

## CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES CAUSES PHYSIQUES À LA GÉOGRAPHIE DES RISQUES

[Claude Kergomard](#)

La Découverte | « [Regards croisés sur l'économie](#) »

2009/2 n° 6 | pages 33 à 44

ISSN 1956-7413

ISBN 9782707158765

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://www.cairn.info/revue-regards-croises-sur-l-economie-2009-2-page-33.htm>  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour La Découverte.

© La Découverte. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# » CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES CAUSES PHYSIQUES À LA GÉOGRAPHIE DES RISQUES

Claude KERGOMARD, *professeur de géographie à l'École normale supérieure, chercheur au Centre d'enseignement et de recherches sur l'environnement et la société.*

## INTRODUCTION

Il y a maintenant trente ans que la communauté des géophysiciens a placé au premier plan de ses préoccupations la question du changement climatique lié à l'augmentation de la teneur des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère planétaire. Moins de quinze ans plus tard, la communauté internationale reconnaissait officiellement l'importance du risque que représente le phénomène ; la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique se fixait alors en 1992 pour objectif de « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Fondé sur les acquis de la communauté scientifique synthétisés par le Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC), le texte affirme l'unité du système climatique et la nécessité de la prise en compte du risque à l'échelle de la planète tout entière ; il ouvre la voie à la mise en place négociée d'une régulation internationale des émissions de GES, qui se traduit par la conclusion du protocole de Kyoto en 1997.

À la fin des années 2000, la controverse scientifique sur la réalité et l'ampleur du changement climatique et sur la responsabilité des activités humaines s'éteint progressivement devant l'évidence des faits et des impacts déjà sensibles. La succession depuis 1998 d'« années chaudes » détectées par la mesure

de la température globale, la régression accélérée de la banquise de l'Arctique et des glaciers de presque tous les massifs montagneux du monde et, les évolutions rapides de certains écosystèmes terrestres ou marins constituent pour les scientifiques la preuve que le changement global prévu et simulé par les modèles climatiques est bien en cours, et même qu'il correspond aux plus pessimistes des prévisions élaborées dans les années 1990. Même si leur lien précis avec le changement climatique reste scientifiquement difficile à établir, certains événements climatiques catastrophiques, tels que la canicule de l'été 2003 en Europe occidentale ou le cyclone Katrina en 2005, ont contribué à convaincre les sociétés et les gouvernants de nombreux pays de l'urgence de prendre des mesures pour limiter les émissions de GES et s'adapter aux conséquences de changements inéluctables.

## DES ACQUIS SCIENTIFIQUES...

Les quatre rapports successifs du GIEC publiés respectivement en 1990, 1995, 2001 et 2007 confirment et précisent le diagnostic initial, et ont abouti à ce qui peut être considéré comme un consensus scientifique sur la nature et l'ampleur du changement climatique en cours et à venir. L'augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre est d'environ 0,8 °C depuis le début des observations disponibles, c'est-à-dire la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Le réchauffement en cours est donc un fait indéniable, dont les effets sont déjà très sensibles, en particulier la fonte des glaces et l'élévation du niveau moyen des mers ; après une phase d'atténuation sensible dans les années 1940-1970, il s'est affirmé dans le dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle et au cours des années récentes. Ce réchauffement est sans commune mesure, par son ampleur et l'échelle de temps à laquelle il se produit, avec les variations naturelles du climat observées durant les derniers millénaires. Il est donc, selon les termes prudents employés par le GIEC [2007a], « extrêmement vraisemblable » que son origine soit due aux GES (parmi lesquels dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote) émis par les activités humaines.

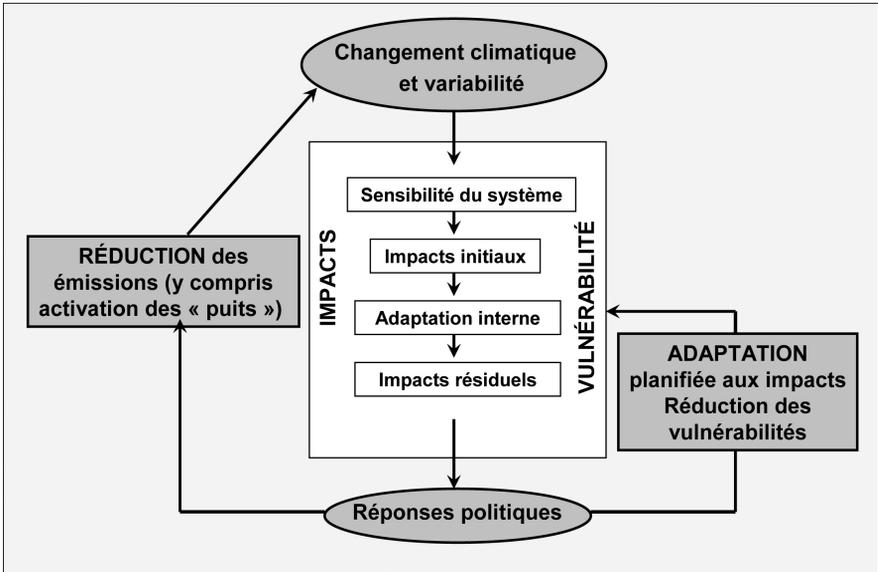
Les outils de simulation du climat futur prévoient jusqu'à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle une poursuite ou une aggravation du réchauffement en cours à un rythme d'environ 0,2 °C par décennie. Le réchauffement global sur le siècle se situerait ainsi dans une fourchette comprise entre 1,8 °C et plus de 4 °C. L'incertitude concernant l'ampleur du réchauffement global résulte moins de la « science du climat » que des scénarios d'évolution des émissions de GES en lien avec l'évo-

lution démographique, économique et géopolitique du monde. Un consensus semble exister parmi la communauté des climatologues pour penser qu'un réchauffement global limité à environ 2 °C devrait permettre d'éviter les scénarios catastrophe. Ces derniers écartent en particulier dans ce cas les phénomènes d'« emballement » du changement climatique à la suite de rétroactions positives telles que celles qui résulteraient de la libération vers l'atmosphère de dioxyde de carbone ou de méthane en provenance des sols, ou de changements majeurs de la circulation océanique. En revanche, de nombreuses incertitudes subsistent concernant certains aspects des changements climatiques attendus, en particulier en ce qui concerne le cycle de l'eau et la répartition des précipitations, ou la fréquence et l'ampleur des « événements extrêmes » (cyclones tropicaux, tempêtes, vagues de chaleur) qui représentent la forme la plus souvent évoquée du « risque climatique ». Si certains aspects de la répartition zonale et régionale des modifications du climat sont bien prévus par les modèles, on est encore loin de disposer d'une carte sûre et détaillée de ce que seront les climats régionaux à la fin du siècle.

### ...AUX DÉBATS GÉOPOLITIQUES

Le caractère inéluctable – et sans doute irréversible – du changement climatique au cours du siècle prochain figure donc parmi les acquis les plus sûrs de la science du climat. Même dans l'hypothèse – évidemment irréaliste – d'une stabilisation immédiate suivie d'un retour rapide des émissions de GES à un niveau « pré-industriel », la planète et le monde auront à s'adapter aux effets d'une élévation de la température globale supérieure à celle qu'a connue le xx<sup>e</sup> siècle. L'objectif d'une limitation à environ 2 °C de cette augmentation de la température nécessiterait la stabilisation à environ 450 ppm de la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère terrestre (ou à environ 550 ppm en équivalent CO<sub>2</sub> de la concentration dans l'atmosphère de l'ensemble des GES), soit une réduction de 50 % des émissions de GES d'ici 2050. Les négociations qui se sont engagées à la suite du sommet de la Terre de Rio ont mis l'accent sur la réduction des émissions. Dans le cadre des débats qu'a suscités la ratification du protocole de Kyoto, l'adaptation aux changements climatiques a parfois été présentée comme une alternative à la politique de réduction de l'usage des carburants fossiles. Il est aujourd'hui évident que la réduction des émissions *et* l'adaptation aux changements sont deux aspects obligatoires et inséparables du défi climatique qui s'impose au monde (figure 1).

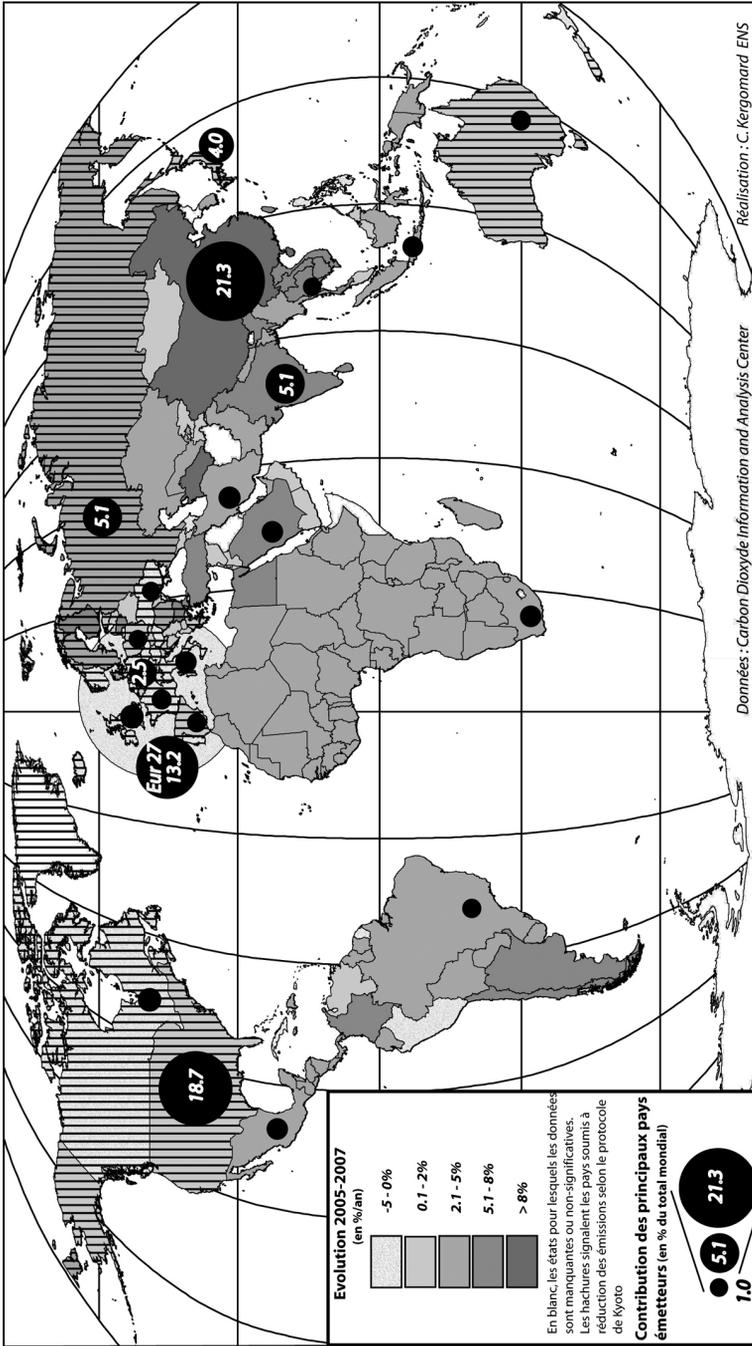
**Figure 1 – Réduction des émissions et adaptation : deux volets des politiques associées au changement climatique [GIEC 2007]**



Négocié dans le contexte spécifique de l'ONU, et à la recherche d'une « justice atmosphérique » internationale [Vanderheiden, 2008], le protocole de Kyoto préconisait une limitation ou une réduction des émissions de GES par les pays développés (pays désignés par l'annexe I du protocole) à l'horizon 2012. Dix ans plus tard, il est patent que les objectifs de Kyoto ne seront pas atteints, et la production mondiale de GES (essentiellement le dioxyde de carbone du fait de la consommation des carburants fossiles, hydrocarbures et charbon) a continué depuis à croître au rythme de 2 % à 3 % l'an.

La carte (figure 2) établie à partir des données fournies par le *Carbon Dioxide Information and Analysis Center* (CDIAC) pour les années 2005 à 2007 montre toute la difficulté de l'équation à résoudre dans le cadre des négociations internationales qui auront à préparer « l'après-Kyoto », alors qu'il est maintenant admis que la stabilisation du système climatique nécessiterait la réduction des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, d'ici 2050 à la moitié de ce qu'elles sont actuellement.

Figure 2 – Les émissions de CO<sub>2</sub> en 2005-2007. Tendances et poids des principaux États



Source : Carbon Dioxide Information and Analysis Center.

La « soif d'énergie » associée à la croissance industrielle de la Chine, combinée avec son poids démographique, la place depuis 2006 au premier rang des pays émetteurs, devant les États-Unis. Sur une décennie, la politique de limitation des émissions de GES n'a donc pas réussi à infléchir la croissance de celles-ci ; dans le cadre de la mise en place de la nouvelle répartition mondiale des activités associée à la mondialisation des échanges, on a assisté à un transfert des émissions des pays développés vers les pays émergents.

“ Les outils de simulation du climat futur prévoient jusqu'à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle une poursuite ou une aggravation du réchauffement en cours à un rythme d'environ 0,2 °C par décennie. ”

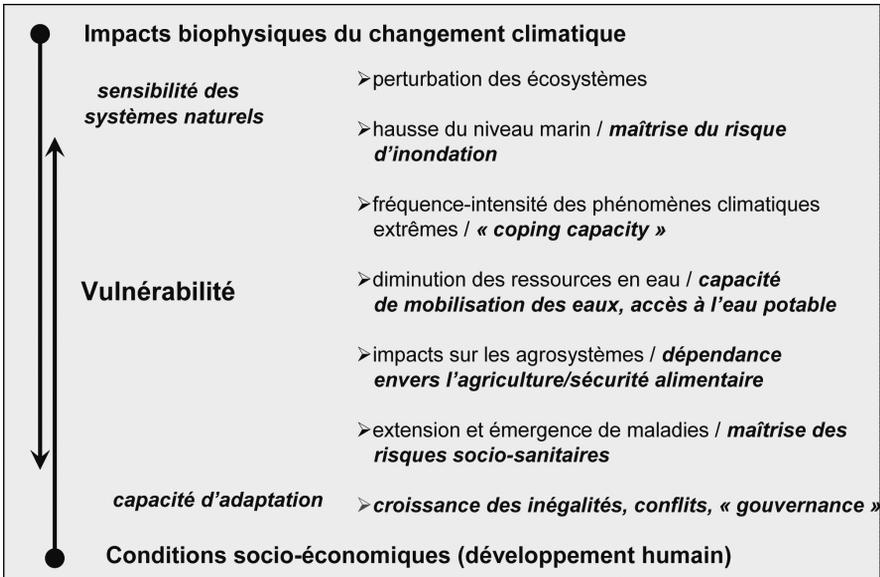
## LA NATURE DU RISQUE CLIMATIQUE : IMPACTS ET VULNÉRABILITÉ

Le thème de l'équité internationale face au changement climatique ne peut se limiter au seul constat de la responsabilité actuelle et historique des pays développés et à une juste répartition de l'effort de réduction des émissions de GES. La nécessaire adaptation à des changements inévitables et irréversibles implique un second volet, tout aussi important, de la « justice atmosphérique », celui de l'inégalité face aux conséquences du changement climatique. Ce second volet a pris ces dernières années une place grandissante dans la réflexion des instances internationales et des ONG concernées par le développement, qui soulignent le fait que le changement climatique affecte déjà les États et les sociétés les plus pauvres [PNUD, 2007].

Les conséquences du changement climatique ont été dès l'origine un des axes du GIEC, dans le cadre d'un groupe de travail intitulé « impacts et adaptation » devenu depuis 2001 « impacts, adaptation et vulnérabilité » [GIEC, 2007b]. Le terme d'« impacts », privilégié depuis l'origine par le GIEC, met l'accent sur une causalité directe du climat vers un certain nombre de phénomènes susceptibles d'affecter les implantations et les activités humaines. Il fait en premier lieu référence à des phénomènes de nature biophysique, susceptibles d'être appréhendés par la modélisation, selon des méthodes proches de celles employées pour la simulation du climat futur : élévation du niveau des mers, modifications de la répartition, dans le temps et l'espace, des ressources en eau, évolution des écosystèmes. Mais la question de l'adaptation met éga-

lement en jeu la capacité des sociétés, des États et des économies à faire face à des conséquences plus complexes : catastrophes naturelles associées aux événements climatiques extrêmes, transformations des conditions de la production agricole et alimentaire, effets directs et indirects du climat sur la santé humaine et la répartition des maladies. Entre les impacts biophysiques du changement climatique et les conditions économiques, sociales et politiques de l'adaptation, la *vulnérabilité* (figure 3) caractérise de façon différenciée les territoires et les États du monde. Elle combine de façon complexe une *sensibilité* au changement climatique et à ses impacts biophysiques (hausse du niveau marin, perturbations du cycle hydrologique, phénomènes extrêmes) et une *capacité d'adaptation* qui est étroitement associée au niveau de développement dans tous ses aspects : diversité des ressources économiques, capacités technologiques, ressources humaines, financières et culturelles, mais aussi cohérence des sociétés et stabilité des institutions et régimes politiques.

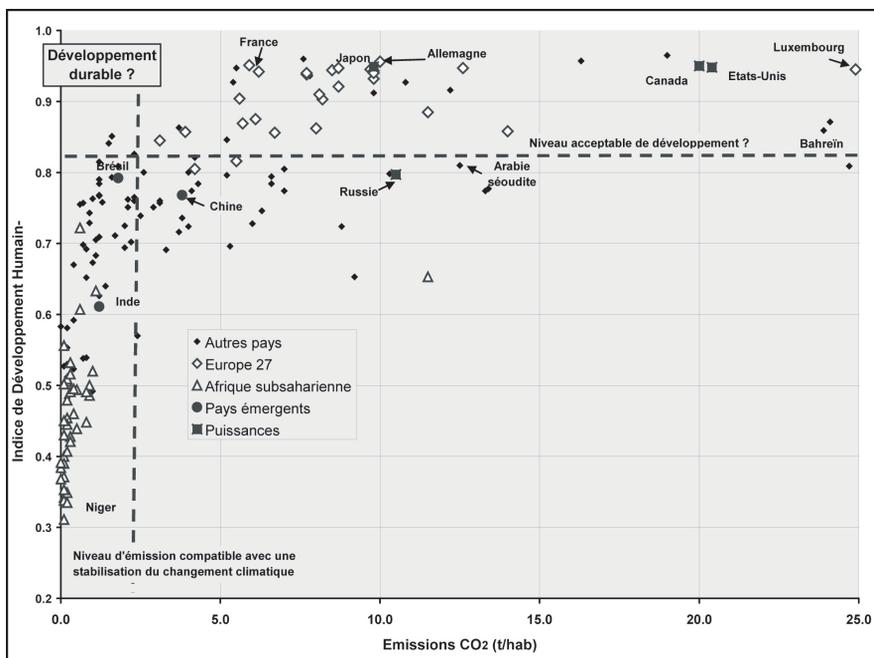
**Figure 3 – Entre « impacts » du changement climatique et développement, le continuum de la vulnérabilité**



Dans le contexte des négociations internationales concernant le changement climatique, l'écart entre la responsabilité associée aux émissions de GES

et la vulnérabilité est représenté de façon symbolique par la place accordée aux micro-États insulaires menacés par la hausse du niveau moyen des mers. Le lien étroit entre la capacité d'adaptation au changement climatique et le niveau de développement est fréquemment mis en avant dans les débats qui font de la lutte contre le changement climatique une question d'équité entre nations développées, dont le développement économique a été et reste encore largement fondé sur l'usage des carburants fossiles, et pays en développement que leur situation rend particulièrement vulnérables. Un graphique simple croisant les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre par habitant et l'indice de développement humain (IDH) des différents pays et groupes de pays dans le monde (figure 4) souligne l'ampleur du défi que constitue un développement durable à l'échelle planétaire, associant la stabilisation du changement climatique, par une réduction drastique de l'usage des carburants fossiles, à la réduction des inégalités internationales.

**Figure 4 – Indice de développement humain et émissions de GES.  
Le défi du développement durable**



## QUESTIONS À LA GÉOGRAPHIE

La confrontation entre le risque planétaire que représente le changement climatique, les enjeux nationaux et internationaux, et les effets différenciés jusqu'aux échelles régionales et locales interroge la géographie, en premier lieu à travers la dialectique entre unité et diversité du monde. Dès les années 1990, le géographe Olivier Dollfus [1992, 1999] évoquait ainsi la confrontation, révélée par le changement climatique, entre deux représentations également systémiques : le système-Terre des géophysiciens (c'est-à-dire dans notre cas le système climatique analysé à travers les échanges de mouvement, d'énergie et de matière entre atmosphère, océan et surfaces terrestres, et perturbé par les modifications anthropiques du cycle du carbone) et le système-monde, concept issu de la géographie dont il est l'un des promoteurs et qui désigne l'ensemble des structures d'organisation spatiale, discontinuités, flux et représentations qui déterminent la géographie planétaire. Cette spécificité fait du changement climatique à la fois un facteur important de la mondialisation, au sens le plus général du terme (et pas seulement économique), et un révélateur de la persistance de la diversité et des inégalités entre territoires et sociétés.

“ Un consensus semble exister parmi la communauté des climatologues pour penser qu'un réchauffement global limité à environ 2 °C devrait permettre d'éviter les scénarios catastrophe d'« emballement ». ”

La diversité des territoires constitue un handicap encore insurmontable pour les approches scientifiques fondées sur la modélisation déterministe des impacts, et pour les tentatives d'estimation monétaire des « dommages » économiques présents et futurs du changement climatique. Les modèles géophysiques comportent encore trop d'incertitudes pour approcher les effets du changement climatique sur l'hydrologie ou les extrêmes climatiques aux échelles régionales ou locales. L'estimation économique en termes de coût des dommages associés au changement climatique, telle qu'elle a été pratiquée notamment dans le cadre du célèbre rapport Stern [2006], reste dominée par la logique de l'assurance ; elle tend à privilégier certains types d'impacts climatiques et ne peut guère aborder les coûts liés à l'adaptation sociale ou politique des pays en développement (figure 5). Si cette approche s'avère efficace dans le débat géopolitique et répond à son objectif principal qui est de convaincre les décideurs économiques et politiques en mettant en balance le coût des dommages et celui des politiques de réduction des émissions, elle n'en repose pas moins sur une vision très partielle du risque climatique [Hourcade et Hallegate, 2007].

Figure 5 – Les impacts potentiels du réchauffement climatique selon le niveau de température atteint

Hausse des T.	Eau	Alimentation	Santé	Zones continentales	Environnement et biodiversité	Ruptures
1°	Disparition des petits glaciers andins avec une menace sur les ressources en eau pour 50 millions de personnes.	Impacts positifs : léger accroissement des rendements céréaliers dans les zones tempérées.	300 000 morts chaque année liées au changement climatique (malaria, diarrhée, malnutrition). Réduction de la mortalité hivernale en Europe du Nord et aux États-Unis.	Fonte du permafrost causant des dégâts aux routes et aux bâtiments en Russie et au Canada.	Au moins 10 % des espèces répertoriées menacées d'extinction dont irréversibles à 80 % des récifs coralliens (dont la grande barrière de corail).	Ralentissement de la circulation thermohaline dans l'océan Atlantique
2°	Diminution de 20 % à 30 % des ressources en eau dans certaines zones vulnérables comme l'Afrique australe et la Méditerranée.	Fort diminution des rendements de culture dans les zones tropicales (-5 % à -10 % en Afrique).	40 à 60 millions de personnes supplémentaires exposées à la malaria en Afrique.	Jusqu'à 10 millions de personnes supplémentaires menacées par la submersion des zones côtières.	15 % à 40 % des espèces menacées d'extinction dont certaines en milieu arctique (caribou, ours polaire).	Fonte accélérée de la banquise au Groenland avec un risque de hausse du niveau des océans de 7 mètres.
3°	Graves sécheresses en Europe méridionale tous les 10 ans en moyenne. 1 à 4 milliards d'êtres humains supplémentaires touchés par des pénuries d'eau.	150 à 550 millions d'êtres humains supplémentaires menacés de famine. Rendements agricoles culminent en haute altitude.	1 à 5 millions de personnes en plus souffrant de malnutrition (si l'effet fertilisant du carbone dans les sols diminue).	Jusqu'à 170 millions de personnes en plus menacées par la submersion des zones côtières.	20 % à 50 % des espèces menacées d'extinction. Déclin avancé de la forêt amazonienne.	Risque croissant d'événements imprévisibles dans les courants atmosphériques (moussons...).
4°	Diminution de 30 % à 50 % des ressources en eau en Afrique australe et en Méditerranée.	Perte de rendements de 15 % à 35 % en Afrique et cessation de production dans certaines régions (Australie...).	80 millions de personnes supplémentaires exposées à la malaria en Afrique.	Jusqu'à 300 millions de personnes en plus menacées par la hausse du niveau des océans.	Disparition de la moitié de la toundra. Plus de la moitié des réserves naturelles sont incapables de respecter leurs objectifs de conservation.	Risque croissant de l'effondrement de la couche de glace dans l'Antarctique Ouest (doit une hausse supplémentaire du niveau des océans).
5°	Fonte des glaciers dans l'Himalaya affectant 1/4 de la population chinoise et plusieurs millions d'Indiens.	Augmentation continue de l'acidité océanique menaçant les écosystèmes marins et les ressources halieutiques.		Graves menaces sur les petites îles, les zones côtières comme la Floride et des grandes villes comme New York, Londres, Tokyo.		Risque croissant d'une rupture dans la circulation thermohaline dans l'océan Atlantique.
6°	Les modèles actuels sont incapables de rendre compte des effets dévastateurs d'une telle hausse des températures.					

Source : Stern [2006]

Face à ces approches qui privilégient les processus globaux et la simulation, l'analyse plus ou moins empirique de la vulnérabilité des territoires, fondée sur leurs caractéristiques et leurs dynamiques passées ou actuelles, devrait nous semble-t-il garder une place importante. Cette approche aurait l'avantage de pouvoir mobiliser des sciences humaines peu versées dans la simulation et la prospective, au premier rang desquelles la géographie, dont l'objet est l'analyse, à toutes échelles, des interactions entre nature et société et des dynamiques territoriales. Si la perspective du changement climatique s'intègre peu à peu parmi les critères de l'analyse des territoires que pratiquent les géographes aux échelles régionales et locales, rares sont encore les travaux dédiés spécifiquement à la question de la vulnérabilité face au changement climatique.

“ **Le changement climatique est à la fois un facteur important de la mondialisation, au sens le plus général du terme (pas seulement économique), et un révélateur de la persistance de la diversité et des inégalités entre territoires et sociétés.** ”

La logique de l'évaluation (« *assessment* ») de la vulnérabilité dans le cadre des États domine dans les travaux de Yohe *et al.* [2006a, 2006b] ; la vulnérabilité y est approchée à partir de la combinaison d'indicateurs quantifiés de l'« exposition » au changement climatique (augmentation de la température à l'horizon 2050 et 2100) et de la capacité d'adaptation en termes économiques et sociaux. On est encore loin d'une vision systémique de la vulnérabilité. Une autre définition de la vulnérabilité des territoires, fondée sur la confrontation de cartes de la géographie physique, de la population ou des productions agricoles, est proposée par un rapport récent [Warner *et al.*, 2009] centré sur l'identification des régions du monde susceptibles d'alimenter des migrations humaines importantes des pays du Sud vers les pays du Nord, en réponse aux effets du changement climatique. La liste des régions du monde proposée par ce travail peut légitimement sembler conventionnelle et attendue : régions asiatiques de fortes densités rurales susceptibles d'être affectées par des changements hydrologiques majeurs ; deltas surpeuplés du Nil, du Gange et du Mékong menacés à la fois par la hausse du niveau de la mer, les événements hydro-climatologiques extrêmes et la dégradation de la ressource en eau douce ; espaces ruraux de l'Afrique sahélienne et d'Amérique centrale menacés par la fragilité de leurs productions agricoles vivrières et d'exportation ; micro-États insulaires menacés de submersion. Ce travail montre cependant la légitimité des concepts et des méthodes de la géographie (analyse de données quantitatives et qualitati-

ves, cartographie, examen des forces et des logiques d'acteurs) dans l'analyse de la vulnérabilité face au changement climatique.

## BIBLIOGRAPHIE

- DOLLFUS O. (1992), « Système Terre et système Monde », *L'Espace Géographique*, n° 3, p. 223-229.
- DOLLFUS O. (1999), « Mondialisation et gaz à effet de serre », *L'Espace Géographique*, n° 1, p. 29-35.
- HOURCADE J.-C. et HALLEGATTE S. (2007), *Le Rapport Stern sur l'économie du changement climatique ; de la controverse scientifique aux enjeux pour la décision publique et privée*, rapport n° 7, Institut Véolia Environnement.
- GIEC (2007a), *Climate change 2007 : The physical science basis*, Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.
- GIEC (2007b), *Climate change 2007 : Impacts, adaptation and vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.
- PNUD (2007), *Human development report 2007/2008. Fighting climate change : Human solidarity in a divided world*. Watkins K. ed., United Nations development programme, 384 p.
- STERN N. *et al.* (2006), *The Stern review on the economics of climate change*.
- VANDERHEIDEN S. (2008), *Atmospheric justice : A political theory of climate change*, Oxford Scholarship Online.
- WARNER K., EHRHART Ch., DE SHERBININ, ADAMA S. et CHAI-ONN T. (2009), *In search of a shelter : Mapping the effects of climate change on human migration and displacement*, CARE International and CIESIN, University of Columbia, 36 p.
- YOHE G., MALONE E., BRENKERT A., SCHLESINGER M. E., MEIJ H., XING X. et LEE D. (2006a), *A synthetic assessment of the global distribution of vulnerability to climate change from the IPCC perspective that reflects exposure and adaptive capacity*, Center for international earth science information network, Palisades, NY.
- YOHE G., MALONE E., BRENKERT A., SCHLESINGER M. E., MEIJ H. et XING X (2006b), « Global distributions of vulnerability to climate change », *The Integrated Assessment Journal*, vol. 6 (3), p. 35-44.