

LES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2^e conférence sur le changement climatique

Cycle de trois conférences :

- Les causes
- Les conséquences
- La lutte



Une preuve de plus ...

La preuve du réchauffement de la planète



18th
Century

1900 -

1950

1970

1980

1990

2006



Il est temps de se poser les bonnes questions!

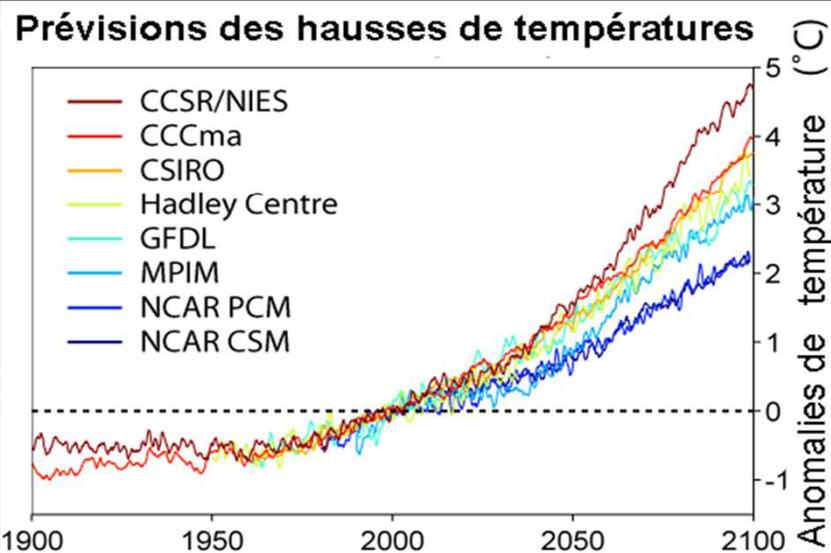
Introduction

- Fort consensus dans la communauté scientifique sur le rôle prédominant des activités humaines dans le réchauffement climatique
- Controverse : réchauffement lié à l'activité naturelle du Soleil. Non retenue par l'Académie des sciences française.
- Controverses également :
 - sur les conséquences du réchauffement
 - Sur les actions à mener (cf. Conférence suivante)

La première conférence sur les causes du changement climatique a conclu au fort consensus sur l'origine humaine du réchauffement climatique. Nous avons envisagé d'autres origines à ce changement, astronomiques, rayonnement solaire, etc... Pour ne retenir qu'en définitive, en un aussi court laps de temps, l'activité humaine, et particulièrement tout ce qui contribue à augmenter le forçage radiatif, c'est-à-dire les émissions de gaz à effet de serre, semble être seule avoir été et en être encore la principale cause.

En revanche, tout n'est pas encore très clair sur les conséquences, dont certaines sont putatives, malgré le sermon en guise de rappel à l'ordre et injonctions aux politiques planétaires que représente le cinquième rapport du GIEC, Groupe II, intitulé « Impacts, adaptation, et vulnérabilité ». Nous verrons prochainement ce qui a été mis en œuvre par les états contre les émissions de GES, et ce que préconise le GIEC dans le cinquième rapport du Groupe III.

Première conséquence : poursuite du réchauffement



Pour les climatologues du GIEC, l'augmentation des températures devrait se poursuivre au cours du XXI^e siècle. L'ampleur du réchauffement attendu le plus probable est de à 1,8 à 3,4 °C. Cette fourchette confirme son caractère incertain, car les simulations tiennent compte :

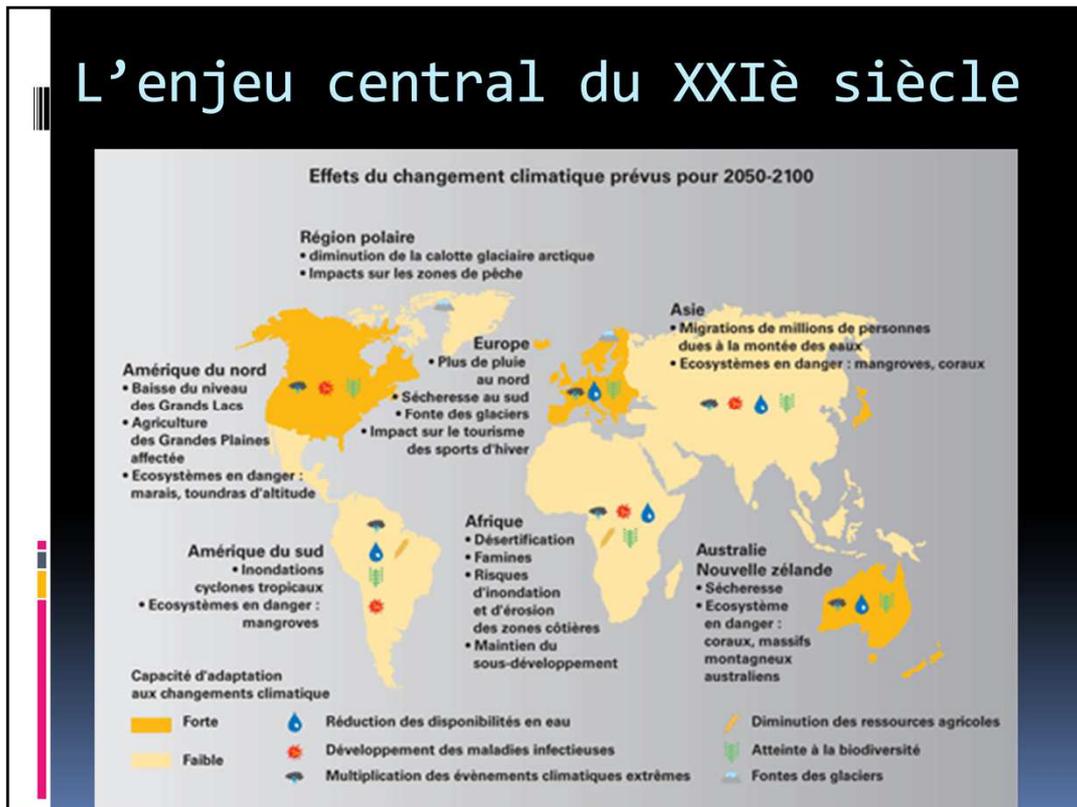
- des incertitudes liées aux modèles ;
- des incertitudes sur le comportement de l'humanité au cours du XXI^e siècle.

Afin de prendre en compte ce dernier paramètre dans leurs projections, les climatologues du GIEC ont utilisé une famille de 40 scénarii d'émission de gaz à effet de serre détaillés dans le rapport *Special Report on Emissions Scenarios* (SRES).

Or, une étude publiée en février 2013 dans *Global Environmental Change* démontre que la plupart des prévisions du GIEC dans son 4^e rapport étaient trop optimistes. Par exemple :

- la hausse du niveau des océans sur la période 1993-2011 a été de $3,2 \pm 0,5$ mm/an, 60 % plus rapide que l'estimation du GIEC de 2 mm/an ;
- la fonte de la banquise arctique a été beaucoup plus rapide que les pires prévisions du GIEC ;
- la progression des émissions des pays émergents a été largement sous-estimée (3 à 4 % par an en Chine dans les hypothèses du GIEC, 10 à 11 % en réalité) si bien que les émissions mondiales de CO₂ sont alignées sur le plus pessimiste des scénarios du GIEC ;
- Enfin l'amplification du réchauffement causée par la fonte du pergélisol n'a pas été prise en compte dans les modèles.

L'enjeu central du XXI^e siècle



Les experts du GIEC estiment que le réchauffement devrait encore s'accroître : la température moyenne pourrait s'accroître encore de 1,8 °C à 4 °C d'ici à la fin du XXI^e siècle si rien n'est fait. Des chiffres peu élevés? C'est tout le contraire ! Cette différence de température représente par exemple l'élévation nécessaire pour passer d'un climat glaciaire à un climat tempéré comme celui d'aujourd'hui. Et ce réchauffement ne sera pas uniforme sur l'ensemble de la planète. Le constat est déjà inquiétant.

La banquise de l'Arctique a perdu de 30 à 40% de son épaisseur moyenne ces trente dernières années. Partout dans le monde, les glaciers de montagne se réduisent. La calotte glaciaire du Kilimandjaro est également sur la sellette. Le décalage saisonnier engendré par le réchauffement bouleverse le comportement de la faune et de la flore. Et si ce réchauffement n'est pas limité, les experts prévoient une multiplication de phénomènes météorologiques préoccupants : inondations, vagues de chaleur, tempêtes, fonte des calottes glaciaires et des glaciers de montagne...

Sans oublier une élévation générale du niveau de la mer en raison de la dilatation des océans.

Voyez cette carte où nous détaillons, région par région, les risques principaux auxquels les régions seront exposés.

Sur l'environnement (I)

Montée des eaux

- Deux phénomènes :
 - l'augmentation du volume de l'eau due à son réchauffement (dilatation thermique) ;
 - l'apport d'eau supplémentaire provenant de la fonte des glaciers continentaux et de l'inlandsis groënlandais
 - Incertitudes
- Élévation estimée à 3,1 mm par an (plus ou moins 0,7 mm). L'élévation prévue du niveau de la mer en 2100 est de 18 à 59 cm, probablement minimaliste
- Montée des eaux de quelques centimètres
 - pas ou peu d'impact visible sur les côtes rocheuses,
 - Effets sur la dynamique sédimentaire des côtes plates

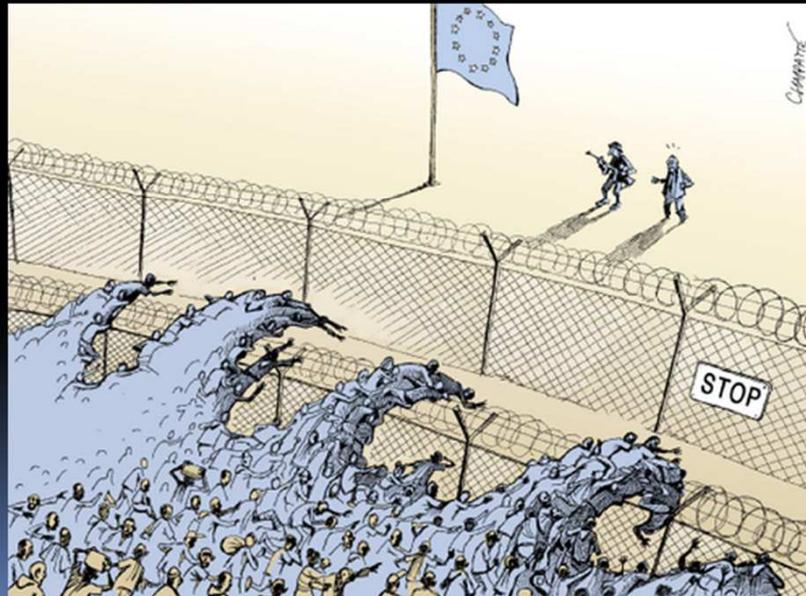
Les scientifiques sont d'accord sur cette montée des océans. Deux phénomènes engendrent cette élévation :

- L'augmentation du volume de l'eau due à son réchauffement (dilatation thermique) ;
- L'apport d'eau supplémentaire provenant de la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires. Ce dernier phénomène s'étale sur une longue durée, la fonte des glaciers se mesurant à l'échelle de plusieurs décennies, et celle des calottes polaires sur plusieurs siècles ou millénaires.
- De même que pour les températures, les incertitudes concernant le niveau de la mer sont liées aux modèles, d'une part, et aux émissions futures de gaz à effet de serre, d'autre part.

L'élévation entre 1993 et 2003 est estimée à 3,1 mm par an (plus ou moins 0,7 mm). L'élévation prévue du niveau de la mer en 2100 est de 18 à 59 cm, selon le quatrième rapport du GIEC. Il s'agit probablement d'une estimation minimaliste, car les prévisions du GIEC sont basées sur le réchauffement futur de l'océan et la fonte prévue des glaciers de montagne, en excluant les phénomènes liés à une instabilité possible des calottes polaires, récemment mis en évidence.

Une montée des eaux de quelques centimètres n'a pas d'impact très visible sur les côtes rocheuses, mais peut avoir des effets très importants sur la dynamique sédimentaire des côtes plates : dans ces régions, la montée des eaux renforce l'érosion et fait reculer les côtes. La montée du niveau moyen de la mer a ainsi des effets beaucoup plus importants que la simple translation de la ligne de côte jusqu'aux courbes de niveau correspondantes.

||| Puisque l'on parle d'Europe, de montée des eaux, de migrations climatiques



Et si l'élévation du niveau des océans était corrélée aux migrations climatiques? Telle est la thèse que nous avons soutenue lors de notre présentation sur ces migrations, en juin 2013 (conférence du 6 juin 2013).

Sur l'environnement (II) Précipitations

- Augmentation très probable des précipitations aux latitudes élevées
- Diminution dans les zones subtropicales
- À l'horizon 2025, un tiers de la population mondiale pourrait se trouver en état de stress hydrique.

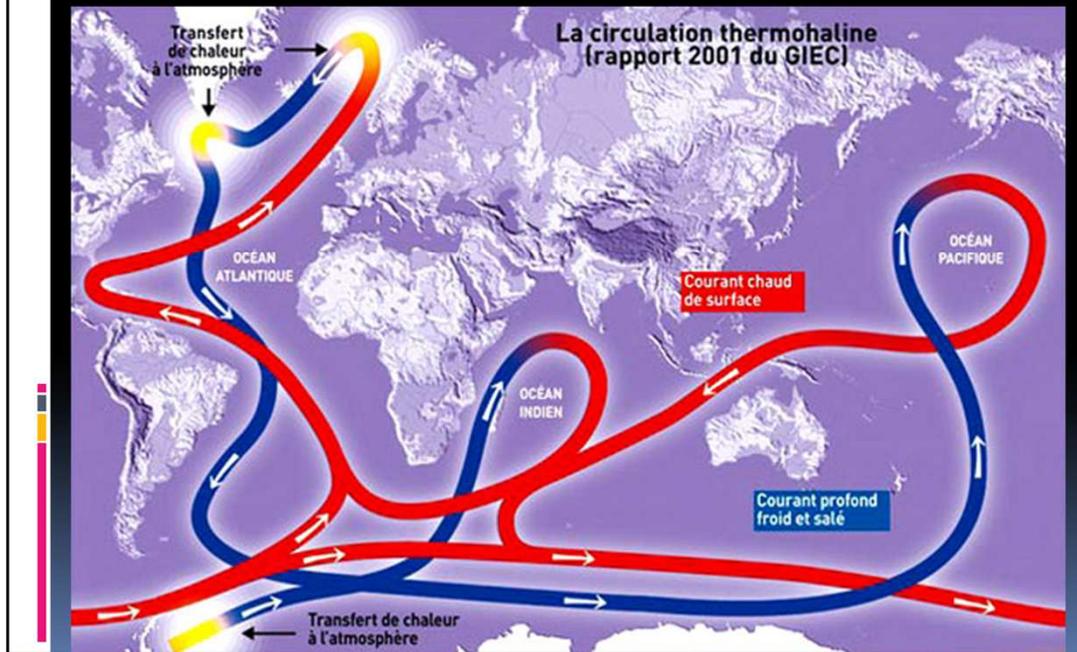
Selon le 4^e rapport du GIEC, une augmentation des précipitations aux latitudes élevées est très probable tandis que dans les régions subtropicales, on s'attend à une diminution, poursuivant une tendance déjà constatée, même si d'autres experts tempèrent cela, estimant les données trop rares et incomplètes pour pouvoir dégager une tendance actuelle à la hausse ou à la baisse. Selon des études publiées en 2007-2008, à l'horizon 2025, un tiers de la population mondiale pourrait se trouver en état de stress hydrique, c'est-à-dire lorsque les besoins dépasseront la ressource disponible. Ce sera inmanquablement le cas, selon l'ONU, en Afrique du Nord, dans la corne de l'Afrique, et en Afrique du Sud, dans la grande plaine du nord de la Chine, et au Pendjab. Le réchauffement aurait tantôt un effet positif, tantôt un effet négatif, la balance entre les deux dépendant du mode de comptage adopté.

Inondations en Australie ..



Ici un exemple d'inondations en Australie, vous observerez ainsi que les pays du tiers monde ne seront pas les seuls touchés.

Sur l'environnement (III) Arrêt de la circulation thermohaline



La **circulation thermohaline** est la circulation permanente à grande échelle de l'eau des océans, engendrée par des écarts de température et de salinité des masses d'eau. Les eaux refroidies et salées plongent au niveau des hautes latitudes (Norvège, Groënland, etc.) et descendent vers le sud, à des profondeurs comprises entre 1 et 3 km. Elles sont alors réchauffées sous les Tropiques, et remontent à la surface, où elles se refroidissent à nouveau, et ainsi de suite. Une molécule d'eau fait le circuit entier en environ 1 000/1 500 ans. La circulation thermohaline a un impact mal estimé sur le climat. L'hypothèse selon laquelle l'actuel réchauffement du climat mondial pourrait, via l'arrêt ou le ralentissement de la circulation thermohaline, déclencher un refroidissement de l'Atlantique Nord, ce qui provoquerait le refroidissement, ou un réchauffement moindre dans cette région a été proposée par des chercheurs. Cet événement affecterait particulièrement des régions comme les îles Britanniques et la Scandinavie qui sont réchauffées par la dérive nord atlantique. La probabilité de cet événement n'est pas assurée : d'une part il existe des preuves de la stabilité du Gulf Stream mais également d'un possible affaiblissement de la dérive nord atlantique, d'autre part il y a des preuves de réchauffement au nord de l'Europe et dans les mers adjacentes, plutôt que l'opposé. Dans les modèles couplés océan-atmosphère, la circulation thermohaline tend à ralentir plutôt qu'à s'interrompre, et le réchauffement dépasse le refroidissement, même sur l'Europe. En fait la différence entre les températures hivernales entre l'Amérique du Nord et l'Europe est plus due au sens des vents dominants (vent continental glacial du nord sur la côte Est de l'Amérique du Nord et vent océanique de l'ouest en Europe) et à la configuration des Montagnes Rocheuses.

Sur l'environnement (IV) Glace et couverture neigeuse

- Diminution de la couverture neigeuse
- Retrait des banquises. Les glaciers et calottes glaciaires de l'hémisphère nord
- L'évolution de la calotte glaciaire antarctique au cours du XXI^e siècle est plus difficile à prévoir :
 - Réchauffements locaux dus à un changement de direction des vents dominants, lui-même dû à
 - augmentation de la concentration de l'air en gaz à effet de serre
 - dégradation de la couche d'ozone en Antarctique à cause des CFC
 - Refroidissements : l'Antarctique connaît globalement un climat de plus en plus froid et sa couverture glacée est en expansion
 - Cependant, la quantité de glace de l'Antarctique déversée dans les mers a augmenté de 75 % durant les dix années précédant 2008.

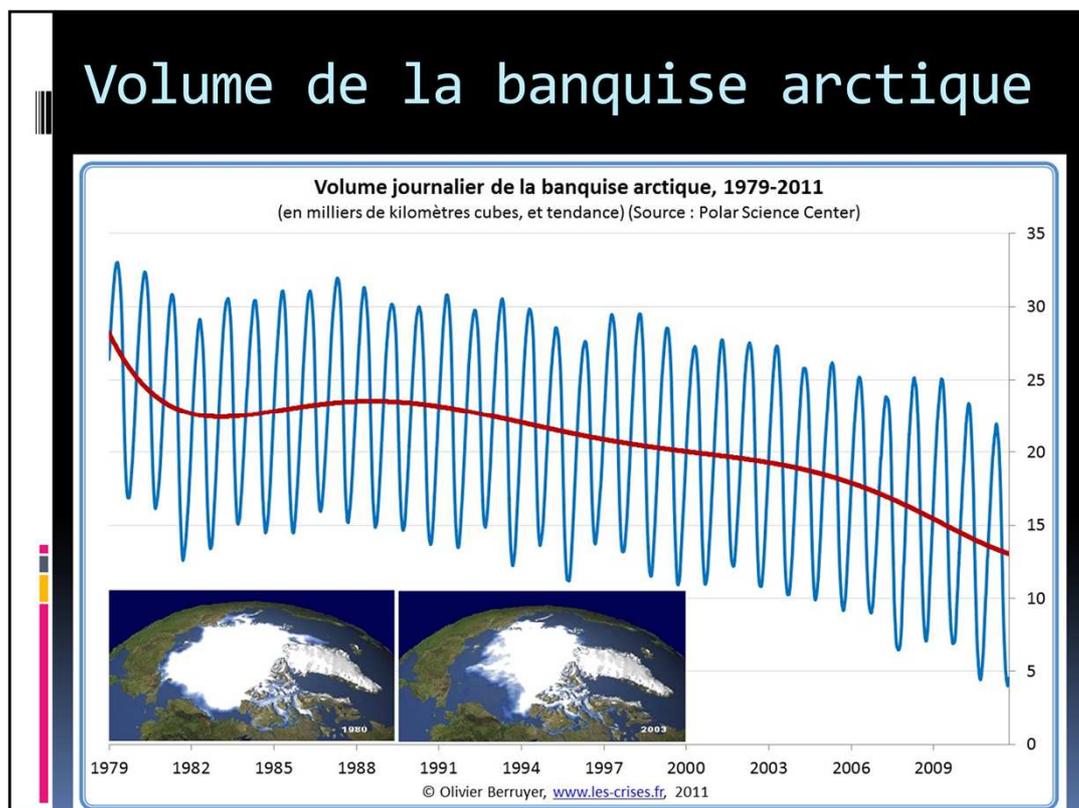
Les scientifiques du GIEC prévoient pour le XXI^e siècle une diminution de la couverture neigeuse et un retrait des banquises. Les glaciers et calottes glaciaires de l'hémisphère nord devraient continuer à reculer, les glaciers situés à moins de 3 400 m d'altitude pouvant être amenés à disparaître.

En revanche, l'évolution de la calotte glaciaire antarctique au cours du XXI^e siècle est plus difficile à prévoir. En 2006 une équipe de chercheurs américains a mis en évidence un lien entre l'activité humaine et l'effondrement de plates-formes de glace dans l'Antarctique. Les réchauffements locaux seraient dus à un changement de direction des vents dominants, cette modification étant elle-même due à l'augmentation de la concentration de l'air en gaz à effet de serre et la dégradation de la couche d'ozone en Antarctique à cause des CFC d'origine humaine.

Toutefois, selon une lettre envoyée au journal *Nature*, ces réchauffements sont locaux. En effet, l'Antarctique connaît globalement un climat de plus en plus froid et sa couverture glacée est en expansion, les élévations de la température dans ces secteurs très froids se révélant favorables à une augmentation des précipitations neigeuses donc à terme, à une augmentation des volumes de glace.

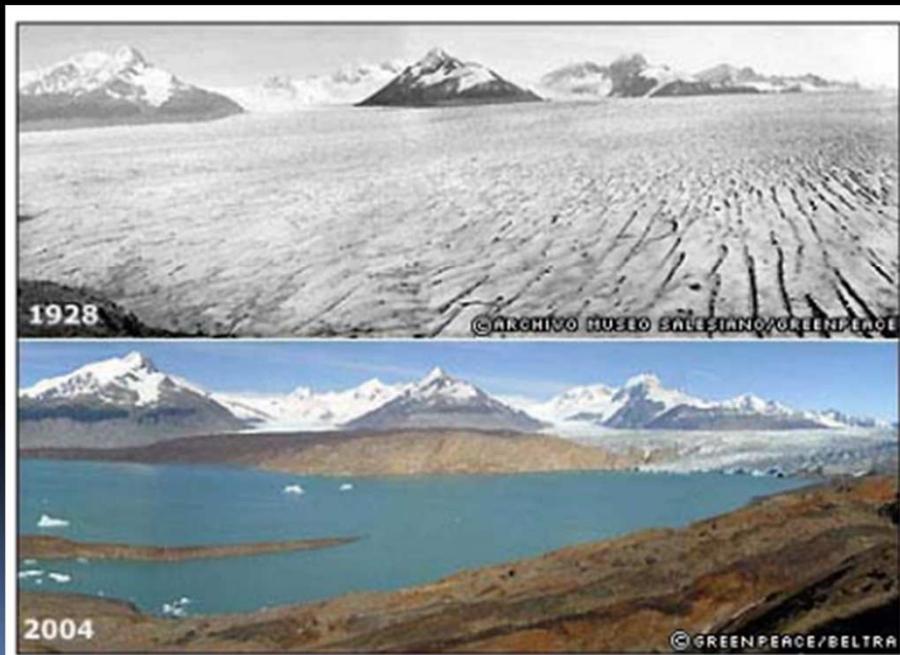
Or la quantité de glace de l'Antarctique déversée dans les mers a augmenté de 75 % durant les dix années précédant 2008. Ce phénomène risque par conséquent de s'amplifier en raison de la disparition de la banquise qui cesse alors d'opposer un obstacle au déversement des glaciers dans l'océan.

Volume de la banquise arctique



Voyez sur ce graphique l'évolution sur les dernières décennies du volume de la banquise arctique. Elle a globalement diminué de moitié.

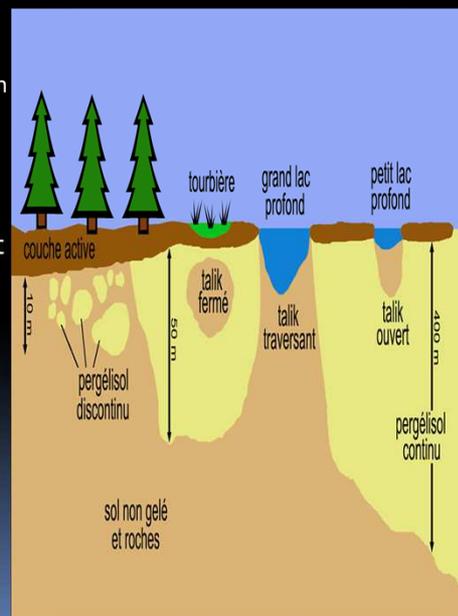
Fonte de l'inlandsis groënlandais



Ces deux photos du même site sont tirées du blog de Denis Baupin. Elles sont suffisamment parlantes pour que je me dispense d'en rajouter.

Sur l'environnement (V) Autres conséquences et prospectives

- Fonte partielle des calottes polaires
- Environ
 - 20 à 30 % des espèces exposées à extinction si réchauffement > 1,5 à 2,5 °C
 - 40 à 70 % des espèces si réchauffement > 3,5°C
- Effet irréversible si incendies et dégazage de méthane des pergélisols et fonds marins.
- Effondrements de cavités souterraines.
- Visions prospectives :
 - Les solutions techniques existent
 - Décroissance soutenable et conviviale : il « est temps de cesser de parler de « changement » pour décrire une catastrophe »
 - Cf. conférence sur « solutions pour les crises »



L'augmentation du niveau de la mer de quelques dizaines de cm d'ici 2100, est dérisoire devant la fonte des inlandsis qui pourrait, au cours des siècles suivants, relever de plusieurs m le niveau marin, en inondant les zones côtières basses, certaines îles basses et les deltas.

20 à 30 % des espèces évaluées à ce jour sont susceptibles d'être exposées à un risque accru d'extinction si l'augmentation du réchauffement mondial moyen dépasse 1,5 à 2,5 °C (par rapport à 1980 - 1999). Avec une augmentation en moyenne supérieure à 3,5 °C, les projections indiquent des extinctions de 40 à 70 % des espèces dans le monde entier. En mai 2008, les EU ont inscrit l'ours blanc d'Alaska comme espèce menacée.

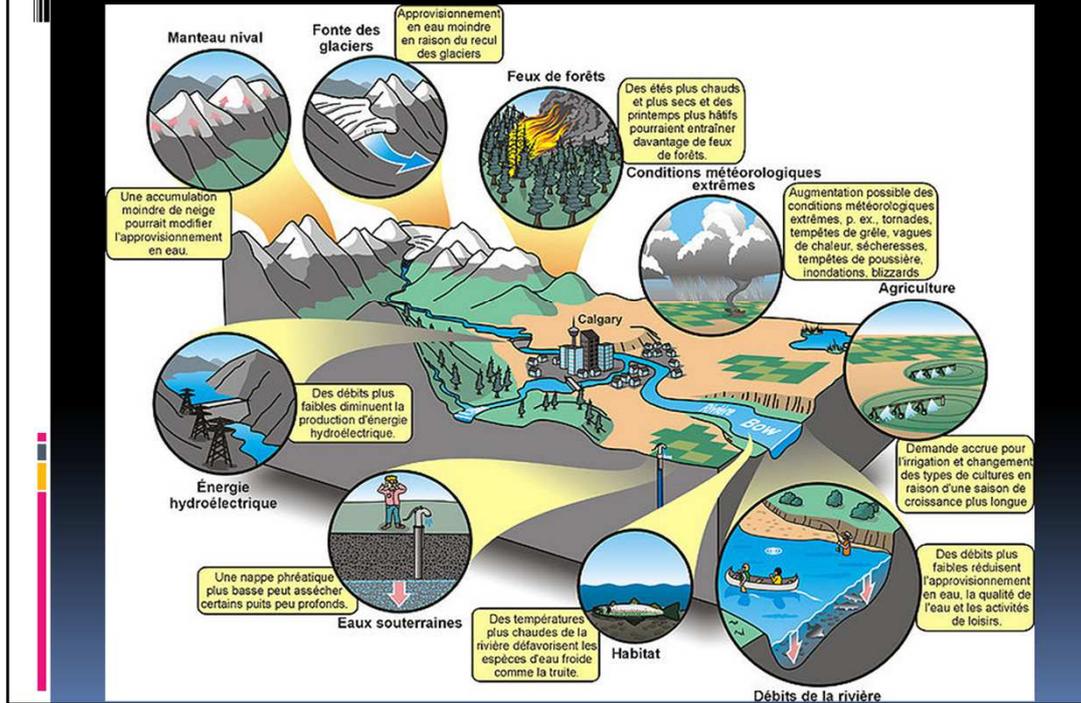
Le réchauffement pourrait induire un effet rebond irréversible à échelle humaine de temps s'il amorce des incendies de forêts et un dégazage important de méthane des pergélisols et fonds marins. La quantité de méthane actuellement dégagée par le pergélisol en train de fondre est de l'ordre de 14 à 35 millions de tonnes par an. On estime que cette quantité s'élèvera à 100 à 200 millions de tonnes par an d'ici 2100, causant à elle seule une élévation de température de l'ordre de 0,3 °C. Au cours des prochains siècles, 50 milliards de tonnes de méthane pourraient être dégagés par les lacs thermokarstiques sibériens.

L'eau plus chaude, plus acide, les pluies hivernales plus intenses, les chocs thermiques et mouvements de nappe accrus pourraient avoir avant la fin du siècle des effets indirects sur le sol et sous-sols : des effondrements de cavités souterraines (carrières, d'anciens abris souterrains, de sapes de guerre ou de marnières etc.) sont attendus. (3 000 communes sont soumises à ce risque en France ; un « Plan cavités » serait à l'étude en France selon l'INERIS = Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques).

Des visions prospectives optimistes et moins optimistes cohabitent en 2009 :

- Certains prônent que les solutions existent, et qu'il ne reste qu'à les appliquer (bâti en énergie positive, transports maîtrisés, villes plus autonomes, air dépollué).
- D'autres — tout en invitant à appliquer au plus vite ces solutions voire une décroissance soutenable et conviviale — constatent que de 1990 à 2009, la tendance a été la réalisation des fourchettes hautes d'émission de gaz à effet de serre, conduisant aux scénarios-catastrophe du GIEC, et estiment qu'il est temps de cesser de parler de « changement » pour décrire une catastrophe.

Un exemple : l'eau au Canada



Voici un schéma montrant comment le cycle de l'eau pourrait être perturbé dans l'ouest canadien.

L'ours blanc menacé ..



Photograph by Ralph Lee Hopkins/NGS

NATIONAL
GEOGRAPHIC

© 2019 National Geographic Society. All rights reserved.

Sur l'environnement (VI) Phénomènes à très long terme

- Les phénomènes vont se poursuivre et s'amplifier. Le 3^e rapport du GIEC insiste sur les points suivants :
 - Certains GES ont une espérance de vie longue
 - Inertie du climat
 - Inertie océanique, plus grande encore
- Récentes observations en Arctique

La majorité des climatologues pensent que les phénomènes induits par l'émission des gaz à effet de serre vont se poursuivre et s'amplifier à très long terme. Le troisième rapport du GIEC insiste en particulier sur les points suivants :

- certains gaz à effet de serre, ont une espérance de vie longue, et influent donc sur l'effet de serre longtemps après leur émission (durée de vie dans l'atmosphère d'environ 100 ans pour le CO₂) ;
- de par l'inertie du système climatique, le réchauffement planétaire se poursuivra après la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre. Ce réchauffement devrait cependant être plus lent ;
- l'inertie, plus grande encore, de la masse océanique fait que l'élévation du niveau des mers se poursuivra même après la stabilisation de la température moyenne du globe. La fonte de calottes glaciaires, comme celle du Groenland, sont des phénomènes se déroulant sur des centaines voire des milliers d'années.

Les récentes observations dans la zone arctique menées sous l'égide du programme européen Damoclès (Developping Arctic Modelling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies) ont créé une véritable surprise dans le monde scientifique. En effet, celles-ci montrent une différence importante avec les prévisions issues des différents modèles et sur lesquelles sont basées les conclusions du GIEC : ceci se traduit par une nette accélération des effets dus à l'augmentation des gaz à effet de serre en Arctique (fonte totale de la banquise en été d'ici 2020)

Sur l'environnement (VII) Boucles de rétroaction

- **Rétroactions positives :**
 - Dégagement de méthane
 - Acidification des océans
 - Variations d'albedo
- **Rétroactions négatives plus incertaines :**
 - Développement de la végétation
 - Rôle de la vapeur d'eau

Les principales rétroactions positives sont les suivantes :

- Le dégagement de méthane : le méthane est un gaz à effet de serre 23 fois plus réchauffant que le CO₂. Il se forme lors de la décomposition de la matière organique. Les marais sont propices à cette création. Le méthane est alors libéré dans l'atmosphère (cela peut donner lieu à des inflammations spontanées, les feux follets). Si le sol est gelé, le méthane reste piégé dans la glace sous la forme d'hydrates de méthane. Le sol de Sibérie est ainsi un immense réservoir de méthane (sans doute trop diffus pour être exploité industriellement) : selon Larry Smith du département de géographie de l'UCLA, la quantité de méthane présent dans le sol sibérien serait de 70 milliard de tonnes, soit un quart du méthane stocké à la surface de la planète. Si le sol se réchauffe, la glace fond et libère le méthane, ce qui a pour conséquence un effet de serre plus marqué, et par suite un emballement du réchauffement : c'est la bombe à carbone.
- Le ralentissement et la modification des courants océaniques : je ne parle pas là de circulation thermohaline, mais de captation par l'océan du tiers du CO₂ émis par les activités humaines. Si les courants océaniques ralentissent, les couches d'eau superficielles peuvent se saturer en CO₂ et ne pourraient plus en capter comme aujourd'hui. En outre, l'accumulation de CO₂ dans les océans conduit à l'acidification de ces derniers, ce qui affecte l'écosystème marin et peut induire à long terme un relargage de CO₂ (mortalité accrue des phytoplanctons)
- La variation d'albédo : actuellement, la neige et la glace des zones polaires réfléchissent les rayons solaires. En cas de fonte, les rayons solaires sont davantage absorbés, entraînant un réchauffement supplémentaire.

Les rétroactions négatives sont plus incertaines :

- Le développement de la végétation : le réchauffement climatique pourrait être favorable au développement de la végétation, qui est un puits naturel de carbone, ce qui contribuerait à limiter l'augmentation des GES.
- La vapeur d'eau : le réchauffement climatique pourrait augmenter la formation de nuages contribuant à réfléchir davantage les rayons solaires. Cependant, la vapeur d'eau est elle-même un gaz à effet de

serre et le bilan final d'une augmentation de vapeur d'eau dans l'atmosphère est assez difficile à prévoir.

Sur la biosphère : Biodiversité

- Cf. conférence sur « la biodiversité »
- 5 facteurs de projection
- Dépassement de nombreux écosystèmes
- Disparition de nombreuses espèces
- Consensus actuel sur :
 - 40 à 70 % des espèces disparaîtront
 - Systèmes sensibles (dont récifs coralliens)

Les projections sur la biodiversité reposent sur 5 facteurs : la dégradation et la destruction des habitats, le changement climatique, la disponibilité des éléments nutritifs, la surexploitation des ressources et les invasifs.

Ainsi la capacité de nombreux écosystèmes à s'adapter sera probablement dépassée par la combinaison des :

- bouleversements climatiques : inondations, incendies, sécheresses, insectes, acidification océanique ;
- changements d'affectation des sols (déforestation, barrages...),
- pollution,
- surexploitation des ressources.

Le déséquilibre naturel entraînera la disparition de nombreuses espèces animales et végétales. Pour l'homme, ces effets « physiques » et « écologiques » auront de fortes répercussions. La très grande complexité des systèmes écologiques, économiques et sociaux ne permet pas de faire de prévision chiffrée.

Cependant un consensus scientifique a été obtenu sur les points suivants :

- le bilan global du réchauffement climatique en termes de biodiversité sera négatif selon le quatrième rapport du GIEC qui envisage la disparition de 40 à 70 % des espèces évaluées ; certaines espèces verront provisoirement leur population et leur aire de répartition augmenter (par exemple pour la marmotte).
- certains systèmes naturels seront plus affectés que d'autres. Les systèmes les plus sensibles seraient :
 - les glaciers,
 - les récifs coralliens : le blanchissement a été observé pour la première fois dès 1979 dans les Antilles. Ce phénomène s'est développé régulièrement, par exemple à l'océan Indien en 1998. On craint une extinction de masse des récifs coralliens à l'échelle planétaire à partir de 2020;
 - les mangroves,
 - les forêts boréales et tropicales,

- les écosystèmes polaires et alpins,
- les prairies humides.

Conséquences globales négatives

- Baisse des rendements agricoles en zone tropicale et subtropicale
- Diminution des ressources en eau en région sèche
- Diminution du débit de l'eau issue de la fonte des glaces et des neiges
- Augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes : pluies torrentielles, tempêtes et sécheresses, ainsi qu'une augmentation de l'impact de ces phénomènes sur l'agriculture
- Augmentation des feux de forêt durant les étés plus chauds
- Extension des zones infestées par des maladies comme le choléra ou le paludisme
- Risques d'inondation accrus : élévation du niveau de la mer et modifications du climat
- Plus de consommation d'énergie à des fins de climatisation
- Baisse des rendements agricoles potentiels aux latitudes moyennes et élevées (dans l'hypothèse d'un réchauffement fort)

Je vous invite à lire cette page et à vous référer aux précédentes conférences sur les migrations climatiques (en juin 2013), les maladies émergentes (en juillet 2013), ou les cyclones (en décembre 2013).

Conséquences globales positives

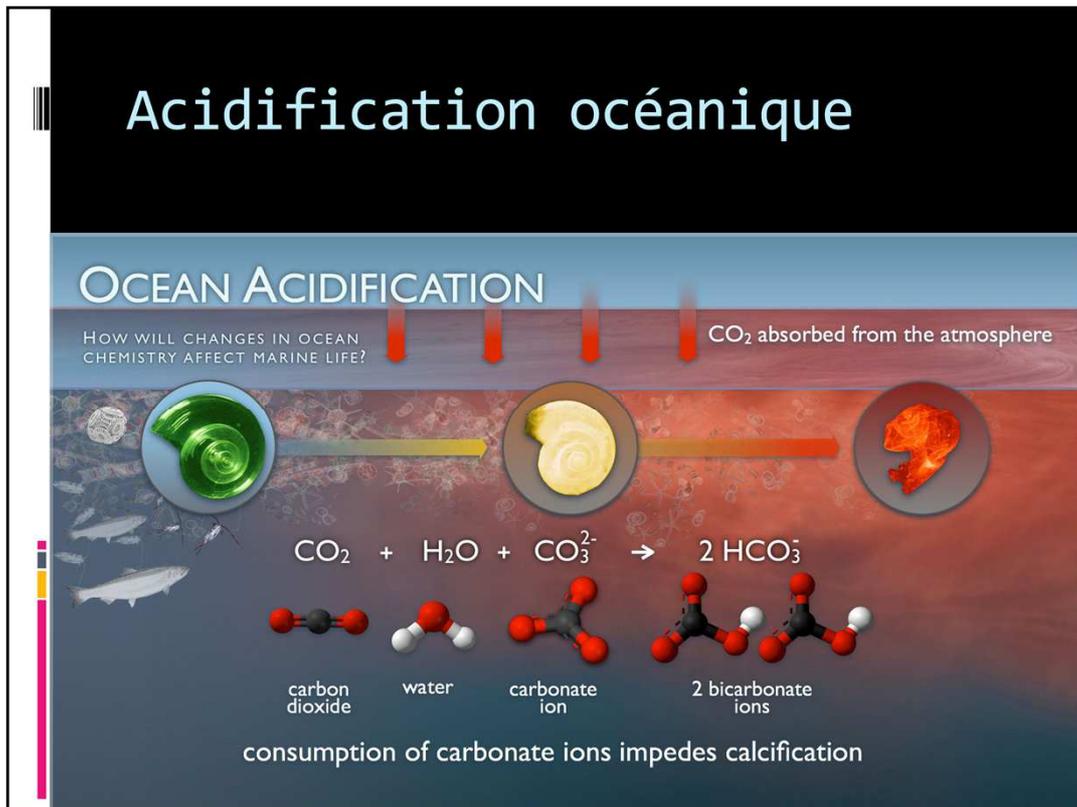
- Plus faible mortalité humaine hivernale aux moyennes et hautes latitudes ;
- Augmentation éventuelle des ressources en eau dans certaines régions sèches tropicales et subtropicales ;
- Hausse des rendements agricoles potentiels dans certaines régions aux latitudes moyennes (dans l'hypothèse d'un réchauffement faible) ;
- Nouvelles voies maritimes : passage du Nord-Ouest

Sur l'humanité (I) Migrations côtières

- Cf. conférence sur « Les migrations climatiques »
- Montée du niveau de la mer : entre 18 et 59 cm d'ici 2100 selon le 4^e rapport du GIEC.
- Certes montée des eaux mais aussi enfouissement du sol...

Sur l'humanité (II) Agriculture et Pêcheries

- Aggravation des aléas climatiques en zone méditerranéenne
- En zone tempérée et circumpolaire, accroissement de la productivité agricole
- Agriculture biologique : meilleure résilience
- Agrocarburants : pas une solution (sauf peut-être troisième génération = algocarburants)
- Réchauffement et acidification des océans : impact sur la biogéographie des espèces
 - Migrations vers le Nord dans l'Atlantique Nord
 - Effets de l'acidification sur la génétique des levures et plantes



L'acidification des océans est une des conséquences les plus graves du changement climatique qui va affecter les océans. Pour essayer de faire simple, les océans ont absorbé plus de la moitié du dioxyde de carbone produit depuis l'ère industrielle. Sans les océans, la température de la planète aurait augmenté de 2 °C au lieu de 1. Cette absorption modifie la chimie des océans. Quand le dioxyde de carbone se mélange avec l'eau de mer, il crée l'acide carbonique. L'acidité accrue réduit l'abondance du carbonate de calcium, que les coraux (qui blanchissent avant de mourir) et autres animaux de mer doivent utiliser pour leur coquilles et leurs squelettes. Cela ralentit aussi la croissance des animaux dans ces coquilles. Même légèrement acidifiée, l'eau de mer devient toxique aux œufs et larves de certaines espèces de poisson. Les eaux acidifiées ont aussi tendance à asphyxier les animaux qui ont besoin de beaucoup d'oxygène, comme le calamar qui nage très vite. Les coraux d'eau froide vont disparaître. C'est une réserve alimentaire, un habitat et une zone de reproduction pour des centaines d'espèces.

Sur l'humanité (III) (Agro)sylviculture

- Vulnérabilité des forêts tropicales aux cyclones, inondations, sécheresses, incendies
- En Amérique du Nord : vulnérabilité des forêts de l'Ouest américain
- En France : vulnérabilité des forêts de plaine

Les forêts tropicales sont vulnérables aux sécheresses, cyclones et incendies.

En Amérique du Nord, doublement de mortalité des arbres des grandes forêts de l'ouest américain, en favorisant les sécheresses et pullulations de ravageurs. Le manque de neige a induit un déficit hydrique et un allongement des sécheresses, multiplication des incendies, donc impacts en cascade sur la faune et les écosystèmes. La mortalité accrue touche tant feuillus que conifères. Dans le nord-ouest américain et le sud de la Colombie-Britannique (Canada), le taux de mortalité dans les vieilles forêts de conifères a même doublé en 17 ans. D'où aussi une moindre fixation du CO₂ de l'atmosphère.

En France, le réchauffement devrait aussi affecter les forêts ; plusieurs essences, dont le hêtre, très sensible au manque d'eau ne survivront pas dans la moitié sud du pays, et plusieurs ravageurs pourraient continuer à remonter vers le nord.

Une étude de 2008 a montré que la flore montagnarde (et une partie de la faune, dont des parasites tels que les tiques) répondait déjà au réchauffement en migrant en altitude (65 mètres/an en moyenne depuis les années 1980), mais avec impossibilité en moyenne montagne pour certaines plantes de monter plus haut. Contrairement à ce qu'on a d'abord cru ou espéré, les forêts de plaine ne sont pas épargnées ; Comme la plupart des écosystèmes terrestres, elles subissent des changements latitudinaux et altitudinaux en réponse au forçage climatique. Une étude récente conclut qu'en plaine, les espèces ont en fait moins de possibilité d'échapper au réchauffement, les forêts de plaines sont en France souvent très fragmentées, ce qui les rend plus vulnérables. Les espèces de plaines sont théoriquement plus adaptées aux températures chaudes mais en réalité bien plus soumises aux pollutions, au dérangement, à la fragmentation, à la proximité de routes, habitations, villes, agriculture intensive qu'en montagne. Enfin, les grands massifs forestiers montagneux sont souvent plus vastes et mieux interconnectés ou plus proches les uns des autres que les massifs de plaines, notamment dans les zones d'agriculture intensive qui abritent les sols les plus riches et donc les plus cultivés. Enfin, d'une génération à l'autre, les espèces de forêt de plaines doivent parcourir une distance croissante pour retrouver un climat favorable à leur développement. En forêt de plaine, la distance à parcourir pour ce faire est environ 30 fois plus importante qu'en montagne. Au total les forêts semblent ne pas pouvoir suffisamment compenser par leurs potentialités naturelles de déplacement la hausse de température observée en plaine.

Incendie d'une forêt de l'Ouest américain

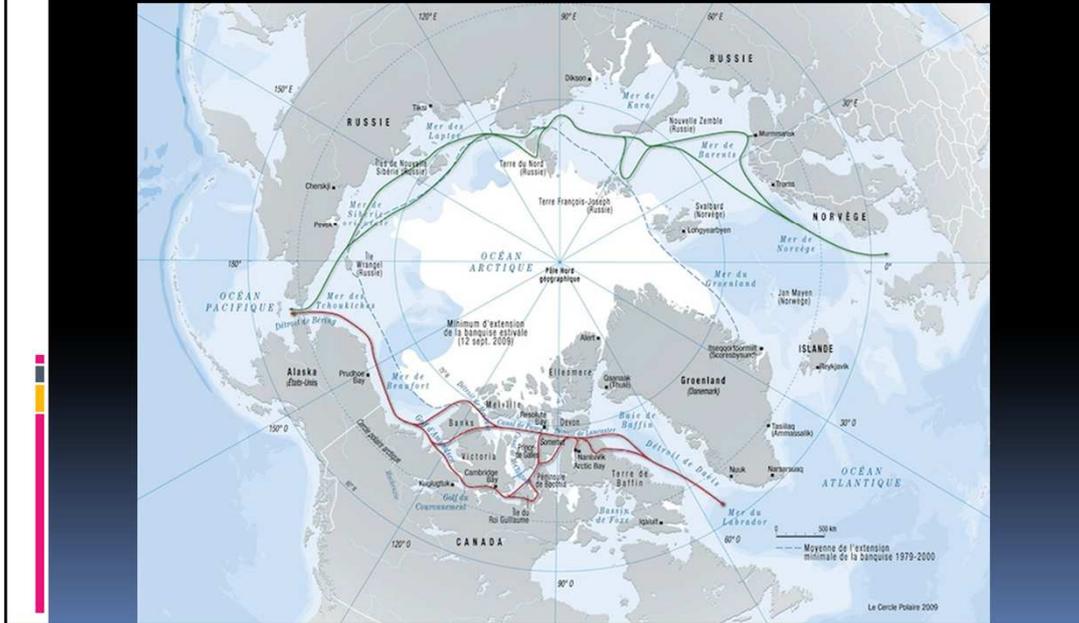


Sur l'humanité (IV) Accès à l'Océan Arctique

- Nouvelles routes commerciales pour les navires
- Meilleure accessibilité des ressources sous-marines de pétrole ou de matières premières, mais conséquences néfastes sur le plancton ou les poissons à haute valeur commerciale.
- Source de conflit entre pays côtiers de l'océan Arctique. Les États-Unis et le Canada ont protesté lorsque, le 2 août 2007, la Russie planta son drapeau au fond de l'océan sous le pôle Nord.

Pierre Vergès, sur son blog, y voit une menace pour les activités portuaires des îles Mascareignes, car les denrées circuleront en péri-arctique, où les routes maritimes sont beaucoup plus courtes : par exemple, pour aller de la côte est des EU en Chine, le passage du Nord Ouest est essentiel au lieu de franchir le Cap de Bonne Espérance ou le Cap Horn; autre exemple, les échanges Europe-Chine se feront plus volontiers par le passage du Nord-Est plutôt que par le détroit de Malacca (risque de piratage, et tant pis pour Singapour).

Les passages du Nord-Ouest et du Nord-Est



Cher à Amundsen.

Trouvé cette photo sur le blog de Pierre Vergès...

Sur l'humanité (V) Économie

- Coût économique du changement climatique : rapport de Sir Nicolas Stern
- *World Monuments Fund* : 100 sites menacés
- Réassureur munichois *Munich Re*

Le rapport établi par Nicolas Stern, économiste anglais, estime que le réchauffement climatique entraînera un coût économique de 5 500 milliards d'euros en tenant compte de l'ensemble des générations (présente et futures) ayant à en subir les conséquences.

En 2007, pour la première fois, le *World monuments fund* (WMF, *Fonds mondial pour les monuments*) a introduit les modifications climatiques dans la liste des menaces pour 100 sites, monuments et chefs-d'œuvre de l'architecture menacés, les autres menaces principales étant les guerres et conflits politiques, et le développement industriel et urbain anarchique.

Le rapport du réassureur Munich Re du 17 octobre 2012 (et qui porte sur la période 1980 à 2011) estime que l'Amérique du Nord a subi l'aggravation la plus forte de « *pertes financières dues à des événements liés à la météo* », avec plus de 30 000 morts et 1060 milliards de dollars (820 milliards d'euros) induits par la gestion et la réparation des catastrophes climatiques. Ce même rapport a estimé que le nombre d'événements extrêmes a quintuplé dans le monde (et doublé en Europe).

Sur l'humanité (VI) Santé

- Cf. conférence sur « les maladies émergentes »
- Effets sur certaines maladies infectieuses et vectorielles
 - Bilharziose
 - Paludisme
 - Lyme
- En zone tempérée, sous-mortalité en hiver, surmortalité en été
- Rapport de l'InVS en France

Des conséquences sanitaires des phénomènes climatiques sont redoutées : le quatrième rapport du GIEC met en avant certains effets sur la santé humaine :

- la mortalité associée à la chaleur en Europe
- les vecteurs de maladies infectieuses dans diverses régions
- les allergies aux pollens aux latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère nord
- l'émergence ou réémergence de maladies infectieuses et vectorielles.

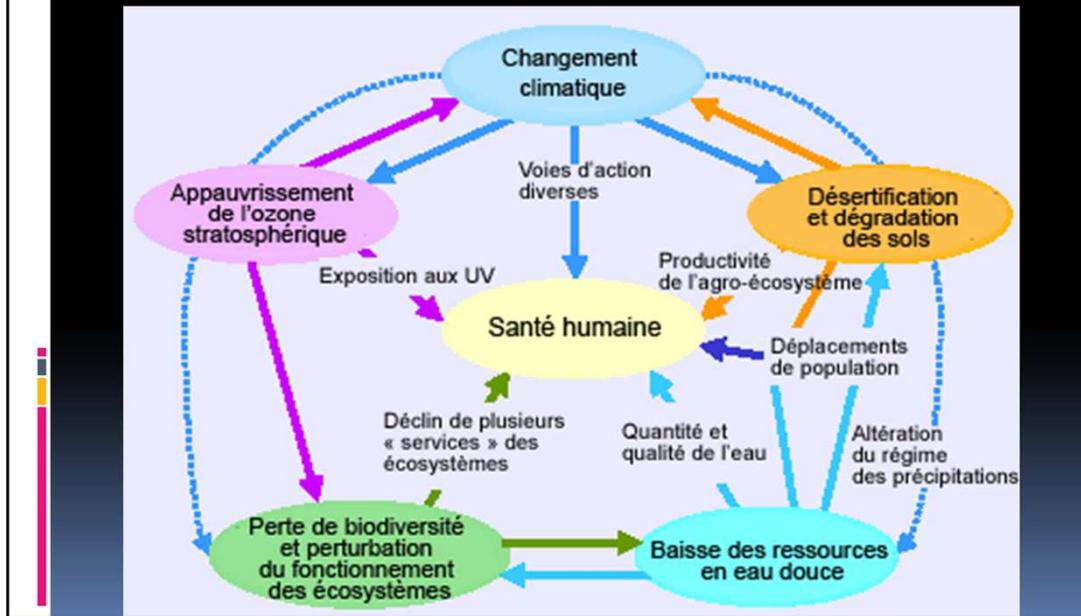
Les changements climatiques pourront modifier la géographie de nombreuses maladies infectieuses :

- Réduction de la zone de la bilharziose.
- Extension du paludisme (Aux États-Unis, limitée à la Californie, mais depuis 1990, des épidémies sont apparues au Texas, en Floride, mais aussi New York ; Il est également réapparu dans des zones où il était peu fréquent, telles le sud de l'Europe, de la Russie ou l'Océan Indien).
- La maladie de Lyme et son extension géographique augmentent, de manière corrélée à l'augmentation de l'aire de répartition de son principal vecteur connu, la tique. Nous en avons parlé lors de la conférence sur les maladies émergentes.

En climat tempéré, un réchauffement global réduirait le nombre de morts par le froid, mais augmenterait la surmortalité estivale. Il est difficile de savoir quel sera le bilan global.

L'Institut de veille sanitaire (InVS) a évalué les risques pour la France métropolitaine, et proposé des voies d'adaptation, et a publié fin 2010 une *Note de position* sur ce thème.

Effets sur la santé humaine



Voici un schéma illustrant les risques potentiels du changement climatique sur la santé humaine. On y trouve pêle-mêle les UV, la baisse de productivité de l'agroalimentaire, le déclin d'écosystèmes protecteurs, la disponibilité en eau, les migrations. Le pessimisme est de rigueur.

Sur l'humanité (VII) Déstabilisation géopolitique mondiale

- Rapports du DoD 2003 et de l'UNDP de 2007
 - Bouleversement des rapports géopolitiques
 - Augmentation des risques de guerre civile
 - Migrations climatiques
 - Résolution ONU 03/06/2009
 - Exemple du discours de John Kerry en août 2012 au Sénat US
- Interactions avec la crise de 2008

En août 2012, John Kerry, devenu depuis Secrétaire d'État, a tenu un long discours au Sénat sur les risques de conflits liés au changement climatique. Face à des conservateurs républicains niant la réalité scientifique du réchauffement climatique, John Kerry démontrait que la diminution du débit du fleuve Indus pouvait amener le gouvernement indien à préserver ses ressources en eau par la construction de barrages dans l'état de Jammu-et-Cachemire. Son voisin, le Pakistan se verrait ainsi privé d'un important accès à l'eau ; John Kerry estime qu'au vu de l'état de ses forces armées traditionnelles, le Pakistan ne se risquerait pas à un conflit conventionnel pour préserver ses ressources en eau, mais opérerait sans doute pour la menace nucléaire et, cas échéant, à son exécution.

En 2009, l'agence internationale de l'énergie (AIE) constate - en raison de la crise - une baisse de la consommation d'énergie, mais aussi une baisse des investissements en économies d'énergie (un cinquième en moins en 2009), L'AIE redoute une nouvelle hausse induite par une éventuelle reprise de l'économie. Il faudrait selon cette agence investir 10 500 milliards de dollars d'ici 2030 pour « décarboner » l'économie afin de limiter l'impact sur le climat (c'est le scénario 450 ppm de CO₂ à ne pas dépasser pour que le réchauffement ne dépasse pas 2 °C en 2100). Avec la poursuite du scénario tendanciel (+1,5 % par an de consommation d'énergie de 2007 à 2030, soit +40 % au total), c'est une hausse moyenne de 6 °C qui pourrait être observée à la fin du XXI^e siècle.

Quelques exemples pour l'hexagone

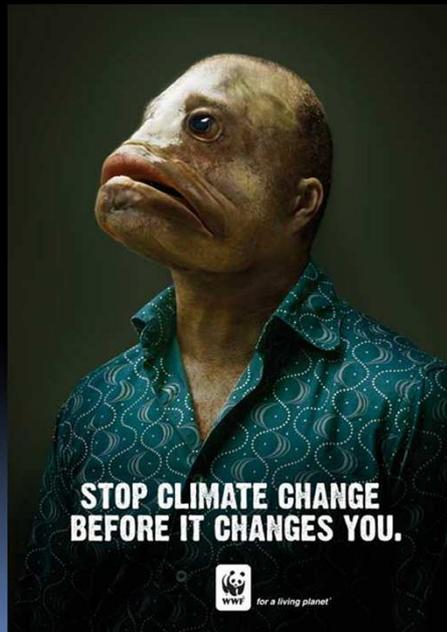
- Canicule banalisée
- Plus de précipitations en hiver, moins en été
- Remontée des espèces arborées vers le Nord
- Remontée des cultures méditerranéennes
- Difficultés céréalières
- Moindres chutes de neige

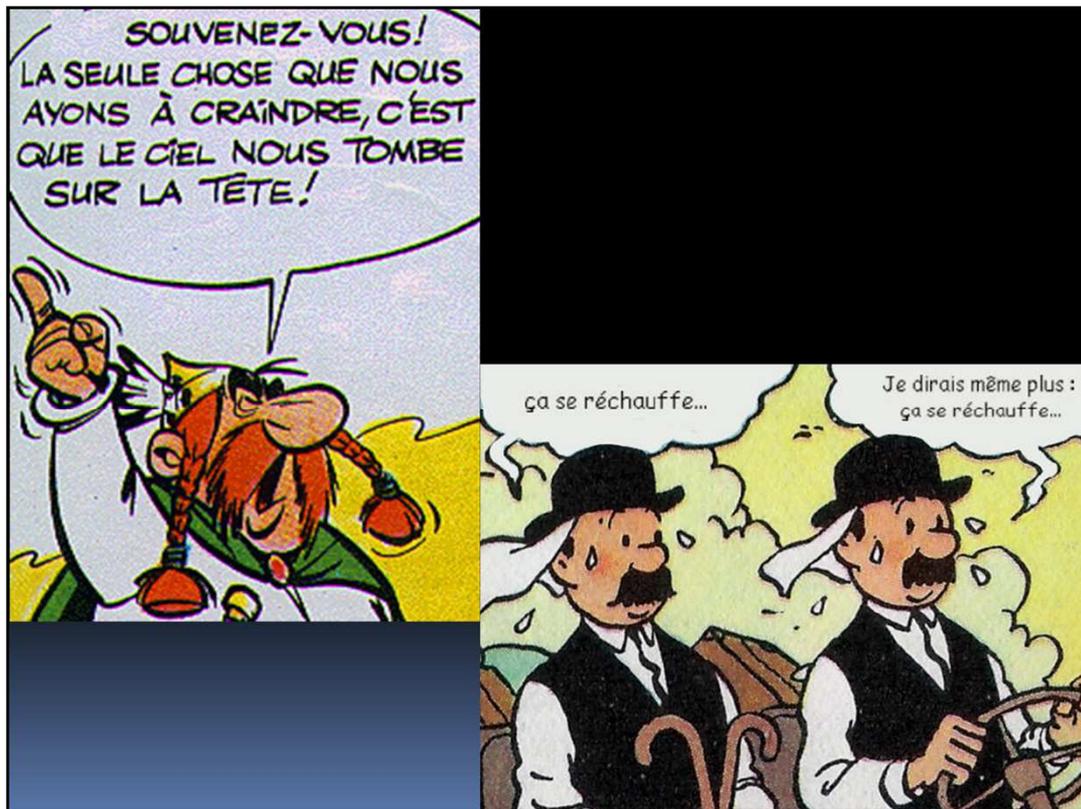
Quelques exemples dans l'hexagone :

- Plus d'étés caniculaires banaliseraient celle-ci
- Pour les arbres : l'épicéa risquerait de disparaître du Massif Central et des Pyrénées. Le chêne, très répandu dans l'Est de la France, verrait son domaine réduit au Jura et aux Vosges, mais le pin maritime, actuellement implanté sur la façade Ouest, s'étendrait sur la moitié ouest de la France et le chêne vert s'étendrait dans le tiers sud, marquant une étendue du climat méditerranéen
- Les cultures du midi méditerranéen, telles que celle de l'olivier, pourraient s'implanter dans la vallée du Rhône. On peut désormais trouver des oliviers en tant qu'arbres d'ornement sur toute la façade sud-ouest de l'océan Atlantique, et ce jusqu'en Vendée. Par contre, faute d'eau suffisante, la culture du maïs serait limitée à la partie nord et nord-est du territoire.
- Les céréales verraient leur rendement augmenter si l'élévation de température ne dépasse pas 2 °C. Par contre, si elle était supérieure, les plantes cultivées auraient du mal à s'adapter et on pourrait craindre des difficultés agricoles
- Les chutes de neige seront moins abondantes, entraînant un moindre approvisionnement en eau des fleuves, mais également des difficultés économiques pour les villages de montagne. Par exemple, les stations de ski situées à moins de 1 500 m d'altitude seraient amenées à fermer leurs pistes et à se reconvertir.

Qu'en conclure?

- Nicolas Stern, en 2006, reconnaissait avoir sous-estimé l'ampleur du problème: « La croissance des émissions de CO₂ est beaucoup plus forte que prévue, les capacités d'absorption de la planète se réduisent et la vitesse des changements climatiques est plus rapide qu'envisagée. »
- Face au problème, trois approches :
 - Lutte contre les émissions de GES,
 - Puits de carbone,
 - Adaptation génique? →
- Suite au prochain épisode!





Le sujet est évidemment d'ampleur mondiale, je ne compte plus les sites que j'ai visités : même les plus grands auteurs de BD s'en sont emparé! Mais évidemment je détourne leurs propos, qu'ils veuillent bien me pardonner, c'est pour le fun!