

# impacts clim

CHANGEMENTS CLIMATIQUES : QUELS IMPACTS EN FRANCE?

**GREENPEACE**



*Le réchauffement climatique, induit par l'utilisation massive des combustibles fossiles, est sans conteste le péril environnemental le plus grave auquel l'humanité ait jamais été confrontée. Les décideurs feignent encore d'ignorer qu'il est urgent d'agir car nous ne disposons que de peu de temps pour contenir l'ampleur d'un phénomène déjà amorcé. Pour preuve, les politiques récemment adoptées ne sont pas à la hauteur des enjeux et n'ouvrent pas encore la voie vers une société sobre en carbone.*

*Mobiliser les citoyens et pousser les décideurs à prendre des mesures courageuses dès aujourd'hui pour prévenir une catastrophe future est difficile tant que les effets locaux du réchauffement global demeurent incertains et mal connus.*

*Greenpeace a donc jugé opportun de solliciter les meilleurs experts français et internationaux afin de faire le point des connaissances sur les menaces climatiques qui pèsent sur notre pays. Je les remercie très sincèrement de l'intérêt qu'ils ont témoigné pour cette démarche.*

PASCAL HUSTING  
Directeur Général Greenpeace France

# PREFACE

*Chaque fois que nous devons décrire les modifications climatiques que vont provoquer les activités humaines, dans le cadre de conférences ou d'interventions dans les médias, nous insistons sur l'impact considérable d'un réchauffement moyen de 3°C, que les modèles permettent d'envisager avant la fin de ce siècle, et qui se traduira par un climat très différent de celui dont nous bénéficions actuellement. La succession dans le passé de périodes glaciaires et interglaciaires, dont les modifications astronomiques du mouvement de la Terre sont à l'origine, offre des références essentielles à cet égard ; il y a 20000 ans, au dernier maximum glaciaire, la température moyenne de notre Planète n'était plus froide que d'environ 5°C, alors que l'Europe et l'Amérique du Nord étaient couvertes de glaciers, dont la fonte s'est étalée sur des milliers d'années...*

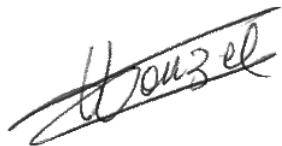
*Et nous mentionnons immédiatement que nous ne sommes pas égaux face à ce réchauffement. Les modèles analysés par le dernier rapport du GIEC, le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat, montrent que ce réchauffement moyen de 3°C risque d'être amplifié d'un facteur trois dans les régions de l'Arctique et de près de 50% en Europe de l'Ouest.. La carte du réchauffement présentée au chapitre détaillant les changements climatiques futurs globaux est extrêmement parlante à cet égard.*

*Malgré cela, les spécialistes de la modélisation de l'évolution future de notre climat, ont longtemps marqué une certaine réticence à faire état de prédictions à l'échelle régionale, parce qu'elles sont tributaires d'incertitudes variées. Celles-ci se font sentir au niveau global : l'ampleur prévisible du réchauffement climatique moyen à l'horizon 2100, se situe dans une fourchette qui va d'un peu moins de 2°C, à près de 6 °C, d'après ce même rapport du GIEC. Cette fourchette importante est pour moitié environ liée au comportement de nos sociétés - le réchauffement sera d'autant plus marqué que l'effet de serre augmente, et inversement - mais l'autre partie résulte, elle, de la difficulté de prendre correctement en compte dans les modèles tout un ensemble de rétroactions internes au système climatique. La prudence de la communauté est donc justifiée d'autant que les incertitudes sont tout aussi importantes, voire plus, lorsque l'on s'intéresse aux caractéristiques régionales de l'évolution des précipitations ou des phénomènes extrêmes, ou encore à la possibilité de surprises climatiques.*



*A l'inverse, la demande de prédictions régionales, si possible de plus en plus précises, est extrêmement forte du côté des décideurs politiques naturellement enclins à s'intéresser aux échelles nationale, voire régionale ou locale, et des grands acteurs économiques. De façon évidente, elle l'est également de la part de la communauté scientifique qui cherche à étudier les impacts des changements climatiques mais aussi de ceux qui s'intéressent aux mesures à mettre en oeuvre - les actions envisagées pour maîtriser les émissions des gaz à effet de serre ayant des répercussions à toutes les échelles, du global au local - et aux aspects sociétaux incluant les stratégies d'adaptation face au réchauffement climatique.*

*Même si elle est bien consciente des limites inhérentes à une approche régionale du changement climatique, notre communauté scientifique est très sensible à cette demande. Elle a mis en place une stratégie dédiée, où la notion de « scénarios » (la description cohérente de certaines évolutions futures possibles) remplace la notion de « prévision » au sens le plus habituel. La sensibilité aux enjeux de cette démarche explique l'enthousiasme avec lequel les chercheurs contactés, en France et à l'étranger, ont répondu à la sollicitation de Greenpeace. Cet enthousiasme se traduit par un ensemble d'articles de grande qualité qui nous permet déjà de mieux cerner comment notre pays risque d'être affecté par le réchauffement climatique lié aux activités humaines. Au nom de cette communauté, nous remercions Greenpeace d'avoir pris cette initiative qui devrait contribuer à une meilleure prise de conscience des risques climatiques et de l'urgence de la mise en oeuvre de mesures visant à la maîtrise de l'effet de serre.*



Jean Jouzel

Jean Jouzel est directeur de recherches au CEA, et directeur de l'Institut Pierre Simon Laplace de l'Environnement Global (IPSL)



Hervé Le Treut

Hervé Le Treut est directeur du Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) de l'PSL. L'un et l'autre sont impliqués dans la rédaction du 4ème rapport du GIEC à paraître en 2007.

# SYNTHÈSE DU RAPPORT

## Changements climatiques globaux observés

Le réchauffement global est une réalité. La température globale de l'air en surface est de 0,75°C plus chaude qu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Neuf des dix dernières années (1994-2004) sont parmi les plus chaudes que le globe ait connu au cours des 145 années d'enregistrements instrumentaux et que l'hémisphère nord ait connu au cours des 1000 dernières années.

Le réchauffement observé de la température de surface est cohérent avec d'autres observations telles que la réduction de la couverture neigeuse, le raccourcissement des saisons de gel, le retrait des glaciers et de la glace de mer, l'augmentation de la température des océans, l'élévation globale du niveau de la mer, et l'augmentation de la température et de la vapeur d'eau des couches supérieures de l'atmosphère. Les changements des valeurs moyennes s'accompagnent d'un changement amplifié des valeurs extrêmes : en attestent l'augmentation des précipitations moyennes à fortes (même dans les régions où les précipitations sont en récession); l'augmentation en intensité et durée des sécheresses; la diminution du nombre de jours de gel; l'élévation des extrêmes de température journalière; la réduction du nombre de nuits froides; etc. La fréquence des tempêtes dans l'Atlantique Nord reste encore dans les seuils de variabilité naturelle mais on constate une intensité accrue d'ouragans et typhons (catégorie 4 et 5 notamment).

La compréhension scientifique du climat permet désormais de montrer sans équivoques que les changements climatiques liés au réchauffement global sont déjà en cours. Les mesures



d'atténuation entreprises aujourd'hui ne produiront leurs effets que dans 50 ans. Elles diminueront l'ampleur et le rythme du changement climatique futur, mais elles ne l'arrêteront probablement pas, car le rythme des changements projetés dépasse tout phénomène naturel constaté sur les 10 000 dernières années. En conséquence, nous devons nous adapter aux changements climatiques en les planifiant et en améliorant les prévisions de leur déroulement probable. Le choix des actions à entreprendre ne dépend plus de la science mais de nos systèmes de valeurs. Il s'agit d'équité entre générations, d'équilibre entre pays en voie de développement et pays développés, de développement durable, de confiance dans les capacités d'adaptation de la technologie, et d'impacts sur l'économie et l'industrie.

## Changements climatiques observés en France

Au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, la température moyenne de la France a augmenté de 0,1°C par décennie. En fin de 20<sup>ème</sup> siècle, le réchauffement en France s'est accéléré à raison de 0,6°C par décennie sur la période 1976-2003. Sur 1951-2000 il est net qu'en France les étés sont de plus en plus chauds et qu'il y a de moins en moins de jour de gel en hiver. Il semble qu'il y ait de plus en plus de vagues de chaleur en été et moins de vagues de froid en hiver (augmentation de la variabilité des températures maximales, notamment en été). L'évolution des précipitations est plus contrastée mais montre une augmentation sur les deux tiers Nord du territoire avec des contrastes saisonniers marqués, en hausse en hiver et en baisse en été. Les sécheresses estivales sont en augmentation.

On ne détecte pas à l'heure actuelle de changement notable en France sur certains aspects du climat : les tempêtes, les précipitations intenses.

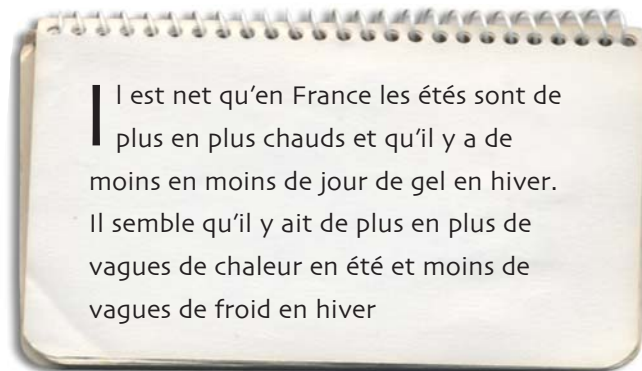
## Les scénarios d'émission de gaz à effet de serre

L'estimation de l'évolution future des émissions de gaz à effet de serre (GES) est déterminante pour évaluer l'amplitude du réchauffement global et donc des changements climatiques attendus si aucune politique spécifique n'est mise en œuvre. Les scénarios du Rapport Spécial sur les Scénarios d'Emissions (RSSE) ont été élaborés par une équipe spéciale du GIEC. Ils sont présentés comme tous également réalistes sur la base d'hypothèses d'évolution socio-économiques. De manière délibérée, ils n'incluent pas les mesures de réduc-





tion des émissions destinées à stabiliser les concentrations atmosphériques de GES. Les scénarios d'émissions du RSSE se répartissent en quatre grandes « familles » (A1, A2, B1, B2). Les scénarios A2 et B1 sont aux extrêmes en termes d'émissions de GES : de 983 à 1862 milliards de tonnes de carbone de B1 à A2, en cumul sur la période 1990-2100. Bien que ces scénarios soient critiquables, les procès d'intention faits aux auteurs leur attribuant des biais politiques sont irrecevables.



Une deuxième série des scénarios d'émissions de GES est issue des travaux du Groupe 1 du GIEC qui évalue les aspects scientifiques de l'évolution du climat. Chacun de ces scénarios est contraint par un niveau maximum de concentration atmosphérique de GES prédéterminé. On dispose ainsi d'une série de profils d'émissions compatibles avec différents objectifs de stabilisation de la concentration atmosphérique des GES. Pour stabiliser la concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub> à 450 ou 550 ppmv, il faut dans les deux cas que les émissions mondiales de carbone plafonnent avant 2030, et qu'en 2050 les niveaux d'émission soient ramenés respectivement, à 70% et à 140 % de ceux de 1990.

En plus des changements de comportement indispensables,

quatre « portefeuilles technologiques » sont destinés à jouer un rôle-clé dans la limitation des émissions de carbone: la maîtrise de la demande d'énergie, les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire et les techniques de capture et stockage du CO<sub>2</sub>. La contribution relative de ces options dépendra non seulement d'une problématique technico-économique, mais aussi de choix de société.

## Changements climatiques futurs globaux

La modélisation globale du climat a fait au cours des dernières décennies des progrès considérables: les modèles actuels sont très différents des modèles utilisés dans le premier rapport du GIEC sans pour autant les infirmer.

Les simulations réalisées dans le cadre du GIEC utilisent les scénarios d'émissions de GES connus du RSSE. Le réchauffement global annoncé pour 2100 par le rapport 2001 se situe dans une fourchette de 1.8°C à 6°C. Cet écart apparemment très grand reflète en fait une incertitude due pour moitié à la physique des modèles et pour moitié aux scénarios d'émissions eux-mêmes. C'est ainsi que la valeur de 1.8°C de réchauffement, correspondant au bas de la fourchette, ne peut être atteinte qu'en supposant à la fois un scénario de stabilisation des émissions en 2100 au niveau de 2000 environ, et un modèle très peu sensible à l'augmentation des GES.

Les changements climatiques ne sont pas uniformément répartis au niveau géographique. Le réchauffement est accentué sur les continents (par comparaison aux océans) et aux hautes latitudes, tendance que l'on retrouve de manière atténuée au niveau européen. Les régimes de pluie sont caractérisés par une intensification des situations existantes : plus

de pluie dans les régions pluvieuses, plus de sécheresses dans les régions semi-arides. Au niveau européen cela se traduit le plus souvent par un risque de pluies plus importantes et de tempêtes au Nord (surtout en hiver) et un risque de sécheresse au Sud (surtout en été).

Le système climatique comporte des sous-systèmes qui évoluent lentement, ainsi le relèvement du niveau de la mer de quelques dizaines de centimètres attendu en 2100 dépend très largement des émissions de GES qui ont déjà eu lieu. Des rétroactions amplificatrices du réchauffement telles que le rôle de la végétation dans la capture du carbone, commencent à peine à être prises en compte. Ces effets peuvent ajouter un ou plusieurs degrés au réchauffement global attendu.

## Changements climatiques futurs en France

Quel que soit le scénario de changements climatiques considéré, il est très probable que les vagues de chaleurs estivales seront à la fois plus fréquentes, plus longues et plus intenses. Il est également probable que les précipitations intenses augmenteront en hiver, mais surtout que les périodes de sécheresse seront plus longues en été. Par contre, les changements futurs concernant les tempêtes ne paraissent pas significatifs.

L'intensité des changements futurs en France dépend de l'amplitude du réchauffement planétaire. Les conséquences des scénarios d'émission de gaz à effet de serre B2 et A2 du GIEC calculés par des modèles climatiques sont présentées dans cette étude. Suivant le scénario B2, la température moyenne en France augmenterait de 2°C à 2,5°C entre la fin du 20ème et la fin du 21ème siècle, les précipitations augmenteraient faiblement en hiver et diminueraient plus fortement en été (de 5 à 25%). Suivant le scénario A2, les changements climatiques seraient beaucoup plus marqués avec un réchauffement plus important (3°C à 3,5°), un assèchement plus prononcé en été (de 20 à 35%) et surtout un effet accru sur les événements extrêmes. En particulier, un été sur deux de la fin de siècle (2070-99) serait au moins aussi chaud que l'été 2003.

## Impacts globaux

Les impacts globaux des changements climatiques d'origine anthropique se traduisent par des effets néfastes sur les écosystèmes naturels; des dommages liés aux événements climatiques extrêmes sur la santé, les biens et l'environnement; une inéquité croissante entre pays en voie de développement et pays développés; des effets défavorables sur la plupart des





personnes même lors de faibles réchauffements globaux et le danger de futurs changements à grande échelle du système climatique qui pourraient être désastreux pour la civilisation. Ces impacts s'aggraveront progressivement avec le temps et la poursuite de taux élevés d'émission des GES.

Les impacts sur l'Europe se font déjà ressentir: aridité croissante au sud, inondations aggravées dans le Nord, fonte du permafrost et vagues de chaleur largement répandues. L'affaiblissement de la circulation thermohaline en Atlantique Nord pourrait causer des changements majeurs au climat européen.

Les réchauffements globaux projetés à 2100 présentent une faible probabilité d'excéder 2°C dans le cas d'une stabilisation à 450 ppm de CO<sub>2</sub>, et excéderont presque certainement 2°C pour une stabilisation à 1000 ppm. Par ailleurs, plusieurs développements récents indiquent que le réchauffement sera probablement plus rapide que ce qui est projeté dans le rapport de 2001 du GIEC. Dès lors, une approche de type "gestion du risque" exige que les possibilités extrêmes de changements climatiques graves, de grande échelle et irréversibles soient prises en considération.



## Impacts sur la ressource en eau

L'impact du changement climatique sur la ressource en eau ne peut être facilement isolé de celui des autres changements affectant le milieu continental, en particulier ceux liés aux activités humaines. Ceci à l'exception de quelques cas comme celui – spectaculaire et durable – du recul des glaciers et de la diminution de la couverture neigeuse.

Le changement climatique joue un rôle significatif sur la disponibilité de la ressource en eau. Il faut toutefois rester prudent dans les projections futures, cette disponibilité

étant largement dépendante de l'état du milieu récepteur pour lequel on ne peut formuler que des hypothèses. Les modélisations récentes sur les trois grands bassins français (Rhône, Seine et Adour-Garonne) indiquent une tendance à un affaiblissement des débits d'étiages estivaux à l'horizon 2100 suivant les hypothèses du GIEC. A l'échelle locale et sur des durées courtes (de la journée au mois), les augmentations, mêmes modestes, attendues de la fréquence et l'intensité de certains événements climatiques (précipitations, températures) peuvent voir leurs impacts sur la ressource en eau significativement amplifiés lorsqu'elles sont combinées à des situations locales particulières : crue rapide, inondation, sécheresse, pollution, etc.



## Impacts sur la couverture neigeuse

La couverture neigeuse des massifs montagneux français est directement liée aux conditions climatiques. Le réchauffement à venir tend à diminuer la durée de l'enneigement et l'épaisseur du manteau neigeux. Les études de modélisation suggèrent qu'un réchauffement de 2°C par rapport aux conditions moyennes de la décennie 1980-90, aurait des effets notables sur les conditions d'enneigement à moyenne altitude (1500 à 2500m) et un effet moins marqué à haute altitude (au delà de 2500m). Ainsi, à 1500m on passerait de 5 à 4 mois d'enneigement dans les Alpes du Nord et de 3 à 2 mois dans les Alpes du Sud et les Pyrénées, ainsi qu'une diminution de 40 à 50% du manteau neigeux. En altitude l'enneigement serait réduit d'une douzaine de jours. En cas de réchauffement plus important, la diminution du manteau neigeux serait encore plus prononcée. Les hautes altitudes, relativement épargnées pour un réchauffe-

ment modéré, commenceraient à être fortement touchées. Les modifications de la couverture neigeuse devraient également induire des modifications des régimes hydrologiques des rivières de montagne, de la végétation à haute altitude et de l'enneigement des stations de sport d'hiver. Les études récentes suggèrent une probable remise en cause de l'existence même des stations de sports d'hiver de moyenne montagne.



## Impacts sur les glaciers alpins

Les glaciers alpins sont très sensibles aux variations climatiques et leurs fluctuations présentent une forte variabilité naturelle à l'échelle centennale, décennale et annuelle. Leur évolution est un excellent indicateur du climat passé et à venir et constitue un indicateur fiable du réchauffement climatique faisant l'objet d'un suivi intensif de la part de la communauté scientifique internationale. Depuis 1840 environ les glaciers alpins sont globalement en récession. Depuis 1982, la récession s'est accélérée sous l'effet d'un réchauffement estival évident. Les glaciers alpins ont aujourd'hui régressé à un niveau encore jamais atteint au cours des quatre derniers siècles.

Quels que soient les scénarios envisagés pour le climat futur, les glaciers français seront fortement affectés. Ceux dont les sommets sont situés à des altitudes inférieures à 2900 m sont condamnés à disparaître car ils ne sont pas encore en équilibre avec le climat moyen du 20ème siècle. Les autres connaîtront des réajustements selon l'amplitude du réchauffement à venir. Pour un réchauffement supérieur à 1°C les glaciers alpins connaîtront des réajustements et des retraits importants. Pour un réchauffement supérieur à 3°C la plupart des glaciers français seront réduits à néant, seuls les plus hauts



glaciers du massif du Mont Blanc pourraient résister, au prix d'un fort réajustement de leurs surfaces et de leurs longueurs.



## Impacts sur les forêts

Le fonctionnement et la productivité des forêts montrent une dépendance étroite au climat en relation avec les essences présentes et la structure du couvert. Mis à part les effets des événements de 1999 (tempêtes) et 2003-2005 (canicule et sécheresses), la forêt française a vu sa productivité moyenne s'accroître continuellement depuis 40 ans et sa surface s'étendre encore récemment. Au cours de ce siècle, le potentiel global de production de la forêt française sera modifié sous l'effet des changements climatiques et ce plus ou moins rapidement suivant la vitesse d'augmentation de la



**L**es glaciers alpins ont aujourd'hui régressé à un niveau encore jamais atteint au cours des quatre derniers siècles. Quels que soient les scénarios envisagés pour le climat futur, les glaciers français seront fortement affectés.

concentration atmosphérique en GES. Cette modification présentera des variations géographiques importantes : d'ici 2050, le Nord serait avantagé et le Sud plus menacé. La vocation de production des forêts les plus exposées à de futu-

res sécheresses, dans le Sud et l'Ouest, est amenée à être remise en cause. Les changements climatiques sont brutaux, ils interviendront dans un laps de temps inférieur à 150 ans, c'est-à-dire moins d'une génération pour la plupart des espèces d'arbres présentes en France. Ils sont discontinus : l'évolution de la production forestière dans le temps présente un maximum de production nette entre 2015 et 2045 suivi d'une diminution ultérieure. Les possibilités d'adaptation génétique des arbres et peuplements en place sont donc réduites. La sylviculture des forêts françaises devra nécessairement accompagner les effets de ces changements par des substitutions d'essence, des changements des régimes d'éclaircie et de coupe, une gestion adaptée des sous-étages et des sols. La capacité de réserve en eau des sols et les conditions locales de disponibilité en nutriments sont des facteurs conditionnant la réponse des peuplements aux changements climatiques. Les forêts sur les sols à forte réserve utile en eau supporteront a priori mieux l'évolution du climat. Le réchauffement et l'accentuation des déficits en eau des sols pourraient réduire fortement les stocks de carbone de la biomasse et des sols forestiers du Sud de la France.

Une évolution forte des principales maladies affectant les arbres forestiers en lien avec les changements climatiques est à prévoir, avec une amplification de l'impact des parasites thermophiles favorisés par les stress hydriques, et surtout l'apparition de nouvelles maladies. Les changements à venir des enveloppes climatiques des aires de distribution des parasites conduisent à préconiser une gestion anticipative et préventive des risques, en particulier pour limiter la dissémination des parasites à leurs enveloppes actuelles. Le choix des espèces ou variétés pour les reboisements devra être raisonné en fonction de ces risques.



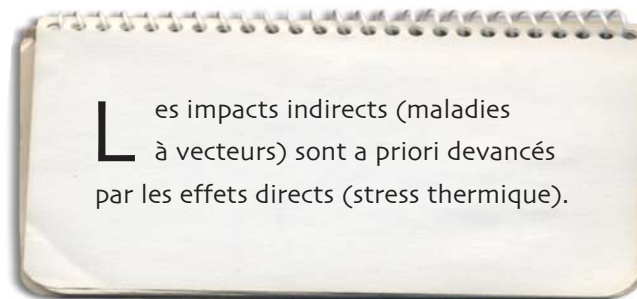


## Impacts sur l'agriculture

Les changements observés concernent l'avancée des stades phénologiques et des cycles culturels. On relève peu ou pas d'évolution notable dans les systèmes de production et les pratiques culturales, ce qui tend à indiquer que le système a été capable d'absorber le réchauffement encore limité de l'ordre de 1°C. L'adaptation courante des techniques devrait permettre de limiter les impacts tant que ceux-ci resteront dans la gamme des 2 à 3°C. Au-delà, plutôt qu'une rupture dans le rendement des productions, c'est à une accentuation du déplacement géographique des aires qu'il faudrait s'attendre, en accompagnement d'un bouleversement du paysage. Les terroirs en seraient plus fortement questionnés, et le problème de la compétition pour l'eau deviendrait primordial dans le sud.

Les changements climatiques généreront des conditions, souvent plus favorables, parfois plus défavorables suivant les productions. Sous réserve des impacts éventuels sur les mauvaises herbes et la santé des plantes, des effets plutôt positifs sont à attendre dans le nord. C'est dans la partie sud que devraient apparaître des effets négatifs, qui peuvent prendre une grande ampleur dans le cas de sécheresses répétées et persistantes.

Les grandes cultures et les prairies devraient être plutôt favorisées, sauf dans le sud où apparaît le risque de sécheresses accentuées, accompagnées de températures élevées. Les arbres fruitiers pourraient être exposés à des risques de gel accrus au moment de la floraison. Pour la vigne, le réchauffement est plutôt gage de qualité et de régularité tant qu'il reste dans une gamme de 1 à 2°C. Au-delà, il risque de poser



Les impacts indirects (maladies à vecteurs) sont a priori devancés par les effets directs (stress thermique).

problème pour conserver la qualité et la typicité des productions traditionnelles.

Une adaptation locale basée sur les composantes techniques (choix des variétés, pratiques culturales) paraît en mesure d'amplifier les effets positifs et de limiter les effets négatifs, sous réserve que l'eau soit disponible pour l'irrigation. Un déplacement géographique vers le nord est à anticiper, mais il n'est pas envisageable pour les productions liées au terroir, comme le sont les AOC. Des options stratégiques fortes devront être prises, destinées soit à favoriser le maintien des caractéristiques traditionnelles soit à tirer parti des nouvelles conditions.



## Impacts sur la santé

La santé étant dans une large mesure sous la dépendance du climat, il faut s'attendre à ce que tout changement climatique ait des impacts (favorables ou défavorables). Les impacts indirects (maladies à vecteurs) sont a priori devancés par les effets directs (stress thermique). Sans être nul, le risque d'émergence ou de réémergence dans un pays comme la France de maladies à vecteurs (paludisme, dengue, fièvre jaune...) en provenance des pays tropicaux doit être fortement relativisé. S'il y a malgré tout apparition



ou résurgence de telles maladies, le rôle des changements climatiques sera sans doute minime en regard d'autres déterminants, comme la multiplication des transports aériens.

Les inquiétudes liées aux effets directs du stress thermique sur l'organisme humain paraissent beaucoup plus fondées. Un réchauffement modéré (2°C en moyenne annuelle) aurait des effets bénéfiques en hiver, mais entraînerait une légère augmentation de la mortalité estivale. Un réchauffement plus important (< 3°C en moyenne annuelle) n'abaisserait pas davantage la morbidité et la mortalité de saison froide, mais accentuerait la mortalité de saison chaude au point de la rendre prépondérante sur l'année. La multiplication des grands paroxysmes thermiques serait plus préjudiciable que le relèvement de la valeur moyenne des températures. Le vieillissement de la population constituera un facteur croissant de vulnérabilité face au climat.

Ces résultats doivent être considérés avec prudence car la santé est par essence un phénomène multifactoriel, et les impacts des changements climatiques ne peuvent pas être raisonnablement cernés hors de leur contexte démographique, social et économique. Mais prudence ne veut pas dire passivité et la mise en place d'un dispositif de sur-

veillance épidémiologique paraît d'ores et déjà souhaitable.



## Impacts sur le tourisme

Les scénarios climatiques actuels sont encore insuffisamment régionalisés pour permettre une évaluation fine des impacts sur le tourisme. On parle donc d'impacts « potentiels », ou « possibles », mais pas d'impacts « probables ». Le tourisme serait plus perturbé par des événements climatiques extrêmes que par une augmentation des températures s'étalant sur une longue période. Le confort thermique des touristes pourrait devenir problématique en été dans les régions méditerranéennes. Un « tourisme de fraîcheur » pourrait se développer et le printemps et l'automne deviendraient alors plus favorables au tourisme. L'impact le plus marquant pourrait être le manque de neige, particulièrement en moyenne montagne, et le recul des plages (qui a cependant d'autres causes) et une concurrence accrue pour les ressources en eau nécessaires aux activités de loisirs. Les évolutions de la biodiversité et des paysages, auront une influence sur le tourisme plus difficile à évaluer. Au-delà de ces impacts directs et indirects, les politiques de limitation

des émissions de GES dans les transports vont nous conduire à repenser notre rapport au voyage, dans une perspective de remise en cause de l'hypermobilité. En cela, la croissance du transport aérien est le problème le plus difficile à prendre en charge.



## Impacts sur l'économie

Lorsqu'on s'interroge sur les effets du changement climatique sur le bien-être des populations on parle de dommages et non plus d'impacts. L'analyse précise de ces dommages ne peut se faire sans analyse des implications économiques des formes d'adaptation: variations de productivité du capital naturel, coûts liés à l'accélération de l'obsolescence du capital productif et des infrastructures, calcul des « aménités » environnementales, et coûts d'adaptation liés à l'occurrence d'évènements à impacts extrêmes tel que l'interruption de la circulation thermohaline. La difficulté centrale de l'évaluation économique est de passer des informations sur l'évolution des paramètres du climat et des écosystèmes à l'échelle locale, à une description des coûts sociaux qui en résultent, et ceci dans une même métrique monétaire de façon à pouvoir comparer ce résultat au coût de la réduction des émissions de GES.

Les évaluations de ce type qui existent sont extrêmement basses pour plusieurs raisons. D'une part, elles envisagent une économie stabilisée et réadaptée à un climat changé que l'on connaît par avance. D'autre part, elles ne prennent pas en compte les coûts d'adaptation à un climat changeant dont on ignore les caractéristiques. Enfin, elles ne tiennent pas compte des compensations entre les régions et des effets de propagation de chocs locaux. Le problème majeur vient du couple inertie-incertitude. Le climat auquel il convient de s'adapter

reste inconnu à l'échelle spatiale fine nécessaire pour apprécier les coûts d'adaptation et les dommages. L'incertitude est le facteur central (incertitude sur l'évolution locale des climats, incertitude sur la réaction des populations et des institutions) en raison de l'inertie de nos infrastructures économiques qui ne peuvent être rapidement transformées sans importants coûts économiques et sociaux.

L'évaluation des dommages ne peut reposer sur la simple affectation d'une valeur plus ou moins précise à chaque type d'impact. Les dommages ultimes seront en effet déterminés par l'état des sociétés touchées, leur capacité de prévoir et de répondre à temps de façon cohérente.

Le rythme du réchauffement est un paramètre aussi important que son niveau ultime, car l'important est d'éviter les points de rupture déclencheurs de rythmes de bouleversements trop élevés vis à vis de nos capacités de réaction. Aujourd'hui le réchauffement est dans une grande mesure « un coup parti » cependant, ralentir les émissions nous donne une chance de nous adapter à un coût modéré. La bonne question ne serait pas : « donnez-nous des chiffres des dommages pour voir si cela vaut le coup de faire de grands efforts d'abattement » mais « dites-nous, dans telle ou telle activité, où sont les ruptures possibles, et le prix des politiques de réduction des émissions qui nous permettraient de les éviter ? » Dans ce dernier cas on reviendrait à une application mieux informée du principe de précaution, en discutant du prix que nos sociétés seraient prêtes à payer pour éviter les évolutions qu'elles ressentiraient comme relevant d'une forme moderne de pari Faustien.





# SOMMAIRE

Avant-propos  
Préface  
Sommaire  
Introduction générale

Pascal Husting  
Jean Jouzel et Hervé Le Treut

Harilaos Loukos

## CHANGEMENTS CLIMATIQUES

1.1 Changements climatiques globaux observés  
1.2 Changements climatiques observés en France  
1.3 Scénarios d'émission de gaz à effet de serre  
1.4 Changements climatiques futurs globaux  
Encart : Résultats GIEC récents  
1.5 Changements climatiques futurs en France

Kevin Trenberth  
Jean-Marc Moisselin  
Patrick Criqui  
Hervé Le Treut  
Serge Planton / Pascale Braconnot  
Serge Planton

## IMPACTS

2.1 Impacts globaux  
2.2 Impacts sur la ressource en eau  
2.3 Impacts sur la couverture neigeuse  
2.4 Impacts sur les glaciers alpins  
2.5 Impacts sur les forêts  
2.6 Impacts sur l'agriculture  
2.7 Impacts sur la santé  
2.8 Impacts sur le tourisme  
2.9 Impacts sur l'économie  
Encart : Analogues climatiques  
pour le climat futur des villes européennes

Barrie Pittock  
Pierre Chevallier  
Eric Martin  
Christian Vincent  
Denis Loustau / Jean-Luc Dupouey  
Bernard Seguin  
Jean-Pierre Besancenot  
Jean Paul Céron, Ghislain Dubois  
Jean Charles Hourcade  
Stéphane Hallegat

Liste des institutions



Climpact est une société de conseil spécialisée dans la gestion du risque climatique. Sur la base de compétences scientifiques, Climpact développe les outils de quantification des impacts liés aux aléas climatiques, passés et futurs.

Climpact et Météo France se sont associées pour la diffusion de ces outils auprès des industriels des Produits de Grande Consommation.

Climpact intervient également auprès des entreprises et institutions pour des expertises liées aux conséquences du changement climatique.

Essaimage de l'Institut Pierre Simon Laplace, Climpact est double lauréat du concours National de la Création d'Entreprise de Technologies Innovantes du Ministère de la Recherche.



Présente dans 40 pays, Greenpeace est une organisation non-gouvernementale écologiste et pacifiste. Son indépendance est assurée par ses 3 millions d'adhérents à travers le monde (dont près de 100.000 en France).

Depuis plus de 30 ans, Greenpeace mène des campagnes sur les problèmes environnementaux les plus critiques à l'échelle planétaire; la lutte contre les changements climatiques est en tête de ses priorités au niveau national et international.

**Tout savoir sur ce rapport et plus encore :**  
**[www.impactsclimatiquesenfrance.fr](http://www.impactsclimatiquesenfrance.fr)**