurs socio-économiques, aiguës par les sécheresses à venir, ne trouveront pas de solution dans la seule gestion de la ressource, notamment par construction de retenues : ils impliquent aussi une limitation de la demande et une évaluation précise des risques. Plus généralement, il s'agit de réduire l'exposition et la vulnérabilité aux événements extrêmes, de faciliter la gestion de l'urgence quand ces événements se produisent et d'augmenter la capacité de l'économie à reconstruire *ex post*, par des politiques d'assurance, de partage du risque, et de support aux acteurs affectés. Dans ce nouveau contexte, l'engagement des plus hauts niveaux de l'Etat s'avère nécessaire pour développer les projets d'ingénierie, les systèmes d'alerte, les stratégies de préparation.

## **3. Anticiper les problèmes de santé et minimiser les pertes humaines**

L'anticipation doit aller de pair avec la surveillance et l'intervention. Un système performant de prévision médico-météorologique devrait permettre de mobiliser suffisamment tôt les plans de réponse (canicules, grands froids, cyclones...), en visant une prévention efficace chaque fois que possible, en même temps qu'une gestion du risque, notamment à travers l'organisation des services d'urgence. Les premières mesures en ce sens montrent leur efficacité : près de 4 400 vies ont été épargnées durant la canicule de 2006, par rapport à ce que l'on pouvait redouter compte tenu des températures observées. De nombreuses disciplines doivent aussi être convoquées, par exemple pour anticiper l'émergence du virus H5N1 et l'urgence qui lui est associée (virologie, épidémiologie, ornithologie, climatologie, zootechnie, modélisation). Sans oublier de se garder de simples parallèles entre températures en hausse et retour en régions tempérées de maladies aujourd'hui considérées comme tropicales : des conditions anthropiques et/ou entomologiques peuvent intervenir avec des impacts très variables en fonction de conditions parfois très locales.

## **4. Réorganiser les solutions de couverture financière**

La communauté internationale doit impérativement redéfinir le rôle et la responsabilité des secteurs publics et privés pour développer des solutions de couverture financière adaptées à une période de catastrophes à grande échelle. Cela impose une véritable transformation du système de couverture financière. Cette transformation est déjà lancée<sup>8</sup>, et un nombre croissant de pays prend désormais conscience de l'intérêt de la porter au plus haut niveau décisionnel. La France a l'expérience d'un système fondé sur une solidarité nationale qui protège des petits risques mais n'est plus adapté à la

---

<sup>8</sup> The White House (2007). *Economic Report of the President*. Council of Economic Advisors, Washington, DC.

nouvelle dimension des désastres, sauf à penser que l'État paiera. Adapter ce système de manière innovante permettrait de développer une initiative européenne en ligne avec la stratégie que notre pays a commencé à promouvoir sur les mesures relatives aux crises de toutes natures.

## **5. Développer une vision globale de la sécurité**

Pour reprendre les termes du rapport 2008 du Haut Comité Français pour la Défense Civile, un pays développé ne peut s'offrir le luxe de l'impréparation aux événements exceptionnels, ni au plan économique, ni au plan social, ni au plan politique<sup>9</sup>. La préparation de la France aux situations de crise a fait l'objet d'importants travaux ministériels et interministériels. Les systèmes français de vigilance ont pour leur part de grands mérites, qu'il s'agisse des systèmes d'alerte de Météo-France ou des systèmes de veille sanitaire. Le problème de fond est celui d'une vision globale de la sécurité. Il faut apporter davantage de lisibilité aux réalisations visant à préparer aux risques dans leur ensemble, mettre fin au morcellement des efforts et des institutions, acquérir une véritable aptitude à faire face aux situations multirisques. Compte tenu des systèmes de vigilance existant en France à ce jour, tout développement d'une vision globale de la sécurité placerait notre pays en pointe dans ce domaine de l'« early warning », qui représente un sujet de préoccupation croissante au niveau international.

## **6. Vers des programmes fédérateurs de recherche d'excellence**

Une préparation aux événements climatiques extrêmes ne peut se faire sans orienter les recherches sur les mécanismes fondamentaux. Nous manquons à cet égard de programmes fédérateurs d'excellence, visant notamment :

- 1) à dégager les possibilités de régulation des événements climatiques extrêmes par les systèmes écologiques et sociaux,
- 2) à comprendre la dynamique du cycle hydrologique planétaire, y compris les changements d'états de l'eau en lien avec l'effet de serre,
- 3) à concevoir un nouvel aménagement des territoires, de l'urbanisation et de la construction,
- 4) à révéler les mécanismes physiques, comportementaux et organisationnels de la vigilance, de l'alerte, des mesures immédiates de crise, des outils de suivi en temps réel, ainsi que du financement des dégâts causés par les événements extrêmes à venir.

D'un point de vue méthodologique, les sciences de l'homme et de la société doivent pleinement prendre part à de tels programmes. D'un point de vue théorique, le recours aux méthodes mathématiques d'aide à la décision dans des situations de grande incertitude et de bifurcation devrait être systématisé.

---

<sup>9</sup> HCFDC (2008). Constats et propositions pour une vision globale de la sécurité. Rapport Défense Civile, Paris.

**3.**

Programme de recherche

**Gestion et Impacts du Changement  
Climatique (GICC)**





## Présentation par Claude Millier

### Président du Conseil Scientifique du programme de recherche GICC

La recherche sur le climat nécessite une approche pluridisciplinaire, laquelle s'organise en France autour de programmes nationaux gérés par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, l'Agence Nationale de la Recherche, le CNRS et le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM). De nombreux organismes de recherche sont impliqués parmi lesquels : CNRS-INSU, CEA, IFREMER, METEO-FRANCE, CERFACS, INRA, CEMAGREF, IRD, CNES...

Le MEEDDM a lancé en 1999 le programme Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC) en partenariat avec l'ADEME, l'ONERC, l'Institut français de la biodiversité, le Ministère de l'Agriculture. L'objectif est de développer les connaissances en appui aux politiques publiques en considérant les changements climatiques aussi bien sous l'angle de leurs impacts que des mesures d'atténuation et d'adaptation au contexte nouveau et risqué qui se profile.

La gestion est assurée par la Direction de la Recherche et de l'Innovation (relevant du Commissariat Général au Développement Durable) avec l'appui du GIP ECOFOR (Ecosystèmes Forestiers). Il est piloté par un comité d'orientation composé des représentants des organismes demandeurs et d'un Conseil scientifique formé d'experts.

Les projets sont d'une durée de deux à trois ans. Au cours d'une première phase (1999-2003), le GICC a lancé cinq appels d'offres ; un projet typique a été le projet IMFREX, Impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent de température et de précipitations coordonné par Michel Dequé de Météo-France. Une seconde phase a été lancée par des appels d'offres en 2005 et 2008, et un nouvel appel sera diffusé en 2010. Alors que les programmes de la première phase ont été surtout orientés vers les connaissances sur le climat et l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre, ceux de la seconde phase (2005, 2008, 2010) visent principalement l'adaptation au changement climatique. L'appel de 2008 insiste sur les questions d'échelles, d'extrêmes, de scénarisation socio-économique, et sur le thème récurrent depuis 1999 de l'incertitude.

Au cours d'un séminaire tenu en octobre 2009 qui avait pour objet d'exposer et discuter les avancées obtenues par les programmes retenus en 2005 et la problématique de ceux de 2008, les thématiques d'adaptation ont été classées en cinq groupes :

- transport, habitat, tourisme, aménagement du territoire,
- hydrologie,
- biodiversité,
- santé,
- sciences sociales et humaines

Sans surprise, on retrouve les rubriques du groupe interministériel d'évaluation des impacts du changement climatique.

Le premier document qui suit est une plaquette du GICC présentant un échantillonnage des résultats de sept projets achevés dans les domaines de la biodiversité, de la santé, de l'approche régionale, de l'hydrologie et des transports ; en complément une liste de huit projets retenus en 2008 est indiquée.

En complément, il a paru intéressant la présentation de deux fiches :

- le projet Drias qui vise à la création d'un service climatique
- le programme CIRCLE dont une partie Méditerranée (CIRCLE MED) est coordonnée par le MEEDDM. Ceci afin de souligner la contribution des travaux de recherche français coordonnés au niveau européen dans la cadre de l'ERA-NET CIRCLE.

## **Résumés de quelques projets et de leurs résultats** *(disponibles uniquement en anglais)*

### **Background**

The federating research programme 'Management and Impacts of Climate Change' (GICC - Gestion et Impacts du Changement Climatique) is one of the research programmes supported by the French Board for Economic Studies and Environmental Evaluation. It was launched in 1999 by the ministry concerned, now called the Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and Seas (MEEDM). Several other organisms also contributed to the programme: the Ministry of Agriculture, the Environment and Energy Conservation Agency (ADEME), the National Climate Warming Effects Monitoring Agency (ONERC), the French Foundation for Biodiversity, etc.

### **Objectives**

The stated objectives of the programme have always been to develop knowledge to back public policies, considering climate changes from the perspective of their impacts as well as from that of greenhouse gas limitation measures and climate change adaptation measures. This requires the mustering of research teams from a wide range of academic fields: on the one hand, the physical and biological sciences for a better knowledge of the impacts and, on the other, social studies to explore mitigation and adaptation possibilities.

### **Operation and implementation**

Scientific knowledge is steadily progressing within this multidisciplinary and interdisciplinary approach. The Scientific Council is careful to take into account the validated research results as well as the societal concerns voiced by the Steering Committee to define the major orientations of each oncoming Calls for Research Proposals (CRPs). Research activities on climate change undertaken at the European level are also taken into account. The French Ministry of Ecology, for example, is involved in the European programme ERA-NET CIRCLE<sup>10</sup> that aims to coordinate the funding agencies of national research in Europe, thus facilitating links between this type of programme and GICC. The MEEDDM coordinates the Mediterranean group call<sup>11</sup> focused on the "water management and coastal zones" on the Mediterranean area.

The GICC programme operates through CRP yearly. CRPs were issued in 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005 and 2008, as was a joint call for tenders with the French Foundation for Biodiversity (FRB) on the theme of 'biodiversity and global change'.

The research projects selected as a result of these CRPs cover several years (3 years), so the different programmes overlap in time. CRP 2005, now under way will last until the end of 2009, CRP 2008 is currently ongoing. On 2010, a new CRP will be launched.

---

<sup>10</sup> <http://www.circle-era.net/>

<sup>11</sup> <http://www.circle-med.net/>

## 1. List of Projects linked to adaptation of climate change since 2003

Before 2003, the calls for Research proposals (CRP) did not concern specifically adaptation topics. In the 2008 CRP, adaptation has been taken into account and thus, from now on, many projects deal with adaptation issues.

### CRP Biodiversity

- ***Evolutionary and Mechanistic Approach to the Adaptation of Lepidoptera to Environmental Change.*** Coordinator: Jean-François Martin (INRA)

It is increasingly clear that today's global warming has an influence on ecosystems and, in particular, causes the displacement of certain animal groups toward cooler regions. This is the case with Lepidoptera for which significant displacement in excess of 30 km on average has been demonstrated, for the European and North American species. Out of all Lepidoptera, the *Colias* genus is a model organism for studying adaptation to climate variations. In particular, partners to the programme have succeeded in showing the impact of natural selection due to thermal stress and the increase in thermal stochasticity on the polymorphism of an enzyme that controls metabolism: phosphoglucose isomerase.

Previous studies in enzymology (Ward B. Watt), molecular biology (Chris Wheat) and functional ecology (Jean-François Martin) have made it possible to develop an overall milieu/individual/thermal stress flow chart, which selects particular genotype compositions by microclimate niche.

This phenomenon has been demonstrated for a species of North American butterfly. During the course of this programme, our objective will be to check the possible spread of the mechanism, whether across space, by studying a wide distribution, present both in the Alps and the Rocky Mountains, or through genus evolution, or even across the Lepidoptera species in the broadest sense.

The multi-disciplinary and mechanistic approach to Lepidoptera adaptation to environmental changes and, in particular, to stochasticity and warming, will make it possible to understand the parallel global mechanisms that influence the group's current distribution and evolution, which is also a classic bioindicator in many fields.

- ***Demographic Vertebrate Responses to Climate Change, Relevance of Environmental Indicators, Influence of Demographic Strategies and Consequences for Biodiversity Dynamics.*** Coordinators: Coordinateurs Henri Weimerskirch, Christophe Barbraud, Stéphanie Jenouvrier (CNRS)

The CLIM POP working group is made up of several French teams with access to long-term data series and skills in biometrics, studying the ecological effects of climate variations and global change through a range of biological models on higher vertebrates, living in land and marine environments.

The objective is to bring these teams together around a common theme and harmonise and standardise their analysis methods in order to compare the potential effects of the said climate changes on vertebrates with contrasting life history traits and different living environments.



In response to the IFB's call for research proposals, we wish to address two questions in particular:

1. Are certain species or zoological groups more vulnerable than others to climate change, depending on their demographic strategy, and
2. What are the most relevant climate indicators? Is it better to use global descriptors (such as NAO or ENSO) or local descriptors to explain the influence of environmental variability on the demographics of species?

In order to address these questions, the authors performed cross-cutting analysis on all of their databases, using the most recent methods available today, during a number of workshops that will bring together the CLIM POP group as a whole, as well as the top specialists in Europe.

### **CRP 2003**

- ***Measuring and Preventing the Effects of Extreme Hot Weather: Improving Heat Regulation Ability in High-Risk Subjects.*** Coordinator: Jean Louis SAUMET (University of Angers)

Meteorological studies are anticipating climate change that will bring further periods of extreme hot weather combined with air pollution. At the same time, epidemiological studies of the effects of extreme hot weather are helping to identify the most at-risk groups, including the elderly, people suffering from heart disease or diabetes or people with a neuropsychiatric disorder who are taking antipsychotic drugs.

In order to devise a prevention strategy aimed at the vulnerable groups who will need first aid, we first need to understand the mechanisms that the human body uses to counteract excessive environmental heat, how these are defective in at-risk individuals, and how this deficiency can be remedied.

In order to do this, the following have been proposed:

1. A clinical approach: In human beings experiencing a rise in internal temperature, physiological thermolysis mechanisms come into play, mainly via increased skin blood flow and perspiration. Vasodilation of cutaneous blood vessels occurs via the suppression of vasoconstrictive tonus, followed by a powerful vasodilatory mechanism, known as active vasodilatation, which is also controlled by nerve impulses. We are aiming to develop a method for observing the effects of heat stress in man by using a suit infused with hot water and recording heart rate, blood pressure, skin blood flow and perspiration. A drug trial will then be carried out to test the effects of aspirin and paracetamol on the above parameters against a placebo, to find out whether these compounds are able to slow down the effects of extreme hot weather in order to gain time before suitable prevention can be put in place.
2. Experimental studies: This is an initial attempt to look at problems associated with extreme hot weather. The study we are proposing relates to diabetes, as it is a risk factor in itself, added to which it is often accompanied by cardiovascular, renal and neurological complications. Diabetic mice and healthy mice will be exposed to a very hot environment. The heat setting will be adjusted until the mortality rate of the diabetic mice exceeds that of the healthy mice, which will act as a control. A drug trial using the same compounds as those given to human subjects (aspirin, paracetamol & placebo) will then be carried out in this environment.

3. Other diabetic and healthy mice will be exposed to prolonged heat stress. Tiny blood vessels responsible for active vasodilation will be sampled as isolated organs and their vasomotor properties analysed. The cell cascades responsible for vasomotricity will be analysed.
4. Setting up a think-tank on the subject, which will organise a conference calling on the expertise of scholarly associations, the physiological society in particular. Informal meetings will be held before and after the conference to organise it and then reflect on its conclusions in terms of overall preventive strategy. We feel it will be important to combine ideas from life sciences with those from other disciplines concerned with managing the effects of extreme hot weather, which have already worked on the previous project. Subsequent clinical and experimental studies will then be able to take their observations into consideration.

#### Outcomes:

1. Devising a methodology for observing the pathophysiological effects of extreme hot weather that can be applied in humans and can be used in future to test other hypotheses in addition to the one proposed in point 2.
2. Understanding whether administration of antipyretics can diminish or slow down the effects of extreme hot weather in healthy subjects. A study of this nature could be repeated with at-risk subjects in the context of another project.
3. Understanding whether these drugs could be used in diabetics to combat the effects of extreme hot weather. These findings should pave the way for a clinical trial such as the one proposed in point 2.
4. Building up information about the precise vasomotor mechanisms at work during hot weather, which could pave the way for new research avenues into prevention of the risks associated with hot weather.
5. Establishing a think tank on the pathophysiological effects of extreme hot weather and linking the discussions of the life science community with those of other scientific disciplines concerned with hot weather.
  - ***Management of the Greenhouse Effect at the Local and Regional Authority Level. An Analysis Based on Climate Policy.*** Coordinators: Corinne Larrue (University of Tours), François Bertrand (CNRS)

The aim of the research project entitled "Management of the Greenhouse Effect at the Local and Regional Authority Level: An Analysis Based on Regional Policy" (under the Ministry of Agriculture and Sustainable Development GICC programme) is to observe the way in which climate change is incorporated into local and regional public policy. The main question is to find out in what ways local and regional authorities can participate effectively in reducing global impacts.

The research relates essentially to the regional level and aims to identify and understand the obstacles to and catalysts for integrating climate change into regional policy: what conditions determine whether concerns relating to climate change make it onto the regional scene and how are they incorporated into local and regional authority policy? How are local and regional climate policies formulated and on what elements are they based? Who are the players and what action do they take?

## **CRP 2005**

- ***Impact of Climate Change on Water Resources and Hydrological Extremes in the Seine and Somme River Basins (RExHySS).*** Coordinator: Agnès Ducharne (CNRS – UPMC, UMR Sysiphe)

This project's aim is to assess the impact of climate change due to anthropic activity on hydrological extremes in the Seine and Somme River drainage basins. We will take advantage of two new climate change simulation disaggregation methods (the weather regime method and variable correction method), which are used to reflect changes in climate variability, at a daily and inter-annual scale, in addition to average climate change.

We will first look to characterise how climate change can modify the breakdown of these extremes, in terms of flooding, low water and drought (frequency analysis and predetermination). These analyses will be supplemented by flow rates, soil humidity and piezometric levels simulated by various hydrological models. We will then turn to certain manifestations of these extremes with a particular impact on society. With regard to flooding, we will determine how their extension into key areas of the basins is changing (Somme River Valley upstream from Abbeville, a river corridor of the Seine, including Paris and the Bassée alluvial plain), for certain return periods. We will also look at connections between agriculture and continental hydrosystems, as regards irrigation needs, their impact on water resources and agricultural production, and pollution diffused by nitrates, which can be simulated in the Seine River Basin thanks to the coupled STICS/MODCOU model. We will go on to assess how these processes and interactions therein can be changed under the effect of climate change, distinguishing between the effect of average climate change and that of change in variability.

The final component of the project will be dedicated to retroaction between changes in the hydrosystem and social systems. We will offer to disseminate our findings to those involved in land development and water management in the drainage basins studied, in a form suited to a socio-economic audit of the changes in hydrological extremes, defined with them. One of the sensitive topics in this respect is the urban waste discharged during rainfall, and the influence of flooding on infrastructures, transport or energy production. Such analysis, even qualitative is important to substantiate climate change adaptation strategies, though these will not be broached in this project.

- ***Preventing the Effects of Heat Wave: Optimising Cutaneous Circulation in Individuals at Risk.*** Coordinator: Jean Louis SAUMET (University of Angers)

Epidemiological studies of the effects of heat wave have made it possible to identify at-risk populations: the elderly or those with cardiovascular disease, diabetes, or a neuropsychiatric affliction treated by neuroleptic. All of these populations are frequently under a variety of drug treatments that can influence their thermoregulation.

Even though the human body does have the physiological means for fighting excessively-high environmental heat, this ability is impaired in at-risk populations. One of the ways in which the body fights is to vary blood circulation in the skin (in conjunction with sudation), which makes it possible to regulate the heat lost by the body. This study of how ageing and medicines frequently used on the elderly affect cutaneous blood circulation should enable better drug prescription. This can mean changing dosage or discontinuing dangerous treatments should a heat wave alert or forecast be issued, as this would have side effects on thermoregulation. For this purpose, we propose:

### 1. A clinical approach:

Vasodilatation of cutaneous blood vessels facilitates heat exchanges between the internal environment and the external environment and contributes to regulating body temperature. A test has been designed in our laboratory on cutaneous vasomotricity in response to stimulation by a low-

intensity Galvanic current. Moreover, we know how to measure dependent endothelium vasodilatation, using a Doppler laser flow-meter and iontophoresis. We propose to study the effects of platelet anti-aggregants, both antipyretic and non-antipyretic, on cutaneous vasodilatation in healthy and elderly subjects. This study will make it possible to modify prescriptions for this treatment.

## 2. A multi-disciplinary think-tank network:

A first symposium was held last year and included a range of parties involved in work on thermoregulation. We plan to hold another symposium, to forward the launch of the think-tank network and bring together knowledge and thinking from different fields involved in managing the effects of heat wave.

### Outcomes:

- To determine whether taking platelet antiaggregants, some of which are also antipyretics, can change the effects of the heat wave in healthy subjects.
- To determine whether, in elderly subjects, such medicines, which are prescribed chronically, could modify the deleterious effects of the heat wave. This study will thus help issue guidelines so as to adapt treatment when a risk of heat wave is announced. Drug treatment, often prescribed to prevent atherosclerosis or thrombosis risk, could often be discontinued temporarily, until such time as the weather becomes more favourable.
- To continue discussion about the physiopathological effects of the heat wave with the few teams involved in such work.
- ***Energy Transport Housing Environment Locations - ETHEL II. Coordinators: Charles RAUX (CNRS)***

The fight against greenhouse gases is a national priority, as reasserted in the 2004 Climate Plan, in particular in the Residential/Services and Transport sectors. With their growing greenhouse gas (GHG) emissions, both these sectors tend to wipe out the progress achieved between 1990 and 2001 in Industry (-17.1%), Energy Production (-16%) and Waste Treatment (-5.7%) sectors. Meanwhile, the Transport (+21.6%) and Construction (+18%) sectors display worrying trends, despite technological advances on both new automobiles and buildings. The growing distances travelled by individuals and surfaces requiring heating, in a sprawling urban environment dominated by individual homes and the sharp rise in distances covered by merchandise transport, with the growing preponderance of road transport, have contributed to the unchecked rise of fossil energy consumption. Reducing consumption in the housing and transport sectors would also contribute to the country's energy independency.

The ETHEL research project is aimed at understanding the factors determining the growth of GHG emissions through interaction between transport and land usage so as to be able to act on determinants and, thereby, deter the growth dynamic. Ultimately, the aim is to help decision-makers "choose the best strategies for preventing the increase in the greenhouse effect".

Phase II of the ETHEL programme is aimed at supplementing Phase I on two specific points: merchandise transport in cities and the residential sector.

The issues addressed in ETHEL-I, namely, the impact of societal and technological assumptions on ways of life, activity locations, the related types of housing, transport supply and the related travel

behaviours, will be extended to include merchandise transport, in particular on the city deliveries aspect, in interaction with shifting household purchasing behaviours.

The resulting findings will be applicable in that they will identify and quantify the energy issues related to transport, locations and housing, as well as room for manoeuvre in terms of public policy. From the scientific standpoint, the main expected outcome is methodological progress in medium- and long-term modelling of the impact of economic, societal and technological factors on the behaviours studied.

The main innovation here lies in the fact that the project brings together, in a joint forward-looking effort, different proven forecasting models (in particular, the merchandise transport models intended for use) that are not merely forecasts based on previous trends, and sector-specific approaches to housing and transport, the models of which are not commonly brought into interaction.

Two activities are proposed: the first on merchandise transport in cities, and the second on fine-tuning energy models on housing their spatial morphologies.

## **2. CRP 2008**

**The projects selected on 2008 will start by the end of 2009. First results are expected by the end of 2011.**

- SAOPOLO: Adaptation strategies for marine protection works and costlines tenure face to sea levels rise. Coordinator: Philippe SERGENT (CEMTEF)
- DRIAS: Providing access to French regionalized climate scenarios useful for adaptation strategies and impacts management. Coordinator: Philippe Dandin (MeteoFrance)
- Alpine lands adaptation to frequent droughts in the context of global change. Coordinator: Sandra Lavorel (CNRS)
- Managing population displacements due to extreme events (EXCLIM). Coordinator: François Mancebo et Chloé Vlassopoulou (CURAPP, CNRS & PACTE)
- AdaptFVR: Impacts of climate change on emergence of Rift Valley Fever vectors in Senegal: adaptation and strategies of pastoralism in Sahel regions. Coordinator: Murielle LAFAYE (CNES)
- Adaptation of climate change: Integrated approach challenge in French Regions. Coordinator: François Bertrand (UMR CITERES/Université François Rabelais)
- Adaptation capacities of coastal Human communities to erosion and submersion of coastlines due to climate change. Coordinator: Anne Tricot (CNRS)
- Adaptation of climate change in the French Alpine Region « Rhône-Alpes »: partnership between scientists and local authorities. Coordinator: Claire MORAND, Rhônealpnéergie– Environnement (RAEE).



## L'initiative DRIAS

Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements.

**Objectif** : offrir un accès aisé aux données et produits issus des scénarios climatiques régionalisés français & l'expertise associée pour faciliter les études d'impact et d'adaptation :

- Différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre, avec plusieurs modèles régionaux et méthodes de descente d'échelle,
- Des formats standards, un accès aisé, des produits simples offrant notamment un premier regard, pour différents types d'utilisateurs,
- De l'expertise pour guider les utilisateurs, en particulier sur le sujet des multiples sources d'incertitudes, et favorisant la mise en place des bonnes pratiques et le développement des savoir-faire.

**DRIAS** est un service. Il réutilisera les acquits de la Climathèque de Météo-France <http://climatheque.meteo.fr/>:

- Un système utilisant les technologies internet modernes,
- Fournissant l'accès à différents types d'informations de données et produits climatologiques,
- Un cadre apprécié des utilisateurs, aisé à enrichir et pouvant recevoir de nouveaux services.

**Cofinancement** : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (programme GICC Gestion et Impacts du Changement Climatique)

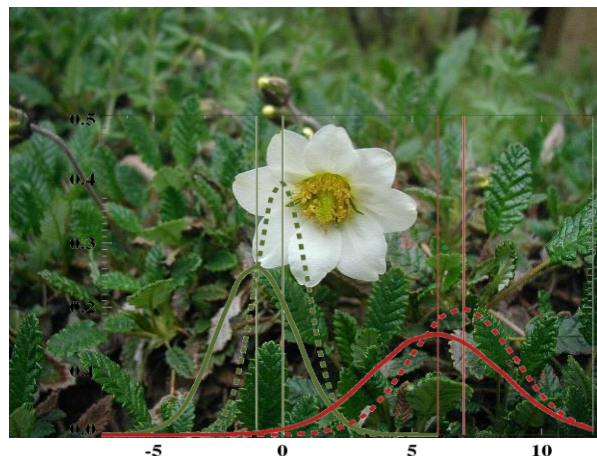
**Coordination** : Météo-France (Direction de la Climatologie)

**Partenaires** :

- Météo-France Centre National de Recherches Météorologiques – CNRS GAME
- Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)
- Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS)

**Durée** : 2009-2012

**Contact** : [drias@meteo.fr](mailto:drias@meteo.fr)







## Projet de mise en réseau CIRCLE MED

Les projets de recherche CIRCLE MED ont vocation à identifier et à fournir l'information aux parties prenantes qui les aide à résoudre les problèmes pratiques d'adaptation au changement climatique. L'appel à projets de recherche de CIRCLE-MED souligne l'importance d'une **coopération entre scientifiques et décideurs dès la conception des projets**, dans le but de pouvoir efficacement diffuser les recommandations des projets et leurs résultats aux opérateurs.

Le **contexte politique** général comprend une Stratégie méditerranéenne pour le développement durable adoptée en 2005, et une Stratégie méditerranéenne pour l'eau en préparation pour être adoptée en 2010. Les discussions sur cette dernière soulignent particulièrement la nécessité de trouver des synergies entre la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) et la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), surtout dans un contexte de démographie et pression touristique croissantes sur les côtes, l'urgence de développer et mettre en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation et l'importance de l'implication de tous les niveaux et fonctions de gouvernance dans le processus.

Un autre aspect de l'appel à projets de recherche de CIRCLE-MED est l'importance donnée à l'**approche pluridisciplinaire**, avec un équilibre entre les sciences biotechniques (de l'hydrogéologie à l'agronomie) et les sciences sociales.

CIRCLE est un projet de mise en réseau d'instituts et organismes de moyens, financé par le FP6 de la Commission Européenne pour la mise en œuvre d'un espace européen de recherche (ERA-Net) dans le domaine des impacts et de l'adaptation au changement climatique. Le groupe géographique CIRCLE-MED aborde les questions d'intérêt commun aux pays méditerranéens. Il a pour objectif de créer une communauté de recherche méditerranéenne à travers des projets coopératifs sur l'impact du changement climatique et son adaptation, visant à amener les résultats jusqu'aux décideurs politiques.

### Partenaires financiers:



### Pour plus d'informations

Animation CIRCLE-MED :  
Marie Mojaisky  
Association VERSeau Développement  
Domaine de Lavalette  
859 rue Jean-François Breton  
34093 Montpellier Cedex 5 – FRANCE

Courriel : [mojaisky@verseaudeveloppement.com](mailto:mojaisky@verseaudeveloppement.com)  
Site internet : [www.circle-med.net](http://www.circle-med.net)  
CIRCLE ERA-Net : [www.circle-era.net](http://www.circle-era.net)

**CIRCLE MED**  
Climate Impact Research Coordination  
for a Larger Europe

**Face au Changement  
Climatique en Méditerranée**

Gestion intégrée des zones côtières  
et gestion de l'eau

[www.circle-med.net](http://www.circle-med.net)

# CIRCLE MED

Climate Impact Research Coordination  
for a Larger Europe

Le bassin méditerranéen est unique par sa position géographique, mais aussi par son patrimoine culturel et historique commun à plusieurs pays. Selon le 4<sup>ème</sup> Rapport d'évaluation du GIEC, **les écosystèmes méditerranéens seraient parmi les plus impactés par le réchauffement global**. Les taux de précipitations et d'évaporation sur terre et sur mer seront affectés, créant des conditions encore plus arides. Les zones côtières au nord comme au sud du bassin sont particulièrement vulnérables, avec de plus un développement socio-économique qui aggrave significativement la pression croissante sur les ressources en eau. À terme de graves risques tels que la destruction des aquifères côtiers par l'intrusion saline, la dégradation de la qualité de l'eau et des systèmes aquatiques, des débits réduits et l'assèchement des zones humides sont à prévoir (Les perspectives du Plan Bleu sur le développement durable en Méditerranée, Juillet 2008)

Dans ce contexte le premier appel à projets de recherche du groupe CIRCLE-MED a porté sur les **stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau et des zones côtières**, et sur la recherche d'un nouvel équilibre pour la gestion intégrée des ressources en eau et des zones côtières.

Huit projets ont été sélectionnés pour un budget total de 1,65 M€, associant des instituts de recherche français, italiens, portugais, espagnols, israéliens, marocains, tunisiens, croates et albanais. La durée des projets est de 2 ans, avec de premiers résultats attendus en 2010.



**ACIDBIV** : Les impacts intégrés de l'acidification marine, des changements de température et de précipitations sur la biodiversité côtière des bivalves et les pêcheries : comment s'adapter ?  
Partenaires: Centre des Sciences Marines d'Algarve (Portugal); Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Espagne); Département de Biologie - Université de Padoue (Italie); Faculté des Sciences de Bizerte (Tunisie)  
Contact : lchichar@ualg.pt

**AQUIMED**: Conception participative de stratégies de gestion des eaux souterraines et de leurs usages dans les zones côtières Méditerranéennes en situation ou en risque de stress hydrique, intégrant les enjeux de changement climatique.  
Partenaires : Cirad (France); SOCIUS (Portugal); BRGM (France); Cemagref (France); École Nationale d'Agriculture (Maroc)  
Contact : fayssel@cirad.fr

**CANTICO**: Vecteurs et impacts climatiques et anthropogéniques locaux sur la zone côtière tunisienne.  
Partenaires : Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (Italie); Météo-France - CNRM (France); Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (Tunisie); Israel Oceanographic & Limnological Research (Israël); Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (Italie); Institut Pierre Simon Laplace, CNRS (France)  
Contact : fsantoro@univie.it

**CLIMBIOMEDNET**: Influence du changement climatique sur la biodiversité, les biens et les services des lagunes méditerranéennes.  
Partenaires : Laboratoire "Écosystèmes lagunaires", Univ. de Montpellier (France); Dip. Scienze e Tecnologia Biologiche ed Ambientali, Univ. de Salento (Italie); Dep. De Ecologia y Biología Animal, Univ. de Vigo (Espagne); Dept. de Bio-technologies, Tirana Univ. (Albanie); Lab. Ecosystèmes et Ressources Aquatiques, INA (Tunisie)  
Contact : mouillot@univ-montp2.fr

**CLIMWAT**: Évaluer et gérer l'impact du changement climatique sur les ressources en eaux souterraines et les écosystèmes dépendants.  
Partenaires : CVRM/Geo Systems Centre, Instituto Superior Technico (Portugal); Fundação de Faculdade de Ciências e Tecnologia, Dept. de Ciências e Engenharia do Ambiente (Portugal); Dept. de Tecnologia da Construção da Coruña (Espagne); Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad (Maroc)  
Contact : luis.ribeiro@ist.utl.pt

**INTERMED**: L'impact du changement climatique sur les pertes des communautés intercotidales: pertes de l'intégrité de l'écosystème côtier et de ses services.  
Partenaires : Animal Biology Dept., Univ. of Palermo (Italie); Recanati Institute for Maritime Studies, Univ. de Haifa (Israël); Dept. Aquaculture, Univ. de Dubrovnik (Croatie)  
Contact : g.sara@unipa.it

**MEDCODYN**: Impacts du changement climatique dans les systèmes aquatiques de transition en Méditerranée.  
Partenaires : Dipt. Di Scienze e Tecnologia Chimiche e dei Biosistemi, Univ. of Siena (Italie); Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Laboratorio Centrale di Idrobiologia (Italie); La Tour du Valat (France); Univ. Ain Chock de Casablanca (Maroc)  
Contact : rossi@unisi.it

**WATERKNOW**: Gestion intégrée de l'eau dans les bassins versants côtiers: enjeux et stratégies d'adaptation dans le cadre du changement climatique.  
Partenaires : Alma Mater Studiorum, Univ. of Bologna, CIRSA (Italie); Univ. des Sciences et Technologies de Lille, Labo. Territoire, Ville, Environnement, Sociétés (France); Dept. de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores, (Portugal); École nationale forestière d'Ingénieurs (Maroc)  
Contact : m.antonellini@unibo.it

4.

# Association Française pour la prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN)



Association Française  
pour la Prévention des  
Catastrophes Naturelles  
(AFPCN)



## Présentation par Christian Kert, Député des Bouches du Rhône

Président de l'AFPCN et du Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (COPRNM)

Membre de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST)

L'AFPCN a pour vocation d'associer la société civile à la politique de prévention des catastrophes naturelles conduite par les autorités publiques coordonnées par la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer. Elle est, au regard des Nations Unies, l'opérateur de la plateforme française constituée par le Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (COPRNM) dont la DGPR assume le secrétariat et que je préside.

Depuis trois années, l'AFPCN s'est engagée très activement dans la politique française d'adaptation au changement climatique en participant aux travaux du groupe interministériel d'évaluation des impacts constitué sous l'égide de la DGPR dans le cadre de la préparation d'un plan national d'adaptation.

L'AFPCN a constitué elle-même, auprès de son Conseil scientifique, un groupe de travail sur l'adaptation de la prévention au changement climatique, qui a tenu régulièrement des séances depuis 2007. Elle a contribué aux réflexions du groupe de l'Académie des sciences animé par Henri Décamps, membre de son conseil scientifique, et aux publications de la revue « Responsabilité et Environnement ». Initiatrice et actuellement présidente d'un réseau européen de plateformes nationales pour la prévention des catastrophes, elle a fourni avec ses partenaires une réponse commune au Livre vert de la Commission européenne, et intensifie ses échanges sur l'adaptation dans les pays européens.

L'AFPCN remplit ainsi, dans le domaine de la gestion des risques liés au changement climatique, sa mission d'animation des échanges et de contribution à la politique publique.

Pour ce recueil, trois ensembles de documents ont été sélectionnés car ils reflètent parfaitement sa démarche :

- d'abord une note de la DGPR sur le **Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs** et sur le groupe de travail « **Risques naturels, assurances et adaptation au changement climatique** » qu'elle a animé dans le cadre de l'évaluation des impacts du changement climatique en matière de risques naturels, deux instances qui participeront à l'avenir au pilotage du plan national d'adaptation.
- l'introduction et la conclusion d'une **journée de synthèse** sur les différentes facettes de l'adaptation. Tenue en février 2008, cette manifestation tendait à exploiter le quatrième rapport du GIEC publié à la fin de l'année précédente et proposer des orientations pour la prévention. Les actes ont été présentés à Davos dans une séance annexe organisée par les plateformes suisse et allemande (Planat et DKKV), et à la conférence qui fait l'objet du second document.
- enfin des extraits des actes du colloque international « **Des catastrophes du passé au défi du changement climatique** » organisé en novembre 2008 par le Ministère de l'Environnement, du développement durable et de l'Aménagement du Territoire (actuellement MEEDDM), en collaboration avec le Conseil scientifique de l'AFPCN. Cette manifestation s'est tenue dans la

cadre de la présidence française de l'Union européenne qui, comme on le sait, entendait donner une forte impulsion à la politique commune dans le domaine du climat et des risques. Ce colloque qui a réuni des représentants de plus de vingt pays européens a permis de présenter les actions du réseau et a ouvert les débats sur les grands enjeux. Des ateliers ont été montés sur les adaptations au changement climatique dans les zones littorales, montagnardes, les vallées fluviales transfrontalières, les métropoles, et se sont intéressés à la formation. Une séance a été également consacrée aux partenariats public-privé avec les assureurs. Le compte rendu de la première séance plénière et de la table ronde sur la résilience, et les conclusions sur les approches scientifiques et techniques, montrent la richesse des échanges entre participants.

J'espère que cet aperçu donnera une idée de l'apport volontariste et combien dynamique de notre association et de ses partenaires français et européens dans le domaine si vital de l'adaptation au changement climatique.

**Christian KERT**

Député des Bouches du Rhône

Président de l'AFPCN et du COPRNM

Membre de l'Office Parlementaire d'Evaluation des  
Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST)

# **Note de la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer**

## **Les instances consultatives sur la prévention des risques naturels et le changement climatique<sup>12</sup>**

### **Le Conseil d'orientation de la prévention des risques naturels majeurs (COPRNM)**

Le *Conseil d'Orientation de la Prévention des Risques Naturels Majeurs* (COPRNM) est une structure nationale française, créée par décret le 1<sup>er</sup> août 2003, chargée de donner des avis et de faire des propositions au Gouvernement français en matière de prévention des risques naturels. Il réunit régulièrement divers partenaires représentant les élus, des experts et professionnels, la société civile et les services de l'Etat. C'est un lieu d'échanges et de débats, d'orientation et de conseil, qui permet d'entretenir une réflexion continue sur ce sujet.

### **Le Groupe de Travail « Risques naturels, assurances et adaptation au changement climatique » (GT RNACC)**

Le groupe pluridisciplinaire *Risques naturels, assurances et adaptation au changement climatique* (GT RNACC) fait partie du groupe interministériel *Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés*, dont le rapport est synthétisé en début de dossier dans le rapport de l'ONERC et dans le complément sur « Risques naturels et assurances ».

Cette thématique se trouve au cœur des préoccupations internationales actuelles (projet de rapport spécial du GIEC, revue à mi-parcours du Cadre d'Action de Hyogo par exemple) à la fois comme récepteur (les aléas tels que les événements météorologiques extrêmes sont une composante essentielle des risques naturels, les enjeux et leur vulnérabilité étant l'autre), et comme source de stratégies et bonnes pratiques en matière de gestion des risques.

Le groupe s'est focalisé sur l'étude de l'impact du changement climatique sur les risques naturels, combinaison d'un aléa météorologique et d'enjeux exposés, et sur les dommages associés. En France, selon la définition des catastrophes naturelles inscrite dans le code des assurances, les aléas résultant d'un « agent naturel présentant une intensité anormale », qui correspondent à l'événement météorologique ou climatique extrême tel que défini par le GIEC, retiennent particulièrement l'attention. Depuis 1982, en France, les assureurs participent au dispositif d'indemnisation des dommages dus aux catastrophes naturelles. Ils sont, aux côtés des pouvoirs publics, des acteurs clés de la prévention et de la gestion des risques naturels, et s'intéressent de près aux impacts potentiels du changement climatique sur le domaine des assurances. La réflexion du groupe s'est en particulier appuyée sur les données économiques de dommages liées au « marché du risque ».

L'objectif du groupe était de proposer, si nécessaire, des mesures d'adaptation pertinentes notamment de la politique actuelle de prévention et de gestion des risques naturels, et de les évaluer. L'hypothèse de non évolution voire de réduction d'un aléa donné sous l'effet du changement climatique n'a pas été a priori écartée, mais évaluée au vu des connaissances disponibles.

---

<sup>12</sup> Texte établi par Sylvie de Smedt, DGPR, secrétaire du groupe de travail RNACC.

Le GT RNACC a étudié en particulier, en s'appuyant sur les données et connaissances disponibles, le risque d'inondation, le risque côtier (submersion et érosion) et le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux sous l'effet de la sécheresse (RGA). Il n'a pas retenu le risque de tempête, considérant, au vu de la connaissance actuelle sur le sujet, une hypothèse de non évolution de cet aléa. Il a en revanche porté une attention particulière aux aléas gravitaires (les avalanches, les crues et laves torrentielles, les coulées boueuses ainsi que les glissements, éboulements et effondrements de terrain), en particulier dans les zones de montagne. En effet, malgré des difficultés d'évaluation certaines liées à la nature de ces aléas, et notamment leur caractère très discontinu dans le temps et dans l'espace, compte tenu de leur importance socio-économique, l'objectif était de faire le point sur les interactions possibles entre changement climatique et aléa gravitaire, sans à ce stade envisager de quantification.

Les inondations par remontée de nappes et par ruissellement n'ont pas été abordées. Si les inondations urbaines liées au ruissellement pluvial pourraient voir leur fréquence et leur intensité augmenter comme conséquence du changement climatique, il existe très peu de données économiques relatives à ce type d'événements. Il est donc difficile, dans l'état actuel de la connaissance, de les intégrer dans une évaluation de l'évolution des coûts, alors qu'ils pourraient avoir un impact significatif.

L'établissement d'évaluations chiffrées à l'échelle du territoire national s'est avéré souvent trop incertain compte tenu des connaissances actuelles sur les impacts du changement climatique sur les aléas, ainsi que sur les aléas et les enjeux eux-mêmes. Il est important de souligner ici plusieurs limites de l'exercice :

- les scénarios de changement climatique fournissent des indications relativement claires sur des tendances globales et régionales, mais ces indications sont très difficilement utilisables à l'échelle très locale de certains aléas ;
- les scénarios de changement climatique n'ont pas le même niveau d'incertitude en fonction de la région considérée et de la variable choisie : ainsi l'analyse des simulations réalisées pour le 4ème rapport du GIEC montre sur la France une bonne cohérence des modèles dans leur simulation de l'évolution des températures ; par contre les modèles sont beaucoup plus divergents pour les précipitations, une variable pourtant essentielle pour les aléas étudiés ici.

En conclusion des travaux, il est apparu, au-delà de l'importance de la vulnérabilité, qu'un des phénomènes liés au changement climatique et parmi les plus délicats à gérer dans les 100 prochaines années serait le recul généralisé des côtes basses. La sécheresse géotechnique ne doit cependant pas être négligée, en termes de coûts, mais des solutions d'adaptation (coûteuses) existent. Quant aux aléas gravitaires et aux inondations, un des facteurs-clé semble être l'évolution de la variabilité du climat (amplitude de variation diurne de la température, précipitations extrêmes,...), dont l'impact reste à approfondir.

Concernant l'adaptation au changement climatique, il ressort des travaux que le développement de la connaissance (aléas et enjeux), la mise en place de réseaux pérennes et d'indicateurs de suivi, et la poursuite et le renforcement de la politique actuelle de prévention et de gestion, par des stratégies "sans regret" dans le cadre d'une gestion globale et coordonnée des risques, constituent trois premiers éléments essentiels de la définition d'une politique d'adaptation.

Ces travaux ont constitué le lancement d'une démarche multi-partenariale qui se poursuivra à travers notamment l'élaboration du plan national d'adaptation, la mise en œuvre du Grenelle de la mer, et de la directive inondation.



Ils ont également souligné les besoins suivants :

- besoin d'études régionalisées (mais cohérentes) d'impacts du changement climatique sur les hydrosystèmes notamment ;
- besoin de recherches complémentaires sur les événements extrêmes, et sur la prise en compte des paramètres socio-économiques (particulièrement dans les cas où plusieurs bassins de risque sont affectés simultanément) ;
- besoin d'amélioration et de simplification du transfert des résultats de la recherche vers les secteurs plus opérationnels.

Le GT RNACC, présidé par Thierry Hubert, adjoint au chef du service des risques naturels et hydrauliques, a associé notamment les établissements publics compétents (BRGM, INERIS, CEMAGREF, Météo-France, ONF, CSTB), les administrations concernées (CNRS, DGPR/SRNH, CGDD, CETMEF, CETE Lyon et Méditerranée, Direction régionale de l'équipement Languedoc-Roussillon), la Mission risques naturels des assureurs (MRN), l'Association française de prévention des catastrophes naturelles (AFPCN), le Centre européen de la prévention du risque d'inondation (CEPRI) et des Établissements publics territoriaux de bassin (EPTB).



# Extraits de la journée du 6 février 2008 : Adaptation au changement climatique : les risques naturels

Organisée par le Conseil Scientifique de l'AFPCN

## Introduction



Le cyclone Katrina, août 2005

Le changement climatique est une des grandes questions à l'ordre du jour pour les scientifiques, les professionnels concernés par les risques, les responsables des politiques publiques depuis les collectivités territoriales jusqu'au niveau international, et finalement les populations du monde entier. L'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN)<sup>13</sup>, plateforme d'échanges et d'action réunissant des représentants de la société civile et des autorités publiques, se devait d'inclure dans son activité des travaux en vue de répondre à cette préoccupation.

---

<sup>13</sup> L'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN) a été créée en 2001 pour prendre la suite du Comité Français de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (DIPCN). Elle fait partie de la structure de la plateforme française, où elle est en particulier opérateur du Ministère de l'Énergie, l'Écologie, du Développement Durable et de la Mer. Son statut est associatif, elle organise des rencontres et débats, de niveau national, européen et international entre les pouvoirs publics et les membres de la société civile, sur le thème de la prévention des risques de catastrophes.

Le conseil scientifique de l'AFPCN, inscrit dans le règlement intérieur du conseil d'administration, a été créé en juin 2004. Il est composé d'une vingtaine d'experts indépendants, français et étrangers. Conformément à la vocation de l'AFPCN, sa composition est équilibrée entre les disciplines scientifiques de la nature (les aléas) et celles de la société (la vulnérabilité, la résilience). Ses missions consistent à fournir des avis et des appuis, à organiser des colloques et séminaires, et à assurer une veille scientifique sur les risques.

Coordonnées : AFPCN, c/o ENGREF, 19 avenue du Maine, 75732 Paris cedex 15 - Site internet : [www.afpcn.org](http://www.afpcn.org)

Elle a constitué en 2007, auprès de son Conseil scientifique, un groupe de travail sur l'adaptation de la prévention des catastrophes au changement climatique. La majorité de ses adhérents ont marqué leur intérêt. Le groupe a organisé plusieurs séances thématiques, piloté un colloque en Guadeloupe sur les tempêtes tropicales, collaboré avec le groupe interministériel « *Impact du changement climatique, adaptation et coûts associés en France* ». Au même moment, le groupe « *Écosystèmes et événements climatiques extrêmes* » a été mis en place par l'Académie des sciences.

Ces échanges ont débouché le 6 février 2008 sur une journée qui s'est placée chronologiquement après la publication du 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC, la réunion de l'ONU à Bali, et les décisions du *Grenelle de l'environnement*.

Son ambition était de croiser les approches qui sont souvent beaucoup trop cloisonnées et parfois divergentes alors que la diversité est inhérente à la démarche scientifique, de dégager une vision concertée des avenir possibles et de porter un regard collectif sur différents programmes qui concourent à la gestion des grands risques à l'heure du changement climatique. A la suite de cet échange, l'AFPCN a esquissé des recommandations qu'elle approfondira par la suite. Elle a décidé d'organiser avec le MEEDDAT<sup>14</sup>, les 26-28 novembre 2008, un colloque réunissant les plateformes nationales pour la prévention des catastrophes naturelles d'Europe.

L'AFPCN envisage l'adaptation au changement climatique, comme toute adaptation à des changements majeurs, en termes de risques à gérer et de chances à exploiter. Les risques liés au changement climatique résultent des pressions exercées en continu par l'environnement (températures saisonnières, pluies, niveau de la mer, teneur de l'atmosphère en CO2 et autres gaz, contaminations biologiques...) et des événements extrêmes (tempêtes, séquences de canicule ou de froid intense, de sécheresse ou de précipitations entraînant des ruissellements ou des crues, de conditions météorologiques favorables à l'extension des feux, glissements de terrain...). L'adaptation concerne toutes les espèces vivantes dont certaines sont particulièrement touchées ou obligées de migrer, dont d'autres bénéficient d'un surcroît de compétitivité ; l'histoire et les reconstitutions paléo géologiques, notamment celles des catastrophes climatiques du passé, éclairent les mécanismes mis en jeu. Quant aux sociétés, notamment les sociétés techniques évoluées, elles doivent assumer leurs responsabilités et mobiliser leurs ressources pour faire face et exploiter les opportunités ; comme par le passé elles en ont les moyens et le feront d'autant mieux qu'elles auront pris à temps les mesures appropriées.

## **Conclusion**

Paul-Henri Bourrelier  
Président du Conseil Scientifique de l'AFPCN

## **Observation générale**

En concluant cette journée, je tiens d'abord à remercier tous ceux qui y ont contribué en présentant un exposé ou en présentant leur point de vue. Venant d'horizons divers, ils ont été les acteurs du succès. Je les remercie aussi d'avoir respecté un programme qui était très tendu puisqu'il avait l'ambition de faire le tour des différentes approches scientifiques du sujet : « l'adaptation de la prévention au changement climatique ».

---

<sup>14</sup> Le MEEDDAT est devenu MEEDDM en 2009 à la suite du rattachement des compétences liées à la mer.

Je commencerai par revenir sur quatre points essentiels pour la compréhension de cette manifestation et l'exploitation de sa réussite.

## 1. Les incertitudes

On a beaucoup parlé au cours des sessions de l'incertitude. Si nous avons tenu à mettre l'accent sur cette question, ce n'était pas pour affaiblir les démonstrations sur le changement climatique, c'était pour respecter la règle scientifique selon laquelle on n'énonce jamais de chiffres ou de pronostic sans indiquer la marge d'incertitude. Les explications qui ont été données éclairent bien les questionnements, les limites et les lacunes les plus sérieuses de nos connaissances qui résultent des mesures elles-mêmes, des modèles climatiques et des scénarios associés, et des modèles d'impacts.

S'agissant de systèmes complexes faisant intervenir des lois non linéaires de la physico-chimie, du vivant et des sociétés, les modèles climatiques sont devenus des outils remarquables mais simplifiés permettant de mieux comprendre comment fonctionnent les boucles de rétroaction, de faire des projections montrant l'effet d'actions dans certaines hypothèses ; on ne peut évidemment leur demander de représenter la réalité et de faire des prévisions à long terme, d'autant qu'ils se réfèrent à des scénarios socioéconomiques qui ne se bouclent pas avec les rétroactions (effets des chocs sur les marchés et des politiques d'atténuation de l'effet de serre notamment). Les explications qui ont été données éclairent bien les questionnements, les limites et les lacunes les plus sérieuses de nos connaissances<sup>15</sup>.

## 2. Les controverses

La science progresse à partir de tels questionnements et des débats qu'ils suscitent au sein de chaque communauté scientifique spécialisée et entre experts des diverses disciplines. Notre pari était que le débat sur le changement climatique est parvenu à un stade où la maturité des recherches et les échanges ont permis une compréhension réciproque et circonscrit les controverses qui persistent, restant en quelque sorte un utile stimulant, finalement constructif, pour les scientifiques de bonne foi<sup>16</sup> (\*). C'est ce que nous avons pu vérifier aujourd'hui.

---

<sup>15</sup> Une modélisation qui comporterait les rétroactions essentielles devrait coupler quatre modèles au moins : un modèle climatique (rétroactions de l'atmosphère et de l'océan), un modèle des ressources et du marché énergétique (raréfaction du pétrole, politique d'atténuation de l'effet de serre), un modèle de l'eau et de la biosphère continentale, un modèle du développement démographique et économique des sociétés.

<sup>16</sup> Les indications les plus récentes des modèles (voir GICC) laissent penser que le changement climatique pourrait diminuer les crues des grands bassins versants français ; par contre on peut craindre une occurrence accrue des événements rapides et de petite échelle. La collaboration des climatologues et les hydrologues, qui ont eu jusqu'à présent des appréciations différentes du changement climatique, a été vivement souhaitée à la session 3 ; elle pourrait se traduire par une convergence sur ces tendances.

(\*) L'état actuel des principales controverses sur le changement climatique sont schématisées dans le tableau suivant :

Question	Motif du débat	Présentation critiquée
1 La complexité du système climatique	Ne se domine pas par la complication des modèles ; le passage par des états chaotiques est inhérent au système climatique.	Reconnue en principe par tous, mais on laisse parfois encore entendre qu'il s'agit d'une incertitude classique que les progrès réduiront à peu
2 Les prévisions	Les modèles ne sont pas prévisionnels ; ils fournissent des projections fondées sur des scénarios artificiels	Fait reconnu, mais vite oublié dans les discours et surtout par la reproduction de cartes sans avertissement
3 La température moyenne terrestre	Un indicateur synthétique	Discussions sur les bases du calcul et la portée de sa signification
4 Evolutions depuis vingt ans	Statistiquement souvent non significative, surtout à l'échelle régionale	Affirmations souvent infondées sur ces évolutions
5 La variabilité du climat, les aléas météorologiques	Importants avec une évolution mal établie par les modèles climatiques	Croissance très souvent affirmée sans preuve. La prudence du rapport du GIEC est vite oubliée
6 L'aléa cyclones	Incertitude, même en Atlantique nord, seule zone où il y a eu une croissance récente	Souvent déclaré en croissance
7 Les aléas crues ou sécheresse	Tendance variable selon le type d'événement : en France décroissance des crues de plaine, durcissement des événements rapides et ponctuels	Les aléas extrêmes ont été systématiquement déclarés en croissance (par les commentateurs plus que par les climatologues)
8 Le cycle de l'eau, son impact sur l'effet de serre	Beaucoup d'ignorances	Plutôt masquées
9 Le niveau de la mer	Hausse certaine, effet multiséculaire du réchauffement ; incertitude forte sur les projections à cent ans et sur les impacts	Parfois des projections très élevées annoncées à cent ans. ; le GIEC accusé de ne pas avoir retenu des projections récentes plus fortes
10 L'acidification de l'eau océanique	Effet certains sur le corail ; perspectives ?	Pas toujours évoqué
11 Le cycle du carbone et la biosphère	Beaucoup d'ignorances	Généralement masquées par les bilans
12 La disparition d'espèces	Certaine, mais doutes sur la part imputable au changement climatique. Les réactions d'adaptation sont mal estimées.	Simplifications abusives, attention portée sur quelques espèces vedettes. Effet positif sur l'évolution des écosystèmes ignoré
13 L'avis de la communauté des climatologues	Majoritaire	Le système de consensus et l'expression de probabilités subjectives par le GIEC sont très contestés. Les avis pour décideurs des rapports du GIEC sont écrits avec les politiques, ce qui peut les dénaturer de façon insidieuse.
14 L'avis de l'ensemble de la communauté scientifique	Non formulé	Ambiguïté sur le terme « communauté scientifique » ; beaucoup de disciplines où s'expriment des réserves sur les affirmations du GIEC ne sont pas associées correctement (pourraient-elles l'être ?)
15 Rôle des marchés suite à la raréfaction des combustibles fossiles ;	Essentiel mais insuffisant pour l'atténuation ; les effets des chocs et des conflits sont majeurs.	Éléments systématiquement écartés dans scénarios et les présentations générales ; les marchés sont traités seulement à propos de droits d'émission
16 La promotion du nucléaire	Le nucléaire est un élément de solution parmi d'autres	Le nucléaire, souvent masqué, a ses propres controverses.
17 L'adaptation versus l'atténuation	Deux réactions, deux politiques complémentaires d'égale importance et d'égale urgence	Positions privilégiées pour l'une ou l'autre. Le GIEC n'a réellement détaillé que l'atténuation. Déséquilibre accentué en France
18 Modèles économiques versus modèle climatiques	Les modèles économiques ne couvrent l'ensemble des échelles ; les modèles climatiques effacent les effets de chaos temporaires	Les scénarios du GIEC ignorent les rétroactions économiques des marchés et des politiques d'atténuation. Présupposés idéologiques des modèles intégrés (Stern par exemple). Débat sans issue sur le taux d'actualisation.

### 3. L'articulation entre les politiques d'adaptation et d'atténuation relatives au changement climatique

L'AFPCN, par sa vocation, est concernée par l'adaptation. De toute évidence, et comme l'affirme le GIEC, adaptation et atténuation sont complémentaires et aussi indispensables et urgentes l'une que l'autre. Pour des motifs tactiques certains veulent privilégier l'une ou l'autre ce qui constitue une erreur qui décrédibilise la politique annoncée :

- il faut engager l'une et l'autre avec une égale urgence et se préparer à leur donner de l'ampleur au fur et à mesure que l'on en sera plus capable grâce à la mise au point de technologies de réduction des émissions et des impacts car les mesures les plus lourdes ne porteront effet qu'à long terme : la restructuration urbaine, la reconquête des sols, la maîtrise de l'eau demanderont autant de temps et de capitaux que le changement de système de consommation énergétique ; et d'ailleurs beaucoup de mesures sont communes.
- la combinaison des réactions spontanées et des mesures programmées est la clé de la réussite : le changement climatique déclenche des mécanismes spontanés d'adaptation parmi les espèces et les humains, tout comme la hausse des prix des combustibles à la suite de leur raréfaction entraîne des mouvements spontanés d'atténuation. Mais ces réactions sont désordonnées, souvent erratiques, non coordonnées, insuffisantes à coup sûr. Il faut les orchestrer et les synchroniser : d'un côté Kyoto, de l'autre Hyogo doivent associer leurs effets pour assurer un monitoring global.

### 4. Les représentations du changement : déni ou hypertrophie des risques

Le changement climatique n'est pas seulement une réalité physique et biologique plus ou moins saisissable, c'est tout autant une représentation mentale et une construction sociale et géopolitique. Comme tous les grands changements, comme tous les aléas, il peut être perçu comme une chance ou comme une menace de catastrophe. On ne peut concevoir et mettre en place une politique d'atténuation et encore plus une politique d'adaptation qu'en fonction de cette représentation.

La journée a permis d'aborder cette face essentielle. Mais il y a beaucoup de recherches à entreprendre à son sujet.

Il faut notamment comprendre les comportements de déni pour combattre la passivité. C'est d'autant plus indispensable que les motifs des réticences sont souvent inavoués, obscurs, contradictoires, mais pas toujours dénués de raison : l'instrumentalisation est fréquente et mérite d'être détectée, analysée, dénoncée ; pourquoi l'adaptation est-elle aussi peu approfondie dans les études du GIEC et si en retard en France, au point par exemple que les plans climat des collectivités territoriales ne sont que des plans d'atténuation alors qu'à cette échelle de responsabilité on aurait pu attendre le contraire ?

Le changement climatique apparaît ainsi comme un révélateur des erreurs de notre société technique avec son gaspillage de ressources, sa croissance inconsidérée, ses imprudences : il peut provoquer un sursaut salutaire pour un système technique qui a les moyens de relever les défis ; il ne doit pas au contraire servir d'alibi et constituer une démonstration supplémentaire d'impuissance à assumer les responsabilités.

## Cinq axes de recommandations

A l'issue de cette journée, des recommandations évoquées se retrouvent formulées de session en session : j'en énoncerai cinq sans prétendre être exhaustif.

### 1. Intégrations de toutes les disciplines :

Les progrès impressionnants réalisés par les climatologues ont comme contrepartie le fait que d'autres disciplines de connaissance de la nature se trouvent décalées alors qu'elles sont tout autant essentielles : il s'agit dans une certaine mesure de l'hydrologie et plus généralement de tout ce qui concourt à la connaissance du cycle de l'eau à toutes échelles (depuis la particule jusqu'au global). Mais encore plus des sciences du vivant qui éprouvent beaucoup de difficultés à changer d'échelle, à passer des observations spécifiques à des évaluations et des projections globales (par exemple sur la séquestration du carbone dans les sols) et dont certaines branches, notamment l'entomologie descriptive, ont été trop délaissées, alors qu'on a besoin de ces connaissances comme indicateurs d'alerte. Bien entendu aussi l'histoire qui se trouve aussi placée devant le défi de l'articulation des échelles du temps et de l'exploitation de gisements considérables d'informations enfouies dans les archives.

### 2. Les échelles géographiques, du global au local

De l'échelle planétaire à l'échelle des nations en passant par les organisations continentales il n'y a pas de coupure : les échanges et les négociations sont nécessaires à tous niveaux. Les grands pays au moins disposent des outils scientifiques et la coopération internationale fonctionne. La France dispose de deux équipes qui ont développé chacune un modèle climatique et des organismes qualifiés assurent l'interface dans les diverses disciplines.

L'atténuation comme l'adaptation demandent un concours régionalisé fort quel que soit le secteur considéré :

- production d'énergie (solaire, éolienne, biomasse, géothermie ...).
- économies d'énergie et réduction des émissions dans l'habitat et les transports, amélioration intelligente du confort thermique.
- adaptation des activités et prévention des risques.
- adaptation des espèces, protection de la biodiversité.

Or on observe un paradoxe : les responsables territoriaux relaient l'effort national et prennent des initiatives sur l'énergie, tandis qu'ils accueillent avec passivité et réticence les décisions de politique nationale sur l'adaptation qui concernent le plus leurs administrés.

Que l'échelle soit celle des entités administratives, des grandes agglomérations, des unités géographiques comme les massifs montagneux, les bassins continentaux, les zones côtières ou les mers, la prise en compte du changement climatique est plus problématique car les modèles climatiques déduits des modèles globaux sont peu significatifs. Cela explique peut-être que l'adaptation ne soit pas à l'ordre du jour à ce niveau décisif. Un effort rigoureux, de rassemblement des indications, de construction de modèles spécifiques des diverses formes que prend l'évolution, et de développement des instruments d'action, s'avère indispensable pour éviter l'abstention ou l'anarchie. Par exemple, le programme de recherche "Gestion et impacts du changement climatique (GICC)", lancé par le ministère de l'environnement il y a une dizaine d'années, constitue pour cela un outil stratégique qu'il faudrait pousser avec Météo France et les organes de recherche et d'application comme le CEMAGREF, le BRGM, l'INRA etc. L'ANR qui a lancé des programmes relatifs à



certain aspects pourrait très utilement fédérer la communauté scientifique française autour d'un programme central.

### 3. L'ingénierie sociétale de traitement des risques, une démocratie de la responsabilité.

Le changement climatique suscite des jeux d'acteurs complexes qu'il est essentiel de décrypter et de piloter comme l'ont montré les sessions 6, 7 et 8. Les outils de l'adaptation existent et sont mieux utilisés dans certains pays qu'en France : il suffit de traverser la Manche par exemple.

Un constat domine : le changement climatique est un excellent révélateur des défauts du système social. L'adaptation aux risques qui l'accompagnent constitue un baromètre de la vitalité et de la résilience des communautés, et de leur créativité pour saisir les opportunités du changement en les considérant comme des atouts. Une ingénierie sociale doit être réinventée à l'égard des risques sanitaires, technologiques et naturels et peut-être d'autres encore. Cette mobilisation peut être placée sous la bannière du développement durable.

### 4. Une gestion profitable des crises

L'un des intervenants a avancé l'idée que l'adaptation pourrait être particulièrement ciblée vers les secours et ce qu'on appelle plus généralement la gestion de crise<sup>17</sup>. Cette idée mérite d'être approfondie car il faut s'attendre à des surprises. Il est certain que la coordination et l'intégration dans une stratégie globale sont actuellement loin d'être suffisants. Le colloque que l'AFPCN a organisé il y a quelques mois à Divonne-les-Bains a ouvert des voies. Mais elles ne seront acceptables que si la société a la volonté d'appliquer à temps les mesures et si elle sait prolonger la gestion de crise par les actions de reconstruction propres à intensifier la résilience. On est là au cœur de l'équilibre que la gestion des risques doit trouver, entre les réponses après la catastrophe, « les secours », et les anticipations.

### 5. Une nouvelle vigilance envers les risques extrêmes

L'acquisition régulière des données et leur agrégation pour assurer un suivi des phénomènes sur lesquels on pense que le changement climatique aura un impact est une nécessité générale. Le GMES pourrait en fournir le cadre pérenne pour une partie de cette vigilance, sans toutefois se substituer aux dispositifs de mesures au sol qui reflètent mieux les interactions complexes de proximité.

Un mérite de l'approche des risques naturels par le changement climatique est le tri qu'il impose entre les risques courants et les risques extrêmes :

- il ne semble pas y avoir, pour l'instant, de motif à modifier les aléas de référence fixés pour la gestion des risques courants, mais il conviendrait de mieux les négocier au niveau local, de les respecter avec plus de rigueur, tout en mesurant mieux la variabilité naturelle et en assurant mieux la maintenance des ouvrages de protection.
- pour les risques extrêmes, il y aurait lieu de mettre en place des outils de vigilance appropriés, particulièrement orientés vers les extrémités des courbes fréquence/intensités avec une

---

<sup>17</sup> J'ai effectivement émis ce genre de proposition, en indiquant que la gestion de crise "préparée" était une piste de réponse à des catastrophes dues à des scénarios d'évolution "chaotique" du climat (voir ci-dessus). Il faut toutefois préciser que cette suggestion ne doit pas être un prétexte pour ignorer les déficits de protection manifestes et actuels vis-à-vis des risques naturels prévisibles, en dehors de toute considération climatique (Gérard Brugnot).

attention tout spéciale envers les coagulations de vulnérabilités (superposition de facteurs démographiques et sociaux, effets dominos avec les risques industriels...). Il est également prioritaire de déclencher une surveillance spéciale et de réagir rapidement si des événements précurseurs de ruptures importantes inattendues (comme toujours elles le sont) se produisaient.

## Extraits du colloque de novembre 2008 : Des catastrophes du passé au défi du changement climatique

Organisé par le Conseil Scientifique de l'AFPCN et la Direction Générale de la Prévention des Risques Naturels (DGPR) du MEEDDM

### Séance plénière : Du passé au futur, les enjeux européens de la prévention des risques naturels dans le contexte du changement climatique



Inondations 1910, Paris

Présidence : **François Ewald**, philosophe et historien du droit, professeur au Conservatoire national des arts et métiers et **Riccardo Petrella**, conseiller de la Commission européenne, professeur d'économie à l'Université de Louvain

**François Ewald** annonce que cette séance plénière qui regroupe des experts et des chercheurs européens se déclinera en trois grandes parties : géographique, historique et prospective dans une approche qui sera donc à la fois rétrospective et prospective.

Il est important de pouvoir déceler ce qui est réellement nouveau dans les catastrophes actuelles du fait du changement climatique, par rapport à ce que l'humanité a connu au cours de son histoire. La capacité de prévoir ces risques ou de les anticiper, à défaut de les prévenir est en tout cas un fait nouveau pour nos sociétés. La multiplication des petites catastrophes naturelles préfigure-t-elle l'anticipation de la catastrophe fondamentale capable de produire l'extinction des espèces et la disparition même de l'humanité sur la terre, interroge François Ewald qui note, en citant le philosophe J.-P. Dupuy, qu'il faut penser la catastrophe car c'est le meilleur moyen de s'en prémunir.

Une ambiguïté perdure cependant sur ce qui est réellement en jeu : les catastrophes naturelles liées au climat peuvent être désastreuses car elles portent sur des valeurs économiques, liées à l'activité humaine. Les réassureurs constatent que l'activité humaine et économique a tendance à se

concentrer sur des zones particulièrement exposées aux catastrophes, comme la Floride. L'homme est donc familier des risques naturels, mais le changement climatique risque peut-être de changer l'ordre de grandeur de ces catastrophes.

L'assurance a été instituée aussi pour permettre de vivre avec le risque de catastrophe. Le débat existe entre assurance et prévention, le fait de pouvoir s'assurer contre les catastrophes amoindrit les incitations à la prévention.

La question se pose désormais de savoir si l'acte de solidarité consiste à ce que la valeur des territoires menacés par le changement climatique (inondations, sécheresse...) puisse demeurer la même ou s'il convient de favoriser la transformation des éventails de valeur, via des cartographies de risques qui déprécieront un bien au pro rata de son exposition aux risques. Faut-il une politique d'aménagement du territoire à travers la gestion de la valeur de ces territoires ou à travers une adaptation aux risques ? L'expérience passée et la prospective devraient nous aider à y répondre, annonce François Ewald en guise d'introduction à la première séance plénière.

**Riccardo Petrella** poursuit en notant que la politique européenne en matière d'environnement fait partie, avec l'agriculture et le commerce, des politiques communes qui ont marqué l'histoire de l'intégration européenne. Le paradoxe veut que cette politique mette aussi en relief la diversité de l'Europe, avec des territoires très différents : l'Europe de la Méditerranée, l'Europe nordique ou l'Europe de l'Est, fragmentant de fait la perception des problèmes liés aux risques climatiques. Il note cependant certaines avancées de la politique européenne de l'environnement, sur le plan juridique notamment avec la directive cadre sur l'eau qui est un point de référence pour toutes les politiques des pays membres.

Le déficit européen en la matière n'est pas un déficit de connaissance des risques ou des enjeux, ni de solutions envisagées (technique, financière et juridique) mais bien un déficit de politique européenne, déficit qui rend la connaissance inutile. L'enjeu fondamental, le vrai défi pour prévenir les risques est bien de faire émerger une réelle politique européenne. C'est la souveraineté nationale qui ne permet pas d'avoir de vrai choix politique commun, ainsi que le principe de compétitivité entre les pays européens, accentuant ce déficit de politique commune. L'orateur regrette que les territoires soient en compétition, même sur les questions de gestion et de prévention des risques. La faiblesse de l'Europe est dans ses classes dirigeantes, politiques, économiques, sociales et scientifiques, bien trop marquées par le "culte" de la souveraineté nationale et du territoire sur les marchés mondiaux. Le futur dépendra de cela ! déclare le conseiller de la Commission européenne.

**Christian Van Der Motten**, président du comité national belge de géographie, professeur à l'Université Libre de Bruxelles

L'orateur propose un panorama sommaire des enjeux environnementaux dans les différentes parties de l'Europe des vingt-sept, en examinant les potentialités initiales du milieu puis les charges anthropiques, les menaces nouvelles qui sont apparues avec le changement climatique et les nouveaux modes de consommation et d'aménagement du territoire, pour enfin détailler les réponses politiques et économiques à apporter aux défis environnementaux.

Pour simplifier sa présentation, l'orateur divise les différentes parties de l'Europe en six grandes entités: l'Europe méditerranéenne, l'Europe du nord-est (îles britanniques, Benelux, Allemagne, France), l'Europe alpine (Suisse, Autriche), l'Europe nordique, l'Europe centre-orientale, l'Europe Balkanique (Roumanie, Bulgarie).

L'empreinte écologique des Européens est bien moindre que celle des Américains et pourtant l'Europe émet de 15 à 20 % du total mondial de CO<sub>2</sub>, soit l'équivalent de la Chine. Les meilleures

potentialités écologiques, hors charge anthropique, se retrouvent en Europe dans les pays du nord-ouest à climat tempéré humide, les plus médiocres sont en Europe du nord et en Europe méditerranéenne (déficit hydrique) ainsi que dans les zones montagneuses. Les charges anthropiques sont étroitement liées à la densité de populations, le Royaume-Uni, le Benelux et l'Allemagne ont, de ce point de vue, les charges les plus lourdes à supporter. Autre charge anthropique: le développement économique et l'industrialisation qui peuvent se traduire par la production de CO<sub>2</sub>/km<sup>2</sup> et par le pourcentage de l'empreinte écologique par rapport à la biocapacité. L'Europe méditerranéenne obtient de loin les moins bons résultats avec une empreinte écologique quatre fois supérieure à sa biocapacité. Seule l'Europe du nord parvient à une empreinte inférieure à sa biocapacité, du fait de sa faible densité de population. Les qualités de l'air urbain médiocres ou mauvaises traduisent un recours encore massif à l'énergie fossile comme c'est le cas dans les pays méditerranéens ou balkaniques.

## Menaces climatiques et défis technologiques

	Menaces et défis		
	Impact potentiel des changements climatiques	Production de gaz à effet de serre par habitant	Principales menaces technologiques
<b>Europe méditerranéenne</b>	Augmentation des sécheresses, feux de forêts (d'autant que gestion forestière médiocre)	97 +++	Artificialisation des côtes, surcharge touristique, agriculture excessivement consommatrice en eau, concentration des flux routiers sur les côtes
<b>Îles britanniques</b>	Augmentation des tempêtes, inondations fluviales et côtières	108 ++++	Pollutions et risques d'érosion liés à la grande agriculture, suburbanisation généralisée, concentration d'activités industrielles à risque, congestion automobile
<b>Benelux - Allemagne</b>	Augmentation des tempêtes, inondations fluviales et côtières	119 ++++	Pollutions et risques d'érosion liés à la grande agriculture, suburbanisation généralisée, concentration d'activités industrielles à risque, congestion automobile
<b>France</b>	Augmentation des tempêtes, inondations fluviales et côtières dans le nord ; augmentation des sécheresses, feux de forêts dans le sud	87 ++	Pollutions et risques d'érosion liés à la grande agriculture, concentration d'activités industrielles à risque
<b>Europe alpine</b>	Glissements de terrain et avalanches	90 ++	Artificialisation de la montagne, surcharge touristique, concentration des flux routiers sur les passages alpins
<b>Europe nordique</b>	Plutôt positifs	91 ++	
<b>Nord de l'Europe centre-orientale et Pays baltes</b>	Augmentation des tempêtes le long des côtes de la Baltique ; localement inondations fluviales; augmentation températures estivales	98 +++	Pollutions et risques d'érosion liés à la grande agriculture, localement concentration d'activités industrielles à risque et surconsommation d'énergies polluantes (a)
<b>Europe balkanique</b>	Augmentation des sécheresses, feux de forêts	72 +	Localement concentration d'activités industrielles à risque et surconsommation d'énergies polluantes (a)
<b>UE 27</b>		100	

*Extrait de la présentation "Menaces et pressions sur l'environnement en Europe : une régionalisation" de Christian Van Der Motten*

Seul en Europe du nord l'impact du changement climatique pourrait être positif, partout ailleurs, on note une augmentation des tempêtes, des inondations (îles britanniques, Benelux, France, Allemagne) et généralement des sécheresses et des incendies de forêts. Les principales menaces technologiques et urbanistiques sont les plus fortes dans l'Europe la plus densément peuplée et la plus artificialisée et bétonnée (côtes, rivières). Là encore, l'Europe nordique est la moins menacée, contrairement à l'Europe méditerranéenne qui demeure, comme souvent dans ces classements, le mauvais élève de l'Union.

Les réponses apportées aux défis environnementaux sont politiques, selon la force ou la faiblesse de l'écologie politique dans les pays, et technologiques (traitement des déchets, des eaux usées).

Globalement la tendance est à l'amélioration en Europe, même si on est loin d'atteindre les objectifs de Kyoto, pourtant déjà insuffisants, à l'exception là encore de l'Europe méditerranéenne où les indicateurs ont tendance à encore se dégrader.

Christian Van Der Motten note que l'Europe du nord-est, aux charges humaines et environnementales très lourdes, a commencé à prendre en compte le traitement des problèmes environnementaux, mais pas tous ces problèmes et notamment ceux de l'aménagement du territoire avec une poursuite de l'artificialisation des sols. L'Europe alpine avec des contraintes naturelles fortes prend globalement bien en charge les problèmes environnementaux. L'Europe nordique est la seule partie de l'Union à afficher un solde écologique positif. L'Europe méditerranéenne, dont le milieu est fragile, sera sans doute la plus affectée par le changement climatique. Les réponses sont très insuffisantes pour répondre aux enjeux environnementaux et inverser les tendances. Les nouveaux pays membres de l'UE, n'apportent pas non plus de réponses politiques et technologiques suffisantes pour faire face à un héritage environnemental désastreux. Les progrès de réduction d'émissions polluantes y sont essentiellement dus à l'arrêt de l'ancienne industrie lourde du modèle soviétique et non à une amélioration des réponses apportées sur le plan environnemental.

En conclusion, l'orateur estime que la prise en charge des risques et des impacts environnementaux progresse globalement en Europe au niveau des pays les plus développés. Par contre au niveau de la production des risques, les progrès sont très insuffisants. La logique purement économique s'oppose aux politiques d'aménagement du territoire, d'environnement, d'agriculture... Pour l'avenir, c'est à la source de la production des risques qu'il conviendra donc de s'attaquer en soumettant davantage l'économie aux contraintes environnementales.

**René Favier**, professeur d'histoire moderne, Université de Grenoble

Travaillant plus spécifiquement sur l'histoire sociale de la catastrophe, René Favier propose de mettre en perspective les discours d'aujourd'hui sur le changement climatique par rapport à ceux d'hier, en analysant particulièrement le XVIII<sup>ème</sup> siècle qui fut marqué par un grand nombre de catastrophes : multiplication des inondations sur tous les grands fleuves, hiver glacial de 1709, tempête du 13 juillet 1788... Déjà à cette époque, le sentiment était que l'on vivait des périodes d'exception, "inconnues de mémoire d'homme".

En réalité les populations de l'époque intégraient parfaitement ces catastrophes, sans fatalisme et avec une réactivité et une rationalité des comportements considérables. Il convient d'avoir recours à la mémoire du temps passé pour s'interroger sur le problème du changement climatique, car déjà en 1701 le duc de Saint-Simon constatait un dérèglement des saisons. La catastrophe climatique est d'abord la conséquence d'une intempérie, c'est-à-dire d'un dérèglement. Les météorologues de l'époque s'attachent donc au préalable à établir les règles climatiques en multipliant les observations pour déterminer les différents climats. Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, le mot climat est d'abord défini comme un espace géographique délimité, une étendue du globe comprise entre deux parallèles. La comparaison des climats est donc la comparaison d'une zone par rapport à une autre.

Le principe de stationnarité du climat n'est pas remis en cause, c'est ainsi que durant le petit âge glaciaire, marqué par l'avancée des glaciers, l'idée qui domine n'est pas un refroidissement climatique mais une accumulation constante et progressive de la glace dans les zones les plus froides. Les années exceptionnelles n'étaient pas interprétées comme le signe d'un dérèglement mais témoignaient d'une connaissance insuffisante des lois naturelles.

Pour autant, pouvait-on penser le changement climatique ? En réalité un certain nombre d'hypothèses commencent à être formulées au XVIII<sup>ème</sup> siècle sur l'idée que l'action humaine pourrait avoir une influence sur le climat, essentiellement à propos du défrichement des forêts. Montaigne,

Montesquieu puis Buffon se sont interrogés sur l'interaction entre action humaine et réchauffement du climat.

L'orateur cite un arrêt rendu par le Parlement de Grenoble en 1651, au lendemain d'une effroyable inondation, qui interdit de couper et de défricher les bois, cause des inondations par le ravinement de l'eau que ne retenaient plus les arbres. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, les ingénieurs ajoutent que les conséquences ne sont pas uniquement locales mais peuvent avoir des implications plus générales.

René Favier conclut son exposé en notant que les physiciens confirmèrent, au XIX<sup>ème</sup> siècle, que les conséquences de l'action humaine ne sont pas uniquement locales mais peuvent avoir des implications plus générales. C'est le Suédois Arrhénius qui fut le premier, à l'aube du XX<sup>ème</sup> siècle, à situer l'effet de serre dans le cycle du carbone et à le lier à l'utilisation des combustibles fossiles. Le changement climatique était alors perçu comme l'assurance d'un avenir radieux, avec des conditions climatiques plus douces permettant dans les régions les plus froides de meilleures récoltes pour le bien d'une population en forte croissance.

**Henri Décamps**, Directeur de recherche émérite au CNRS, Académie des Sciences

Écologue et naturaliste, Henri Décamps anime à l'Académie des sciences un groupe de travail sur la vulnérabilité des écosystèmes aux événements climatiques extrêmes. Il centre son intervention sur la question de l'adaptation aux événements climatiques extrêmes dans la mesure où certains d'entre eux, la vague de chaleur de l'été 2003 par exemple, préfigurent les moyennes à venir demain dans une planète plus chaude. Il rappelle d'abord que les événements extrêmes sont caractéristiques de séries d'événements dans lesquelles existe un grand rapport de taille entre l'événement le plus grand et un événement typique de la série. Il replace ensuite les événements climatiques extrêmes à l'échelle de l'histoire de la vie au cours des temps géologiques et souligne que depuis le cambrien, la vie a évolué sous l'effet de catastrophes qui par cinq fois ont failli l'éradiquer de la planète.

Cette histoire de la vie sur terre est au fond l'histoire de remises en question par des événements extrêmes de nature catastrophique. Ainsi, l'acidification des océans a-t-elle entraîné la disparition de la moitié des espèces vivantes à la fin du Trias et, il y a 11000 ans, la transformation des grandes plaines herbeuses du nord de l'Europe en forêt et en toundra a-t-elle entraîné la disparition des mammoths laineux.

Dire qu'une espèce est adaptée à la vie dans un environnement donné signifie que cet environnement a affecté les ancêtres de cette espèce par sélection naturelle, explique Henri Décamps. Une espèce conserve son aptitude à vivre dans un environnement tant que la variabilité de ce dernier reste dans des limites déjà éprouvées. On peut alors s'interroger sur les capacités d'adaptation des espèces face à des événements extrêmes de type catastrophique, non éprouvés auparavant et marquant des ruptures. Pour certains spécialistes, comme Stephen Gould, les systèmes vivants ont survécu aux événements catastrophiques qui ont marqué leur histoire plus par chance que par adaptation. Pour d'autres, comme Geerat Vermeij, les adaptations aux événements communs déjà éprouvés prédisposent à s'adapter aux événements catastrophiques inédits, non encore rencontrés.

Ces deux points de vue ne sont probablement pas incompatibles, mais le second nous incite à mettre à profit des événements normaux pour développer, à plus long terme, des adaptations aux événements extrêmes à venir, nous incitant à utiliser « le calme entre les tempêtes » pour renforcer en les intégrant adaptation et prévention (ou adaptation et atténuation) – une intégration à la base de la réflexion de l'AFPCN.

L'orateur poursuit son intervention en s'interrogeant sur la possibilité de développer des modalités d'adaptation au changement climatique en s'inspirant de l'organisation des systèmes vivants qui ont eu à faire face aux événements climatiques extrêmes. Le bio-mimétisme par exemple préconise de s'inspirer de la nature pour privilégier l'innovation et la créativité, sur l'idée que la nature privilégie la coopération, n'utilise que l'énergie dont elle a besoin, capitalise sur la diversité, s'appuie sur l'expertise locale... et qu'une imitation des processus naturels peut aider à résoudre les problèmes posés par le changement climatique. D'une manière comparable, d'autres biologistes préconisent de s'inspirer de la nature pour maintenir la sécurité dans un monde imprévisible, complexe et dangereux, et pour répondre aux menaces les plus prégnantes que sont le terrorisme mondial, l'émergence des maladies infectieuses et les désastres naturels.

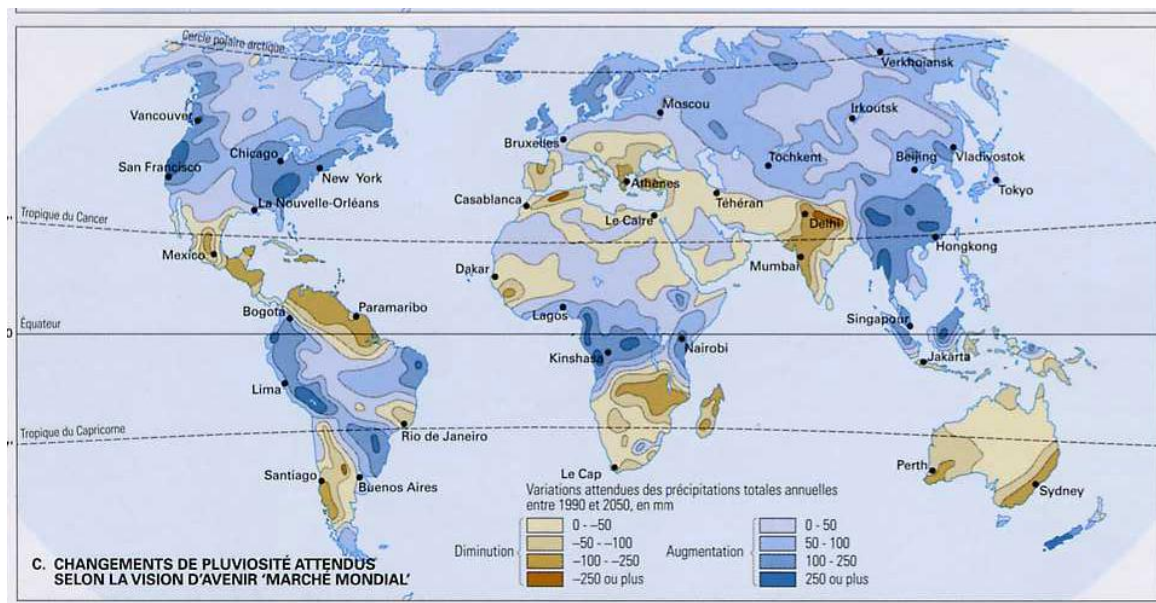
Henri Décamps examine deux exemples d'organisation des systèmes vivants à l'échelle d'une population et d'une communauté. Les propriétés d'un système pour qu'il puisse faire face à une transformation soudaine de son environnement peuvent se décliner par la redondance, la modularité, la flexibilité, la rapidité, la souplesse et la semi autonomie. Autant de propriétés qui accroissent la résilience, y compris des sociétés humaines. Cependant, l'orateur note que chacune de ces propriétés a un coût et que leur application à l'homme n'est pas évidente: c'est ce qu'il qualifie d'exception humaine.

En tant qu'êtres humains nous sommes en effet seuls face à un changement climatique dont nous sommes en partie collectivement responsables. Nous savons ce que pourront être les conséquences d'un monde de plus en plus chaud, et nous savons qu'il est encore temps de choisir un avenir différent des scénarios prévus par les modèles. Pour s'en convaincre, l'orateur incite à la lecture de deux ouvrages parus cette année : « Six degrees », de Mark Lynas et « The hot topic » de Gabrielle Waker et Sir David King. Deux livres qui posent deux questions clés : comment réduire la peur de l'imprévisible ? Comment concilier lucidité et espoir, les deux facettes indissociables de l'exception humaine ? Pour Henri Décamps, la Science est une réponse à ces questions dès lors qu'elle s'insère dans la culture, y participe et reste attentive aux questions d'éthique. L'éthique, au cœur de l'exception humaine, et qui nous dicte de ne laisser personne sur le bord du chemin, rappelle l'orateur en guise de conclusion.



Thierry Gaudin, président fondateur de Prospective 2100

## Pluies et sécheresses



Extrait de la présentation de Thierry Gaudin

Le problème posé par la prospective, ce n'est pas tant d'être juste dans ses prévisions mais d'être entendu, précise Thierry Gaudin en avant-propos. Quelle audience recueille les études de prospectives scientifiques qui alertent notamment sur le changement climatique ?

Telle est la question que le futurologue qui cite l'étude de Jared Diamond, *L'Effondrement ou comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, ainsi que les travaux d'Alvin Toffler, autre grand prospectiviste mondial qui a prédit l'avènement d'une société de la connaissance, d'une société postindustrielle, caractérisée par les technologies de l'information.

Les structures basées sur les États nations et les systèmes centralisés à l'ancienne font perdre l'essentiel de l'efficacité offerte par les nouvelles technologies.

Avec Prospective 2100, Thierry Gaudin présentera prochainement au Club de Rome un rapport pour la Commission européenne DG Recherche, sur le monde en 2025. L'idée du développement durable y apparaît comme un oxymore, non recevable. On peut parler de civilisation durable à la rigueur. Prospective 2100 parle plutôt de jardin planétaire car le jardinier est le gardien de la nature et prend plaisir à cultiver son jardin. Il reste un grand travail conceptuel à mener pour modifier nos approches de l'économie et de la société dans son ensemble, en l'élargissant à l'ensemble de la vie sans la restreindre à la seule espèce humaine. L'extinction des espèces s'accélère depuis l'ère industrielle, proclame l'orateur qui pense que l'espèce humaine ne devrait pas être épargnée non plus. Einstein avait bien prédit que l'homme n'en aurait plus pour longtemps si les abeilles venaient à disparaître car nous formons un système et avons besoin des autres espèces pour survivre.

Une légère hausse des températures dans un avenir proche ne devrait pas être tellement ressentie par l'homme habitué au changement de température mais par contre c'est notre vision du monde qui risque d'être bouleversée d'ici 2025, remettant en cause un certain nombre d'organisations institutionnelles d'aujourd'hui.

Alors le réchauffement climatique serait-il forcément mauvais ? Le Suédois Arrhenius voyait en effet très favorablement ce réchauffement pour son pays. Il est clair que les conséquences ne seront pas

les mêmes selon les régions du monde et les différences sont bien plus contrastées qu'une simple opposition nord-sud. La question des migrations se posera dans l'avenir car en cas d'une montée du niveau de la mer causée par la fonte de la calotte du Groenland ou de l'Antarctique, l'OCDE estime que le nombre de réfugiés climatiques approchera les 150 millions.

**Conclusion de Riccardo Petrella**, conseiller de la Commission européenne, professeur d'économie à l'Université de Louvain

En guise de synthèse Riccardo Petrella soumet quelques réflexions :

Si les hypothèses du GIEC sur le réchauffement climatique se confirment : en 2032, près de 60 % de la population mondiale, soit 5 milliards de gens, vivront dans des régions en forte pénurie d'eau, c'est-à-dire qu'ils manqueront de l'élément essentiel à la vie. Ces simples chiffres suffisent en eux-mêmes pour prendre à bras-le-corps cette question du réchauffement climatique.

Dans les décennies à venir, l'histoire de l'Europe sera dominée par de grandes tensions entre les différentes conceptions du monde qui se profileront entre d'une part les tenants d'une privatisation de la destinée du monde face aux vulnérabilités et les menaces par la force et la sécurisation individuelle, la terre devenant objet de domination et d'appropriation par les plus puissants, et d'autre part les tenants de la Res publica, de ceux qui estiment que la terre, l'eau et l'air sont des biens communs à toute l'humanité. L'orateur oppose aux oligarchies technocratiques actuellement constituées autour de corporatismes et de structures étatiques qui dominent et dictent leurs normes au reste du monde, des approches de construction commune. L'Europe semble favorable à une solution de sécurisation adaptative asymétrique mais il appartient encore aux élites de la faire évoluer vers une approche plus ouverte, conclut ainsi Ricardo Petrella, clôturant par là même cette première journée de colloque.

## Table ronde: une voie de la résilience en Europe?

**Présidence : Christian Kert**, député des Bouches du Rhône, vice président de l'AFPCN, rapporteur de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

Cette table ronde qui clôture les travaux de ce colloque de trois jours s'interroge sur une possible voie de résilience en Europe. Les aléas et les crises n'étant pas évitables, il convient à l'Europe avec son expérience et sa culture du risque de mettre en œuvre les meilleures stratégies pour définir une voie commune de réponses et des moyens collectifs de réaction. La résilience, en écologie, est la capacité d'un écosystème ou d'une espèce à récupérer un comportement normal après avoir subi un traumatisme. Elle peut se définir comme l'inverse de la vulnérabilité, explique Christian Kert en guise d'introduction. Les différents intervenants de la table ronde apporteront leur témoignage et leur expérience pour répondre à cette question de résilience.

**Christine Lagarenne**, sous-directrice au Commissariat Général au Développement Durable, MEEDDAT (voir sa deuxième intervention ci-dessous)

C'est à la notion de résilience appliquée aux catastrophes naturelles, sous l'angle du développement durable que répondra la représentante d'une entité nouvelle et transversale qui au sein du MEEDDAT promeut le développement durable dans les actions des acteurs socio-économiques et des politiques publiques, explique Christine Lagarenne en avant-propos. La définition du développement durable, telle qu'elle est énoncée dans le rapport Brundtland est de « répondre aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

La résilience est une approche de développement durable en ce sens qu'elle permet de planifier une réponse à une crise potentielle en organisant et développant des systèmes sociétaux tels que l'urbanisation ou les institutions. Cela demande de se préparer aussi à des menaces futures qui ne sont pas encore identifiées mais que l'on sait inévitables. Le développement durable et le renforcement de la résilience sont bien deux pratiques ancrant leur bénéfice dans une optique de long terme. Ils reposent sur les trois mêmes piliers: social, environnemental et économique. Dans les deux approches, les niveaux micro et macro vont de pair. Comme l'a souligné la ministre en ouverture du colloque, le développement durable, comme la résilience, est un concept à la fois local et global, qui ne peut être effectif que si la relation entre les parties prenantes: État, Ministères, ONG, associations, assureurs, à l'échelle nationale et internationale, a été pensée dans ce sens. L'implémentation de ces deux concepts ne peut se faire qu'avec la participation de tous les acteurs locaux. Le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) travaille dans ce but sur plusieurs axes: Une direction de la recherche représente la France dans les programmes européens comme ERANET crue qui coordonne les programmes de recherche sur le risque inondation de 11 pays européens. Le CGDD promeut par ailleurs des chartes de développement durable auprès des acteurs impliqués et met à disposition des données pour améliorer la connaissance des risques. Des études sont menées comme celle sur le système assurantiel intitulée « Sous quelles conditions les assureurs peuvent-ils inciter à la prévention des catastrophes naturelles en France? » que Christine Lagarenne présente aujourd'hui pour la première fois.

**Pierre Verger**, membre du Comité de la Prévention et de la Précaution, directeur adjoint de l'observatoire régional de la santé PACA, INSERM

Le Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP), composé d'une vingtaine d'experts est placé auprès du ministre du MEEDDAT avec trois fonctions:

- contribuer à mieux fonder les politiques du Ministère sur les principes de précaution et prévention;
- veiller et alerter sur les problèmes de santé liés aux perturbations de l'environnement ;
- assurer le lien entre d'une part les actions de recherche et la connaissance scientifique et d'autre part les actions réglementaires.

L'orateur axe son intervention sur les conséquences sanitaires et sociales des catastrophes. Les conséquences sanitaires peuvent être somatiques, très variées, survenir à court ou long terme et dépendent du type de catastrophe et des actions de protection pendant et après. Les conséquences peuvent affecter la santé mentale avec des dépressions, des manifestations anxieuses, des états de stress post-traumatique, là encore à court et à long terme. Mais les évaluations manquent en la matière, note Pierre Verger.

Les conséquences sociales peuvent toucher à la perte du logement, perte matérielle, perte du travail, dissociation familiale, fermeture des écoles et des commerces. Les retours d'expérience après l'explosion de l'usine AZF ont montré que les victimes pouvaient se retrouver en concurrence pour répondre à la catastrophe. Les problèmes matériels font que la santé est souvent reléguée au second plan, ajoutant une seconde catastrophe à la catastrophe. Ces conséquences sont là encore insuffisamment évaluées sur le long terme. Par ailleurs, les conséquences ne touchent pas tout le monde de façon identique: les effets sur la santé mentale sont plus marqués lors d'antécédents de troubles psychologiques et dans les groupes sociaux défavorisés. Les catastrophes sont de vrais révélateurs d'inégalités sociales: les personnes malades, handicapées, isolées, en précarité sont particulièrement exposées.

L'orateur insiste sur la nécessité de mieux se préparer à évaluer les conséquences d'une catastrophe pour y répondre et aider à la décision dans l'urgence mais également pour mieux s'y préparer à l'avenir à travers le retour d'expérience (épidémiologie, évaluation des risques, sciences de l'environnement, sciences sociales). L'évaluation est enfin indispensable pour reconnaître les victimes et pour le débat démocratique sur l'aménagement du territoire et pour la justice environnementale. Pour mieux évaluer les conséquences des catastrophes, l'impératif selon Pierre Verger est de se préparer ex-ante. Saisi par le Ministère en 2006 sur le sujet, le CPP a produit un document (placé dans les malles des participants) intitulé « Catastrophes environnementales: préparer l'évaluation de leurs effets et le retour d'expérience » qui recommande de concevoir les recueils de données ex-ante, de renforcer la coordination et les synergies entre les différents acteurs, de développer l'apprentissage des futurs intervenants via notamment des exercices pour tester les dispositifs, et d'exploiter et diffuser davantage les enseignements des retours d'expérience.

Il est essentiel de pouvoir tirer des leçons générales sur la manière dont la société est préparée à gérer les conséquences des catastrophes car c'est la seule condition pour pouvoir engager un débat public dans le domaine.

L'orateur cite le témoignage de Jean-François Grelier fondateur du « Collectif des sans fenêtres » une association fédérant des victimes d'AZF, qui démontre qu'une catastrophe est un révélateur d'inégalités, l'État a donc un rôle essentiel à jouer pour compenser ces inégalités.

**Patrice Dallem**, directeur de l'Urgence et du Secourisme, Croix Rouge française

La Croix Rouge compte 92 millions de bénévoles dans 186 pays. En France, la Croix Rouge regroupe 45000 bénévoles, dont 10000 secouristes qui interviennent sur toutes les catastrophes naturelles.

La tempête de 1999 a été la première prise de conscience du changement climatique, puis il y eut l'inondation de la Somme, la canicule, la tornade d'Haumont qui a rasé 200 maisons, autant d'événements catastrophiques jusqu'ici inédits en France. Pour toutes ces catastrophes naturelles, aucun élément ne permet de constater un réel progrès dans la résilience auprès des populations, si ce n'est dans les régions confrontées à des inondations régulières.

En fait de prévention, aujourd'hui on continue de sous-informer les populations sur la réalité des risques, constate Patrice Dallem, tout en poursuivant la délivrance de permis de construire en zone inondable ou en zones de coulée de boue en montagne. Toute une éducation du citoyen reste donc à faire pour introduire la notion de prévention et de résilience dans la société. Un cercle vertueux serait de pouvoir former le citoyen qui à son tour choisirait des élus appliquant une politique conforme à ses préoccupations vis-à-vis des risques.

Comment se construit la résilience? interroge le représentant de la Croix-Rouge: par la souffrance, tout d'abord car la victime d'une catastrophe naturelle se préparera pour ne pas subir la prochaine; par la formation des citoyens et les exercices; par le combat des victimes qui comme pour AZF souhaitent retrouver une vie normale après ce traumatisme.

La loi de 2004 sur la sécurité civile incite à faire de chaque citoyen un acteur de sa propre sécurité: pour cela il doit être formé tout au long de sa vie pour faire face à des situations que l'État n'est plus en mesure d'affronter seul du fait de la baisse des crédits et de la multiplication des catastrophes naturelles. La loi prévoit que les enfants soient formés à l'école aux risques et aux gestes qui sauvent. La Croix Rouge a développé pour l'Europe un site intitulé "autoprotection du citoyen" pour diffuser cette culture de protection contre les risques. Parallèlement à cet outil Internet, l'organisation humanitaire va dispenser des formations d'autoprotection, à l'instar des formations aux gestes qui sauvent. 7000 personnes ont déjà été formées à titre de test. Cette formation devrait être démultipliée à partir de 2009 sur l'ensemble du territoire afin de diffuser auprès des populations des comportements élémentaires pour faire face à une catastrophe (alerte, confinement, évacuation, etc.). La Croix Rouge française lancera en 2009 un programme intitulé « l'autoprotection avec l'enfant et la communauté » pour construire la résilience de l'enfant au sein de la communauté en impliquant les seniors qui auront un rôle pédagogique à jouer auprès des enfants.

Sur le plan humanitaire, l'action menée par la Croix-Rouge auprès des victimes de catastrophe passe beaucoup par du soutien psychologique auprès de personnes fragilisées qui ont besoin d'être écoutées. L'action passe aussi par une aide aux élus auxquels la Croix-Rouge offre son expérience de la crise et ses moyens humains pour agir dans l'urgence mais également sur le long terme, par le soutien aux familles fragilisées et précarisées par une catastrophe.

**Marc Gillet**, directeur de l'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique)

L'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique a pour mission, explique son directeur, de collecter les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux événements météorologiques extrêmes afin de les diffuser auprès du Gouvernement, des parlementaires, des collectivités territoriales et du public. L'ONERC a produit en 2006 une stratégie nationale d'adaptation et travaille actuellement au plan national d'adaptation

demandé par le Grenelle de l'Environnement<sup>18</sup> en analysant dans un premier temps le coût du changement climatique.

Le concept de résilience est intéressant en encourageant à se reconstruire mais il laisse aussi à penser que tout est réparable, alors que certains dommages, comme le rappelait le rapport du GIEC, sont irréversibles telles les pertes humaines et les atteintes à l'environnement et au patrimoine. Les risques associés au changement climatique ont d'abord été identifiés au niveau global. Les prévisions climatiques sont d'ailleurs plus fiables au niveau global que local, ce qui complique les mesures d'adaptation car les incertitudes sont encore grandes localement. À l'international, l'adaptation est montée en puissance : c'est d'ailleurs l'un des quatre volets de la future négociation de Copenhague, avec l'atténuation, les technologies et le financement. L'ONERC a proposé une stratégie d'adaptation, adoptée par le Gouvernement en 2006: cette stratégie se décline par secteurs, par milieux, par ressources, par territoires, quatre approches qui donnent une analyse globale et la plus exhaustive sur les risques liés au changement climatique.

L'Observatoire insiste sur le développement de la connaissance sur la question du changement climatique et de la résilience. Un projet interministériel est actuellement en cours sous l'égide de l'ONERC pour collecter l'ensemble des données sur l'impact financier du changement climatique. Cette démarche est essentielle pour mieux mobiliser les élus sur les questions d'adaptation au changement climatique et mobiliser des financements à la hauteur des coûts relevés.

La gouvernance de la résilience est extrêmement complexe et un Livre blanc européen devrait aborder cette question pour répartir les responsabilités de manière cohérente entre les différents niveaux, de l'Europe aux régions.

**Pierre-Alain Schieb**, conseiller, chef de projet à l'OCDE

L'unité prospective de l'OCDE réfléchit à l'horizon 2030 afin d'identifier et d'explorer les questions centrales pour les gouvernements. Un travail a été mené en 2003 sur le risque émergent donnant lieu à une vingtaine de recommandations de politiques publiques dont certaines touchant à la reconstruction et à la résilience. À partir de cette grille de principes une douzaine de cas a été étudiée afin de voir comment améliorer la prévention et la reconstruction. Chaque cas est ensuite publié: l'orateur cite l'étude menée en 2005 pour la Norvège sur la protection des infrastructures critiques ainsi que l'étude à paraître en 2009 sur les risques de tremblements de terre au Japon.

Pierre-Alain Schieb propose une définition beaucoup plus ambitieuse de la résilience, en élargissant la capacité de restaurer les propriétés du système à la capacité d'auto organisation face à la crise, en dehors des plans préétablis. Cette approche ambitieuse de la résilience suppose une implication de l'ensemble de la chaîne des acteurs impliqués et des capacités d'improvisation fortes.

L'orateur note que l'OCDE a soulevé la question de la capacité de réassurance mondiale: le chiffre de 200 milliards \$ a été avancé, mais l'OCDE préconise que cette capacité mondiale soit de l'ordre de 400 ou 500 milliards \$ si l'on souhaite être en capacité de restaurer rapidement les systèmes endommagés, en tenant compte des concentrations financières fragilisées par les risques modernes.

---

<sup>18</sup> Le Grenelle de l'environnement est un ensemble de rencontres politiques, réunissant des représentants du gouvernement, d'associations professionnelles et d'ONG, organisées en France en octobre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable. Il a donné lieu à deux projets de Loi (« Grenelle I », adoptée par le Parlement au Sénat le 23 juillet 2009 et « Grenelle II », en cours d'étude par le Parlement) qui donneront tous deux lieu à des Décrets d'application.

## **Alex Nickson**, stratégie d'adaptation du Grand Londres au changement climatique

La région londonienne a été la première zone urbaine anglaise à élaborer une stratégie d'adaptation au changement climatique. Le risque a été subdivisé en probabilités afin de déterminer les vulnérabilités selon les différents scénarios de changement climatique et ainsi déterminer des priorités. Les hivers devraient être plus chauds, plus humides et les étés plus secs et plus chauds. La position de Londres sur la Tamise et près de la mer limite considérablement les options d'aménagement du territoire, l'adaptation est donc une nécessité. Londres est menacé par la montée du niveau de la mer, par les crues de la Tamise et de ses affluents, par le débordement des eaux usées et des eaux souterraines. Certains lits d'affluents de la Tamise ayant été bétonnés, en cas de pluies abondantes, ils déborderaient en moins de deux heures. Recréer des processus naturels pourrait résoudre une partie des problèmes causés par une urbanisation mal maîtrisée.

15 % de Londres, soit 1,5 million de personnes, sont situés dans une plaine inondable mais protégés par la barrière de la Tamise. 100000 foyers se trouvent en zone de très grand risque où d'ailleurs l'Association des assureurs britanniques ne peut pas garantir une assurance à un coût raisonnable. Des infrastructures clés pour la continuité d'activité se trouvent également dans la plaine inondable: 75 stations de métro, 14 % des écoles, 25 % des gendarmeries ainsi que les 10 hôpitaux les plus importants du Grand Londres. Pour pouvoir cartographier les risques dans un environnement aussi complexe, un indice a été créé pour déterminer les facteurs de risques accentuant les vulnérabilités et ainsi définir des priorités dans les actions à mener. La crise systémique a été étudiée: les inondations se répercutent sur l'alimentation en électricité qui se répercute à son tour sur le fonctionnement des hôpitaux, etc.

L'orateur note qu'avec la construction de la barrière de la Tamise, la vigilance et la culture de prévention au risque sont retombées sensiblement chez la population. Il faut donc resensibiliser le public au risque car le jour de la catastrophe, seuls les plus vulnérables seront secourus, le reste de la population devant se prendre en charge lui-même. La population ne doit pas compter uniquement sur l'État pour répondre à une catastrophe. Alex Nickson rejoint ainsi les propos de l'orateur précédent sur la capacité d'auto-organisation des populations pour répondre dans l'urgence à la crise et assurer leur propre résilience.

En cas d'inondation, il existe un système d'alerte performant développé par l'Agence de l'Environnement qui prévient la population sur le niveau de risque et qui veille plus particulièrement sur les populations identifiées comme vulnérables. Enfin, pour encourager les populations à mieux adapter leur habitat aux inondations, des conseils ont été diffusés pour renforcer les maisons. Une maison résiliente acquiert par ailleurs une valeur financière supérieure à une maison vulnérable.

Pour conclure, Alex Nickson insiste sur l'importance de bien déterminer les seuils de vulnérabilités dans l'élaboration des modèles, connaître le niveau à partir duquel tout devient critique. La notion de résilience ne s'applique pas qu'au jour le jour, certes la barrière de la Tamise protège Londres aujourd'hui, mais il faut déjà planifier pour se préparer aux incertitudes de demain.

## **Eric Morvan**, directeur des risques majeurs de la ville d'Arles

Arles est une petite ville de 53000 habitants située à l'embouchure du Rhône, qui a la particularité d'être la plus grande commune de France en superficie et d'être traversée par ce fleuve capricieux. La Camargue est protégée par des digues depuis 1856, mais deux crues en 1993 et 1994 ont provoqué des inondations majeures en créant des brèches dans des digues qui se sont avérées mal entretenues. Un syndicat mixte a alors été créé avec les collectivités locales, les Bouches-du-Rhône et la région PACA pour entretenir le système de digues. Les digues doivent être entretenues car les arbres ainsi que les animaux en creusant des terriers les fragilisent. Les digues de terre doivent être

carrossables pour permettre l'intervention rapide d'engins de chantier s'il faut colmater dans l'urgence une brèche. En 2003, une crue cévenole a créé des brèches dans les digues, inondant le nord d'Arles et nécessitant l'évacuation de 7000 habitants.

Un plan Rhône a été décidé en 2004 pour prévenir les inondations tout le long du fleuve, de la Suisse jusqu'en aval.

Le nouveau service du Ministère, Vigicrues, permet à la population d'être informée suffisamment à l'avance de l'évolution du fleuve. Arles est également équipée d'un serveur vocal d'alerte, qui à raison de 2500 appels par quart d'heure, permet d'appeler les populations à risque comme celles qui habitent dans le lit majeur du fleuve, ainsi que les éleveurs de Camargue. Des exercices d'évacuation d'inondation, de séisme et de confinement sont menés mensuellement dans les écoles d'Arles pour former la population. Des exercices sont également menés via le système d'alerte vocale auprès des habitants pour leur inculquer la culture du risque et maintenir une vigilance permanente vis-à-vis des caprices du Rhône.

**Morgan Hervé-Mignucci**, économiste, chef de projet à la Mission Climat, Caisse Nationale des Dépôts

La Caisse des Dépôts est une institution bancaire avec une mission d'intérêt général et de développement du territoire. Le plan stratégique de 2007 mentionne explicitement la poursuite d'investissements dans des équipements structurants en faveur d'un développement durable au niveau des territoires. La Mission Climat de la Caisse des Dépôts est un centre d'analyse et de recherche sur l'économie du changement climatique, qui travaille sur le marché européen de quotas de CO2 (atténuation du changement climatique), sur les aspects de projets de réduction d'émissions de gaz à effet de serre au niveau européen et mondial, sur l'adaptation des infrastructures au changement climatique avec le Club Villes, Territoires et Changement Climatique.

L'orateur évoque la question du financement de la résilience au niveau local, avec la difficulté d'intégrer les incertitudes du changement climatique. Il existe cependant tout un éventail de mécanismes de financement, bien connus des élus locaux. Il note également la difficulté de concilier aux niveaux des États membres les différents types d'incitation pour investir dans la résilience.

Il existe des mécanismes de protection très divers entre l'État-tampon qui intervient financièrement en dernier recours, le partenariat public-privé, la notion de risques acceptables régulièrement réévaluée, le système de franchises françaises. Il existe une très forte demande en terme d'innovations financières au niveau local. On peut imaginer un système où certaines habitations ne seraient assurées qu'à la condition de respecter le code de construction mise en place par les assureurs, comme cela se fait en Australie.

Au niveau mondial, il existe des mécanismes financiers de coopération internationale sur le changement climatique. L'orateur cite le fonds Adaptation des Nations unies mais qui présente la caractéristique de n'être financé que par les crédits Kyoto, des actifs monétisables que sur le marché des quotas. Or ce marché s'est effondré avec la crise financière, amputant d'autant le fonds Adaptation. La marche de manœuvre se trouve donc dans la négociation du paquet climat-énergie qui peut permettre au fonds Adaptation via le recyclage de ses revenus d'assurer un financement stable et durable des actions de résilience au niveau international.

**Christine Lagarenne**, sous-directrice au Commissariat Général au Développement Durable

Pour clôturer cette dernière table ronde, Christine Lagarenne reprend les idées forces qui se sont exprimées tout au long des débats. L'importance de la solidarité en cas de catastrophes, avec une attention particulière apportée à l'action sociale auprès des victimes. Le soutien aux populations



passer par l'outil économique au travers de l'aide d'urgence pour faciliter la gestion de crise, les institutions mutualisant les risques à travers le système assurantiel. La solidarité s'exprime au-delà des personnes, notamment auprès de collectivités locales, pour les biens publics, non assurables, pour lesquels l'État fait jouer la solidarité nationale, à travers notamment un programme ad hoc. Pour certains sinistres ne pouvant pas bénéficier de cette aide publique, la loi de finance a mis en place pour 2008 un fonds de solidarité de 20 millions d'euros par an, en faveur des collectivités territoriales touchées par des catastrophes naturelles.

Outre la solidarité, la réponse passe aussi par la mutualisation des risques. Il en existe trois modèles dominants en Europe au sein des différents régimes d'indemnisation des catastrophes naturelles :

- Le modèle privé avec un marché libre et concurrentiel de type britannique.
- Le modèle basé sur les interventions publiques sans marché assurantiel conséquent, comme en Italie.
- Le modèle avec un dispositif public obligatoire et monopolistique d'assurance, souvent complété par des aides publiques directes. Le système français mi-public, mi-privé s'apparente à ce modèle et se traduit par la combinaison de l'expertise des sinistres apportée par l'assurance avec un fort degré de couverture de l'État. Le système français n'exclut aucun type de risque de catastrophes naturelles et la solidarité nationale s'exprime par trois canaux : la loi qui crée l'obligation légale d'assurance des catastrophes naturelles, la surprime Catnat payée par tout assuré et fixée à un taux uniforme, la caisse nationale de réassurance qui bénéficie de la garantie de l'État.

Au sein de l'Union européenne, la solidarité communautaire peut s'exprimer via les ONG comme la Croix-Rouge, mais aussi via un fonds d'urgence (European Union Solidarity Fund) octroyé à un État membre frappé par une catastrophe naturelle pour l'aider financièrement à remettre en état les moyens non-assurables vitaux pour la gestion de la crise (transport, eau, énergie, télécom, santé). Cette solidarité peut également s'exprimer via la mutualisation des connaissances et des moyens avec le système centralisé de protection civile : le Monitoring and Information Centre qui mutualiser les moyens et l'alerte au sein de l'Europe.

Christine Lagarenne conclut en rappelant que le développement durable est un concept fédérateur, moral et concret de la résilience. Le développement européen des plateformes nationales est un levier pour renforcer la résilience européenne. Le CGDD se déclare prêt à participer à un réseau européen d'économistes des risques.

## Conclusions relatives à la connaissance et aux moyens d'action

### Préambule

Le Conseil scientifique de l'AFPCN est constitué d'experts indépendants, français et d'autres nationalités, fonctionnant en réseau. Le conseil établit des publications comme le livre bleu sur l'adaptation au changement climatique qui figure parmi les documents remis aux participants.

Plusieurs membres du conseil (MM. Favier, Décamps, Wagner, Michel-Kerjan, Drobenko, Bourrelier) ainsi que les pilotes des cinq ateliers, représentant des centres scientifiques et techniques partenaires (BRGM, CEPRI, CEMAGREF, CERTU et EISTI), sont intervenus au cours de la conférence. Le conseil scientifique a également utilisé l'appui de l'académie des sciences et des organismes internationaux (OMM, UNESCO).

Le conseil s'est réuni le 28 novembre avant la séance de l'après-midi, ce qui a permis au président de s'exprimer ensuite en nom collectif selon quatre grands thèmes.

### 1. Un accord sur un diagnostic général

1.1. En matière de prévention des risques de catastrophes (Disaster Risk Reduction : DRR), l'opinion des intervenants converge sur le fait qu'on ne sait pas tout mais qu'on en sait beaucoup et qu'on dispose déjà d'instruments et d'une expérience de leur emploi. Cependant les questions principales demeurent :

- comment faire remonter la prévention des risques naturels dans l'agenda politique (question de gouvernance) ?
- comment impliquer réellement et systématiquement entreprises et collectivités ?
- comment agir sur les comportements individuels ? Comment expliquer, éduquer ?

1.2. D'autre part, une grande convergence se dégage pour dire que DDR et adaptation au changement climatique partagent de nombreux champs communs, à commencer par l'exigence d'une stratégie et une échelle de long terme, sans pour autant se confondre. Il faut donc travailler de concert, le changement climatique étant un incitateur et un révélateur des insuffisances des actions entreprises et de la croissance préoccupante des vulnérabilités.

1.3. La nécessité de définir et de mettre en œuvre des politiques intégrées à l'échelle des territoires est reconnue. Cependant, la diversité et la complexité des situations appellent une façon nouvelle de poser les problèmes et la définition de priorités afin de surmonter les blocages.

1.4. D'où le besoin de mettre l'accent sur :

- les échanges d'expérience, les retours d'expérience, les démonstrations pilotes communes,
- l'amélioration de la communication, notamment par le développement du débat local et la remontée des questionnements (mouvement « bottom up »),
- l'élaboration et le test de stratégies au regard d'un contexte de fortes incertitudes.

## **2. Des disciplines essentielles**

2.1. Le renouvellement permanent de la connaissance constitue la base de l'action, elle doit être ajustée aux situations nouvelles.

Une bonne métrologie, la mise en place, l'entretien et l'ouverture appropriée (par la cartographie notamment) aux utilisateurs de banques de données fiables, restent la base de la connaissance et du management des risques. Les programmes de recherche européens contribuent à organiser des réseaux et à comparer les méthodologies dans des domaines comme les inondations. L'effort doit s'étendre à d'autres aléas et se poursuivre dans le temps pour que l'évolution due au changement climatique ou aux modifications des activités de la société se reflète dans les données.

2.2. Les instruments de gestion doivent être affinés et leur efficacité testée

Les modèles des stratégies économiques en situation de grande incertitude sont à développer et des inter comparaisons à réaliser.

L'efficacité dans l'application des principes du protocole de Hyogo et des instruments destinés à les mettre en œuvre doit être régulièrement testée et améliorée.

En particulier, les dispositifs de vigilance et de surveillance (Early Warning) doivent être développés, mieux partagés et leur usage largement vulgarisé.

2.3. Les Sciences de l'Homme et de la Société sont encore insuffisamment mobilisées.

Les travaux et échanges sur la perception des risques, les outils à la décision sont essentiels.

La résilience est un domaine clé. Fondée notamment sur la capacité d'autonomie des individus et des systèmes, elle doit trouver des terrains d'application pratique pour être appropriée et valorisée. Elle doit associer pour cela les différentes disciplines entrant dans le concept de prévention.

Des échanges avec les partenaires des pays en développement ouvrent des perspectives fructueuses et leur développement est vivement recommandé.

2.4. Les exemples de gouvernance qui ont été donnés de partenariats public-privé montrent l'étendue des progrès possibles correspondant aux spécificités européennes

## **3. Des domaines majeurs pour les études de vulnérabilité et les stratégies d'actions**

Les cinq ateliers ont confirmé la pertinence des thèmes retenus et les recommandations spécifiques formulées conduisent à les regrouper en trois familles :

3.1. Les massifs montagneux et les fleuves transnationaux correspondent à des communautés plus homogènes et qui sont déjà en relations, notamment pour la gestion de crise. Le progrès doit porter sur l'élaboration de stratégies et une meilleure communication grâce, notamment, à des normes et des instruments communs,

3.2. Le littoral d'une part et les métropoles d'autre part constituent deux sous ensembles territoriaux très différents mais tous deux porteurs d'enjeux considérables et de problématiques complexes et spécifiques. Pour ces territoires, il s'agit de progresser dans l'énonciation d'une

approche méthodologique générale accompagnée du développement d'échanges plus systématiques.

3.3. L'atelier sur la formation a constaté la convergence des divers acteurs (Collectivités territoriales, Etats, Commission Européenne) sur l'idée de constitution d'un réseau fort et actif des formations sur les risques au niveau européen.

#### **4. L'échelle européenne**

L'Europe apporte une valeur ajoutée décisive du fait de la diversité des situations et des cultures qui font sa richesse et des dimensions avec lesquelles elle permet d'aborder les problématiques et de mobiliser des moyens.

4.1. L'interface scientifique doit être activée de façon à favoriser la constitution de réseaux scientifiques auprès des plates-formes. A titre d'exemple, le conseil scientifique de l'AFPCN demandera aux plates-formes du réseau de lui proposer des membres ou correspondants comme il sera lui même attentif aux demandes qui lui seront faites.

4.2. L'Union européenne devrait apporter un appui déterminé à ce mouvement qui a été amorcé par certains des programmes de la DG recherche de la Commission.

5.

**Revue « Responsabilité et  
Environnement »**

Série des Annales des Mines, numéro d'octobre 2009

*L'adaptation au changement climatique*

3 SÉRIES TRIMESTRIELLES DES

**ANNALES  
DES  
MINES**

FONDÉES EN 1794



## Editorial

Par **Pierre Couveinhes**, Rédacteur en chef des Annales des Mines

Le changement climatique est aujourd'hui un thème rebattu par les médias. Mais ce numéro de *Responsabilité et environnement* aborde le sujet par un de ses aspects rarement traité : l'adaptation. Ce faisant, il soulève plusieurs questions inédites :

- Le changement climatique est souvent considéré comme une agression de l'homme contre une Nature réputée « bonne ». Mais l'homme, s'interroge Michel Juffé, ne fait-il pas partie de la Nature ? Peut-on vraiment le considérer comme un élément extérieur, qui serait, en quelque sorte, « confronté » à elle ?
- La perspective d'un changement climatique suscite, en général, les plus grandes craintes. Mais ne peut-on y voir comme un nouveau défi lancé à l'humanité - un défi qui lui permettra, en définitive, de progresser ? Emmanuel Le Roy Ladurie ne nous montre-t-il pas que l'homme a su faire face par le passé à des changements climatiques particulièrement sévères ?

L'adaptation dont il sera question dans ce numéro est celle qui consiste à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels aux aléas découlant des modifications du climat. Ce concept a longtemps été considéré avec méfiance par les scientifiques, les ONG et certains responsables politiques des pays du « Nord » : ceux-ci craignaient, en effet, qu'il ne fût démobilisateur par rapport à l'autre moyen de lutter contre le changement climatique, l'atténuation, qui consiste à agir sur les causes de ce changement, notamment en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Mais la priorité donnée aux politiques d'atténuation fait aujourd'hui l'objet de vives critiques de la part des pays du « Sud », qui redoutent que ces politiques ne constituent un frein à leur développement, et qu'on ne leur demande, en définitive, de contribuer à la lutte contre un phénomène dont ils ne sont guère responsables.

En tout état de cause, comme le souligne Marc Gillet, il semble maintenant acquis que « le réchauffement climatique est déjà amorcé [...] et qu'il s'amplifiera au cours des prochaines décennies ». Il convient désormais de s'y adapter, ainsi que le font, d'ores et déjà, de nombreux pays développés. Plusieurs articles de ce numéro décrivent les politiques qu'ils ont engagées à cet effet, notamment en ce qui concerne le littoral et les grandes agglomérations.

Mais qu'en est-il des pays du « Sud », déjà confrontés à de multiples difficultés (en matière de santé, d'éducation, de besoins alimentaires...), auxquels manquent les financements indispensables ? Qu'en est-il notamment de l'Afrique, qui sera, nous disent les experts, une des principales victimes du réchauffement climatique ?

Certes, remédier à ces problèmes n'est pas chose simple, car, si le changement climatique est un phénomène global, les politiques d'adaptation doivent être menées à des niveaux déconcentrés et elles exigent des financements sans commune mesure avec ceux que l'on consacre aujourd'hui, par exemple, à l'aide au développement.

Dans l'entretien qui conclut ce numéro, Paul-Henri Bourrelier relève que la plupart des articles qui le composent débouchent sur des questions éthiques. De fait, pouvons-nous, sans réagir, laisser les pays les plus pauvres, donc les plus vulnérables, subir les conséquences dramatiques d'un phénomène dont ils portent une part de responsabilité bien faible ? Est-il réellement acceptable

qu'une partie de notre planète devienne inhospitalière à l'homme par suite de l'incapacité des nations à s'organiser collectivement et/ou à cause de l'égoïsme des pays les plus riches ?

De par son caractère global, le changement climatique peut constituer l'opportunité, pour tous les habitants de cette planète, de prendre conscience de l'impérieuse nécessité d'être solidaires entre eux : formons le vœu qu'il puisse en être ainsi et que ce changement devienne le moteur d'une nouvelle étape dans le développement de l'humanité.



## Résumé des articles

### I. Adaptation

**Considération sur le climat**, Emmanuel Le Roy Ladurie, Historien, membre de l'Académie des sciences morales et politiques de l'Institut de France.

Emmanuel Le Roy Ladurie a publié trois importants volumes sur l'histoire du climat et, à l'instar de Montesquieu, sur les relations entre l'histoire et le climat : Histoire humaine et comparée du climat.

Tome 1, Canicules et glaciers XIII<sup>ème</sup>-XVIII<sup>ème</sup> ;

Tome 2, Disettes et révolutions (1740-1860) ;

Tome 3, Le Réchauffement de 1860 à nos jours.

Dans un article publié dans le numéro 126 de l'été 2009 de la revue *Commentaire*, il a présenté ces « Considérations sur le climat », qui concernent principalement le XX<sup>ème</sup> siècle. Sans résumer sa trilogie, elles offrent une introduction à sa lecture.

Après avoir rappelé l'optimum médiéval et le petit âge glaciaire, l'auteur indique que « la déroute des glaciers » commence en 1860, que les derniers grands froids datent des années 1887-1891, puis qu'un lent réchauffement s'est produit jusque 1950, suivi de trente années de rafraîchissement. Le réchauffement a repris de façon accélérée à partir de 1981 pour aboutir en 1988-1989-1990 à trois années chaudes, extraordinairement favorables, à la suite desquelles les températures élevées ont subsisté. Il conclut ainsi :

« On me demandera peut-être pour conclure : que pensez-vous des polémiques sur le CO<sub>2</sub> ? Je vous répondrai que je ne suis pas un scientifique à part entière, je ne suis qu'un historien, néanmoins je suis assez convaincu, je dois dire, par la démonstration du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur les dangers, quand même, du réchauffement excessif qui pèsera sur l'humanité au XXI<sup>ème</sup> siècle en raison de l'excès des émissions de gaz à effet de serre, CO<sub>2</sub>, méthane, etc. Mais mieux vaut jeter un regard nostalgique sur le passé récent, sur les années 1990-2000. Dirait-on que jamais l'Europe n'a été aussi heureuse que lors des millésimes 1988-2001, Balkans exceptés ? [...] Quant aux températures, elles étaient tièdes sans être brûlantes. C'était vraiment l'optimum, certes momentané. Les printemps, les étés, les automnes aussi étaient de type toscan, alcyonien ; les hivers plus doux que jamais, par rapport aux neuf décennies antérieures de ce qui pour nous, désormais, s'appelle le « siècle précédent ». Les vins, sans avoir l'exquise qualité de leurs prédécesseurs des années 1980, n'en étaient pas moins, à maintes reprises très généreux et d'excellent niveau, principalement à partir de 1995. La Bourse allait grand train au bénéfice, à tout le moins, de ceux qui pouvaient jouir de ses bienfaits. Il faudra, dans des ordres d'idées très différents, le coup de gong sanglant du 11 septembre 2001, et la canicule tueuse de 2003, pour que nos concitoyens d'Europe sortent enfin de cette espèce de délicieuse torpeur fin de siècle qu'allaient démentir à bref délai, dès 2001-2003, terrorisme et canicule, aux commencements du nouveau millénaire. »

**Les représentations du changement climatique : de la création divine à la responsabilité de l'homme**, René Favier, CNRS, Université Pierre Mendès-France, Grenoble.

Le climat change-t-il ? L'action de l'homme affecte-t-elle ce changement ? Poser de telles questions aujourd'hui relève presque du sacrilège. Certes, il y a peu, le *Courrier International* proposait ce titre, en couverture d'un de ses numéros : « Climat : Le réchauffement n'existe pas ». Mais ce titre était prudemment affecté d'un astérisque renvoyant à un sous-titre de bas de page prudent et politiquement correct : « Du moins, certains le croient »....

L'auteur étudie la perception ancienne du climat et de ses dérèglements, puis, au temps des Lumières et de la naissance du mouvement scientifique moderne, la recherche de ses mécanismes régulateurs ; dans l'hypothèse de stationnarité qui était implicite, l'avancée des glaciers, par exemple, ne témoignait pas de changements climatiques majeurs. Cependant Montesquieu, puis Buffon ont commencé à s'interroger sur les effets des actions humaines, particulièrement sur la forêt, questionnement que les ingénieurs ont approfondi. En 1824 le physicien Joseph Fourier a développé l'idée que les effets du rayonnement solaire sont modifiés par l'interposition de l'atmosphère et la présence de l'océan ; d'autres physiciens comme l'irlandais Tyndall prendront la suite et le savant suédois Arrhenius, le premier, liera le réchauffement à l'utilisation des combustibles fossiles, escomptant de cet effet une amélioration du bien-être des populations.

***Les leçons de l'histoire géologique et des grandes extinctions d'espèces, Patrick de Wever, Muséum National d'Histoire Naturelle.***

Parler de biodiversité conduit souvent à évoquer l'ours des Pyrénées, depuis la disparition de Cannelle, le 1<sup>er</sup> novembre 2004, qui est devenue un symbole. On pense aussi au retour du loup dans les Alpes, à l'éléphant d'Afrique ... autant d'animaux un peu mythiques : le nounours de notre enfance, que nous tenions dans les bras en écoutant les histoires du petit Chaperon rouge, à côté de Babar ... Maintenant que nous sommes des adultes, nous ne devons pas oublier la disparition d'autres organismes (des vers, des insectes, des bactéries, ...), que ceux-ci soient utiles, agréables, ou au contraire considérés comme nuisibles, qui contribuent, eux aussi, à la biodiversité.

L'auteur, après avoir défini le sens du vocable « biodiversité » qui repose sur le classement du vivant, donne des indications sur la biodiversité actuelle caractérisée par le nombre d'espèces dont malheureusement l'évaluation est marquée par une incertitude considérable (au total de 3 à 100 millions !). La durée de vie de chaque espèce est très diverse, en moyenne de quelques millions d'années. L'histoire de la vie sur la Terre, manifeste une tendance à l'augmentation de la biodiversité sous l'effet de la diversification, mais elle est jalonnée par des épisodes d'extinctions massives parmi lesquelles on distingue cinq crises majeures. Les recherches ont beaucoup progressé sur les causes, le bilan et les phases de récupération ce qui permet d'apprécier la capacité de réaction de la biosphère à des perturbations majeures.

La période actuelle est marquée par un taux d'extinction dix mille fois plus rapide que le taux historique moyen. L'accroissement hégémonique de l'espèce humaine avant son extinction inéluctable aura fait beaucoup de dégâts sur une planète dont les ressources sont limitées.

***Climat, adaptation, évolution et biodiversité, Gilles Escarguel, CNRS, université Claude Bernard Lyon.***

La biosphère, cette fine pellicule superficielle de notre planète au sein de laquelle les êtres vivants évoluent, est un système adaptatif complexe : un réseau d'interactions multiples où, au-delà de ses caractéristiques propres, l'existence même de chaque agent est liée à celle de ceux qui l'entourent. Les conséquences physico-mathématiques de cette complexité sont aujourd'hui connues dans leurs grandes lignes : non-linéarité, métastabilité, auto-organisation, propriété émergente, invariance d'échelle, irréversibilité, sensibilité aux conditions initiales, chaos... Les implications biologiques, écologiques et environnementales de telles caractéristiques sont multiples.

Après avoir évoqué les paramètres biologiques et géographiques qui font évoluer la biodiversité, l'article expose les principes d'une nouvelle discipline, la macro-écologie. Un premier type de modèle dit « géophylétique » représentant les gradients de biodiversité est présenté avec une application en deux dimensions dans l'océan Atlantique. Les variations dans le temps à diverses échelles sont

étudiées parallèlement afin de déterminer les paramètres qui les contrôlent, notamment le couple déterminant que forment le climat et l'adaptation.

Ainsi, une augmentation globale de température, associée à une réduction du gradient latitudinal de température, telle que tous les scénarios climatiques le prédisent pour le siècle en cours, entrainera une diminution de la biodiversité globale du seul fait de l'homogénéisation des assemblages d'espèces entre les régions. Simultanément la pression anthropique croissante exercée à toutes les latitudes sur la plupart des écosystèmes terrestres et aquatiques, se traduit depuis quelques décennies par une augmentation de la fragmentation des milieux, cause de diminution de la biodiversité locale. Aujourd'hui, ces deux facteurs combinés engagent la biosphère dans sa sixième crise majeure d'extinction.

Les conséquences diffèrent selon l'étendue géographique considérée car l'impact du climat et de sa variabilité sur la biodiversité dépend intimement de l'échelle spatiale ; toute généralisation ignorant cette dépendance conduit à des contresens. Cette dépendance d'échelle est un des paramètres critiques dans la mise en œuvre de stratégies et d'outils efficaces de conservation de la biodiversité actuelle. En particulier, elle impose une intégration internationale étroite des politiques et dispositifs de conservation, notamment par l'établissement de corridors pérennes entre les zones protégées.

**Les territoires face au changement climatique**, Martine Tabcaud, Université Paris Panthéon Sorbonne, UMR CNRS ENEC.

Les actions d'atténuation du réchauffement atmosphérique et d'adaptation au changement climatique font intervenir de multiples acteurs : les organismes internationaux, les groupes d'Etats, les Etats, les régions, les communes, les syndicats intercommunaux, les ONG, les partis politiques, les syndicats, les banques, les compagnies d'assurances, les chercheurs, les entreprises multinationales, les PME et les PMI, la grande distribution, les transports, les médias et les citoyens...

L'article souligne que les vulnérabilités sont différentes selon les lieux et que l'adaptation impose à chacun une approche intégrée. Des actions plus ou moins volontaristes pourront être engagées sur les parcelles, les types d'habitat, les fonctions. Le changement climatique, s'il diminue la capacité de certains territoires à supporter des charges, en libère d'autres : il y a donc matière à repenser les blocages que de nombreuses autorités opposent aux déplacements.

Résumé des différentes stratégies d'acclimatation :

ATTITUDES	STRATEGIES	EXEMPLES	TEMPS de mise en oeuvre
FAIRE FACE	(-) Laisser faire ABANDONNER.	Polders ré-envahis par la mer, retour aux marais littoraux	Immédiat
	(+) Limiter les pertes PROTEGER.	Rehausser les digues, bâtir des épis pour empêcher inondation	Plusieurs mois à années
PREVENIR	(-) Partager les pertes ASSURER.	Surtaxer partiellement, si le risque est élevé, mais mutualiser les pertes	Plusieurs années
	(+) Délocaliser hommes et activités DEPLACER	Raser des maisons et reconstruire ailleurs	Plusieurs mois pour raser plusieurs décennies pour restructurer
VALORISER	(-) Créer de nouvelles activités MUTER.	Cultiver la vigne en Normandie, au lieu des pommiers	se réalise au fur et à mesure, avec au plus un décalage de Plusieurs années
	(+) Augmenter les gains S'ENRICHIR.	Innover, Investir	Plusieurs années à plusieurs décennies

Reposant sur des processus de gouvernance déconcentrée, l'adaptation implique chacun dans son propre voisinage immédiat, son territoire. Elle se construit à partir de la conciliation de multiples égocentrismes. Pragmatique, elle considère les individus et les groupes sociaux tels qu'ils sont. Les micro-acteurs participent donc consciemment à une macro action de réduction du risque futur. Enfin l'action locale n'exclut en rien la solidarité vers les pays pauvres, vers les régions les plus exposées.

***Des événements naturels extrêmes aux figures de la catastrophe***, Paul-Henri Bourrelier, Ingénieur Général des Mines, Président du Conseil scientifique de l'AFPCN et Jean Dunglas, Président de l'Académie de l'Agriculture.

Les grands événements climatiques occupent une place privilégiée parmi les mythes sur la naissance et la destruction du monde. Le déluge de la Bible a son équivalent dans toutes les religions. Il n'est donc pas surprenant que l'annonce du changement climatique provoque une véritable renaissance des prédictions apocalyptiques au sens propre, c'est-à-dire de révélations.

Après avoir défini les événements extrêmes par les queues de distribution statistiques, souligné l'importance de celles qui répondent à des « lois de puissance » particulières (non gaussiennes), et rappelé les effets potentiels du changement climatique sur les aléas, l'article passe en revue les différents types d'aléas météorologiques :

- aléas relatifs aux paramètres climatiques,
- aléas générateurs des risques naturels classiques par la dissipation d'énergie accumulée,
- enfin les grandes ruptures dont la menace est soupçonnée.

Toutefois ces aléas, si intenses soient-ils et même s'ils sont les extrêmes d'une loi de puissance, restent limités. C'est la disposition des enjeux et les faiblesses systémiques qui créent à l'aval des risques de catastrophes. On dispose donc d'une clé pour identifier ces risques, définir une stratégie de réduction appropriée, et, sur cette base, provoquer une prise de conscience générale.

***Adapter qui à quoi ? Quelle place pour l'homme dans la nature ?***, Michel Juffé, Philosophe, Conseiller du Vice Président du Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) au Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM).

S'adapter au changement climatique ou à toute autre perturbation de la biosphère ne relève pas seulement d'une réflexion technique ou technico-économique, voire d'économie politique. Même si le discours ambiant, notamment en matière de « développement durable », admet qu'il faut rendre plus « sobres » nos modes de consommation d'énergie, envisager une « autre » croissance (souvent sans plus de précisions), nous sommes généralement soumis à une double pression : d'une part, celle des tenants d'un monde « naturel » dont nous devons « préserver les équilibres » et, d'autre part, celle des partisans d'un monde « culturel » humain, dont nous devons « maintenir l'originalité ».

Fondant son analyse sur trois propositions : l'infinité de la nature, la persévérance dans l'être et les limites de la toute-puissance, l'auteur aboutit à la conclusion qu'il ne suffira pas d'adopter des mesures de prévention et d'adaptation aux diverses menaces – dont le réchauffement climatique – qui pèsent sur les sociétés humaines, au sein d'écosystèmes qui les englobent. Seul un renoncement à l'exaltation de la puissance brute, à présent largement installée au sein des sociétés humaines, pourra infléchir la production de l'ensemble des artefacts humains vers autre chose que l'abus permanent des ressources, des biens et des êtres. Cela implique de cesser de regarder la nature comme animée d'une volonté de nous nuire ou de nous satisfaire, autrement dit de cesser de considérer les dangers que nous courrons comme des menaces. Cela implique aussi que nous devons réduire les menaces dont nous sommes l'origine, non en combattant tous ceux qui sont supposés nous menacer, mais en cessant de sur-interpréter la conduite des autres. Le problème le plus urgent

à régler sur notre Terre, n'est pas de réduire l'ampleur du changement climatique ou de ses effets, mais de modifier notre propre climat intérieur, celui dans lequel baigne l'ensemble des relations entre humains.

## **II. Politiques publiques et actions de tous**

***La place de l'adaptation dans la politique climatique, Marc Gillet, Point focal pour la France du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), ancien directeur de l'Observatoire national sur les effets sur réchauffement climatique (ONERC), Directeur des Affaires internationales à Météo-France.***

Le 4<sup>ème</sup> rapport d'évaluation du GIEC, paru en 2007, a dissipé les doutes qui pouvaient encore subsister sur le fait que le réchauffement climatique est déjà amorcé, qu'il est provoqué par les activités humaines et qu'il s'amplifiera au cours des prochaines décennies.

On peut distinguer divers types d'adaptation :

- l'adaptation par anticipation, effectuée avant que les impacts ne se fassent sentir, par opposition à l'adaptation réactive ;
- l'adaptation peut être spontanée, comme est par exemple la réaction des écosystèmes, ou être planifiée, c'est à dire résulter de politiques publiques qui peuvent amplifier l'adaptation spontanée.

Les difficultés conceptuelles soulevées par l'adaptation au changement climatique ne doivent pas justifier l'inaction. Des progrès substantiels peuvent être réalisés dans la description des climats futurs et l'évaluation des probabilités de nombreux aléas susceptibles d'en découler plus ou moins directement : sécheresses, inondations, ... Il faut aussi progresser sur la connaissance de la vulnérabilité. Au total, même si les connaissances sur les tendances et les extrêmes climatiques ne permettent pas l'optimisation de l'adaptation, il est possible de construire une politique en situation d'incertitude ainsi réduite.

L'adaptation a une importance primordiale pour les pays pauvres : l'adaptation, qui n'a pas été dans le passé une priorité pour les donateurs d'aide au développement, prend place maintenant dans les objectifs de la plupart des agences de développement. Celles-ci engagent désormais des actions spécifiques au changement climatique, (par exemple, en aidant les pays à caractériser l'évolution du climat), et intègrent des éléments relatifs à l'adaptation dans les projets de développement (par exemple, en tenant compte de la hausse du niveau de la mer dans l'aménagement d'un port).

Les actions d'atténuation, liées à la politique énergétique, à l'agriculture et à la forêt, sans être nécessairement plus aisées à mettre en œuvre, sont plus faciles à identifier que les actions d'adaptation. En revanche, l'adaptation s'adresse à tous les secteurs d'activité, et se fera en grande partie au niveau local et à travers l'adaptation spontanée ou le marché des assurances. Toutefois, l'efficacité impose de planifier ces actions à tous les niveaux - local, national et international - et de diriger vers elle des flux financiers convenablement calibrés.

***La politique de la France en matière d'adaptation au changement climatique, Pascal Dupuis, Chef du service Climat et Efficacité énergétique du MEEDDM.***

La politique climatique de la France repose sur deux piliers : réduire les émissions de gaz à effet de serre (« atténuation ») et se préparer aux changements climatiques désormais inéluctables (« adaptation »). Si la plupart des secteurs d'activité et de vie se considèrent aujourd'hui concernés par l'atténuation du changement climatique, notamment du fait d'objectifs contraignants internationaux et européens, il est important que ces mêmes secteurs s'approprient également la

problématique de l'adaptation au changement climatique. Les enjeux de l'adaptation sont de taille, et largement comparables à ceux de l'atténuation. En novembre 2008, l'UNFCCC estimait les besoins globaux de financement supplémentaires pour l'adaptation au changement climatique à l'horizon 2030 entre 49 et 171 milliards tandis que les besoins de financements supplémentaires liés à l'atténuation sont évalués à environ 200 milliards USD.

L'article présente le dispositif mis en place pour élaborer et mener à bien la politique nationale d'adaptation. Il détaille tout d'abord le cadre institutionnel, présente la stratégie nationale élaborée en 2006, et les travaux en cours pour lui donner corps et la « territorialiser », décrit sa composante extérieure, et enfin expose le cadre dans lequel va être élaboré à l'horizon 2011 un programme national d'adaptation déclinant les mesures à mettre en œuvre conformément à la loi de programme du Grenelle de l'environnement. Une communication en conseil des ministres, le 13 février dernier, trace la feuille de route.

Le MEEDDM a coordonné avec l'ONERC les travaux d'évaluation préparatoires. Au niveau ministériel, le ministère de l'agriculture a débuté un travail de préparation d'un plan d'adaptation de l'agriculture. Le Haut Conseil de la Santé Publique a aussi débuté une réflexion sur le thème de l'adaptation, dont les premières conclusions devraient être disponibles en fin d'année. Tous ces travaux alimenteront les débats durant la concertation qui se déroulera au cours de l'année 2010 suivant un schéma inspiré du Grenelle.

Après l'élaboration du plan national d'adaptation et des schémas régionaux climat-air-énergie et des plans climat-énergie territoriaux, l'ensemble du dispositif en faveur de l'adaptation au changement climatique sera en place permettant la mobilisation de tous les acteurs et les arbitrages indispensables pour faire face aux enjeux à venir.

***Cultivons notre planète : plus de biomasse, moins de gaz à effet de serre, François Papy, Académie de l'Agriculture de France.***

Le XXI<sup>ème</sup> siècle devra relever deux défis : *primo*, augmenter la production végétale de la planète pour faire face aux besoins croissants d'une population, qui devrait être de l'ordre de 8 à 9 milliards d'habitants en 2050 - besoins alimentaires, au premier chef, qui, selon certaines hypothèses devraient doubler, besoins en énergie, sous différentes formes (carburants, combustibles), besoins en fibres et en divers autres produits de base des industries ; *secundo*, atténuer l'évolution, déjà amorcée, du climat et s'y adapter - l'atténuer, pour rester dans des limites où il est encore possible de s'y adapter, tant il est prudent de prévenir des processus d'emballement toujours possibles.

Au cours de la période historique, la production de biomasse alimentaire a été obtenue par le défrichement de forêts et de couverts herbacés, provoquant ainsi des émissions de CO<sub>2</sub>. A partir de 1950, dans le monde industrialisé, l'agriculture a consommé de plus en plus d'énergie fossile, par l'usage des engrais azotés, de la motorisation et l'emploi d'intrants de plus en plus nombreux, par le chauffage de serres, le séchage des fourrages.... Les émissions de CO<sub>2</sub> lui incombant ont encore augmenté très vite, auxquelles se sont ajoutés les émissions de protoxyde d'azote et de méthane, dues, les premières, essentiellement aux engrais azotés et les secondes aux ruminants. Même s'il est vrai que l'agriculture n'utilise actuellement que 4 % des énergies fossiles, elle doit contribuer à l'effort général de leur économie. Comme on le voit, les relations entre production des différentes formes de biomasse et flux gazeux sont complexes et méritent examen. Ajoutons que jamais les différentes formes d'utilisation des couverts végétaux n'ont été aussi différenciées. Ici, une agriculture à très faibles rendements dispose encore de place pour se développer au détriment des forêts ; mais là, c'est une agriculture utilisant beaucoup d'intrants qui s'installe sur des défrichements ; ailleurs, une forte intensification des espaces cultivés au regard des besoins

alimentaires permet le reboisement ; ailleurs enfin, l'espace est si restreint pour nourrir tout le monde que tout est cultivé très intensivement.

Ainsi, les termes du défi sont de produire deux fois plus d'aliments en contribuant à diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre, tout en économisant les énergies fossiles, à partir de situations très inégales d'utilisation des ressources. Pour y parvenir l'auteur propose trois axes d'action qu'il justifie :

- Remettre en lice le système agro-sylvo-pastoral ;
- Arrêter la course au rendement maximum ;
- Équilibrer mieux, par régions, rendements des cultures et bilans de gaz à effet de serre.

***Penser et aménager les agglomérations urbaines : quelques exemples de métropoles européennes, Brigitte Mazière, Inspectrice Générale de l'Équipement honoraire.***

La population européenne se concentre à plus de 70 % dans un environnement urbain et 80 % des Français vivent en ville. La croissance urbaine est une tendance générale, et certains événements naturels majeurs intervenus ces dernières années ont mis en évidence l'ampleur des effets pouvant affecter les métropoles : les tempêtes de décembre 1999 qui balayèrent les pays de l'Europe de l'Ouest, les inondations exceptionnelles en Europe centrale durant l'été 2002, ou encore la canicule de l'été 2003. Hors d'Europe, d'autres événements ont marqué récemment les esprits : le tsunami en Asie, en décembre 2004, le cyclone Katrina dévastant la Nouvelle-Orléans, en août 2005.

Après avoir décrit les démarches entreprises à Prague, Hambourg, au Grand Londres, au Grand Lyon et à Séville, l'auteur analyse les grandes lignes communes qui se dessinent malgré la diversité des situations :

**1. La mise en cohérence à l'échelle de l'agglomération:**

- des dispositifs de protection sur l'ensemble des territoires susceptibles de subir des dégradations. L'amélioration de leur gestion commence par l'identification des intervenants, ce qui conduit à clarifier, ou parfois à redéfinir, la chaîne des responsabilités aux divers niveaux territoriaux et à désigner les instances en charge d'assurer la coordination.
- des mesures d'information, de communication et d'implication de tous les acteurs en considération des comportements individuels et collectifs lors d'événements exceptionnels.
- des risques combinés et de leurs effets induits qui incitent à engager des programmes de recherche face au déficit de connaissance.

**2. La réduction des vulnérabilités que les villes ne perçoivent pas toutes de la même manière : d'où un besoin partagé bien connaître leurs fragilités, en particulier celles du tissu social, des systèmes techniques et organisationnels, et leur comportement en situation dégradée. Les crises ont révélé l'existence de vulnérabilités minorées ou non identifiées ainsi que l'importance et l'ampleur grandissantes des conséquences sociales avec une forte disparité entre habitants. La question de la solidarité renvoie aux obligations et au rôle de la puissance publique pour assurer la sécurité de tous face aux dangers. A cet égard, l'exemple du Grand Londres est à méditer.**

**3. Les liens indissociables entre prévention, adaptation et aménagement des territoires, qui ne sont encore pas suffisamment pris en compte dans les dispositions de planification urbaine. Alors que les perspectives de changement climatique sont affectées d'une grande incertitude quant à l'intensité de ses manifestations, l'adaptation à ce changement oblige à engager, dès à présent, des démarches d'aménagement territorial à long terme.**

Le cumul de mesures indispensables, tels que la réduction d'émissions de CO<sub>2</sub>, les actions en faveur d'une ville plus économe avec des bâtiments auto-suffisants et des quartiers à haute valeur

environnementale, le développement de modes de déplacements alternatifs, la mise en place de plans climat ou l'établissement de servitudes ... s'inscrivent dans des grands partis d'urbanisme. De la même manière, la conduite de politiques sectorielles et l'addition d'aménagements locaux, déclinés dans les documents d'urbanisme communaux et intercommunaux ne peuvent pas, à elles seules produire leur plein effet, à l'échelle d'une métropole. Pour réaliser les villes futures ayant les qualités requises, certaines formes et pratiques actuelles de développement devront être infléchies, voire profondément révisées. Il s'agit principalement de limiter l'étalement urbain, consommateur d'espace et de ressources, de densifier les secteurs les mieux desservis par les transports en commun. S'il n'existe pas de modèle d'organisation spatiale valant pour tous les territoires, à même d'assurer la « durabilité » et « l'adaptabilité », les exemples exposés démontrent la nécessité d'orientations stratégiques et d'éléments de cadrage pour donner une visibilité dans la longue durée et pour assurer la cohérence spatiale à l'échelle de la métropole, voire au delà.

Pour les métropoles, prévoir et gérer les événements potentiellement dangereux et s'adapter au changement climatique constituent les deux aspects d'un même défi. Cette adaptation qui couvre une multitude de domaines (habitat, déplacements, activités économiques et sociales, implantation et organisation des services publics, protection de points névralgiques, ...) constitue un puissant levier pour repenser leur développement. La configuration de l'autorité responsable varie suivant les organisations institutionnelles des pays, leur niveau de déconcentration et la répartition des compétences entre l'État et les collectivités territoriales. C'est à elle qu'il revient d'établir le contenu d'un « document cadre », et d'en faire appliquer les dispositions, en assurant leur cohérence avec les objectifs nationaux et internationaux, en laissant place aux initiatives locales. L'exercice de cette responsabilité de gouvernance urbaine constitue ainsi le facteur le plus déterminant pour l'évolution des grandes agglomérations.

***Pour une gestion dynamique du littoral, Nicole Lenôtre, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).***

Le littoral est un espace qui, plus que jamais, focalise l'attention des acteurs politiques, des gestionnaires et des citoyens. En effet, au niveau mondial, les Nations Unies estiment qu'en 2010, 80 % de la population mondiale vivra dans une bande littorale de 100 km, et 8 des 10 agglomérations les plus importantes sont situées sur le littoral (New York, Tokyo, Bombay, ...). La France n'échappe pas à cette tendance et l'on constate une croissance annuelle de 3,8 % de la population littorale, alors qu'elle n'est que de 3,3 % en moyenne sur l'ensemble du territoire.

Les phénomènes littoraux que sont l'érosion, la submersion marine, et l'élévation du niveau de la mer due au changement climatique, ainsi que l'impact des activités humaines, obligent à une surveillance des risques en vue de les gérer efficacement. La gestion doit se faire à l'échelle appropriée en ayant recours aux nouvelles techniques comme les techniques dites douces ou souples qui ne fixent pas le trait de côte mais ralentissent son évolution: le rechargement de plage, de plus en plus pratiquée dans le monde, différentes techniques de stabilisation des dunes, le drainage de plage, les géotextiles, les atténuateurs de houles. Devant la pénurie de sédiments, il faut mettre en place des plans de gestion afin de gérer au mieux les stocks existant à terre et en mer, de connaître les sources naturelles d'approvisionnement des plages et de définir des réserves stratégiques. Il est essentiel de maintenir des espaces de liberté par des espaces naturels côtiers qui opèrent comme des zones tampons entre la mer et l'arrière-pays (opérations qui font partie de la mission du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres).

Les stratégies de gestion s'appliquent d'abord aux aménagements nouveaux qui doivent tenir compte des leçons du passé et prendre en compte les aléas d'érosion, de submersion et d'élévation du niveau de la mer. Il est important de ce placer dès la conception dans une logique de prévention. Dans les zones déjà aménagées, on a le choix entre :

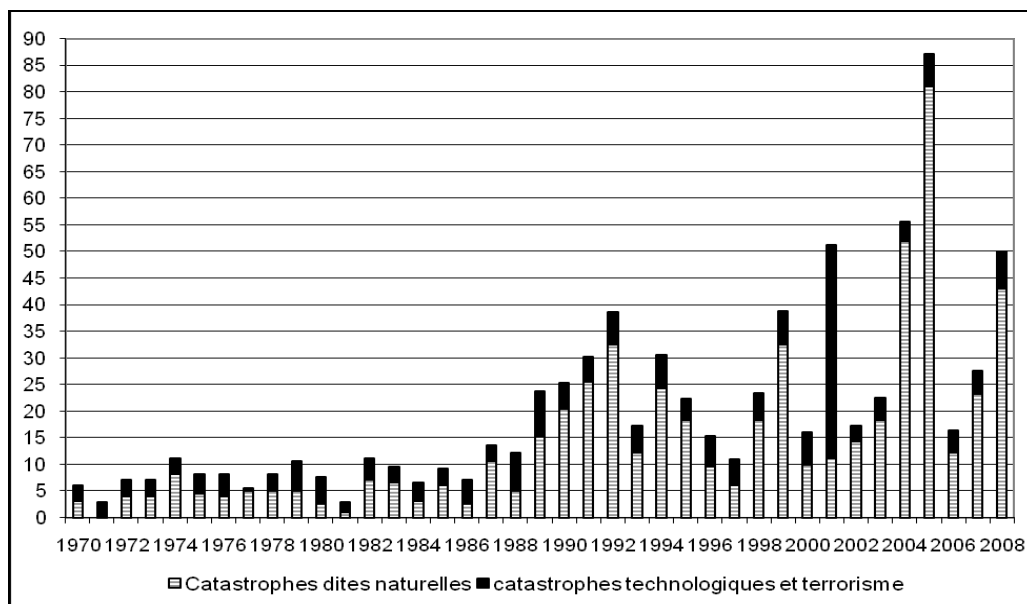


- *a minima*, éviter de faire de nouvelles constructions dans les zones à forts risques ou de réduire les risques actuels ;
- organiser un recul stratégique en déplaçant les enjeux et identifiant une nouvelle ligne de défense ;
- maintenir le trait de côte en conservant, adaptant les ouvrages de défenses, option adaptée dans les zones où les enjeux à protéger sont importants et difficiles voire impossibles à déplacer ;
- intervenir de façon limitée en accompagnant les processus naturels pour réduire l'aléa ;
- ne rien faire là où aucun enjeu ne justifie une action de gestion mais assurer un suivi en tant que de besoin ;
- Des propositions en ce sens ont été faites dans le cadre du « Grenelle de la mer ».

**La couverture financière des événements climatiques extrêmes**, Erwann Michel-Kerjan, *The Warthon Business School, University Of Pennsylvania, Etats Unis et Département d'économie, Ecole Polytechnique, France. Président du Haut Conseil sur le financement des catastrophes de grande échelle auprès du Secrétaire Général de l'OCDE.*

La question est posée, dans le contexte d'événements climatiques potentiellement de plus en plus dévastateurs : qui assumera les coûts de tels désastres ? Dans les pays industrialisés, l'assurance a traditionnellement joué un rôle majeur dans ce domaine, en couvrant les individus et les entreprises contre les conséquences économiques des grands risques naturels, moyennant le versement de primes d'un montant relativement modeste, en regard des pertes potentielles. L'assurance est aujourd'hui (on le sait peu) un des plus importants secteurs économiques dans le monde, en termes de revenus générés par ses activités. Néanmoins, les systèmes d'assurance traditionnels montrent aujourd'hui leurs limites, confrontés qu'ils sont, non plus à une grande catastrophe survenant en moyenne tous les 20 ans (ce qui permettait de collecter assez de primes les autres années), mais à une multiplication de catastrophes rapprochées dans le temps.

L'exposé de Michel-Kerjan développe les leçons qu'il tire de deux tableaux :



Milliards de dollars (prix 2007)	Événement	Victimes (décès ou portés disparus)	Année	Pays principalement touché(s)
48.1	Ouragan Katrina	1836	2005	USA, Golfe du Mexique, et al.
36.8	Attaques terroristes	3025	2001	USA
24.6	Ouragan Andrew	43	1992	USA, Bahamas
20.3	Séisme de Northridge	61	1994	USA
16.0	Ouragan Ike	348	2008	USA, Caraïbes, et al.
14.6	Ouragan Ivan	124	2004	USA, Caraïbes, et al.
13.8	Ouragan Wilma	35	2005	USA, Golfe du Mexique, et al.
11.1	Ouragan Rita	34	2005	USA, Golfe du Mexique, et al.
9.1	Ouragan Charley	24	2004	USA, Caraïbes, et al.
8.9	Typhon Mireille	51	1991	Japon
7.9	Ouragan Hugo	71	1989	Puerto Rico, USA, et al.
7.7	<i>Tempête Daria</i>	95	1990	France, UK, et al.
7.5	<i>Tempête Lothar</i>	110	1999	France, Suisse, et al.
6.3	Tempête Kyrill	54	2007	Allemagne, UK, NL, France
5.9	<i>Tempête et inondations</i>	22	1987	France, UK, et al.
5.8	Ouragan Frances	38	2004	USA, Bahamas
5.2	Tempête Vivian	64	1990	Europe de l'ouest/centrale
5.2	Typhon Bart	26	1999	Japon
5.0	Ouragan Gustav	153	2008	USA, Caraïbes, et al.
4.7	Ouragan Georges	600	1998	USA, Caraïbes
4.4	Tempête tropicale Alison	41	2001	USA
4.4	Ouragan Jeanne	3034	2004	USA, Caraïbes, et al.
4.0	Typhon Songda	45	2004	Japon, Corée du Sud
3.7	Tempête	45	2003	USA
3.6	Ouragan Floyd	70	1999	USA, Bahamas, Colombie

Note : Prix indexés 2008

Paradoxe au pays du libéralisme économique, plusieurs grandes catastrophes survenues depuis 2001 ont dramatiquement reposé la question de la couverture financière des grands risques aux États-Unis. Qui doit payer ? Comment utiliser l'architecture d'assurance pour inciter à la prévention ? Fondamentalement, il s'agit de redistribuer les rôles et les responsabilités entre les secteurs privés et public, pour le moment en faveur de ce dernier, ou du moins vers la création de systèmes combinant des deux.

En France, le système « CATNAT », reposant sur un principe de solidarité nationale rend obligatoire cette couverture tandis que les assureurs bénéficient d'une réassurance auprès de la Caisse Centrale de Réassurance qui dispose elle-même d'une garantie illimitée de l'Etat. Mais, sans qu'il y ait véritablement d'un marché, le prix de cette assurance a connu une augmentation considérable et cette tendance est problématique pour l'avenir.

Ce rapide aperçu indique que nous sommes entrés dans une nouvelle ère de risques à grande échelle. Cette nouvelle ère appelle un nouveau modèle de gouvernance, dont la composante financière est un pilier essentiel. Dans ce domaine en plein essor, les enjeux financiers, sociaux, et politiques, sont de première importance dans les pays de l'OCDE, où l'architecture d'assurance joue un rôle central, mais aussi dans les pays pauvres dans lesquels tout événement climatique extrême se transforme en tragédie humaine, interrompant par ailleurs toute croissance économique.

La récente décision des Nations Unies de mettre la question de l'importance des mécanismes d'assurance pour adapter nos sociétés au changement climatique au centre des négociations de la conférence de Copenhague en décembre 2009 est une reconnaissance directe et officielle de ces nouveaux enjeux. Elle montre le chemin à suivre pour élaborer collectivement de nouvelles solutions en réponse aux événements extrêmes à venir.

***L'éthique, fil conducteur de l'adaptation***, Entretien de Paul-Henri Bourrelier (Ingénieur général des Mines, Président du Conseil Scientifique de l'AFPCN) avec Alain Grimfeld (Président du Comité consultatif national d'Éthique pour les sciences de la vie et de la santé), Yves le Bars (Président du GRET, association professionnelle de solidarité et de coopération internationale) et Claudine Schmidt-Lainé (Directrice scientifique du CEMAGREF).

Au cours de cet échange qui clôt le numéro et fait écho à plusieurs articles, les questions suivantes ont été successivement abordées :

- L'équité entre les pays, évoquée par Marc Gillet, qui comme le souligne Yves le Bars est clairement prise en considération depuis la conférence de Bali et a donné lieu à l'établissement sous l'égide de la Banque Mondiale de Plans d'adaptation. Il y a cependant une contradiction entre l'idée d'affecter l'aide à l'adaptation et le caractère intégré du développement. Il faut dire aux pays émergents : « ne faites pas comme nous, ne ratez pas la phase actuelle de la structuration de vos modes de vie et de votre économie, sinon vous le payerez cher dans le courant du 21<sup>ème</sup> siècle » en espérant que les dirigeants les plus lucides trouveront les voies pédagogiques pour freiner les impatiences compréhensibles des populations et explorer des modèles originaux de développement.
- La viabilité des écosystèmes et des sociétés, notion qui, comme l'explique Claudine Schmidt-Lainé est une extension « dynamique » de celle de résilience. Les systèmes ouverts sont confrontés à leur environnement qui leur impose des contraintes externes auxquelles ils doivent s'adapter par consommation de ressources et production de déchets, ce qui implique des contraintes de viabilité, au risque de disparaître. L'ensemble des états à partir desquels une évolution au moins satisfait un ensemble de contraintes correspond à un « noyau de viabilité ».
- Les outils financiers.
- L'éthique scientifique qui, indique Alain Grimfeld, comporte trois axes en matière d'adaptation : la prise en compte de la situation des pays pauvres et/ou en voie de développement ; les aspects financiers notamment quant aux budgets alloués à la recherche ; enfin l'application du principe de précaution.
- L'intégration de l'homme dans la nature.
- L'utopie et le catastrophisme : Paul-Henri Bourrelier pense qu'il faut avoir une vision équilibrée des pressions et des soubresauts de l'environnement, à la fois déstabilisateurs et bénéfiques. Les changements planétaires sont des stimulants, faisant leur office dans le monde concret et imaginaire, posant à l'espèce humaine des défis incessants, et lui adressant des rappels à l'ordre. Il y a un chemin étroit entre les tentatives illusoire, et par là dangereuses, pour asservir le monde, et la passivité qui conduit non moins sûrement au désastre. Chaque progrès de connaissance ou de technologie apporte son surplus de risques de catastrophes morales autant que matérielles, comme est l'usage immodéré des marchés pour attiser des besoins artificiels et susciter des bulles spéculatives, comme est la raréfaction générale des hydrocarbures et celle de l'eau en certaines zones. Le signal que

donne le changement climatique peut être salvateur, obligeant à une vigilance instrumentée et à un retour sur les valeurs qui fondent notre humanité.

Alain Grimfeld conclut en soulignant qu'il est devenu indispensable d'adjoindre aux notions de progrès et de développement celle d'accession au bien-être et d'épanouissement de l'individu, notamment dans les pays pauvres « en voie de développement ».

## Sources et contributions

**Coordination générale : Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN).**

Paul-Henri Bourrelier, président du Conseil scientifique.

Jean-Baptiste Migraine, chargé de mission international.

Réalisation : Julie Pétrelle, chargée de mission.

L'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN) a été créée en 2001 pour prendre la suite du Comité Français de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (DIPCN). Elle fait partie de la structure de la plateforme française, où elle est en particulier opérateur du Ministère de l'Énergie, l'Écologie, du Développement Durable et de la Mer. Son statut est associatif, elle organise des rencontres et débats, de niveau national, européen et international entre les pouvoirs publics et les membres de la société civile, sur le thème de la prévention des risques de catastrophes.

Le conseil scientifique de l'AFPCN, inscrit dans le règlement intérieur du conseil d'administration, a été créé en juin 2004. Il est composé d'une vingtaine d'experts indépendants, français et étrangers. Conformément à la vocation de l'AFPCN, sa composition est équilibrée entre les disciplines scientifiques de la nature (les aléas) et celles de la société (la vulnérabilité, la résilience). Ses missions consistent à fournir des avis et des appuis, à organiser des colloques et séminaires, et à assurer une veille scientifique sur les risques.

Adresse : AFPCN, c/o ENGREF, 19 avenue du Maine, 75732 Paris cedex 15

Site : <http://www.afpcn.org>

**Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) et le Groupe interministériel « Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France ».**

Nicolas Bériot, secrétaire général de l'ONERC.

Michel Galliot, chargé de mission.

L'ONERC est rattachée à la Direction générale Énergie et Climat (DGEC) du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM).

Ses missions :

- Collecter et diffuser les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux phénomènes climatiques extrêmes.
- Formuler des recommandations sur les mesures de prévention et d'adaptation à envisager pour limiter les risques liés au changement climatique.
- Contribuer au dialogue sur le changement climatique avec les pays en développement.

Le Groupe de travail interministériel a été constitué par le MEEDDM (à l'époque MEEDDAT) et piloté par la D4E (Direction des Etudes Economiques et des Evaluations Environnementales) puis la DGEC en collaboration avec l'ONERC.

Pierre Franck Chevet, Directeur Général de la DGEC et Directeur de l'ONERC.

Pascal Dupuis, Chef du Service du Climat et de l'Efficacité Energétique.

Daniel Delalande, Chef du Département de la Lutte contre l'Effet de Serre.

Avec la contribution de Stéphane Hallegatte, CIRED.

Adresse : ONERC, Arche Nord, 92055 La Défense Cedex

Site : <http://www.onerc.gouv.fr>

### **Académie des Sciences de l'Institut de France.**

L'Académie des Sciences de l'Institut de France rassemble des savants français et s'associe des savants étrangers choisis les uns et les autres parmi les plus éminents. Ses missions sont :

- Favoriser le développement des sciences pour le bénéfice de la société.
- Réunir des savants français et étrangers.
- Conserver la mémoire de la science et des Scientifiques.
- Publier des rapports et recommandations, des synthèses et études originales.
- Être un lieu de conférences et de débats.
- Récompenser les scientifiques français et Etrangers.
- Participer à la vie internationale.
- Promouvoir l'enseignement des sciences.

Henri Décamps, membre de l'Académie des Sciences, Laboratoire d'écologie fonctionnelle - CNRS.

Adresse : Académie des Sciences, 23 quai de Conti, 75006 Paris

Site : <http://www.academie-sciences.fr>

**Programme Gestion et Impacts du Changement Climatique**, Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) du MEEDDM avec le support technique assuré par le Groupe d'Intérêt Public Ecosystèmes Forestiers (GIP ECOFOR).

Le programme GICC est piloté par le MEEDDM et soutenu par l'ADEME et l'ONERC.

Thématiques : socio-économie, évolution du climat, impacts sur les écosystèmes, santé, adaptation, atténuation, ....

Objectifs : le développement des connaissances en appui aux politiques publiques.

Daniel Martin, Chargé de mission Changements Climatiques, Direction de la Recherche et de l'innovation, Commissariat Général au Développement Durable, MEEDDM.

Natacha Massu, Chargée de mission au GIP ECOFOR.

Philippe Dandin, Météo-France, Directeur de la Climatologie, responsable du projet DRIAS.

Adresse : CGDD, Tour Voltaire, 92055 LA DEFENSE Cedex

Site : <http://www.gip-ecofor.org/gicc>

### **Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du MEEDDM.**

La direction générale de la prévention des risques est chargée de coordonner la prévention de tous les types de risques, naturels et technologiques, en assurant une bonne cohérence dans leur traitement.

Elle est chargée de la prévention des risques naturels et de la gestion de tous les risques hydrauliques afin de faciliter une approche intégrée des risques d'inondation, réunissant les services compétents en matière de prévention et de prévision des crues, et de sécurité des installations hydrauliques.

Elle favorise la prise en compte des problématiques liées aux risques émergents et contribue à la politique de santé, en tant que cette dernière est liée à l'environnement.

Anne-Marie Levraut, Chef du Service des Risques Naturels et Hydrauliques.

Thierry Hubert, Adjoint au chef du Service des Risques Naturels et Hydrauliques.

Sylvie de Smedt, Secrétaire du groupe de travail RNACC, Adjointe au chef de Bureau des Risques Météorologiques.

Adresse : DGPR, Arche Nord, 92055 La Défense Cedex

Site : <http://www.prim.net/>

### **Responsabilité et Environnement, Série trimestrielle des Annales des Mines.**

Cette série des Annales des Mines, créée en 1996, rassemble, dans toute la mesure du possible, les divers points de vue et analyses susceptibles de fonder des choix industriels et politiques équilibrés quant à leurs conséquences en termes d'environnement et de risques.

Pierre Couveinhes, rédacteur en chef.

Adresse : Annales des Mines, 120 rue de Bercy, 75572 Paris cedex 12

Site : <http://www.annales.org/re>

