

# Changement climatique et développement territorial

## *Climate Change and Territorial Development*

J.-P. van Ypersele<sup>1</sup>



Jean-Pascal van Ypersele — PHOTO F. DOR

Je vais essayer d'éclairer de ma perspective - avec beaucoup d'humilité car je ne suis ni urbaniste ni spécialiste de l'aménagement du territoire, ni architecte - la question qui est la vôtre ces deux jours-ci, à savoir les incidences du changement climatique sur le territoire et les réponses que celui-ci peut apporter.

Au départ, parlons du rapport du GIEC. Voici un des volumes du dernier rapport<sup>2</sup>, le quatrième, un volume de mille pages. C'est celui qui concerne la réduction d'émission de gaz à effet de serre. Deux chapitres sont particulièrement pertinents : le chapitre cinq, qui concerne les transports, et dans lequel il y a une section sur l'aménagement du territoire, et un autre chapitre sur les bâtiments et ce qu'il est possible de faire sur le même thème.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, voici un petit rappel sur le GIEC<sup>3</sup>.

Le GIEC a été créé il y a un peu plus de vingt ans pour faire, non pas des recherches, mais de l'évaluation des connaissances, au départ de la littérature scientifique, sur tout ce qui touche les changements climatiques. Le GIEC comprend trois groupes de travail : le premier sur la science des changements climatiques, le second sur les conséquences, aussi bien positives que négatives, et les stratégies d'adaptation au changement climatique qu'on ne pourra pas éviter, et le troisième sur les stratégies de réduction d'émissions. Ces travaux prennent plusieurs années. Nous avons par exemple réfléchi, au mois d'août 2010, à un rapport qui sera publié en 2014 et synthétisera les trois

<sup>1</sup> Jean-Pascal van Ypersele, un physicien spécialisé dans la simulation des changements climatiques à l'aide de modèles, s'intéresse particulièrement à l'effet des activités humaines sur le climat et vice-versa, dans une perspective interdisciplinaire. Professeur extraordinaire à l'UCL et Membre de l'Académie royale de Belgique, il est Vice-président du GIEC ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)) depuis 2008. Il préside également le Groupe de travail « Energie et climat » du Conseil fédéral du développement durable ([www.cfdd.be](http://www.cfdd.be)).

<sup>2</sup> [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/ch5.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch5.html) et [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/ch6.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch6.html)

<sup>3</sup> Le GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (ou IPCC en anglais) est un panel d'experts créé par les Nations Unies qui a publié son quatrième rapport en 2007, et a partagé la même année avec Al Gore le Prix Nobel de la Paix.

**2500+ SCIENTIFIC EXPERT REVIEWERS**  
**800+ CONTRIBUTING AUTHORS AND**  
**450+ LEAD AUTHORS FROM**  
**130+ COUNTRIES**  
**6 YEARS WORK**  
**1 REPORT**  
**2007**

Fig. 1

## Le réchauffement climatique est causé par l'accumulation de GES

Sur le fond, qui est aussi le contexte d'une bonne partie des discussions que vous avez ici - j'ai beaucoup entendu parler ce matin de gaz à effet de serre, de CO<sub>2</sub>, de pétrole, etc. - ; sur le fond, sur lequel travaille le groupe 1, la science du changement climatique, il y a quelques messages-clés qui sont évoqués rapidement ici : le réchauffement peut être considéré à l'échelle du siècle en tout cas comme sans équivoque. Il y a une grande probabilité que l'essentiel du réchauffement des cinquante dernières années soit bien dû aux émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine. S'il n'y a pas d'importantes réductions d'émissions dans les décennies qui viennent, la température risque de monter de l'ordre de un à six degrés au-dessus de la température actuelle d'ici la fin du siècle, le niveau des mers risque de monter, et toute une série d'événements extrêmes vont voir leur intensité ou leur fréquence modifiées.

La ligne noire du graphique ci-contre (Fig. 2) montre l'élévation de la température au cours des cent dernières années. La zone bleue montre le résultat de simulations qui ne tiennent compte que de facteurs naturels. La zone rose montre celles qui tiennent compte des facteurs naturels et des facteurs humains. On voit qu'après 1960 à peu près, ne tenir compte que des facteurs naturels ne permet pas de reproduire l'évolu-

tion observée, quelle que soit la zone à laquelle on s'intéresse. L'essentiel de ce réchauffement - à l'échelle humaine, non à l'échelle géologique, pour laquelle ce sont d'autres facteurs qui jouent - est clairement causé par l'accumulation de gaz à effet de serre. On voit sur ce graphique (Fig. 3) l'évolution très marquée de la concentration de CO<sub>2</sub> au cours des 800 000 dernières années : pendant 400 000 ans, la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a fluctué entre 180 et 280 unités. Nous sommes à 390 aujourd'hui. Nous nous dirigeons vers 500, 600, 700 millièmes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère si on continue à ne pas faire grand chose.

Pourquoi ? Je ne vais pas rentrer dans le détail du cycle du carbone, ce n'est pas le lieu aujourd'hui, mais il est tout de même important de se rendre compte que s'il y a des cycles naturels qui impliquent des échanges de CO<sub>2</sub> très importants, - les chiffres que vous voyez sont en milliards de tonnes de carbone échangés par an -, dans les systèmes naturels, ces flux gigantesques sont en équilibre. C'est extrêmement important car, tout ce que nous faisons, même en quantités qui sont en apparence presque négligeables par rapport aux flux naturels, déséquilibrent ces flux naturels qui étaient en équilibre. Chaque année, l'humanité envoie huit milliards de tonnes de carbone supplémentaire dans l'atmosphère (chiffres de la fin du XXe siècle). Seule la

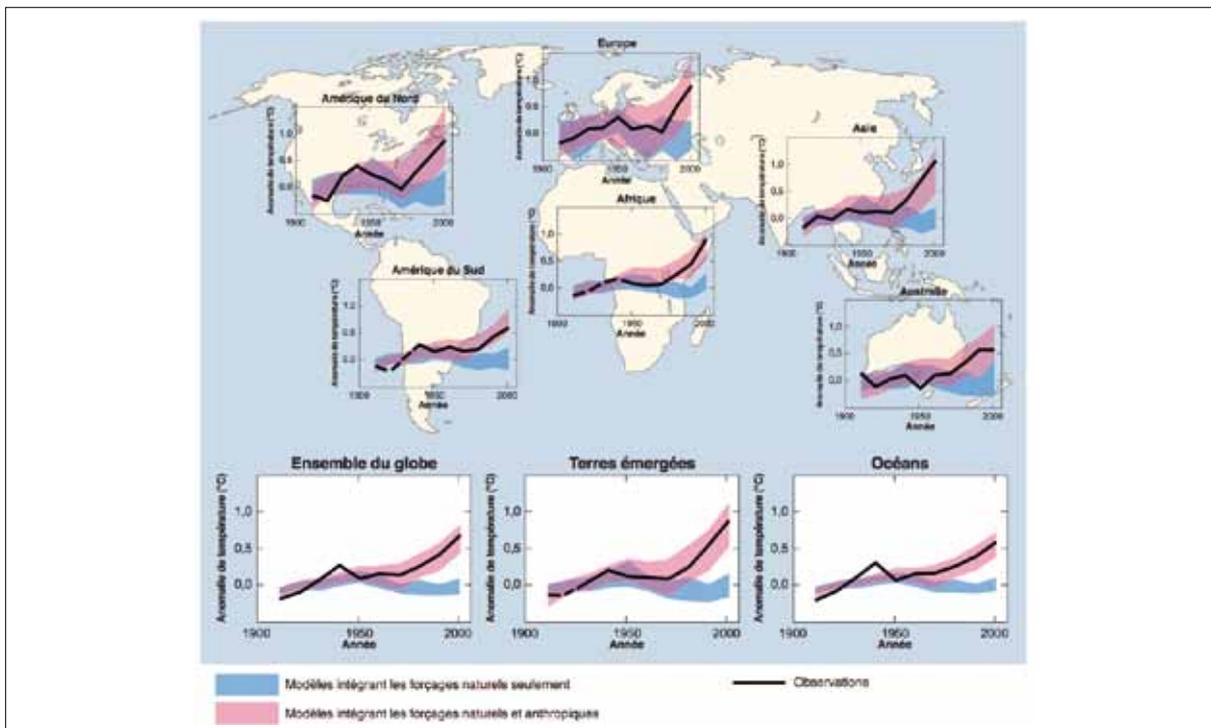


Fig. 2 Variation des températures à l'échelle du globe et des continents — SOURCE : IPCC AR4, SYR, p. 6, Fig. RID4

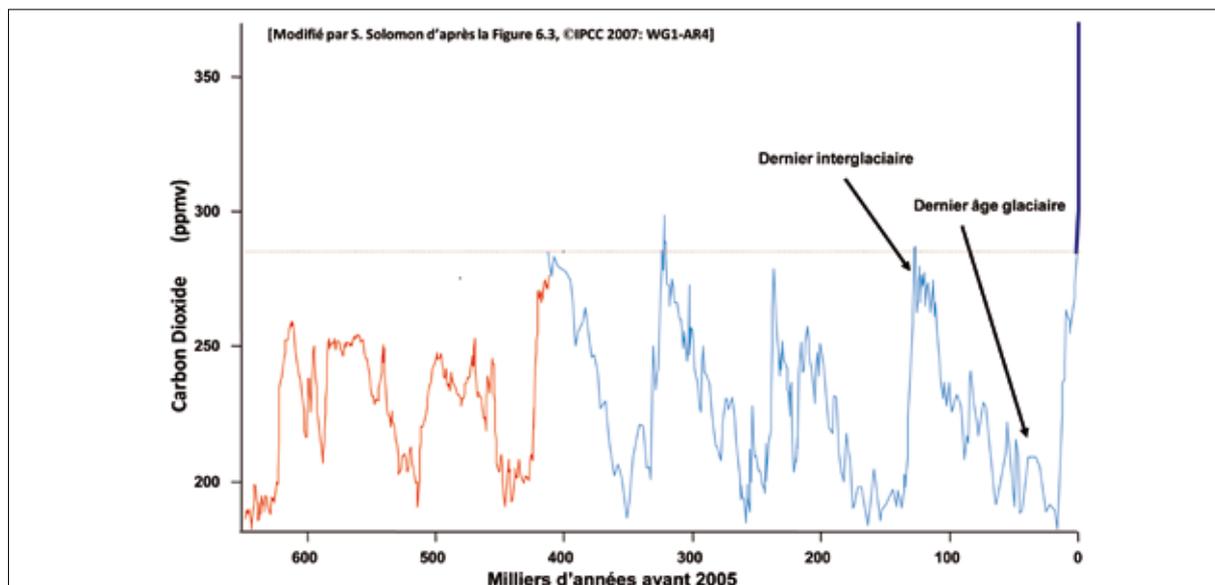


Fig. 3 Evolution de la concentration en  $\text{CO}_2$  depuis 650 000 ans. Les humains 'forcent' le système d'une manière unique. L'augmentation de la concentration en  $\text{CO}_2$  est principalement due à la combustion d'énergie fossile. Cette concentration en  $\text{CO}_2$  n'a pas été si élevée depuis plus de 500 000 ans — MODIFIÉ PAR S. SOLOMON D'APRÈS LA FIG. 6.3, IPCC AR4, WGI, CH. 6.4.1, p. 444

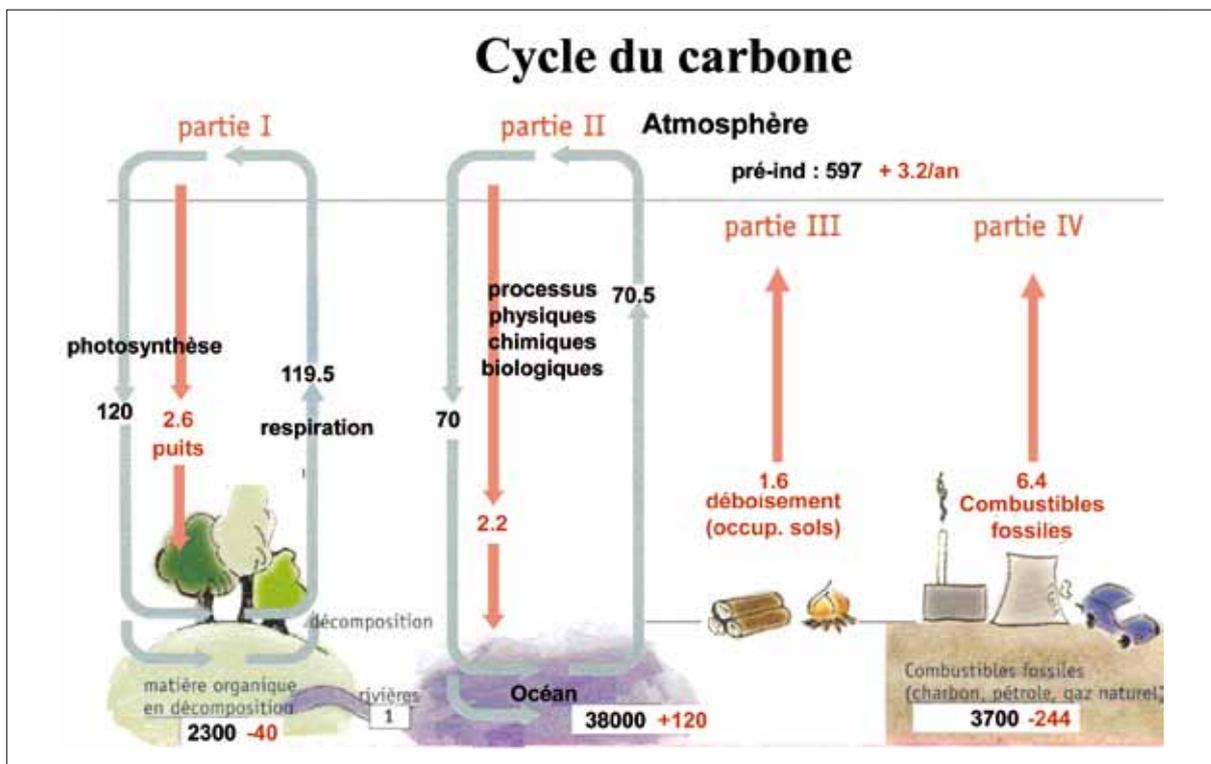


Fig. 4 Les chiffres noirs se rapportent à la situation pré-industrielle. Les chiffres rouges ajoutent la composante des flux et stocks liés aux activités humaines (Unités: GtC (milliards de tonnes de carbone) ou GtC/an). Basé sur IPCC AR4.

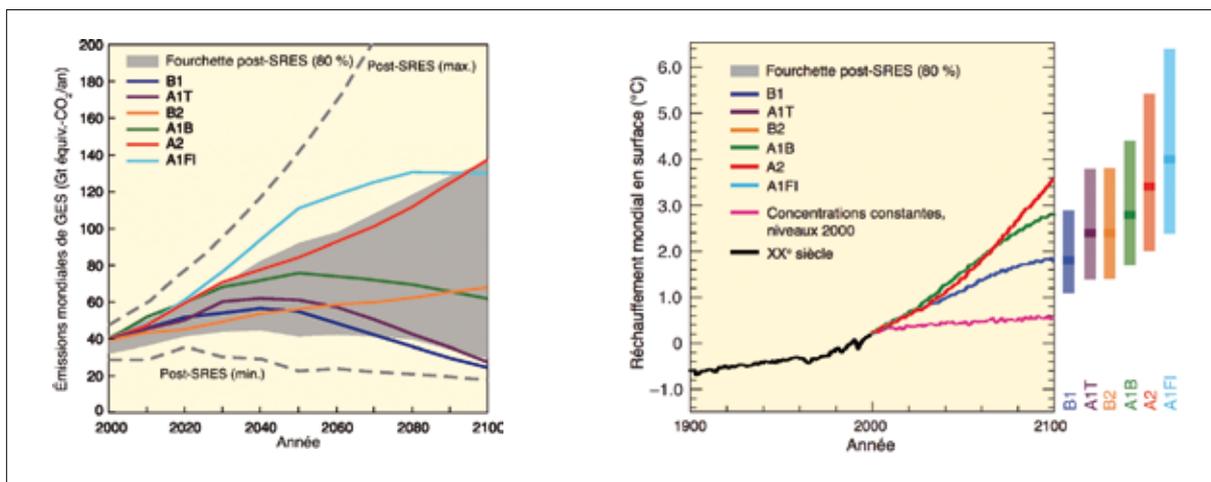


Fig. 5 Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures en surface — SOURCE : IPCC AR4, SYR, p. 7, Fig. RID5

moitié est réabsorbée, ce qui veut dire que l'autre moitié s'accumule dans l'atmosphère et cause cette augmentation de la concentration, qui elle-même piège la chaleur dans le système climatique.

Ces scénarios que l'on peut établir pour le futur ne sont pas appelés prédictions mais projections car évidemment, personne ne peut prédire sur quelle courbe

d'émission (Fig. 5, diagramme de gauche) nous allons nous situer au cours des cent prochaines années. Ce sera notamment le résultat de vos débats ici aujourd'hui. Nous trouverons-nous sur la courbe bleu foncé, la courbe bleu clair, la courbe rouge ? On ne peut le prédire : ce sera le résultat d'une multitude de choix politiques, économiques, structurels dans les décennies qui viennent.

## Les conséquences du réchauffement

Chacun de ces scénarios d'émission se projette dans une gamme d'élévation de température différente pour la fin du siècle, et il y a intérêt à se trouver dans la gamme bleu foncé plutôt que dans la gamme bleu clair. Toute une série d'évènements extrêmes voient

leurs probabilités changer, par exemple la probabilité de vagues de chaleur, l'intensité des pluies, et bien d'autres encore, que l'on ne peut tous passer en revue. Toute une série de secteurs sont potentiellement menacés par le réchauffement du climat : l'eau,

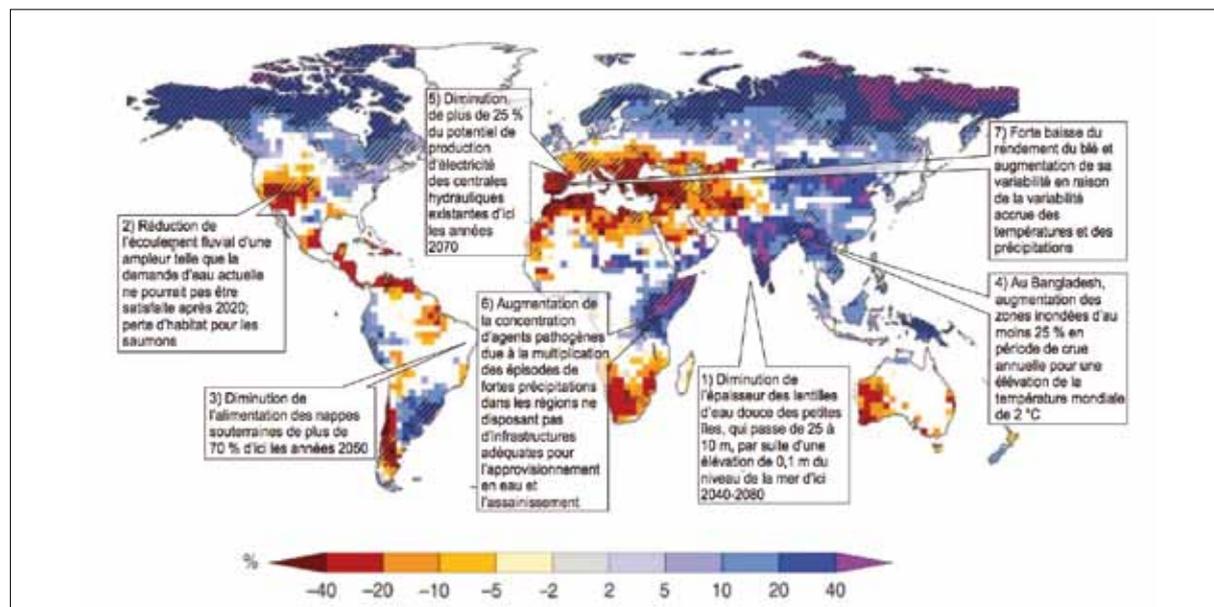


Fig. 6 Carte illustrant les incidences futures du changement climatique liées à l'eau douce, là où ces incidences représentent une menace pour le développement durable des régions touchées — SOURCE : IPCC, LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'EAU, JUIN 2008, p. 55, Fig. 3.4

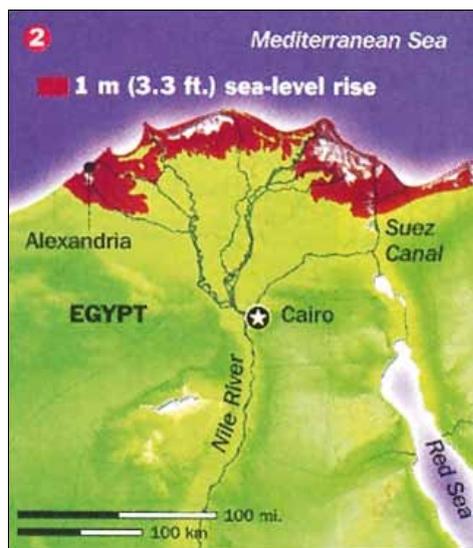


Fig. 7 Delta du Nil : dix millions de personnes vivent dans la zone marquée en rouge, située à moins d'un mètre d'altitude. SOURCE : TIME MAGAZINE, 2001

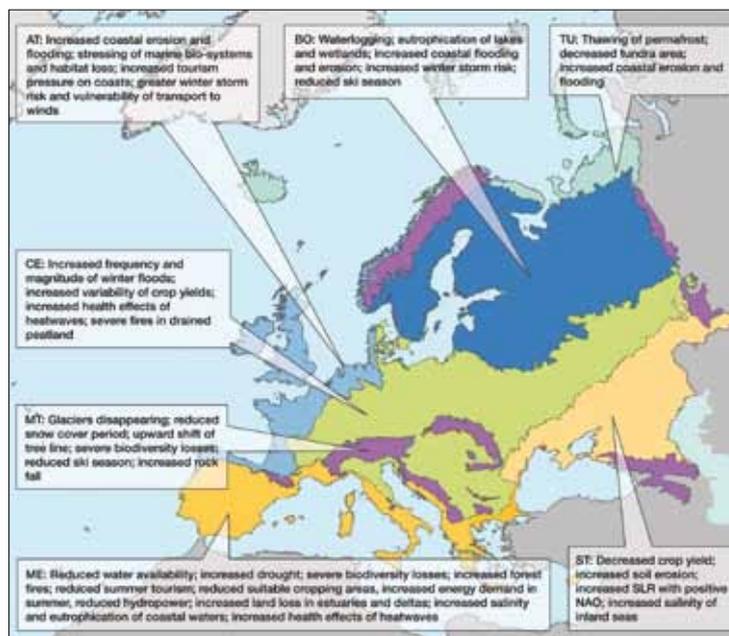


Fig. 8 Vulnérabilités principales des systèmes et des secteurs européens au changement climatique pendant le *xxi*<sup>e</sup> siècle — SOURCE : IPCC AR4, WGII, Ch. 12.4, Fig. 12.3

l'alimentation, les écosystèmes, les régions côtières (puisque le niveau des mers monte quand le climat se réchauffe), l'industrie, les établissements urbains, la société de manière générale, et la santé, avec des effets, par exemple sur les ressources en eau, qui sont très différenciés (Fig. 6) : le rouge, un assèchement, le bleu, une humidification, une élévation du niveau de la mer qui va concerner des millions de personnes... Dix millions de personnes, rien que dans le delta du Nil (Fig. 7), vivent à moins d'un mètre au-dessus du niveau de la mer. Les villes et le développement territorial de ces régions-là vont être sérieusement perturbés dans le siècle qui vient, suite simplement à cette élévation du niveau des mers qui va résulter du réchauffement du climat. Les impacts sont évidemment différenciés par régions (Fig. 8). En Europe du Nord, on s'attend à ce qu'il y ait certains aspects positifs sur l'agriculture, du moins dans un premier temps ; par contre le sud de l'Europe va connaître une série de problèmes supplémentaires, notamment suite à la température très élevée et aux effets de la sécheresse qui sera renforcée

dans ces régions. Il y a donc malheureusement une partie des changements climatiques qui est devenue inévitable ; des politiques d'adaptation vont devoir aussi se définir au niveau du territoire et des villes.

## S'adapter au réchauffement... mais aussi le contrer

Mais on ne peut pas se limiter à des politiques d'adaptation en attendant que le changement climatique se produise puisqu'on sait bien – ci-dessous un graphique qui vient du rapport du GIEC de 2001 (Fig. 9) - que plus la température monte, plus on rentre dans des zones de risques - indiquées sur le graphique par les zones de couleur qui augmentent - et l'évolution du diagnostic depuis le rapport du GIEC de 2001 est celle-ci : basé sur le rapport de 2007, pour les mêmes augmentations de température, le diagnostic s'est sérieusement aggravé en quelques années (Fig. 10 et 11). Cela a motivé la volonté de la communauté internationale de tenter de maintenir l'augmentation de la température en-des-

sous d'un certain niveau, par exemple deux degrés, qui a été beaucoup cité. Certains citent aujourd'hui un objectif plus strict encore : un degré et demi. Si on veut rester en-dessous de cette zone de deux degrés que vous voyez sur le diagramme de droite, il y a une certaine correspondance avec la concentration que l'on peut se permettre à ce niveau de température-là, et donc il y a une relation avec les émissions globales que l'on peut avoir -c'est le schéma de gauche. Pour rester dans la zone verte, légèrement au-dessus de deux degrés, il faut des émissions négatives, à l'échelle globale, avant la fin du siècle.

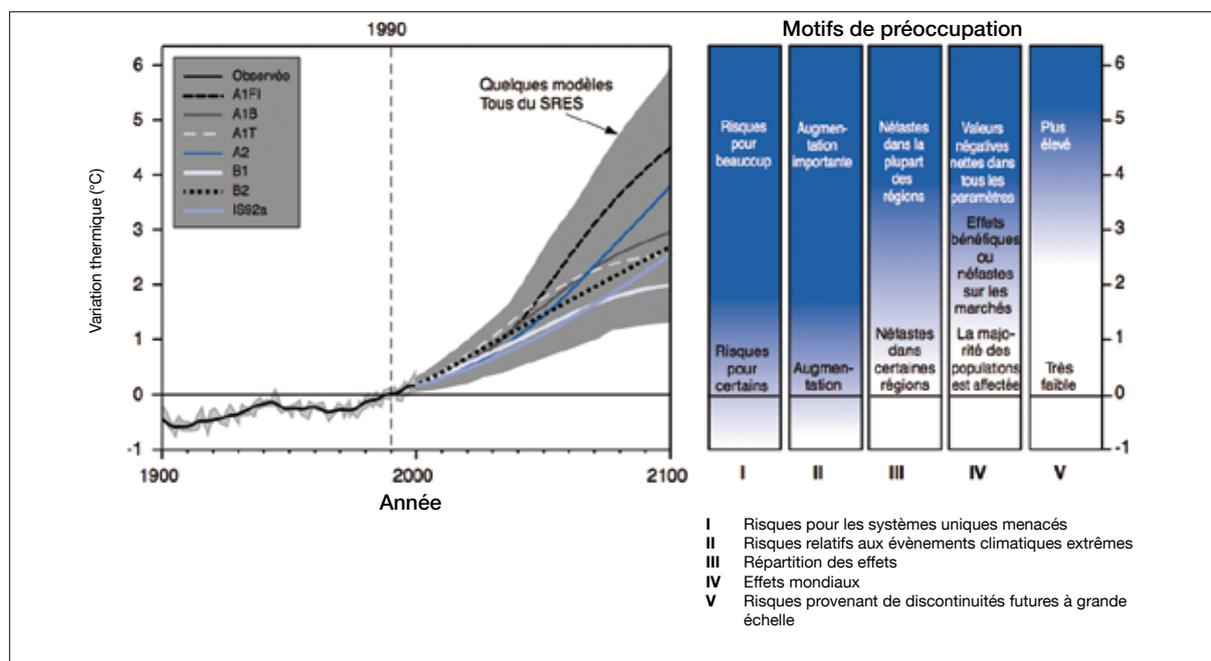


Fig. 9 Motifs de préoccupation quant aux incidences projetées des changements climatiques. Les risques d'effets nocifs de ces changements s'accroissent avec leur ampleur. La partie gauche de la figure fait apparaître les élévations de température observées par rapport à 1990 et la fourchette des estimations projetées après 1990, selon des estimations faites par le Groupe de travail I du GIEC pour des scénarios du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions. La partie droite présente des conceptualisations pour cinq motifs de préoccupation au sujet des risques causés par l'évolution du climat jusqu'en 2100 — SOURCE : IPCC TAR, WGII, SPM, p. II-6, FIG. SPM2

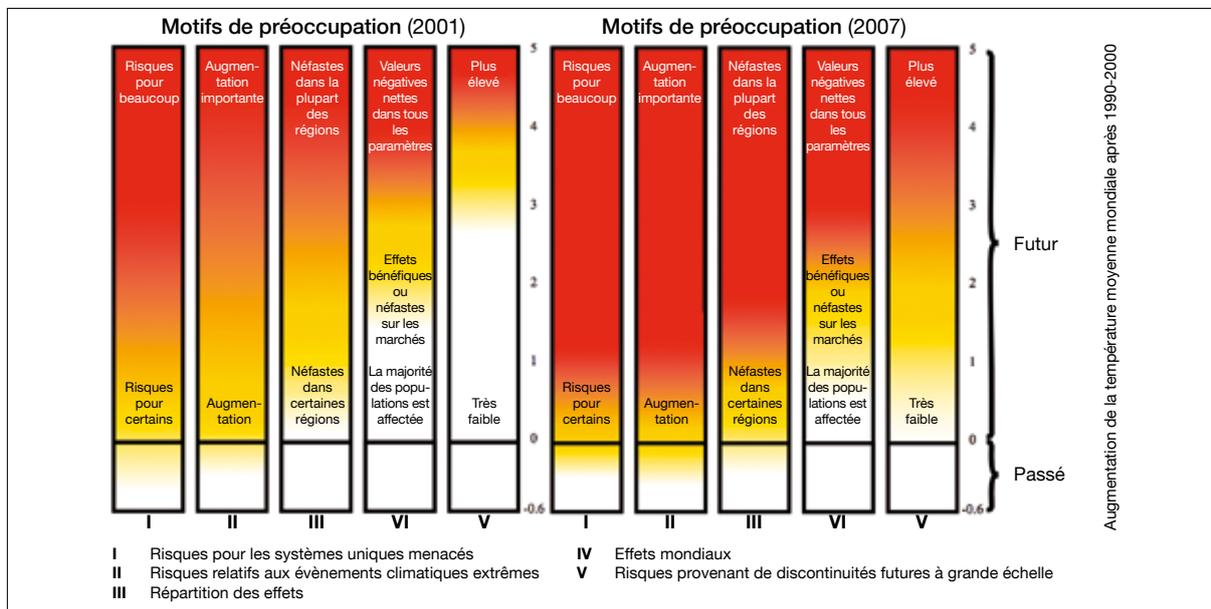


Fig. 10 (2001) et 11 (2007) : Motifs de préoccupation quant aux incidences projetées des changements climatiques 2001 comparées aux données mises à jour. Les conséquences des changements climatiques sont tracées en fonction des élévations de température moyennes globales — SOURCE : J. B. SMITH ET AL., ASSESSING DANGEROUS CLIMATE CHANGE THROUGH AN UPDATE OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) "REASONS FOR CONCERN", PNAS 2009 106 (11), PP. 4133-4137, FIG. 1 -WWW.PNAS.ORG/CGI/DOI/10.1073/PNAS.0812355106

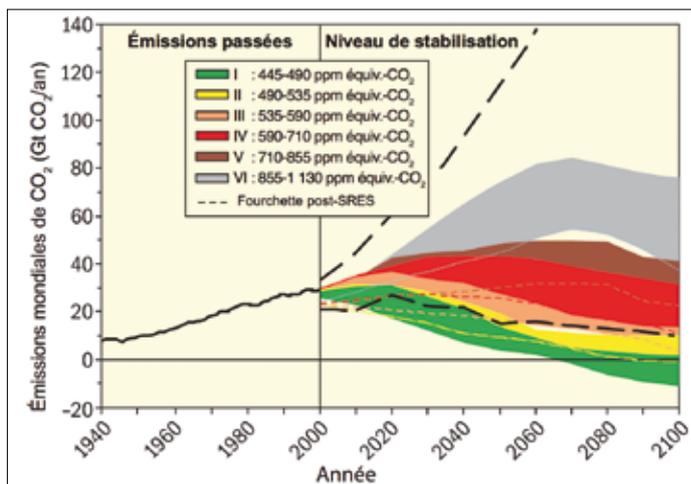


Fig. 12 Émissions mondiales de CO<sub>2</sub> entre 1940 et 2000 et fourchettes d'émissions anticipées, selon les catégories de scénarios de stabilisation, pour la période 2000-2100. SOURCE : IPCC AR4, SYR, P. 21, FIG. RID11

Le défi est donc encore plus grand que celui que le Ministre Henry indiquait tout à l'heure. On dit souvent que pour 2050, il faut des réductions de 80 à 95% dans les pays développés. Ce qu'on ne dit pas encore suffisamment, c'est que pour rester légèrement

au-dessus de deux degrés - même pas en-dessous, et je ne parle même pas d'un degré et demi - c'est à des émissions globalement négatives que l'on doit arriver si l'on veut véritablement réaliser cet objectif-là avant la fin du siècle (Fig 12).

## D'énormes potentiels de réduction

Pour ne pas rester sur cette partie un peu déprimante du rapport du GIEC, il est temps de rentrer dans ce qui ressort de ce troisième volume : les éléments de solution qu'il est possible de mettre en œuvre. La figure 13 montre le potentiel énorme qui existe dans toute une série de secteurs. Ce diagramme montre à l'horizon 2030, dans le monde entier, que l'on peut arriver à des réductions de milliards de tonnes d'équivalent/CO<sub>2</sub> (c'est-à-dire qu'on tient compte également des autres gaz à effet de serre, par an, que l'on peut éviter). Il ne s'agit pas d'émissions sectorielles mais des quantités qu'il est possible d'éviter pour les différents prix de CO<sub>2</sub> qui sont donnés par les chiffres ici. Il y a trois colonnes : la première colonne vaut si le prix de l'émission de la tonne de CO<sub>2</sub> est de vingt dollars, la deuxième pour un prix de cinquante dollars et la troisième, cent dollars. Le potentiel de réduction augmente quand ce prix augmente puisqu'il est bien connu qu'on fait plus attention à quelque chose qui coûte qu'à quelque chose qui est gratuit. Pour le moment, nous ne payons quasiment rien pour le fait d'utiliser l'atmosphère comme une grande poubelle.

Le secteur dans lequel le potentiel est le plus important, c'est le secteur des bâtiments. Le secteur dans

lequel l'effet du prix du CO<sub>2</sub> est le moins élevé est celui du transport, ce qui ne veut pas dire qu'il n'est pas possible de mettre en place des politiques dans ce domaine-là. Quand on regarde les quelques éléments qui sont cités dans ce rapport du GIEC concernant les mesures qu'il est possible de prendre dans le domaine du transport et des bâtiments, on voit que les transports publics et l'aménagement du territoire ont un rôle particulièrement important et que dans le domaine des bâtiments, l'isolation et la qualité des bâtiments sont également particulièrement importantes. Dans le domaine des transports, d'autres détails sont évoqués.

Dans son dernier rapport, le GIEC ne parle pas que des technologies qu'il est possible de mettre en œuvre, mais aussi de l'importance des changements de comportements. Encore une fois, dans les quelques exemples qu'il cite, il met l'accent sur le lien entre les comportements, l'aménagement du territoire et la disponibilité des transports publics.

Je voudrais maintenant être très spécifique en vous donnant quelques extraits-clés qui concernent l'aménagement du territoire, aux pages 366 à 368 du rapport du GIEC.

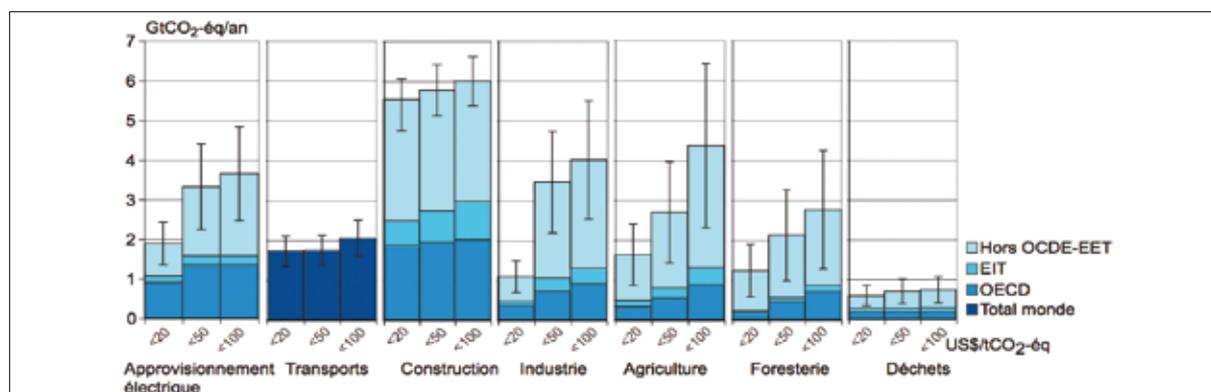


Fig. 13 Estimation du potentiel économique sectoriel d'atténuation mondiale pour différentes régions en fonction du coût du carbone en 2030, selon les études ascendantes, en comparaison avec les valeurs de références en postulées dans l'évaluation du secteur — SOURCE : IPCC AR4, WGIII, TS, p. 88, Fig. RT27

Le premier élément porte sur le fait que la quantité d'énergie que l'on utilise dans les transports urbains est déterminée par une série de facteurs, comme la localisation de l'emploi et la localisation respective des résidences. Des villes de différents niveaux de richesse et de développement peuvent avoir des niveaux d'utilisation très différents du transport motorisé, en parti-

culier privé. Le rapport du GIEC fait remarquer que la part des trajets, aux alentours de l'an 2000, qui sont réalisés par la marche, le vélo ou les transports publics est de l'ordre de 50% en Europe de l'Ouest. Un élément-clé du maintien de cette part, c'est la coordination des politiques d'aménagement du territoire et la planification des transports.

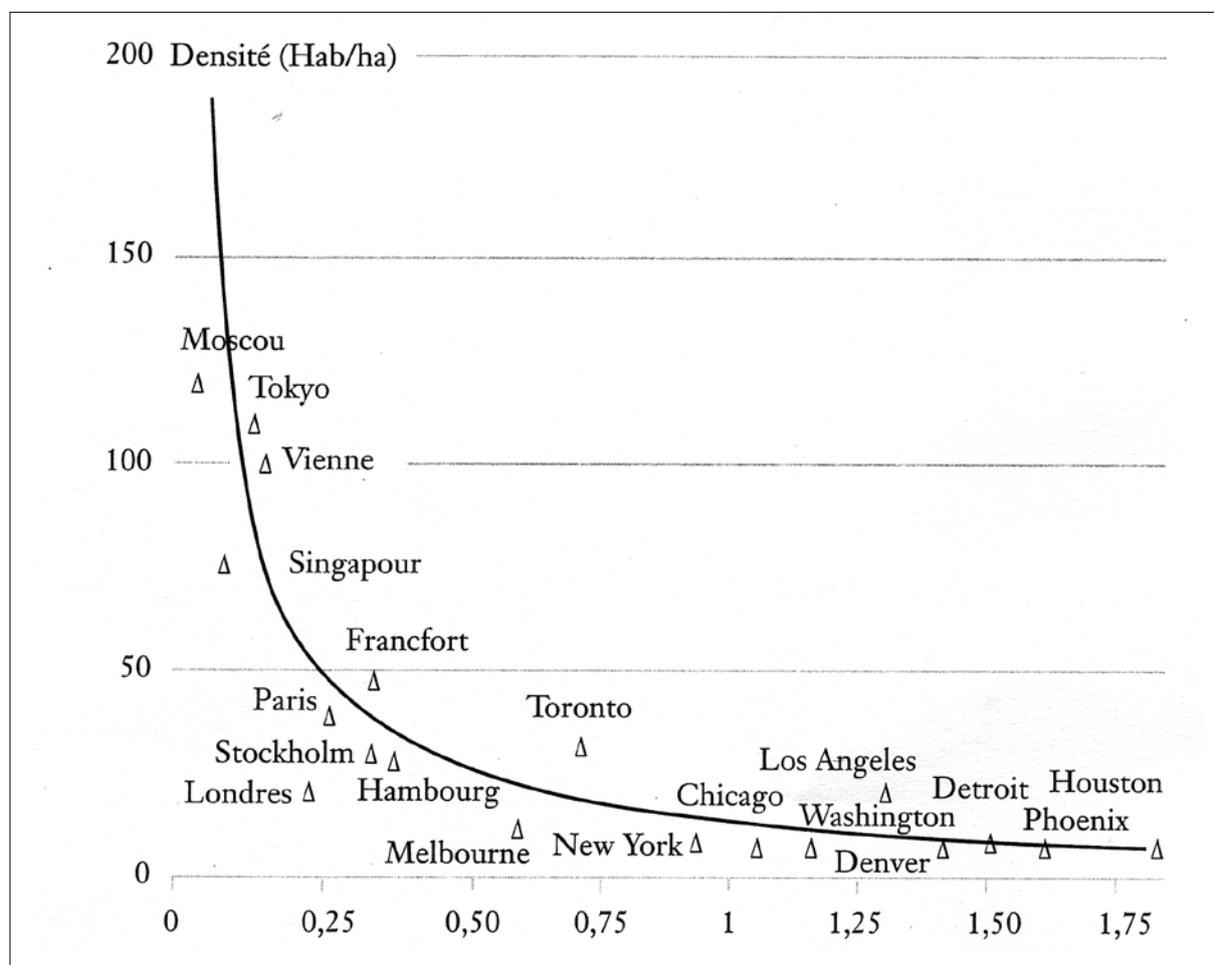


Fig. 14 Consommation Transports par habitant, tep/an — SOURCE : B. DESSUS, ÉNERGIE UN DÉFI PLANÉTAIRE, DÉBATS BELI, 1999, P. 107

## Des politiques locales et différenciées

Voici un autre message-clef : la stratégie qui est probablement la plus importante pour réduire la motorisation privée, c'est le renforcement des institutions locales, particulièrement dans les zones urbaines. Des exemples d'aménagement du territoire et d'organisation des transports particulièrement réussis incluent Stockholm et Portland (dans l'Oregon). Ce sont des endroits où on a - et encore une fois, cela montre la cohérence de ce que vous faites avec le diagnostic du GIEC - couplé les utilisations mixtes du territoire et un aménagement du territoire densifié avec un accès efficace aux transports publics. Le GIEC fait cependant remarquer que la capacité de ces initiatives n'est pas toujours maximale, elle fait l'objet de débats. Par exemple, aux États-Unis, il n'est pas évident que densifier l'habitat partout, veiller à une mixité des fonctions sur le territoire, et augmenter, dans une certaine mesure, la disponibilité des transports publics soit si efficace que cela, parce que la réduction de l'utilisation des voitures semble ne devenir efficace que là où la densité est supérieure à 4000 personnes par kilomètre carré - densité rarement atteinte aux États-Unis mais souvent atteinte ailleurs. Le GIEC fait aussi remarquer que l'efficacité des politiques qui visent à substituer les transports publics aux déplacements en voiture, en particulier les bus et les trains, n'est pas si bien connue que cela ; il n'y a pas eu suffisamment d'études, il y a donc une certaine incertitude. L'étude citée dans le rapport du GIEC est une étude anglaise qui montre que le taux de diversion vers de nouvelles infrastructures urbaines faisant appel au rail est de l'ordre de 5 à 30%, ce qui est assez loin des chiffres plus élevés que l'on pourrait souhaiter.

La dernière conclusion de ce chapitre est que pour diminuer le recours aux transports privés motorisés, il faut coupler un certain nombre d'initiatives et de politiques qui touchent à différents aspects, et ne pas privilégier une seule politique. Il est donc important de réfléchir à la fois à l'amélioration des transports publics, à l'amélioration des infrastructures pour les transports non motorisés - la marche, le vélo, etc. -, à l'utilisation des instruments du marché et des instruments réglementaires - dont je n'ai pas parlé ici et qui font l'objet de la section suivante dans le chapitre sur le transport - de manière à réduire l'usage des voitures.

D'une manière générale, le GIEC insiste beaucoup sur l'importance du prix du CO<sub>2</sub> - je vous ai montré comment l'efficacité des mesures augmentait quand le prix du CO<sub>2</sub> augmentait.

J'en arrive à mes conclusions. La Terre est en train de se diriger vers un climat qu'aucun être humain, au cours des deux derniers millions d'années, n'a jamais connu, et il faudra s'adapter à la part du changement climatique que l'on ne pourra pas éviter. Ce ne sera peut-être pas si facile que cela parce qu'il n'y a aucun précédent dans l'histoire de l'Humanité - pas dans l'histoire de la Terre, mais l'histoire de l'Humanité.

Toute une série de risques significatifs des changements climatiques sont aujourd'hui associés à une augmentation de température plus faible que ce qu'on ne pensait auparavant. L'adaptation est nécessaire, mais elle a ses limites et ses coûts ; il est donc indispensable de faire les deux : l'adaptation et une réduction d'émissions très importante. Heureusement, le secteur des bâtiments et des transports offre des opportunités importantes pour réduire ces émissions. La coordination des politiques d'aménagement du territoire et des transports est très importante pour permettre le maintien et le développement d'autres types de transport non motorisés. Le renforcement des institutions locales, particulièrement dans les régions urbaines, est très important. Enfin, c'est une politique qui touche à différents aspects de la question qui s'avèrera la plus efficace.