

# Cahier PDF des Repères pour l'Avenir

<http://athois-la-terre.jimdo.com/>

N°10 – Mai 2008

## Quel avenir climatique pour notre Terre ?

**REPERES**  
**POUR L'AVENIR**  
**Lundi 5 mai, 20h**  
*Quel avenir climatique  
pour notre terre ?*

**Jean-Pascal  
van Ypersele**

Maison Culturelle d'Ath  
Athois  
le courrier

Maison Culturelle d'Ath  
Le Palace - Ath - [www.ath.be/mca](http://www.ath.be/mca) - 068/ 26 99 89

Mille mercis aux penseurs et scientifiques qui nous ont donné l'autorisation de publier leurs propos tenus à la tribune des grandes conférences athoises *Repères pour l'Avenir*.

Comme rapporteur, j'assume l'entière responsabilité des possibles imperfections de retranscription, de toilettage et d'élagage de leurs propos que la mise en forme écrite demandait. L'essentiel des présentations des conférences et des bibliographies, ainsi que la plupart des sous-titres des rapports des exposés, sont également de ma responsabilité.

Walter De Kuysche

### **Quel avenir climatique pour notre Terre ?**

A. Présentation.....	3
B. Rapport de la conférence d'Hugues Le Paige du 20 novembre 2006....	6
C. Débat avec le public .....	31
D. Bibliographie.....	38

# Quel avenir climatique pour notre Terre<sup>1</sup> ?

## A. Présentation

Docteur en sciences physiques, le plus célèbre des climatologues belges, Jean-Pascal van Ypersele est professeur de climatologie et de sciences de l'environnement à l'Institut d'astronomie et de géophysique de l'Université catholique de Louvain (UCL). Il est également vice-président du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Le professeur van Ypersele représente les services fédéraux belges de la politique scientifique lors de nombreuses conférences internationales sur les changements climatiques, tant celles du GIEC que celle de la Convention du climat<sup>2</sup>.

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat est, selon les dires du professeur van Ypersele, « *le docteur qui a diagnostiqué la fièvre planétaire* ». Pour cela, le GIEC a reçu, en même temps que l'ex-futur président américain, Al Gore, le Prix Nobel de la paix 2007. C'est un honneur que se partagent les 2.500 scientifiques du monde entier qui participent aux travaux du GIEC.

Même s'il ne saute pas immédiatement aux yeux, le lien entre le réchauffement climatique et la paix dans le monde est évident. A côté de bien d'autres risques qui frapperont tous les pays du globe, le réchauffement climatique, s'il n'est pas maîtrisé, aura de très importantes conséquences en termes de sécurité, de géopolitique et de paix.

Les changements climatiques créeront par exemple des difficultés dans l'approvisionnement en eau dans certaines régions du monde, mais aussi dans l'agriculture. Liées à l'augmentation du prix de l'énergie, les répercussions du réchauffement atmosphérique feront monter les prix des produits alimentaires et mettront en péril la sécurité alimentaire de vastes régions, particulièrement du Sud. Les changements climatiques menacent ainsi les progrès réalisés dans la lutte contre la pauvreté dans le monde. De plus, les problèmes d'approvisionnement en eau et en denrées alimen-

---

<sup>1</sup> Pour les astronomes et les géophysiciens « Terre » et « Soleil » prennent une majuscule quand on parle des astres précis qu'ils désignent ici.

<sup>2</sup> Voir [www.climate.be](http://www.climate.be), [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) et [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

taires, mais aussi les inondations de certaines contrées et la sécheresse qui s'aggravera dans d'autres, annoncent des déplacements catastrophiques de populations entières. La lutte pour les ressources et la croissance des migrations risquent d'alimenter la violence un peu partout dans le monde. Ou la communauté internationale considérera les changements climatiques comme un défi pour fédérer nos forces, ou les conflits augmenteront, prétend Théo Rombouts, le président du Conseil fédéral du développement durable.

Quant à Monsieur Jean-Pascal van Ypersele, il est de ceux qui estiment que les pays industrialisés ont contracté une « dette climatique » envers les pays du Sud. Dans le journal de la coopération belge, *Dimension 3*, de janvier 2008, le climatologue explique en substance que le CO<sub>2</sub> reste une centaine d'années dans l'atmosphère. Une grande part du CO<sub>2</sub> que nous avons dégagé depuis la révolution industrielle, depuis environ 200 ans, est toujours là. Aujourd'hui, 80 % du CO<sub>2</sub> accumulé dans l'atmosphère est originaire des pays industrialisés. Même si demain les pays du Sud émettent autant de CO<sub>2</sub> que ceux du Nord, le rapport 80 %-20 % (qui mesure la responsabilité historique des pays développés) ne variera que très légèrement au cours des 40 ans à venir. Dire qu'on réduira nos émissions quand la Chine les réduira est insensé. Même si le Sud (beaucoup plus peuplé) émettait autant que le Nord (moins peuplé), les émissions resteraient 5 fois plus importantes par habitant dans les pays développés. Il existe bien une responsabilité commune de toutes les parties du monde dans le réchauffement climatique, mais cette responsabilité est différenciée et le principe du « pollueur-payeur » doit s'appliquer tant au plan national qu'international.

Le réchauffement climatique représente une menace d'asphyxie planétaire qui serait sans commune mesure avec les séquelles humaines et financières des deux guerres mondiales. Rien de bien neuf dans cette affirmation. Cela fait deux décennies que le GIEC met en garde à ce sujet. Aujourd'hui, il est enfin simplement écouté. La communauté internationale a perdu une vingtaine d'années dans les mesures indispensables à prendre pour protéger le climat. Où se trouvent les prescripteurs politiques de décisions de grande urgence qui s'imposent ?

« *Dans dix ans, il sera trop tard* », lance Al Gore. Est-ce possible ? Est-il donc si important de s'intéresser au réchauffement climatique ? Y a-t-il vraiment de quoi s'inquiéter ? Oui ! On ne peut nier l'évidence, l'avenir de la planète est en jeu ! Les constats sont simples et alarmants et devraient conduire l'humanité à réfléchir en termes de développement durable. Un récent rapport de l'ONU confirme les dires d'Al Gore : nous ne disposons plus que de dix ans pour inverser la tendance. Et pour prendre les décisions politiques et de modes de vie que l'évolution de l'Histoire et du monde commande !

Si l'Europe vient de décider en janvier 2008 de réduire d'au moins 20 % de ses émissions de gaz à effet de serre pour 2020 par rapport au niveau

d'émission de 1990, elle demeure largement en deçà de l'exigence scientifique qui prescrit une réduction de 25 à 40 % pour cette date.

Il y a des efforts considérables à initier d'urgence en matière d'énergies renouvelables. Mais aussi des actions volontaristes importantes à entreprendre, individuellement et collectivement, dans une multitude de domaines. Les déplacements et les transports (privés et publics), le logement, les bâtiments publics, le chauffage, l'éclairage, l'industrie, l'agriculture, le commerce, les délocalisations parfois aberrantes de productions, les modes de consommation, le respect de la nature, le recyclage, la gestion des déchets, le refus du gâchis... Tout est à repenser et à réorganiser ! L'objectif minimal étant d'éviter une augmentation moyenne des températures supérieures à 2° par rapport au niveau préindustriel. Tout cela est possible, réaliste et surtout indispensable si l'on ne veut pas l'asphyxie planétaire.

Pour Jean-Pascal van Ypersele, les politiques menées dans certains pays du Nord de l'Europe devraient davantage nous inspirer et animer toute la communauté internationale. En effet, beaucoup de décideurs politiques y voient la lutte contre les changements climatiques comme une opportunité et pas comme une contrainte. Et plusieurs des plus grandes entreprises partagent cet avis. Plutôt que de passer du temps à essayer d'affaiblir ou de contourner les objectifs minima qui s'imposent, il vaudrait mieux se retrousser les manches. Car il s'agit de réduire drastiquement notre dépendance aux combustibles fossiles et nucléaires et de préparer la transition vers une économie réellement durable.

Désormais, le critère du développement humain ne peut plus être seulement la performance économique (mesurée par le Produit Intérieur Brut, le fameux PIB) mais doit être tout autant la performance écologique (évaluée par le respect de la nature) et la performance sociale (estimée par le partage du bien-être entre tous) affirment un nombre croissant de voix à travers le monde. Il en va d'une chose simple mais essentielle : de la sauvegarde de la qualité de vie de notre génération et des générations futures. Quel chantier exaltant ! Pour toute l'humanité !

La difficulté technique et scientifique de la retranscription de l'exposé qui suit et le fait que nous ne puissions en reproduire tous les schémas et graphiques qui ont été utilisés durant la conférence, pourrait rebuter l'un ou l'autre lecteur<sup>3</sup>. Si tel devait être le cas, on peut rapidement passer les paragraphes les plus hermétiques sans que la compréhension de l'ensemble en soit affectée.

---

<sup>3</sup> La présentation de Jean-Pascal van Ypersele à Ath est disponible sur <ftp://ftp.astr.ucl.ac.be/vanyyp/Powerpoint%20presentations/>

## B. Rapport de la conférence de Jean-Pascal van Ypersele du 5 mai 2008

Quelle est la définition du climat ? Le climat, c'est la moyenne de l'état d'un système qu'on appelle le système climatique qui est constitué non seulement de l'atmosphère mais aussi de tout ce qui interagit avec l'atmosphère à la surface la Terre : les océans, la cryosphère (qui comprend la glace et la neige), la surface des continents et tout ce qui est vivant à la surface de la Terre, la biosphère. Cette moyenne, on la calcule sur une trentaine d'années et on prend en compte la variabilité qu'il y a autour de cette moyenne pour définir le climat.

### **Qu'est-ce que le GIEC ?**

Le GIEC fête en septembre 2008 son vingtième anniversaire. C'est un groupe d'experts qui a été créé par deux agences des Nations unies, l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations unies pour l'environnement, non pas pour faire des recherches sur le climat mais pour faire l'évaluation des connaissances et des recherches publiées dans la littérature scientifique à propos du climat et en particulier à propos des changements climatiques.

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat est divisé en trois groupes de travail. Le premier sur les aspects climatologiques, sur la physique du climat. Le deuxième sur les impacts et les stratégies d'adaptation par rapport aux changements climatiques. Le troisième à propos des éléments de solutions dans les domaines technique, économique et politique.

Le GIEC publie tous les cinq ou six ans un rapport d'évaluation. Trois fois mille pages ; à peu près mille pages par groupe de travail. Le dernier a été publié en 2007 et je me baserai principalement sur ce dernier rapport dont le contenu se trouve intégralement sur Internet ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

### **L'essentiel des mauvaises nouvelles**

Comme j'ai beaucoup de choses à vous dire, je vais commencer par un petit résumé pour être sûr que vous ayez l'essentiel de l'information dès le départ, en tout cas pour ce qui concerne les mauvaises nouvelles. Pour ce qui est des bonnes nouvelles, je les donnerai un peu plus tard de manière à ce que nous terminions plutôt sur de bonnes nouvelles que sur un diagnostic sombre.

- Le climat se réchauffe de manière rapide. Nous avons gagné à l'échelle du globe à peu près trois quarts de degré depuis le début du vingtième siècle, en moyenne mondiale. C'est un réchauffement rapide au regard de l'histoire de la Terre. C'est maintenant assez clair, le GIEC l'a confirmé : c'est principalement à cause de notre consommation élevée d'énergie. Chaque Belge émet directement ou indirectement une douzaine de tonnes

de CO<sub>2</sub> chaque année ; quand on prend l'ensemble des émissions de la Belgique et qu'on les divise par 10 millions, c'est le chiffre auquel on arrive. Ces émissions de CO<sub>2</sub> renforcent l'effet de serre qui gouverne dans une large mesure la température à la surface de la Terre.

- Les océans et la végétation qui absorbent grosso modo jusqu'à présent une bonne moitié de nos émissions de CO<sub>2</sub> vont progressivement en absorber de moins en moins et la vitesse à laquelle le CO<sub>2</sub> va s'accumuler dans l'atmosphère va être appelée à augmenter. Les impacts deviennent de plus en plus importants. Qu'on les mesure en vies humaines ou en euros ou en écosystèmes qui sont affectés : le coût de ces impacts est en augmentation. On observe un accroissement de la fréquence des vagues de chaleur, des inondations, de toute une série d'événements climatiques extrêmes, et on a pu imputer une partie de cette évolution aux changements climatiques observés ; on s'attend à ce que dans le futur ces tendances soient prolongées et aggravées !

- Les effets sur les écosystèmes deviennent maintenant visibles et on s'attend à ce qu'ils deviennent importants dans le futur. Plus de 80 % des glaciers fondent. Ce qui ajoute de l'eau à la masse océanique et fait monter le niveau des mers. La disparition des glaciers fait aussi disparaître les archives climatiques contenues dans ces glaciers, puisqu'en creusant dans les glaciers on peut reconstituer une partie de l'histoire climatique de la Terre. Et, plus grave, la disparition des glaciers dans des pays comme le Pérou, pour prendre un exemple, ou sur les contreforts de l'Himalaya, fait disparaître les châteaux d'eau qu'ils constituent, les réservoirs d'eau pour des villes entières qui comptent sur la fonte lente de ces glaciers pour avoir de l'eau tout au long de l'année, puisque dans ces pays il ne pleut pas forcément comme en Belgique, à peu près tous les jours.

- Le niveau des mers monte. Déjà 20 cm au cours du 20<sup>e</sup> siècle. Le facteur principal de cette augmentation du niveau de la mer est jusqu'à présent simplement la dilatation de l'eau. Quand on chauffe de l'eau, elle prend un petit peu plus de volume et c'est la première raison pour laquelle le niveau des mers augmente ; la deuxième, c'est la fonte des glaciers. Plus tard, on s'attend à ce que la fonte des grandes calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique vienne ajouter des quantités importantes d'eau, faisant monter bien davantage le niveau des mers.

- Le Groenland justement, et une partie de l'Antarctique, la pointe qui se dirige vers l'Amérique du Sud, qu'on appelle la péninsule Antarctique, sont en train de fondre plus rapidement que ce que l'on pensait il y a quelques années.

- En ce qui concerne le climat du futur, pour lequel il est possible de faire des projections à l'aide de modèles et sur la base de scénarios et d'hypothèses sur la manière dont nous allons émettre des gaz à effet de serre et des gaz polluants dans les décennies à venir, on s'attend à ce que d'ici à la fin de ce siècle la température moyenne mondiale ait augmenté de l'ordre de 1 à 6,5 degrés, avec une augmentation du niveau des

mers de 20 à 60 cm au minimum. A plus long terme, à cause de cette fonte du Groenland et d'une partie de l'Antarctique, on s'attend à ce que le niveau des mers monte de 5 à 10 mètres, peut-être plus, au cours des mille ans qui viennent.

- Le protocole de Kyoto est un accord important mais qui est tout à fait insuffisant parce qu'il faudrait arriver à réduire les émissions mondiales de l'ordre de 70 à 90 % d'ici la fin du siècle si l'on veut empêcher les pires impacts des changements climatiques. Nous avons, avec les changements climatiques, un problème qui est réellement un problème de long terme, qui est difficile à gérer, aussi bien par les citoyens que par les acteurs économiques ou que par les décideurs politiques, qui ont bien souvent comme échelle de temps le prochain bilan financier pour les acteurs économiques, la prochaine élection pour les décideurs politiques. Il est donc difficile d'intégrer la gestion de ce problème de long terme dans la vie à plus court terme à laquelle on est habitué.

- Une des raisons pour lesquelles le GIEC a obtenu le Prix Nobel de la paix l'an dernier, c'est parce qu'on se rend compte de plus en plus, et le comité Nobel a attiré l'attention sur ce point, que les changements climatiques risquent d'aggraver bien des tensions géopolitiques autour, par exemple, de la disponibilité de ressources aussi essentielles que l'eau ou la nourriture. Les changements climatiques sont un facteur de non-paix, ce qui est une raison de plus pour essayer d'en limiter l'ampleur.

### **L'illustration des points noirs**

Venons-en à l'illustration de ces principaux points avec une série de graphiques qui, pour la plupart mais pas tous, sont extraits du dernier rapport du GIEC.

Voici trois graphiques [à l'écran<sup>4</sup>] qui montrent l'évolution de trois variables importantes au cours des 150 dernières années. Le graphique du dessus montre l'évolution de la température, avec ce gain de trois quarts de degré depuis une centaine d'années et un mouvement assez uniforme au cours des cinquante dernières années en particulier. Le deuxième montre l'évolution du niveau des mers au cours des 150 dernières années et cette augmentation d'une vingtaine de centimètres pour les 100 dernières années. Le dernier vous montre l'évolution de la couverture de neige dans l'hémisphère nord, avec la chute importante qui se chiffre en millions de kilomètres carrés de la surface recouverte par la neige, particulièrement au cours des 40 dernières années.

Comment fonctionne le système climatique ? Si vous voulez, c'est une grande machine thermique qui est alimentée en énergie par l'extérieur, le Soleil, qui nous fournit un flux d'énergie absolument extraordinaire. Au sommet de l'atmosphère, sur un mètre carré perpendiculaire aux rayons

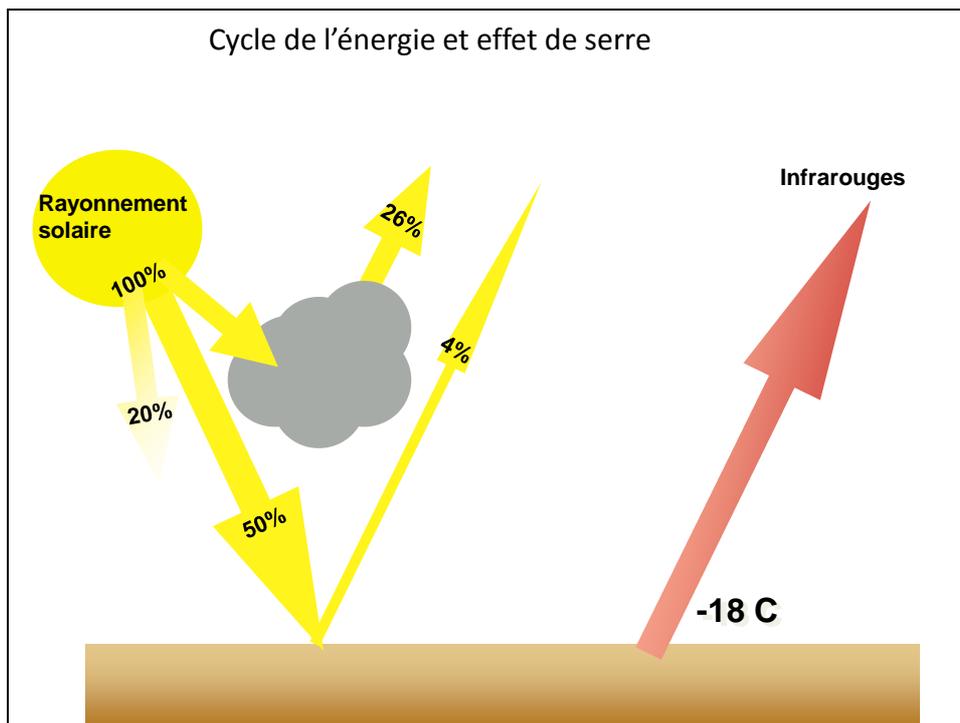
---

<sup>4</sup> Ndlr : Pour les graphiques, nous reportons le lecteur au site mentionné en note 13 et aux différents sites Internet (tapez « GIEC » dans le moteur de recherche), notamment le site <http://www.ipcc.ch/languages/french.htm>

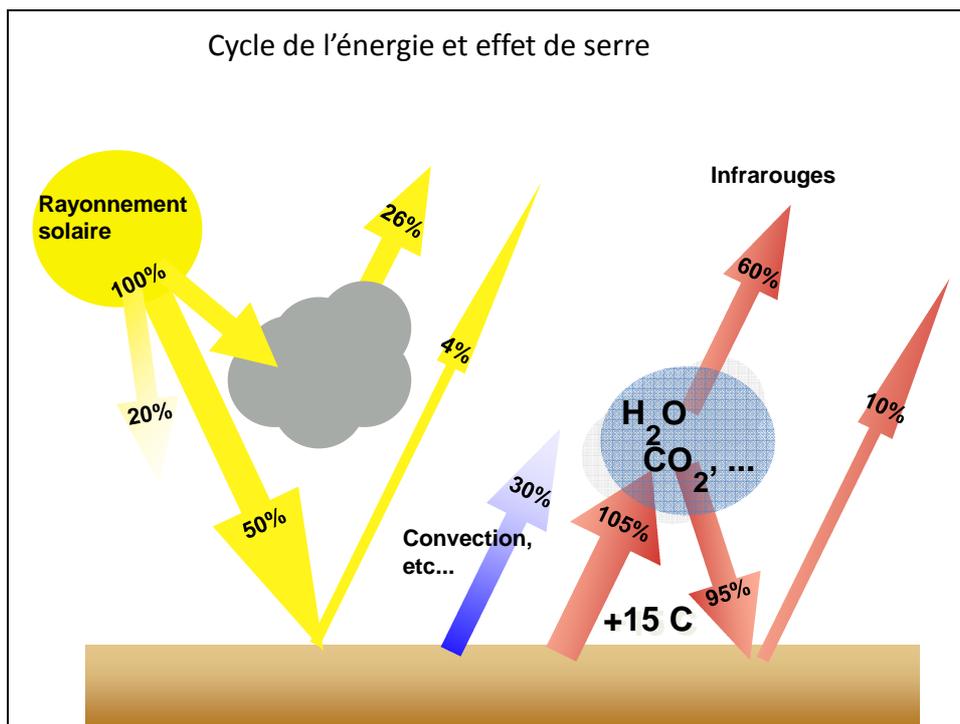
du Soleil, chaque mètre carré reçoit de l'ordre de 1.400 watts. Ce sont des unités physiques qui vous semblent peut-être étranges mais que vous connaissez, parce que vous savez probablement ce que représente le flux de chaleur qui émane d'un petit chauffage soufflant dans une salle de bain. C'est généralement un flux de l'ordre de 1.000 à 2.000 watts. Eh bien, le Soleil nous fournit au sommet de l'atmosphère, sur chaque mètre carré, un flux aussi important. C'est donc une quantité d'énergie absolument considérable, qui vient alimenter toute cette dynamique des fluides complexes qui concernent l'atmosphère, mais aussi l'océan et la glace à la surface de la Terre. Dynamique qui est d'autant plus complexe qu'elle se produit sur une sphère qui est en rotation, ce qui complique les mouvements. Un élément très important est que la Terre est recouverte à raison de 70 % par les océans, qui ont une inertie thermique très grande, qui réagissent donc très lentement au chauffage ou au refroidissement et qui ralentissent l'évolution du climat par rapport à une perturbation.

Il y a autour de notre planète une atmosphère qui est très fine par rapport au rayon de la Terre et qui est constituée principalement d'azote et d'oxygène, mais aussi de toute une série de gaz qui y sont en très faibles quantités, dont la vapeur d'eau et le CO<sub>2</sub>, qui sont des gaz à effet de serre particulièrement importants.

L'effet de serre renforce le chauffage qui est fourni au départ par le Soleil. Grâce à l'effet de serre, la vie a pu se développer. Sans effet de serre il ferait beaucoup plus froid à la surface de la Terre. Le problème, ce n'est pas l'effet de serre, c'est l'excès d'effet de serre. Enfin, le CO<sub>2</sub>, ce gaz très important qui intervient dans l'accroissement de l'effet de serre d'origine humaine, circule dans le système climatique et fait partie de grands cycles bio-géo-chimiques.



Sans effet de serre, voici comment l'énergie circule dans cette machine thermique [schéma ci-dessus)]. Vous avez au sommet de l'atmosphère 100 % du rayonnement solaire : ce sont 1.400 watts par mètre carré disponibles au sommet de l'atmosphère. Grosso modo, la moitié de cette énergie arrive à la surface de la Terre, l'autre moitié est soit absorbée dans l'atmosphère soit réfléchiée dans l'espace et donc perdue pour le système climatique. La moitié qui réchauffe la surface, lui donne une température de l'ordre de moins 18°, s'il n'y a pas de gaz à effet de serre. C'est la température qui équilibre le rayonnement solaire reçu, qui est représenté sur la gauche du diagramme, et le rayonnement infrarouge, ce rayonnement invisible qui est réémis par la Terre vers l'espace, pour se refroidir. L'équilibre entre ce qui est reçu du Soleil et ce qui est réémis sous forme de rayonnement invisible, sous forme de chaleur, par la Terre vers l'espace, conduit la température, en l'absence de gaz à effet de serre, à moins 18° Celsius. C'est ce qu'on a pu calculer et nous ne serions probablement pas là pour en parler s'il n'y avait pas de gaz à effet de serre, s'il n'y avait pas dans l'atmosphère cette vapeur d'eau très importante, c'est le premier gaz à effet de serre naturel, mais aussi ce CO<sub>2</sub> qui est présent naturellement dans l'atmosphère, mais qui est à présent perturbé par les activités humaines puisque les quantités de CO<sub>2</sub> ont fortement augmenté dans l'atmosphère depuis la révolution industrielle.

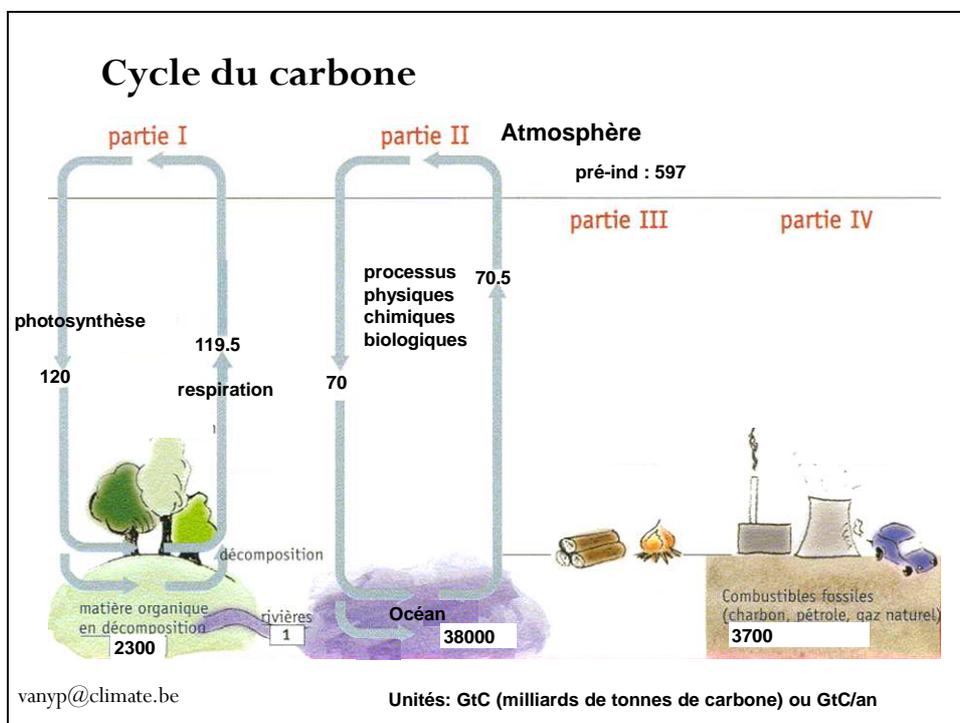


Comme vous avez pu le voir sur le schéma, l'essentiel du rayonnement infrarouge qui était simplement envoyé vers l'espace en l'absence de gaz à effet de serre, est capturé et réémis vers la surface de la Terre par ces gaz à effet de serre. C'est une sorte de « piégeage » de la chaleur et la température d'équilibre est alors, au lieu de moins 18°, de plus 15° Celsius, soit 33° de plus. Température qui a permis à la vie de se développer.

On comprend ainsi intuitivement que si on rajoute des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, on épaissit en quelque sorte la couverture qui garde la chaleur au voisinage de la surface, et le climat ne peut que se réchauffer en dessous de cette couverture (et se refroidir au-dessus mais on ne va pas parler de cela cette fois). C'est le problème auquel nous faisons face maintenant, puisque cette couverture, en ce qui concerne le CO<sub>2</sub>, s'est épaissie de 30 % depuis la révolution industrielle.

Voici les quantités de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au cours des 10.000 dernières années [schéma à l'écran]. Vous voyez que cette concentration, ce pourcentage du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, exprimé en millionnièmes d'atmosphère, est resté pendant quasiment 9.800 ans entre 250 et 280 millionnièmes d'atmosphère et que depuis 200 ans la quantité de CO<sub>2</sub> a fortement augmenté suite à la combustion massive des combustibles fossiles, depuis la révolution industrielle. Le charbon d'abord, le pétrole, le gaz naturel ensuite. Et aussi suite au déboisement, notamment des forêts tropicales, mais plus généralement de l'ensemble des forêts qui ont été déboisées à la surface de la Terre et qui ont contribué à peu près à 25 % des émissions humaines de CO<sub>2</sub> jusqu'à présent.

Je voudrais maintenant vous montrer comment le carbone et le CO<sub>2</sub> circulent dans le système climatique. C'est très utile pour comprendre une caractéristique très importante du problème qui est sur la table : l'inertie du cycle du carbone et l'accumulation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, qui rend très lente la réponse du système climatique aux mesures que l'on peut prendre pour le protéger.

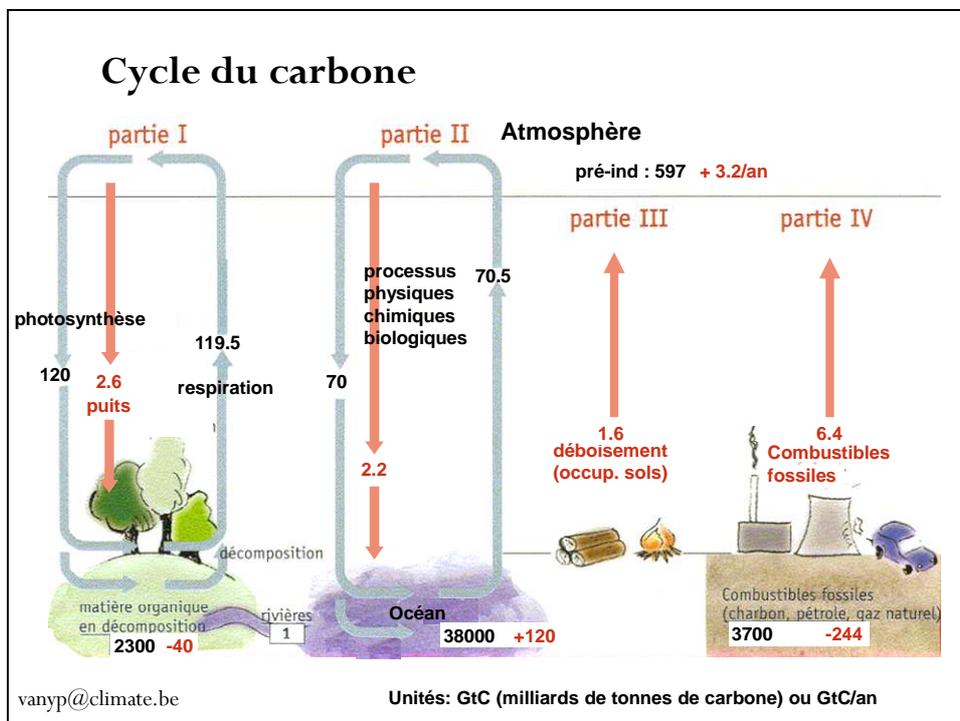


Avant la perturbation par les activités humaines, il n'y avait que deux grandes boucles [schéma ci-dessus]. Une entre l'atmosphère qui contient au départ près de 600 milliards de tonnes de carbone sous la forme de

CO<sub>2</sub> (tous les chiffres qui sont donnés ici sont des milliards de tonnes de carbone sous la forme de CO<sub>2</sub> ; pour avoir une unité qui permet les comparaisons, on a utilisé des tonnes de carbone dans tous les cas) et la végétation qui émet dans l'atmosphère à peu près 120 milliards de tonnes de carbone chaque année par décomposition de la matière organique morte et par la respiration des plantes et des arbres . Et inversement, la photosynthèse (le processus par lequel les plantes absorbent du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère pour fabriquer leurs branches, leurs racines, leurs feuilles, leur biomasse, en rejetant de l'oxygène), la photosynthèse absorbe à peu près la même quantité : 120 milliards de carbone chaque année. Ces deux flux sont donc quasiment en équilibre, ce qui veut dire que même s'ils sont très importants, la quantité de carbone, de CO<sub>2</sub> si vous voulez, dans l'atmosphère n'est pas affectée par ces flux très importants entre la végétation et l'atmosphère puisqu'ils se compensent.

Une autre boucle qui est aussi quasiment équilibrée, c'est celle qui concerne les échanges entre l'océan et l'atmosphère [schéma à l'écran]. Dans les régions océaniques chaudes, on a l'émission d'à peu près 70 milliards de tonnes de carbone par an ; dans les régions océaniques froides, l'absorption d'à peu près la même quantité. Encore une fois, les deux sont équilibrées et cela n'affecte pas la quantité de carbone dans l'atmosphère.

### Quand les activités humaines perturbent l'équilibre naturel



Mais voilà que les activités humaines viennent perturber cet équilibre naturel, puisque chaque année nous émettons, par la combustion des combustibles fossiles, de l'ordre de 6,5 milliards de tonnes de carbone et par le déboisement de l'ordre de 1,5 milliard. Total des deux : 8 milliards de tonnes de carbone qui sont émis vers l'atmosphère chaque année. Et con-

trairement aux systèmes naturels, nous ne nous occupons pas d'en réabsorber ne fût-ce qu'une partie. Ce sont en fait les systèmes naturels qui prennent pour eux, à raison de 2,2 milliards de tonnes pour les océans et de 2,6 milliards de tonnes pour la végétation. Total : 4,8 milliards de tonnes sur les 8 milliards que nous émettons. Ces systèmes naturels réabsorbent donc un peu plus de la moitié de ce que nous émettons dans l'atmosphère. Heureusement pour nous, car cela veut dire dès lors qu'il n'y a « que » 3,2 milliards de tonnes de carbone par an qui viennent épaissir la couche de CO<sub>2</sub> autour de l'atmosphère.

Une des caractéristiques essentielles du problème du réchauffement climatique qui est dû à l'influence des activités humaines sur le climat, est montrée ici [schéma]. C'est une pollution qui s'accumule. Ce CO<sub>2</sub> qui est rajouté année après année dans l'atmosphère a contribué à ce que depuis la révolution industrielle, la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ait augmenté d'à peu près 30 %. Ce CO<sub>2</sub> reste très longtemps dans l'atmosphère, pour la partie qui n'est pas réabsorbée par les systèmes naturels : de l'ordre du siècle, d'une centaine d'années. L'échelle de temps du problème est très longue.

Ce que l'on comprend aussi quand on voit ce schéma, c'est que, puisque les systèmes naturels, en faisant ce qu'ils peuvent, n'absorbent que 4,8 milliards de tonnes par an, tant que nous émettons plus de 4,8 milliards de tonnes, le problème va continuer à s'aggraver. Si nous voulons, ne fût-ce que stabiliser le réchauffement du climat, éviter que le problème ne s'aggrave (cela ne veut même pas dire revenir en arrière mais simplement empêcher que la température continue à monter à l'échelle mondiale), il faut grosso modo diviser les émissions par deux. Et même plus, pour toute une série de raisons.

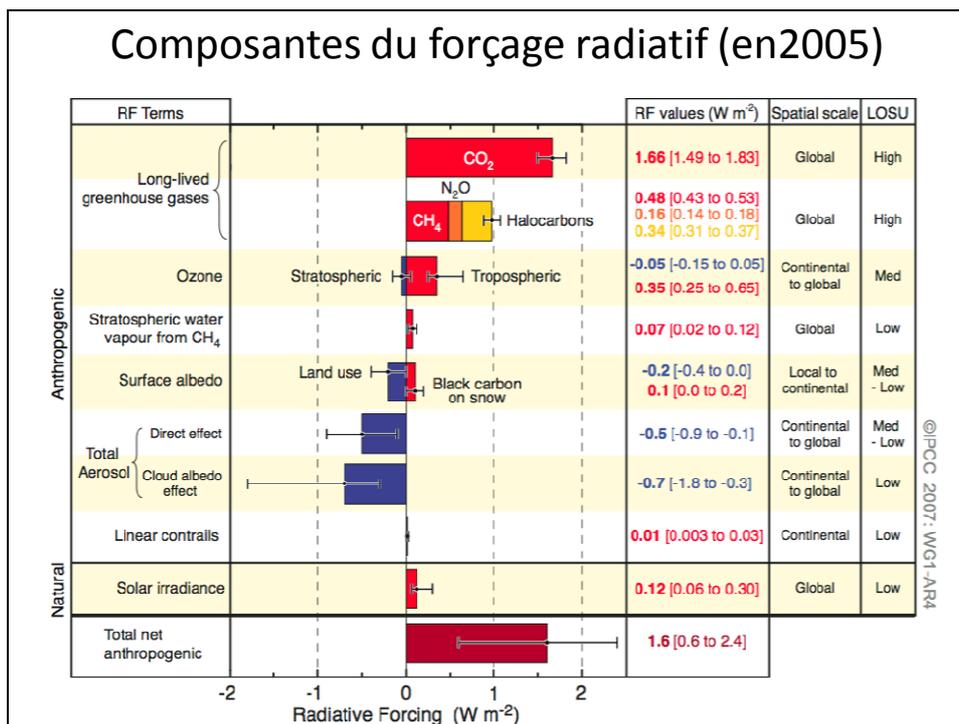
Dans le futur, on s'attend à ce que tant la végétation que les océans absorbent de moins en moins du CO<sub>2</sub> que nous émettons. Avec le déboisement, il y a de moins en moins de végétation en mesure d'absorber du CO<sub>2</sub>. D'autre part, avec le réchauffement du climat, la bonne santé de la végétation dans bien des régions est affectée et elle sera de moins en moins capable d'absorber du CO<sub>2</sub>. En ce qui concerne les océans, un des mécanismes à l'œuvre pour expliquer ce qui va se passer dans le futur, c'est que le CO<sub>2</sub> se dissout plus facilement dans l'eau froide que dans l'eau chaude ; c'est d'ailleurs dans les régions océaniques chaudes que du CO<sub>2</sub> est émis et dans les régions océaniques froides que du CO<sub>2</sub> est absorbé. Donc, plus les océans se réchauffent, moins ils pourront, c'est une loi de la chimie, absorber de CO<sub>2</sub>. Voilà pourquoi plus on avancera dans le siècle, moins les systèmes naturels, végétations et océans, vont être en mesure d'absorber une partie du CO<sub>2</sub> que nous émettons.

Si on prend un peu de recul et que l'on regarde les choses non pas sur les 10.000 dernières années mais sur les 400.000 dernières années, que l'on regarde la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, on voit [schéma] qu'elle a oscillé pour des raisons astronomiques, pour des raisons naturelles, ce sont d'autres mécanismes qui jouent à l'échelle de ce temps-là (les fac-

teurs astronomiques ne jouent pas à l'échelle du siècle). Vous voyez qu'au cours de ces 400.000 dernières années, la quantité de CO<sub>2</sub> est restée entre 180 et 280 millièmes à très peu de chose près. Depuis 200 ans, on est sorti de ce régime-là et pour le futur, suivant un scénario moyen, on risque d'arriver autour de 600, 700 ppm (parties par million), plus de deux fois la quantité préindustrielle, pratiquement trois fois. Les concentrations en CO<sub>2</sub> vers lesquelles nous allons sont sans aucun précédent au cours des deux derniers millions d'années en tout cas.

### D'où vient le CO<sub>2</sub> d'origine humaine ?

Le CO<sub>2</sub> d'origine humaine vient de la combustion de combustibles fossiles. En 1990, et les proportions n'ont pas beaucoup changé depuis, le charbon représentait 24 %, le pétrole 33 %, le gaz 18 % de l'énergie consommée dans le monde. Donc trois quarts de l'énergie mondiale provenaient des combustibles fossiles. Or, chaque fois que l'on brûle du charbon, du pétrole et du gaz naturel, de manière très simplifiée, on oxyde du carbone, on combine du carbone avec l'oxygène de l'air, ce qui dégage de la chaleur (c'est ce que l'on souhaite) mais cela dégage inévitablement aussi du CO<sub>2</sub> qui est le gaz à effet de serre d'origine humaine qui pose problème aujourd'hui.



On se demande parfois quelle est l'importance réelle du CO<sub>2</sub> par rapport aux variations de l'activité solaire, dont certains scientifiques isolés et pas toujours très compétents, disent qu'ils sont la vraie raison pour laquelle le climat s'est réchauffé. Dans le schéma [ci-dessus], mesuré en watts par mètre carré, tout ce qui se trouve à droite de cette ligne verticale représente un facteur de réchauffement et plus on se déplace vers la droite, plus le facteur de réchauffement est important. Quand on est à gauche, c'est un facteur de refroidissement. Vous voyez que le CO<sub>2</sub> représente à

lui seul l'essentiel du changement provoqué dans le système climatique depuis la révolution industrielle : 1,7 watts par mètre carré. Le méthane, un autre gaz à effet de serre, y contribue également, de même que d'autres gaz moins importants. L'ozone, que nous respirons malheureusement en été quand il y a des épisodes de pollution, contribue aussi au réchauffement du climat. Par contre, la pollution classique, les petites particules, les poussières, le dioxyde de soufre qui vient aussi de la combustion des combustibles fossiles, contribuent à un petit refroidissement qui entre parenthèse ne jouent leur rôle que tant que la pollution continue à être émise. Une grande différence entre les gaz-ci à effet de serre et cette pollution classique est que ces gaz restent des décennies dans l'atmosphère alors que cette pollution-là n'y reste que jusqu'à la prochaine pluie. Et donc, au fur et à mesure que l'on dépollue les fumées, ce qui est un mouvement bien en cours dans les pays développés et qui va suivre dans les pays en développement, ce facteur de refroidissement va probablement perdre de son importance.

Quand on fait le total des facteurs d'origine humaine, on a ceci [dernière ligne du schéma] qui est pratiquement de même ordre de grandeur que l'effet du CO<sub>2</sub>. Dans le futur, cet effet de refroidissement va progressivement disparaître. Le total, en termes de facteurs de réchauffement, va devenir encore plus important.

Par comparaison, la petite augmentation de la quantité d'énergie solaire, depuis la révolution industrielle, est montrée ici [avant-dernière ligne du schéma] dans les mêmes unités et vous voyez que c'est dix fois plus petit comme facteur de réchauffement que l'ensemble des facteurs d'origine humaine. Cela pousse le GIEC à être très affirmatif à propos du rôle des activités humaines, en particulier des émissions de gaz à effet de serre, dans le réchauffement du climat.

### **Les glaciers et les glaces de mer fondent, des espèces disparaissent**

Ce réchauffement est visible non seulement dans les températures mais aussi dans la situation des glaciers. Voici ici [photos à l'écran] un glacier tel qu'il se présentait en 1978, au Pérou, et vingt-cinq ans plus tard, même angle de vue, même focale d'objectif. Voyez à quel point il a reculé. Quand on est dans une région où les glaciers constituent la réserve d'eau, le château d'eau, c'est un recul dramatique pour les populations qui se trouvent en aval.

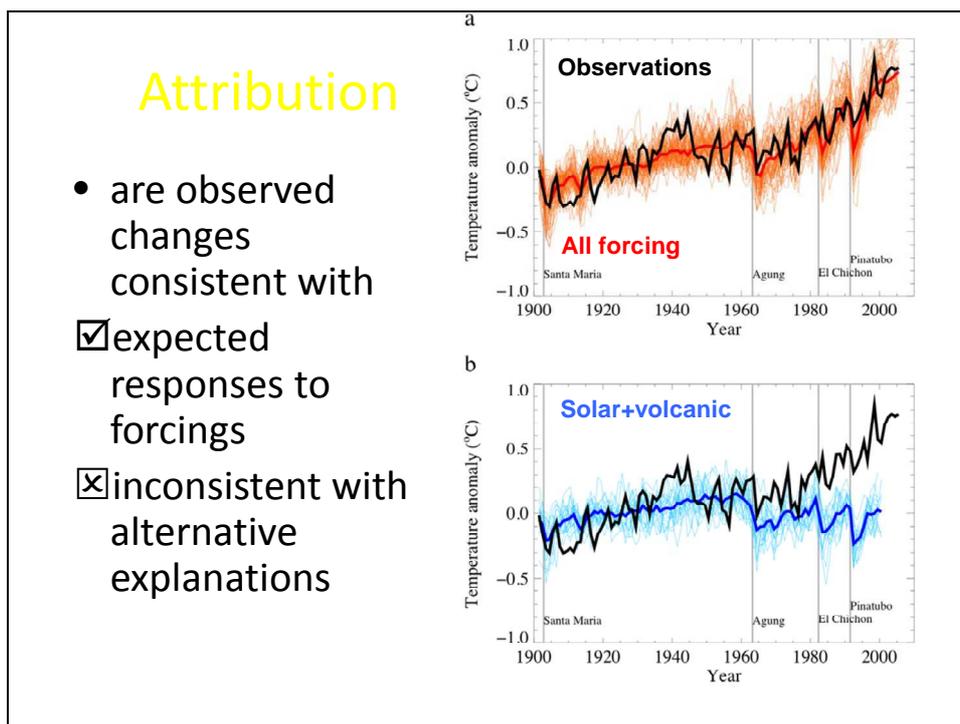
Voici une courbe qui montre la perte de l'ordre d'un million de kilomètres carrés de la surface de la glace de mer en Arctique au cours des vingt-cinq dernières années, 1978-2004. Vous comprenez pourquoi Alain Hubert a eu quelques difficultés à traverser l'Arctique récemment, puisque cette glace de mer diminue d'épaisseur et d'extension.

On a également observé la disparition d'un certain nombre d'espèces et dans certains cas précis on a réussi à montrer que c'était à cause du réchauffement du climat. C'est le cas ici du crapaud doré du Costa Rica

[photo à l'écran]. On attribue la disparition de cette espèce au réchauffement du climat, particulièrement marqué dans les montagnes du Costa Rica.

### Comment peut-on s'intéresser au climat du futur ?

Si on veut essayer non pas de prédire (prédire le climat est impossible ; on peut faire des projections du climat mais on ne peut pas le prédire. Peut-être Madame Soleil peut-elle prédire le climat, mais pas les climatologues) mais de faire des projections à propos du climat, il faut utiliser l'outil que sont les modèles climatiques. Un modèle est une représentation virtuelle, un outil de simulation, qui tourne sur de très gros ordinateurs et qui est principalement basé sur les lois de la physique, particulièrement de la physique de l'atmosphère, des océans et de la glace. On décompose le système climatique en petites boîtes [schéma à l'écran] qui sont empilées, qui communiquent chacune avec leurs voisines : de l'énergie, de la vapeur d'eau, du CO<sub>2</sub>, que sais-je ? Et on calcule d'un moment à l'autre, d'un pas de temps au suivant, l'évolution du comportement de l'ensemble de ces dizaines de milliers de petites boîtes qui représentent l'état du système climatique simulé.



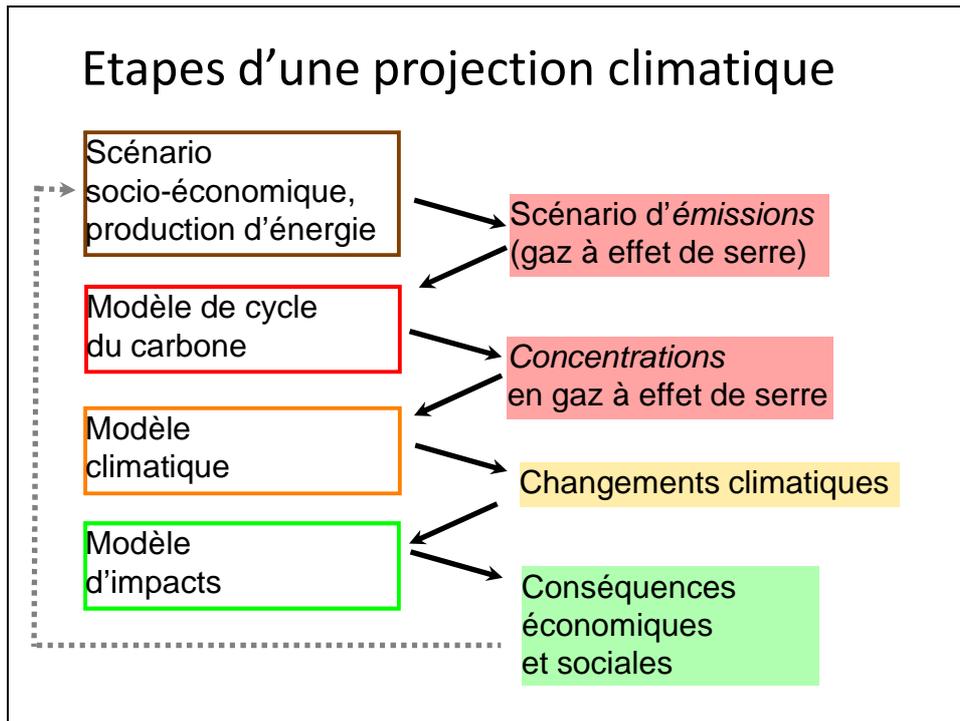
Avant d'utiliser des outils comme ceux-là pour s'intéresser au climat du futur suivant différentes hypothèses, il est utile d'essayer de valider ces modèles en les appliquant à la reconstruction, à la simulation des climats du passé. Dans les deux graphiques ci-dessus, le climat du passé, la température moyenne mondiale, est la courbe noire. Le premier graphique montre le résultat d'un ensemble de modèles climatiques alimentés, forcés, par les seuls facteurs naturels qui jouent à l'échelle du siècle, à savoir les petites fluctuations de l'activité solaire (la quantité d'énergie que nous fournit le Soleil) et les fluctuations de la transparence de l'atmosphère qui

suivent les grandes éruptions volcaniques. Vous avez quelques lignes verticales qui correspondent à chacune des grandes éruptions volcaniques des cent dernières années. Vous pouvez voir dans les températures observées qu'après chacune de ces éruptions il y a eu une baisse de température de trois ou quatre dixièmes de degré, suivant l'importance de l'éruption.

Avec ces seuls facteurs naturels, si on n'est pas trop difficile, on peut dire que jusqu'en 1960, le modèle reproduit pas trop mal, à peu près, la température observée. Mais clairement, depuis une cinquantaine d'années, le modèle climatique qui n'est alimenté que par les facteurs naturels, activité solaire et éruptions volcaniques, a tendance à montrer un refroidissement, alors que ce qui est observé, c'est un réchauffement très net. Ce n'est que quand on fait intervenir tous les facteurs de forçage, c'est-à-dire non seulement les facteurs naturels mais aussi les facteurs d'origine humaine, c'est-à-dire les gaz à effet de serre et la pollution classique, principalement cette pollution par le soufre (le SO<sub>2</sub>) qui diminue la transparence de l'atmosphère au rayonnement du Soleil, que l'on obtient la courbe rouge ici qui permet de reproduire beaucoup mieux les températures observées. C'est ce genre de simulation (ce n'est pas la seule source de confiance mais c'est une source essentielle) qui vient en appui de cette conclusion importante du dernier rapport du GIEC : *« Il est très probable que l'augmentation observée des concentrations d'origine humaine de gaz à effet de serre est responsable de l'essentiel de la hausse des températures moyennes mondiales depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle »* ! « Très probable » veut dire, dans le jargon du GIEC, qu'il y a plus de 90 % de chances que l'affirmation soit correcte. La réponse du GIEC à propos de la controverse sur l'importance du rôle des activités humaines est aujourd'hui très claire : il y a 90 % de chances que ce soient bien les gaz à effet de serre qui expliquent le réchauffement des cinquante dernières années.

Comment peut-on s'intéresser au climat du futur ? On doit le faire en se basant sur une gamme de scénarios construits sur des hypothèses relatives à la manière dont on va consommer, région par région, de l'énergie, mais aussi sur la manière dont on va produire cette énergie de façon plus ou moins propre, par l'utilisation des énergies renouvelables ou des combustibles fossiles, par exemple. On va ainsi créer un ensemble de scénarios d'émission de gaz à effet de serre.

Attention à ne pas confondre émission et concentration. Les émissions ce sont les tonnes de CO<sub>2</sub> par an que l'on émet vers l'atmosphère. C'est en fournissant des scénarios d'émissions à un modèle du cycle du carbone que l'on va pouvoir calculer les concentrations qui sont ces pourcentages de gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère. Concentrations qui sont une mesure de l'épaisseur de la couverture additionnelle de gaz à effet de serre autour de la Terre, que l'on va fournir à des modèles climatiques qui vont permettre de calculer la manière dont le climat change, suivant tel ou tel scénario et on peut alors, en aval, s'intéresser aux impacts.



Voici, au schéma ci-dessus, la chaîne d'informations que l'on a de manière simplifiée. Vous avez les émissions de CO<sub>2</sub> pour les cent prochaines années, avec une gamme de scénarios : des scénarios bas et des scénarios élevés. Vous avez ensuite ce que ces scénarios deviennent quand on les fait passer par un modèle du cycle du carbone qui permet de calculer la concentration en CO<sub>2</sub>. Vous avez également des scénarios à propos des émissions de SO<sub>2</sub>, la pollution par le dioxyde de soufre. Et les modèles climatiques permettent alors de calculer, pour chacun de ces scénarios, la manière dont la température évolue, avec une marge d'erreur et d'incertitude puisque les modèles climatiques ne sont pas encore parfaits. Avec des mailles de deux à trois cents kilomètres de côté, il est difficile de représenter parfaitement le fonctionnement de l'atmosphère avec des nuages qui font quelques dizaines de kilomètres de côté. Il y a donc une incertitude climatologique pour chacun des scénarios qui s'ajoute à une autre incertitude, l'incertitude humaine qui est liée au fait qu'il est impossible aujourd'hui de dire si l'humanité et les politiques vont devenir suffisamment raisonnables pour être plus proches de tel ou tel scénario.

Par conséquent, comme personne ne peut prédire sur quel scénario nous allons nous trouver, la combinaison de ces deux incertitudes fait que nous devons dire que la température en moyenne globale pourrait se situer au cours des cent prochaines années de ce point là [schéma à l'écran], c'est-à-dire la température la plus basse obtenue avec le modèle qui s'échauffe le moins, pour le scénario le plus bas, jusqu'à la température la plus élevée pour le scénario le plus élevé. Et vous avez alors les courbes correspondantes de l'élévation du niveau des mers, avec également une incertitude.

Le chiffre le plus bas pour le scénario le plus bas est 1,1°, tandis que le chiffre le plus élevé pour le scénario le plus élevé est 6,4°! Cela repré-

sente l'augmentation de température en moyenne globale, en 2100, par rapport à la température de 1990.

Cette courbe-ci n'est pas un scénario comme les autres [schéma à l'écran]. C'est une courbe qui vient aussi de modèles climatiques mais avec un forçage bien différent. C'est ce qui se passerait si par hypothèse, l'on maintenait artificiellement après 2000 les concentrations, l'épaisseur de la couverture de gaz à effet de serre et de pollution classique à un niveau constant pendant cent ans. Vous voyez que même si l'on faisait cela, à cause de l'inertie thermique et des océans qui n'ont pas encore atteint leur équilibre par rapport à la couverture de gaz à effet de serre que nous avons installée autour de la Terre au cours des 200 dernières années, la température monte de l'ordre de trois dixièmes de degré, sans même que l'on rajoute quoi que ce soit à la quantité de gaz à effet de serre.

Voici les mêmes résultats [schéma à l'écran] mais présentés en perspective par rapport à la température des 1.200 dernières années. Voyez à quel point nous nous dirigeons, même dans le scénario le plus bas de cette famille de scénarios, vers une température qui n'a rien de commun avec les températures observées dans le passé. Si nous allons dans le courant de ce siècle vers ne fût-ce que le scénario le plus bas, nous connaîtrons un climat que la Terre n'a plus connu depuis très longtemps.

La gamme résumée est donc de plus 1,1 à plus 6,4° Celsius pour 2100 par rapport à 1990. Les chiffres de hausse du niveau des mers vont de 18 à 59 centimètres, mais ce sont des chiffres qui ne tiennent pas compte de l'ensemble des processus et notamment de certains processus mal connus encore qui concernent les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. Autrement dit, le GIEC dit de manière un petit peu absconse que ces chiffres sont des sous-estimations de ce à quoi nous pouvons nous attendre pour le futur.

### **Les impacts des changements climatiques**

On pourrait se dire qu'après tout, si le climat se réchauffe de quelques degrés, c'est une bonne nouvelle. Nous pourrions prendre l'apéritif sur nos terrasses plus tôt et plus tard dans la saison. Où est le problème ?

Je voudrais vous montrer, pour essayer de vous faire sentir à quel point un changement de quelques degrés en moyenne globale est un changement très important à la surface de la Terre, ceci [cliché à l'écran]. C'est ce qu'un satellite qui aurait vu à travers les nuages il y a 20.000 ans lors du pic de la dernière glaciation. Vous reconnaissez l'Amérique du Nord, le Groenland, la Scandinavie, la Sibérie, le Nord de l'Europe, recouverts d'une couche de glace, non pas de quelques mètres, mais de 2 à 3.000 mètres ! Cela ne descendait pas jusqu'en Belgique mais concernait le Nord de l'Europe. Une quantité de glace tellement gigantesque que le niveau des océans était bien plus bas qu'aujourd'hui : de l'ordre de 120 mètres plus bas. Ce maximum glaciaire correspond à une température qui n'est plus froide que de 3 à 5° que celle du climat d'aujourd'hui. Ces 3 à 5°

ont été gagnés en 3.000 ans, il y a à peu près 10.000 ans lors de la déglaciation. Maintenant, on parle de faire de 1 à 6° en 100 ans ! Non seulement c'est un réchauffement très important mais c'est aussi une vitesse de réchauffement qui est bien plus grande que celle que la Terre a connue il y a 10.000 ans lors de la sortie de la dernière glaciation. Cela ne devrait-il pas faire réfléchir ?

#### Événements extrêmes (Source: IPCC WG1 AR4)

Phénomène et tendance	Probabilité qu'il y ait eu une tendance à la fin du 20 <sup>e</sup> siècle	Influence humaine sur ces tendances (probabilité)	Probabilité que la tendance se poursuive au 21 <sup>e</sup> siècle pour les scénarios SRES
<b>Journées et nuits froides plus chaudes et moins nombreuses sur la plupart des régions</b>	Très probable (> 90 %)	Probable (> 66%)	Virtuellement certain (> 99 %)
<b>Journées chaudes plus chaudes et plus fréquentes sur la plupart des régions</b>	Très probable	Probable (nuits)	Virtuellement certain
<b>Vagues de chaleur plus fréquentes sur la plupart des régions</b>	Probable (> 66 %)	Plus probable que non (> 50 %)	Très probable
<b>Événements de fortes précipitations sur la plupart des régions</b>	Probable	Plus probable que non	Très probable
<b>Accroissement de l'étendue affectée par des sécheresses</b>	Probable dans beaucoup de régions depuis 1970	Plus probable que non	Probable
<b>Accroissement de l'activité des cyclones tropicaux intenses</b>	Probable dans beaucoup de régions depuis 1970	Plus probable que non	Probable
<b>Accroissement de la fréquence des niveaux de la mer extrêmes (hors tsunamis)</b>	Probable	Plus probable que non	Probable

Il y a d'autres paramètres qui changent si le climat se réchauffe. La fréquence et l'intensité de toute une série d'événements climatiques extrêmes peuvent être affectées. On ne va pas parcourir l'ensemble du tableau ci-dessus, mais j'attire cependant votre attention sur la description des phénomènes dont on parle sur la dernière colonne qui concerne la probabilité que ces événements extrêmes deviennent soit plus fréquents soit plus intenses au cours du 21<sup>e</sup> siècle suite au réchauffement du climat.

Je vais simplement attirer l'attention sur certaines lignes importantes de ce tableau. La probabilité que les vagues de chaleur augmentent dans la plupart des régions fait qu'un été comme celui de 2003 paraîtra frais à la fin du siècle et ne sera plus quelque chose qui se produit tout à fait exceptionnellement mais qui se produit une année sur deux.

L'autre ligne importante rappelle des évènements que l'on a connus plusieurs fois chez nous au cours des dix dernières années : de fortes précipitations. Quand le climat se réchauffe, il y a davantage de vapeurs d'eau dans l'atmosphère, ce qui veut dire que quand les conditions sont réunies pour qu'il pleuve, les pluies peuvent être beaucoup plus intenses. On a observé, et on s'attend à observer bien plus dans le futur, une intensification du débit des pluies qui ont souvent pour conséquences des inondations.

Certains endroits vont souffrir davantage de sécheresse parce que dans un climat plus chaud, l'évaporation de l'eau tombée sur le sol se fait plus rapidement, mais aussi parce que dans certaines régions les zones de pluies elles-mêmes vont être affectées, tandis que dans d'autres, l'intensification des pluies va provoquer des inondations dont on a déjà eu quelques exemples ces dernières années.

On a aussi quelques inquiétudes à propos de la stabilité des calottes glaciaires, en particulier les calottes glaciaires proches de la péninsule antarctique et la stabilité de la calotte glaciaire du Groenland. En janvier 2002 a eu lieu le détachement d'une très grande partie de la calotte près de la péninsule antarctique, le dixième de la Belgique, plus de 3.000 km<sup>2</sup>, qui s'est détachée durant un mois, envoyant dans l'océan de très grandes quantités d'icebergs qui contribuent à l'élévation du niveau des mers. Ce genre d'événement qui a l'air de se reproduire plus fréquemment que ce à quoi les glaciologues ne s'attendaient il n'y a que quelques années est appelé à devenir de plus en plus fréquent, ce qui contribuera aussi à l'élévation du niveau des mers.

Une des caractéristiques importantes du problème que nous avons à essayer de résoudre, c'est cette très grande inertie qu'il y a dans le système climatique. A cause des caractéristiques du cycle du carbone, l'accumulation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, du fait que seule une partie de nos émissions est absorbée par les systèmes naturels, a pour conséquence que si l'on veut stabiliser la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, c'est-à-dire faire en sorte qu'après 100 ou 150 ans la quantité de CO<sub>2</sub> n'augmente plus, nous n'avons pas le choix : il faut, le plus vite possible, diminuer fortement les émissions. Il faut que le pic des émissions de CO<sub>2</sub> ait lieu dans les décennies à venir [schéma à l'écran].

Pourquoi ne diminue-t-on pas directement, dès demain matin ? Parce que ce ne serait pas réaliste qu'au niveau mondial on commence une diminution des émissions immédiatement. Par conséquent, dans toutes les projections et tous les scénarios concernant les émissions de CO<sub>2</sub>, on imagine toujours que pendant quelques décennies les émissions vont continuer à croître mais qu'à un moment donné on va inverser la tendance et aller vers des diminutions importantes. Et à long terme, il faut aller vers des diminutions d'émissions très importantes. Mais même si l'on fait cela et que l'on stabilise la concentration au cours des 50 à 300 ans qui viennent, la température ne sera stabilisée qu'en quelques siècles seulement, c'est-à-dire de l'ordre de 500 ans.

Et pour ce qui est du niveau des mers, c'est encore pire ! Il y a deux facteurs importants qui affectent le niveau des mers sur le long terme. Ce ne sont plus tellement les petits glaciers continentaux, ceux-là fondront dans les 50 ou 100 ans qui viennent. Les seuls facteurs qui resteront seront la dilatation thermique et la fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique.

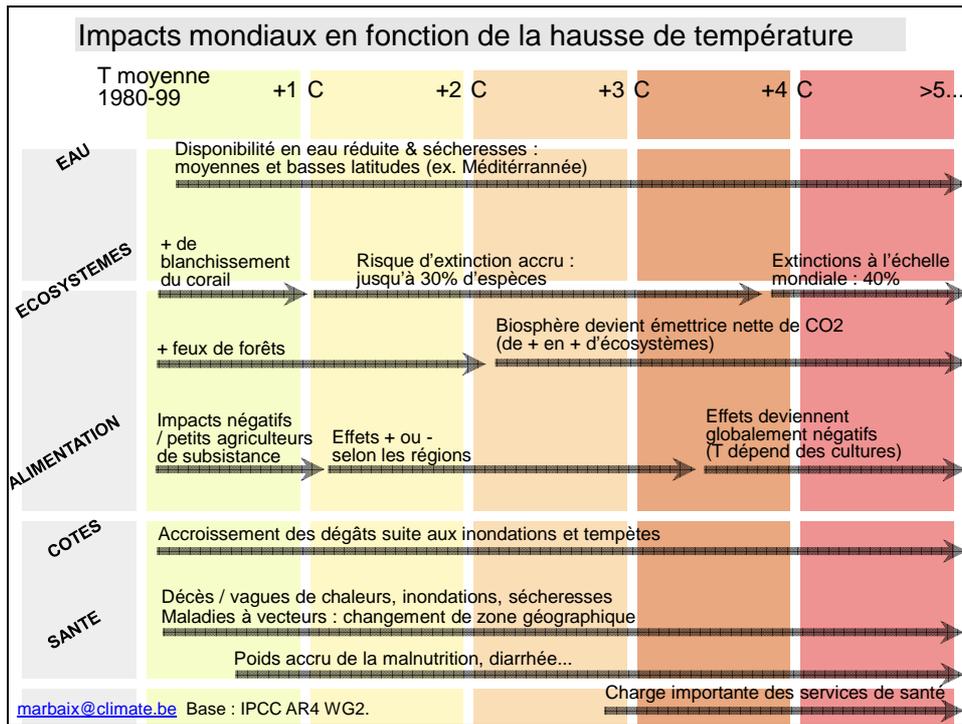
La dilatation thermique, c'est cette courbe-ci [schéma à l'écran]. Oui, elle se stabilise comme la température du climat moyen, mais cette stabilisation se fait beaucoup plus lentement ; elle prend quasiment 1.000 ans pour se faire. La contribution de la dilatation thermique ne se stabilise qu'au bout de 1.000 ans.

En ce qui concerne la contribution des calottes glaciaires, c'est encore pire. En fait, on n'a encore vu que très peu de choses aujourd'hui, cela commence à peine. Le Groenland commence à fondre, mais on s'attend à ce que, si la température dépasse un certain seuil, probablement 2° au-dessus de la température préindustrielle, la fonte soit engagée et continue sans aucune tendance à la stabilisation pendant des millénaires ; en fait, tant qu'il y a de la glace à fondre.

Il y a bien sûr, aujourd'hui encore, toute une série d'incertitudes. Bien des recherches sont nécessaires pour affiner nos connaissances à propos des nuages, des poussières dans l'atmosphère, des interactions entre la végétation et l'atmosphère, la stabilité de la circulation océanique, la stabilité des calottes glaciaires, la distribution des pluies, etc., mais il y a des choses qui sont claires et sur lesquelles on peut se baser pour essayer de protéger le climat.

Les gaz à effet de serre d'origine humaine ont réchauffé et vont continuer à réchauffer le climat global. C'est très clair. Aucun modèle ne donne autre chose qu'un réchauffement, même s'il y a des incertitudes. Même les modèles optimistes montrent un réchauffement qui n'a pas de précédent au cours, au moins, des 10.000 dernières années !

L'inertie est très grande et si l'on veut stabiliser le climat, il faut d'importantes réductions des émissions. Les impacts des changements climatiques peuvent affecter toute une série de systèmes naturels comme les glaciers, les coraux, les palétuviers, les mangroves dans les régions tropicales, les forêts, les écosystèmes polaires et alpins... Mais aussi toute une série de systèmes humains : les ressources en eau, l'agriculture, les forêts, les zones côtières, les établissements humains d'une manière générale, le secteur de l'énergie, l'industrie, le secteur des assurances (qui paie quand il y a des catastrophes), les services financiers (qui viennent en amont des assurances) et, last but not least, le secteur de la santé humaine (l'été 2003 a tué, rappelons-le, entre 40.000 et 70.000 personnes, en Europe).



Le volume II du dernier *Rapport du GIEC*, celui qui concerne les impacts, contient un tableau qui est proche de celui qui se trouve ci-dessus (qui en est une version simplifiée). Ce tableau montre, pour différentes augmentations de la température en moyenne globale, au-dessus de la température de 1990, comment les effets deviennent visibles à différents moments dans les domaines de l'eau, des écosystèmes, de l'alimentation, des côtes et de la santé.

Par exemple, en ce qui concerne l'eau, il ne faut pas attendre un réchauffement important. Dès maintenant quasiment, on s'attend à ce que la disponibilité en eau soit réduite et les sécheresses augmentent aux moyennes et basses latitudes, par exemple dans tout le bassin méditerranéen. Si vous avez écouté les informations ces derniers jours vous avez entendu les problèmes que l'Espagne a déjà maintenant. Eh bien, dans tout le bassin méditerranéen, ce sont des problèmes qui vont devenir de plus en plus vifs.

En ce qui concerne l'alimentation, on s'attend à ce qu'on ait, au-delà d'un ou deux degrés d'élévation de la température, des effets qui sont à certains endroits positifs, dans les régions plus proches des pôles, ou des effets qui sont de manière prédominantes négatifs, dans les régions tropicales en particulier. Mais au-delà d'une augmentation de l'ordre de 3°, on a des effets qui deviennent négatifs pour tout le monde

Plus généralement, si le niveau de la température augmente, ne fût-ce que de 1,5° à 2,5° au-dessus de la température de 1990, ce n'est pas moins de 20 à 30 % (c'est un chiffre énorme si on y réfléchit) des espèces végétales et animales connues aujourd'hui qui sont soumises, à cause des changements climatiques, à un risque accru d'extinction. C'est évi-

demment extrêmement préoccupant du point de vue de la conservation de la biodiversité.

Dans le domaine de l'eau, vous avez sur ce schéma [à l'écran] des couleurs. Quand vous avez des couleurs bleues, vous avez une augmentation de la quantité d'eau disponible, qui ruisselle en surface ; quand vous avez des couleurs qui vont vers le rouge, ce sont des diminutions. Vous voyez à quel point le bassin méditerranéen va vers un assèchement, alors qu'au contraire le nord de l'Europe va vers davantage d'humidité. Nous sommes entre les deux. On s'attend chez nous à ce que nous ayons davantage de sécheresse en été et davantage de pluie en hiver. Vous voyez que dans d'autres régions, les effets sur l'eau peuvent être particulièrement importants, aussi bien en ce qui concerne la capacité de produire de l'électricité avec des barrages, que la disponibilité de l'eau pour l'irrigation ou pour l'eau potable dans certaines régions.

Pour illustrer l'élévation du niveau des mers, il ne faut pas aller très loin pour trouver un grand delta : celui du Nil [carte à l'écran]. Dans la région qui est représentée en rouge et qui se trouve à un mètre au-dessus du niveau de la mer, habitent, travaillent, cultivent, 10 millions de personnes. Si le niveau monte d'un demi-mètre, chiffre tout à fait raisonnable pour les cent années qui viennent, ce sont des millions de personnes qui vont devoir, dans cette région-là, trouver une Terre plus hospitalière. Plus près de chez nous, en Angleterre [photo à l'écran], on a annoncé il y a quelques jours que les intentions des autorités de la région du Norfolk étaient de ne rien faire pour ces maisons, parce que cela coûterait trop cher pour empêcher que la mer continue à éroder les côtes qui menacent ces maisons et toute une série d'infrastructures.

Dans bien des régions, on parle de millions de personnes qui sont exposées à des problèmes importants suite aux changements climatiques. Quelques exemples. En Afrique, d'ici 2020, 75 à 250 millions de personnes sont exposées à un problème accru d'accès à l'eau. Dans certains pays d'Asie, des réductions des récoltes de 50 % vers le milieu du siècle. Diminution de l'accessibilité de l'eau potable en Asie également. Risque d'inondations dans les zones côtières et les grands deltas que l'on rencontre en Asie aussi. Dans tous les petits Etats insulaires, c'est-à-dire les petites îles que l'on rencontre dans le Pacifique, dans l'océan Indien, les Maldives, Tuvalu... l'augmentation du niveau des mers est évidemment extrêmement préoccupante. Quand ce sont des îles qui se trouvent à un ou deux mètres au-dessus du niveau de la mer, vous vous imaginez à quel point ces territoires sont menacés, non seulement de l'inondation, mais aussi parce que l'eau salée pénètre dans les réservoirs d'eau potable qui se trouvent souvent sous ces îles et rend l'eau potable impropre à la consommation.

Effets sur la santé. On connaît bien la signification de ces courbes [schéma à l'écran], c'est l'évolution de la mortalité à Paris, lors de l'été 2003, avec une augmentation très forte au moment où la température est restée au dessus de 25° pendant plusieurs jours de suite et où on a observé un

nombre très important de décès. Rien qu'en France, ce furent 15.000 décès supplémentaires durant cet été.

## Impacts des changements climatiques en Belgique

Si vous êtes intéressés par la question des changements climatiques et de leurs impacts en Belgique, je vous invite à aller sur le site web de notre institut à Louvain-la-Neuve et à télécharger le rapport que nous avons fait à la demande de Greenpeace en 2004. Nous l'avons écrit en toute indépendance et nous y brossons, en une trentaine de pages, le tableau des impacts des changements climatiques auxquels on peut s'attendre en Belgique<sup>5</sup>.

Exemple : les effets sur le hêtre qui est un des beaux arbres de chez nous, dont la zone de développement possible en Europe est représentée ici pour le climat actuel [carte à l'écran]. Et vous l'avez là, dans un monde caractérisé par une couverture en CO<sub>2</sub> deux fois plus épaisse. Vous voyez que la zone dans laquelle le hêtre peut se développer s'est déplacée vers l'est et le nord. Ce qui veut dire que la Belgique est en dehors de cette zone et que donc, progressivement, le hêtre devrait être amené à disparaître de chez nous.

Elévation du niveau des mers. Actuellement, cette zone bleue [carte à l'écran] est potentiellement sous le niveau de l'eau. L'essentiel de cette zone n'est pas inondé aujourd'hui parce que les Hollandais ont beaucoup investi pour protéger leur territoire. Avec un mètre de plus, ils vont devoir investir un petit peu plus. C'est le cas de la côte anglaise aussi. Chez nous, c'est une zone qui n'est pas négligeable : 63.000 hectares potentiellement sous le niveau de l'eau ! Probablement que pour un mètre on peut se protéger d'une telle augmentation du niveau des mers. A plus long terme, ce n'est pas pour demain matin je vous l'accorde, huit mètres, une augmentation tout à fait raisonnable pour l'an 3000, c'est 13 % du territoire qui est potentiellement sous l'eau ! Je ne suis pas tout à fait sûr que, même s'il était techniquement possible de faire des digues de 10 ou 15 mètres de haut, l'on trouverait des populations si enthousiastes pour vivre 10 ou 8 mètres sous le niveau moyen des mers, même avec des digues présentées comme très solides.

## Prenons un peu de recul

En prenant un peu de recul par rapport à ces impacts, on peut regarder ce graphique [à l'écran] qui vient du rapport du GIEC de 2001. C'est un graphique qui met en cinq catégories les principaux motifs de préoccupations à propos du réchauffement du climat. Vous avez ici un réchauffement qui est mesuré en degrés, au-dessus de la température de 1990 : de 0 à 6 degrés.

---

<sup>5</sup> Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele, Greenpeace, 2004, [www.greenpeace.be](http://www.greenpeace.be) et [www.climate.be/impacts](http://www.climate.be/impacts)

Ce que l'on peut voir c'est que quand on dépasse une température qui se trouve aux alentours de 1,5° au-dessus de la température de 1990, on rentre plus clairement dans la zone rouge avec un risque significativement plus important. Ceci est la mise à jour [graphique à l'écran] qui montre que pour toutes ces catégories, le rouge est aujourd'hui considéré comme devant être placé un peu plus bas. Autrement dit, ce n'est plus à 1,5° que le risque devient très clair, que ce soit pour les écosystèmes ou pour les événements extrêmes, c'est quasiment pour 1° si pas moins ! Le risque a été réévalué en 2007 par rapport à ce qu'il était en 2001. C'est une des raisons pour lesquelles les nouvelles avec lesquelles j'ai commencé cet exposé ne sont pas bonnes. Les risques sont considérés aujourd'hui comme étant plus importants qu'il y a six ans !

Quand on prend l'ensemble de ces données pour ces cinq catégories de risques, on voit sans aucune discussion que quand on est au-dessus de 2,5° de la température préindustrielle, on est clairement dans une zone à éviter, quel que soit le critère que l'on prend. Par ailleurs, du point de vue de la faisabilité, il est très difficile, pour des raisons liées principalement à l'inertie du cycle du carbone, du système climatique, etc., d'avoir comme objectif à long terme de rester en dessous de 1,5°. Et donc, quand on fait la moyenne, un objectif raisonnable, en arrondissant les chiffres, c'est d'essayer de ne pas dépasser 2° au maximum au-dessus de la température préindustrielle.

Voyons ce que cela signifie. Deux degrés, cela veut dire quelle concentration en gaz à effet de serre ? Deux degrés, si l'on prend un modèle moyen, cette courbe-ci [à l'écran], c'est un peu moins de 450 ppm, c'est-à-dire 450 millièmes de CO<sub>2</sub> équivalent (équivalent signifie en tenant compte des autres gaz à effet de serre que le CO<sub>2</sub>). Si on est en-dessus de 450, on a une probabilité raisonnable de rester en dessous de 2° et on peut voir ce que cela veut dire en termes de trajectoire d'émission. Les trajectoires d'émissions qui nous amènent dans cette zone-là [à l'écran], entre 2 et 2,4° d'augmentation au-dessus du niveau préindustriel, c'est le cas de scénarios qui se trouvent ici. Entre 2070 et 2100, ces scénarios nous amènent à des émissions qui sont quasiment nulle au niveau mondial. Si on veut éviter une augmentation de température qui se trouve entre 2 et 2,4°, il faut des réductions d'émissions en 2050 qui se situent entre 50 et 85 % par rapport à 1990, non pas pour les pays développés seulement mais pour l'ensemble du monde. C'est évidemment un défi formidable.

Je tords de suite le cou à l'argument qui est de dire que nous allons bientôt manquer de combustibles fossiles et que donc le problème va se résoudre par lui-même. Pas du tout. Voici la quantité, en milliards de tonnes de carbone, que nous avons consommée et émise dans l'atmosphère [à l'écran] sous la forme de CO<sub>2</sub> au cours des 150 dernières années : un peu plus de 600 milliards de tonnes. Voilà les réserves de pétrole, de gaz et surtout de charbon [à l'écran]. Vous voyez que c'est beaucoup plus que ce que l'on a déjà utilisé. Et voici les quantités qui correspondent à ces fameux six scénarios dont on parlait tout à l'heure. Vous voyez que l'un ou

l'autre scénario peut être réalisé sans aucun problème avec une partie des réserves de combustibles fossiles connues aujourd'hui.

### **Les bonnes nouvelles**

Le protocole de Kyoto est là ! On vient juste de commencer à entrer dans la période qui est couverte par le protocole de Kyoto qui couvre 2008 à 2012 et prévoit que les pays développés doivent réduire leurs émissions de 5 % durant cette période, par rapport au niveau de 1990.

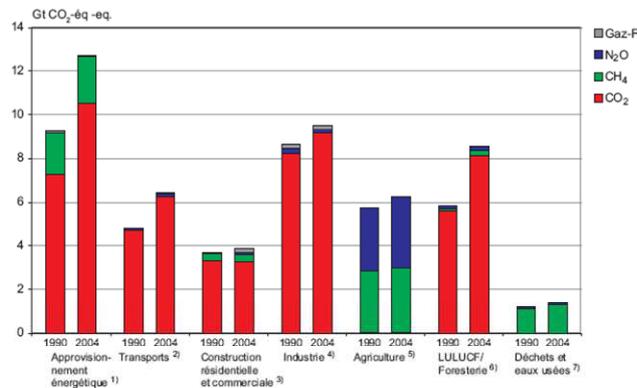
Deuxième bonne nouvelle, en tout cas du point de vue du climat (car je sais qu'il y a d'autres préoccupations, que les aspects sociaux sont très importants et qu'il faut veiller dans ce contexte où le prix de l'énergie monte à ce que les effets sociaux soient pris en compte et gérés de la manière la plus équitable possible), à condition que les mouvements soient lents, une augmentation du prix de l'énergie est une bonne chose !

Parce que c'est quand le prix de l'énergie est le plus élevé qu'on se préoccupe véritablement d'économiser l'énergie, d'isoler davantage son logement, de rouler dans des voitures moins importantes ou de prendre les transports publics ou son vélo. Le fait que le prix de l'énergie monte est quelque chose qui va dans le bon sens du point de vue de la protection du climat.

D'autre part, et le troisième volume du *Rapport du GIEC* est très clair sur ce point-là, on ne doit pas attendre d'inventions futures pour résoudre le problème. Il existe aujourd'hui des centaines de techniques, de technologies, qui ne demandent qu'à être mises en œuvre et qui permettraient de réduire les émissions de manière très importante. Par ailleurs, ces technologies évoluent rapidement.

Enfin, dernière bonne nouvelle très importante, on se rend de plus en plus compte que protéger le climat, si l'on s'y prend bien, va coûter beaucoup moins cher que ce que l'on craignait il y a quelques années.

## Emissions mondiales par secteur et par gaz pour 1990 et 2004



Source: IPCC AR3 WG3 TS Fig 2

Quels sont les secteurs dans lesquels les émissions de gaz à effet de serre se font ? Voir le graphique de comparaison entre 1990 et 2004 ci-dessus. Une partie est liée à la fabrication de l'électricité, à l'approvisionnement énergétique. Les transports, c'est le secteur qui augmente proportionnellement probablement le plus. Le secteur de la construction et des bâtiments. Le secteur de l'industrie. Celui de l'agriculture. Les forêts et les changements dans l'utilisation des sols. Et enfin, le secteur du traitement des déchets.

Le défi, si l'on veut protéger le climat, c'est, plutôt que de suivre une trajectoire comme celle-là, d'arriver sur une trajectoire comme celle-ci [schéma à l'écran]. Nous devons réduire les émissions de manière extrêmement importante. Les pays développés ont déjà décidé de réduire leurs émissions dans le cadre du protocole de Kyoto. D'ici 2012, les pays développés, malheureusement momentanément sans les Etats-Unis, sont engagés sur une trajectoire dont le début se présente comme ceci [schéma à l'écran]. On peut espérer que dans le futur les pays développés suivent une trajectoire comme celle-là. Suite à la conférence de Bali, on peut espérer aussi, c'est tout l'enjeu des négociations internationales qui vont se développer dans le cadre des Nations unies, que les pays en voie de développement participeront aussi aux efforts de protection du climat. Mais on ne peut pas leur demander actuellement de faire autre chose que de maîtriser la croissance de leurs émissions. Un peu plus tard on leur demandera d'essayer également (il faudra les aider pour que ce soit possible) de diminuer leurs émissions. De manière à ce que le total des deux, émissions des pays en voie de développement et émissions des pays développés, aient la forme de cette courbe en cloche si nécessaire pour protéger le climat, et arrive à ces réductions de l'ordre de 50 à 85 % à l'horizon 2050.

Le défi, au niveau individuel, si l'on fait une division des émissions de chaque pays par sa population, c'est d'avoir une diminution de l'ordre de 90 % des émissions individuelles, dans les pays développés, et de l'ordre de 50 % par rapport à la moyenne actuelle, dans les pays en développement.

La bonne nouvelle c'est que quand le GIEC a fait l'inventaire de l'ensemble des possibilités de réduire les émissions, quand il a fait l'inventaire du potentiel de réductions d'émissions pour chacun des sept secteurs du dernier tableau ci-dessus, il s'est rendu compte que ce potentiel de réduction en milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent par an était très important. Il va de zéro à sept par secteur [schéma à l'écran]. Notons d'ailleurs que plus il coûtera cher d'émettre du CO<sub>2</sub>, plus le potentiel de réduction d'émissions sera important. Or, avec les contraintes du genre de celles de Kyoto et surtout des accords ultérieurs, la pénalité pour pouvoir émettre du CO<sub>2</sub> coûtera progressivement de plus en plus cher. Si cela coûte plus cher d'émettre du CO<sub>2</sub>, on va faire plus attention.

Le potentiel le plus important dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> se trouve dans le secteur des bâtiments. L'efficacité énergétique et la réduction des gaspillages sont en général également très importantes. A l'horizon 2030, le développement des énergies renouvelables a une certaine importance mais ce sera davantage encore le cas à plus long terme, parce que les énergies renouvelables ne sont pas encore prêtes à être utilisées massivement. Bien sûr, on commence à les utiliser et c'est heureux, mais ce n'est qu'un peu plus tard dans le siècle que le potentiel des énergies renouvelables va devenir particulièrement important. Je n'ai pas le temps de développer chacun des exemples. Je veux simplement attirer votre attention sur les normes d'isolation en Belgique qui sont tout juste meilleures que celles de l'Espagne, du Portugal et de l'Italie, mais qui sont moins bonnes que celles de tous les autres pays. Cela devrait donner des idées en termes de renforcement des normes d'isolation.

On pourrait se demander si la mise en œuvre de toutes ces techniques va coûter cher. D'après le GIEC, la réponse est non. Si on veut rester dans la gamme de concentration de 450-550 ppm de CO<sub>2</sub> équivalent, le coût, en termes de réduction de la croissance annuelle du PNB mondial est inférieur à 0,12 % ! Autrement dit, c'est un coût négligeable [tableau à l'écran], d'autant plus qu'il ne tient pas compte du bénéfice que l'on obtient en termes de changements climatiques évités si l'on réduit l'ampleur de ces derniers.

Le protocole de Kyoto est un premier pas important, mais il faudra aller beaucoup plus loin, et nous pouvons tous y contribuer.

### **Quelques priorités que chacun peut déjà mettre en œuvre**

Pour laisser le temps à la discussion, je vais terminer par quelques priorités que nous pouvons mettre en œuvre chacun dans notre vie quotidienne. Il s'agit de titres qui ont été copiés il y a quelques jours dans une

revue qui vient de paraître. Je vous laisse deviner de quelle revue cela sort. Vous pourriez croire que c'est une revue très écologiste.

- Priorité numéro un : investir dans une meilleure isolation ; des équipements adéquats ; des travaux qui peuvent réduire considérablement notre consommation d'énergie et notre émission de CO<sub>2</sub>. (Si on veut savoir lesquels, on a tout intérêt à faire un audit énergétique, la Région Wallonne subsidie ce genre de chose).
- Acheter des produits verts ; bios, durables, équitables ; les articles écolos fleurissent à tous les rayons, nous dit cette revue.
- Choisir des transports moins polluants. Quand nous prenons l'avion ou notre voiture, nous aggravons l'effet de serre. Et si nous circulions plus souvent en train, en tramway, à vélo ou à pied ? (J'espère que vous vous demandez de quelle revue cela sort).
- Changer nos habitudes alimentaires : pas trop de viande, encore moins de cabillaud ou de fruits importés par avion ; des légumes de votre région ; essayer le menu du parfait écolo, il est sain et peu contraignant.
- Trier tous nos déchets : jeter moins, trier mieux, donner ses vieux objets.

Non, ce n'est pas la revue de Greenpeace ni la revue d'Ecolo. Ces priorités sont extraites d'un numéro hors série d'une revue française, dont le titre est *Capital* ! Ce n'est pas que je recommande particulièrement cette revue, mais je trouve significatif qu'aujourd'hui une revue comme celle-là, qui n'est pas spécialement écologiste au départ et pas essentiellement progressiste, on peut s'en douter, dise ce que je viens de vous rapporter. Les mentalités ont donc fortement évolué et cela fait partie des bonnes nouvelles aussi.

Je crois qu'il faudra se souvenir qu'il faut voir à long terme si on veut protéger le climat. Se souvenir que l'énergie la moins chère et la moins polluante est celle dont nous n'avons pas besoin. Se souvenir que le Soleil nous fournit en une heure la quantité d'énergie que nous consommons en un an et qu'il est probablement possible, en focalisant davantage les recherches, à en capter progressivement un millième, ce qui permettrait de satisfaire les besoins de tous ceux qui aujourd'hui dans le monde n'ont pas facilement accès à de l'énergie, et de protéger du même coup le climat.

Parce que c'est une véritable révolution énergétique qui est nécessaire face à un triple défi :

- celui de la protection du climat. J'espère vous avoir montré que c'était nécessaire ;

- celui de l'épuisement des combustibles fossiles, qui n'est pas pour tout de suite, en tout cas pas pour ce qui concerne le charbon ; mais aussi l'épuisement des combustibles fissiles (uranium). On n'a pas parlé du nucléaire, mais le nucléaire, à mon avis, n'est pas non plus la solution magique au problème. C'est 5 % de l'énergie mondiale aujourd'hui. Résoudre le problème climatique avec le nucléaire, cela voudrait dire multiplier les centrales par dix ou quinze, ce n'est pas raisonnable, et les matières fissiles sont en quantités limitées aussi ;
- celui enfin de la satisfaction des besoins essentiels de tous les habitants de la planète. Aujourd'hui, 2 milliards de personnes n'ont pas accès à l'électricité. Il faudrait s'en souvenir aussi.

Je terminerai en citant un Prix Nobel de la paix, Martin Luther King, qui disait ceci : « *Nous devons apprendre à vivre ensemble comme des frères, sinon nous allons mourir tous ensemble comme des idiots* ».

## C. Débat avec le public

**Question. – *Il y a actuellement un débat en Belgique, dans la mesure où l'on débat encore dans ce gouvernement, à propos de la continuation des centrales nucléaires. Avec la médiatisation des problèmes de changements climatiques, de plus en plus de personnes considèrent que le nucléaire est la solution à tout cela et l'on profite de cette médiatisation pour remettre en évidence la nécessité, au moins à court terme, de relancer les centrales nucléaires. Vous en avez parlé très peu mais n'est-ce pas là une manière de résoudre un problème en en créant un autre peut-être pire ? Même chose pour les agro-carburants qui pour certains sont considérés comme une solution mais est-ce que ce n'est pas aussi nous amener vers une situation plus cauchemardesque ?***

Sur le nucléaire, je crois avoir dit en résumé ce que je pense du sujet. Il y a effectivement bien d'autres considérations à avoir que les émissions de CO<sub>2</sub>. On peut aussi se demander quel est l'effet d'un investissement dans les économies d'énergie sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Ce sont des effets qui peuvent être dans certains cas bien plus importants que ceux qu'on peut avoir avec des investissements dans le domaine du nucléaire. Personnellement, je ne pense pas que de nouvelles centrales soient une solution adéquate au problème du réchauffement du climat.

Pour les agrocarburants, la donne est en train de changer. On se rend bien compte que pour certains d'entre eux en tout cas, ils causent davantage de problèmes qu'ils n'en résolvent.

**Q. – *Ma question provient de ce que j'ai lu dans la revue « Science & Vie » du mois de mars, une évaluation des différentes énergies nouvelles. On citait nommément des études de l'UCL, on faisait ce qu'on appelle l'ACV, c'est-à-dire l'étude de cycle de vie d'un système de production d'énergies nouvelles, et il en ressortait que ces énergies sont absolument catastrophiques dans la mesure où la production de l'engin, son utilisation et puis***

***sa destruction ou son recyclage consommaient une énergie absolument phénoménale. On citait notamment l'énergie photovoltaïque comme étant la pire, la plus consommatrice. Mais après, je crois que c'était l'énergie hydro-électrique, par tout le béton qu'elle consommait. Les éoliennes n'étaient guère mieux placées. J'aimerais savoir ce que vous en pensez.***

Je ne connais pas l'article de *Science & Vie* dont vous parlez. En ce qui concerne le photovoltaïque, c'est vrai que c'est une technique qui est assez chère aujourd'hui, mais les spécialistes de cette question s'accordent pour dire qu'après deux ou trois ans de production à l'aide de cellules photovoltaïques, l'énergie qu'il a fallu pour les fabriquer a été reconstituée. C'est vrai qu'elles consomment pas mal d'énergie pour être fabriquées, mais comme les panneaux photovoltaïques ont une durée de vie de l'ordre de vingt à vingt-cinq ans, le fait qu'il faut trois ans pour avoir la quantité d'énergie qu'il a fallu pour les produire n'est pas un argument suffisant pour ne pas aller dans cette direction-là dans une certaine mesure. Je crois que c'est vrai pour les autres énergies renouvelables aussi. Bien sûr, dans tous les cas, il faut des investissements pour les mettre en œuvre, mais ce ne sont pas des arguments suffisants pour ne pas favoriser, à long terme en tout cas, les énergies renouvelables.

***Q. – Dans les recherches qui ont été faites par le GIEC, quand on a un moteur thermique qui a un rendement de moins 50 %, donc plus de 50 % part en chaleur, a-t-on tenu compte de ce réchauffement pour expliquer le réchauffement climatique ? Quand on voit une centrale électrique qui réchauffe des fleuves, cela n'intervient-il pas également dans le réchauffement d'océans ?***

L'effet de réchauffement direct dû au gaspillage d'énergie quand on a un moteur thermique dont une partie de l'énergie s'échappe dans l'atmosphère, a été calculé et est tout à fait négligeable par rapport à l'effet indirect par l'épaississement de la couche de gaz à effet de serre. Oui, cela a un certain effet, mais c'est tout à fait minuscule à côté du renforcement de l'effet de serre.

***Q. – J'ai entendu plusieurs possibilités, plusieurs autres voies envisagées, surtout par les chercheurs d'outre-Atlantique, qui consistaient à bloquer la production de CO<sub>2</sub> ou à le stocker dans des grottes. J'ai même entendu une théorie plus farfelue qui consistait à construire des bateaux pour projeter de l'eau au-dessus des océans et ainsi faire une espèce de nuage pour diminuer la température des océans. Que pensez-vous de ces théories, il en est d'autres, qui semblent un peu farfelues ?***

La capture et le stockage du carbone est une technique qui est tout à fait sérieuse, qui va d'ailleurs être promue par l'Union européenne, vous allez certainement en entendre parler dans les mois qui viennent. Elle consiste à empêcher que le CO<sub>2</sub> qui est dégagé de manière inévitable quand on brûle les combustibles fossiles, soit émis dans l'atmosphère. Avant que le CO<sub>2</sub> ne parte dans les cheminées, on le capture, on le comprime pour qu'il prenne moins de place et on essaie de le stocker dans des couches géologiques, à condition qu'on soit bien sûr qu'il ne puisse pas s'en échapper. C'est une technique qui n'est pas encore au point à grande échelle mais

qui va certainement se développer dans les années qui viennent, parce que cela permet de continuer à utiliser dans une certaine mesure les combustibles fossiles sans avoir les émissions de CO<sub>2</sub> au moment de leur combustion. Mais c'est une technique très chère qui a aussi certains inconvénients. Peut-être qu'elle peut contribuer à une partie de la solution mais elle ne pourra pas résoudre l'ensemble du problème.

Il y a des tas d'idées qui ont été mises sur la table pour faire ce qu'on appelle de la géo-ingénierie. Certains ont même proposé qu'on envoie des fusées pour injecter des poussières dans la stratosphère comme le font les volcans. Le problème, c'est que ce sont des idées qui risquent d'avoir des conséquences d'expériences d'apprenti sorcier, qui peuvent avoir des effets qui n'étaient pas voulus. C'est très risqué et émettre des poussières dans l'atmosphère, cela ne marche de toute façon que pendant quelques années, jusqu'à ce que les poussières retombent. Ce ne sont donc pas des solutions à long terme.

**Q. – Si la glace fond, il y a augmentation du volume d'eau et l'eau absorbe le CO<sub>2</sub>. Donc, s'il y a plus d'eau, il y a plus d'absorption de CO<sub>2</sub> et donc plus d'équilibre, non ?**

Je n'ai pas connaissance d'un article qui aurait spécifiquement étudié cette question-là, mais il me semble que l'effet devrait être négligeable à première vue, c'est peut-être à vérifier.

**Q. – Quel avenir pour l'hydrogène ? Est-ce une bonne voie ?**

L'hydrogène, c'est magnifique évidemment. Quand on brûle de l'hydrogène, le produit de la combustion, c'est de la vapeur d'eau. On ne peut rêver gaz moins polluant que celui-là. Il y a un grand hic cependant, c'est que l'hydrogène ne se trouve pas dans la nature, qu'il faut le produire. Jusqu'à présent, les techniques de production d'hydrogène dégagent plus de CO<sub>2</sub> que ce que l'on peut économiser en brûlant l'hydrogène plutôt que directement les combustibles fossiles. Pour le moment, l'hydrogène c'est quelque chose qui est utilisé dans le marketing de BMW mais qui n'est pas forcément extrêmement efficace pour réduire de manière nette les émissions de gaz à effet de serre.

**Q. – Je vois que souvent on incrimine le CO<sub>2</sub> mais il y a d'autres gaz comme le méthane qui se dégagent de zones qu'on appelle le permafrost. Je n'ai pas entendu parler de ces zones qui libèreraient des quantités phénoménales de ce gaz très puissant dans le phénomène du réchauffement climatique. Je voudrais savoir si l'on tient compte de cela, vu l'évolution assez rapide des connaissances. En six ans, on voit très bien que les données changent très rapidement.**

On n'oublie pas le méthane, il est présent ici [à l'écran] quand on montre les évolutions. C'est le gaz qui est représenté en vert dans ce diagramme. C'est principalement dans le domaine de l'agriculture et dans le domaine de l'approvisionnement énergétique puisqu'il y a beaucoup de fuites. Le gaz naturel c'est principalement du méthane et il y a beaucoup de fuites

de gaz naturel dans certaines vieilles installations. Il y a aussi tout le secteur de la production, de la gestion de déchets dans lequel du méthane est généré et qu'on ne récupère ou qu'on ne brûle pas, ce qui serait de loin préférable que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère. Le méthane, c'est un gaz qui est contrôlé dans le protocole de Kyoto. On est donc loin de l'avoir oublié, mais à l'échelle du monde, le CO<sub>2</sub> c'est plus de 80 % de l'effet. Les autres gaz à effet de serre, il ne faut pas les oublier, d'accord, mais tous ensemble ils ne font que 20 %. Le méthane aussi reste dans l'atmosphère, une quinzaine d'années, alors que le CO<sub>2</sub> reste beaucoup plus longtemps. C'est aussi une raison pour laquelle il peut être important de s'occuper davantage du CO<sub>2</sub> : une fois qu'il est émis, il reste très longtemps dans l'atmosphère.

**Q. – Est-ce que l'impact du déboisement de la forêt boréale tempérée, notre forêt, qui s'est déroulé principalement au Moyen Âge, a été mesuré et quel serait éventuellement le taux de reboisement pour pallier cet impact négatif ?**

Je n'en ai pas parlé tout à l'heure, mais l'effet de déboisement à nos latitudes est ici sur ce diagramme [à l'écran]. L'effet de l'ensemble de ce déboisement a provoqué ce facteur bleu qui est ici et qui provient d'une augmentation du pouvoir réfléchissant, c'est ce qu'on appelle l'albédo, de la surface quand on a remplacé les forêts par des cultures ou des territoires urbanisés. Cette augmentation de la réflectivité des surfaces qui a eu lieu au cours des derniers siècles dans nos régions, a provoqué un renvoi plus important d'une partie du rayonnement solaire et donc une diminution de la quantité d'énergie solaire disponible en moyenne en surface. C'est donc un petit facteur de refroidissement, cela a été pris en compte et calculé. Quant aux émissions de CO<sub>2</sub> dues à ce déboisement dans les pays développés, elles correspondent à un supplément de quelques dizaines de ppm (millionnièmes) pour la concentration en CO<sub>2</sub>.

**Q. – Parmi les conséquences du réchauffement climatique, vous avez parlé du nombre plus élevé de journées chaudes. Que penser alors du scénario catastrophe qui parle de l'installation d'un climat de type polaire en Europe du Nord à cause de l'arrêt de courants marins ?**

Est-ce que le scénario du film *The day after* est encore d'actualité ? J'aurais pu montrer un extrait du rapport du GIEC à ce sujet. En résumé : non, c'est tout à fait farfelu, il n'est pas possible d'avoir une glaciation qui soit induite par un réchauffement global. Cela n'a aucun sens. Le scénario du film est tout à fait insensé. Et même si le Gulf Stream ralentit, la seule chose que cela provoquerait, mais ce n'est pas à l'ordre du jour de manière très importante pour le courant de ce siècle, serait simplement de modérer un petit peu le réchauffement en Europe pour les régions proches des océans, mais pas de provoquer un refroidissement. C'est un facteur de refroidissement mais qui se place dans un contexte de réchauffement global. La seule chose qui se passerait si le Gulf Stream ralentissait d'intensité, c'est un réchauffement moins important en Europe que dans le reste du monde, c'est tout. Mais certainement pas une glaciation et un climat polaire chez nous pour autant. Si je peux vous rassurer, mes

collègues spécialisés dans ces domaines-là à Louvain-la-Neuve, ont calculé que la prochaine glaciation était prévue pour dans 30 à 50.000 ans. On a donc un petit peu de temps pour se préparer à la prochaine glaciation.

**Q. – Vous n’avez pas parlé du facteur démographique. Actuellement nous sommes 6 milliards sur Terre. Quand nous serons 10 ou 12 milliards, cela aura-t-il une influence ?**

Les dernières projections des Nations unies arrivent à une stabilisation vers 2070, avec une population de 9 à 9,5 milliards. Les projections au-dessus de 10 milliards sont devenues très rares et on a l’air de stabiliser la population sur des chiffres beaucoup plus bas que ceux que l’on estimait il y a quelques années. Ces évolutions sont bien entendu prises en compte dans les différents scénarios. Certains scénarios sont d’ailleurs élevés parce que la population y est plus importante. C’est donc un facteur qui est bien pris en compte.

**Q. – Que pensez-vous du piégeage du carbone sous forme d’humus ?**

Je ne suis pas agronome mais c’est sûr que l’humus est un élément du cycle du carbone dans sa partie biosphérique. Il y a bien entendu du carbone qui est stocké dans le sol et dans l’humus en particulier et tout ce qui favorise l’augmentation du stockage dans le sol est bienvenue. Il y a par exemple des techniques de labour qui permettent de laisser une plus grande partie du carbone dans le sol, alors que si l’on remue plus fortement le sol, il y a davantage de carbone qui est émis dans l’atmosphère. Mais n’étant pas un expert de ces choses, sur la question précise de l’humus, je n’ai pas d’information précise à vous donner.

**Q. – Vous n’avez pas parlé du facteur pauvreté. Il y a quand même une augmentation de la pauvreté dans le monde et les gens sont donc de plus en plus dans des situations de survie. On voit dans des pays émergents des gens dans des situations de pauvreté qui les oblige à se chauffer. Et puis il y a le facteur confort. Souvent notre confort est lié à la consommation d’énergie. Vous avez donc d’un côté des personnes qui, à cause de leur pauvreté, brûlent du charbon et du bois pour survivre, qui sont souvent des combustibles très polluants, et s’ils ont un peu d’argent ils achètent une vieille voiture qui pollue énormément ; et d’un autre côté, dans nos régions, le confort c’est utiliser l’avion, sa voiture, les transports, c’est la climatisation, le chauffage qui ne fait qu’augmenter (je veux dire qu’il y a cinquante ou cent ans on ne se chauffait pas comme on se chauffe maintenant), et quand on en a les moyens il est difficile de changer ses habitudes. Je voudrais avoir votre avis sur ces deux points.**

Pris par le temps, je n’ai mentionné la pauvreté qu’en passant, mais j’ai ici un transparent que je n’ai pas pu montrer, qui rappelle qu’à l’échelle du monde, nous connaissons une très grande différence de consommation des 20 % les plus riches et des 80 % les plus pauvres. En arrondissant les chiffres, ce sont les 20 % les plus riches qui consomment 80 % des ressources et vice versa. Très clairement, la protection du climat doit se faire dans le contexte de la recherche d’un équilibre entre les nécessités de la

protection de l'environnement et du climat, mais aussi la nécessité d'avoir une politique économique qui vise à l'efficacité et à la prospérité du plus grand nombre, une politique sociale qui vise à un maximum d'égalité, d'équité et de justice sociale. C'est cela le défi du développement durable. Je n'ai pas pu parler de tout aujourd'hui mais je suis bien conscient que pour bon nombre de nos concitoyens, la préoccupation aujourd'hui n'est pas de protéger le climat pour dans cinquante ans, mais de se chauffer dans les jours qui viennent et de pouvoir nourrir leurs enfants. C'est clair que tout cela est sur la table et qu'il faut tenir compte de l'ensemble de ces facteurs.

**Q. – Vous avez mentionné l'augmentation du prix de l'énergie comme étant probablement un des éléments de la solution. Un expert français proposait récemment dans un livre paru en 2007 une taxation de l'ordre de 200 % de l'énergie comme étant la seule solution praticable mais devant se faire progressivement. Qu'en pensez-vous ?**

Augmenter le prix de l'énergie de 200 % ? En ce qui concerne le pétrole, c'est ce qui est en train de se produire. On est même allé d'une certaine manière au-delà, suite à l'augmentation du prix des matières premières. Et cela ne s'est pas passé progressivement mais brutalement. On a donc très peu eu la possibilité de se préparer et de se dire qu'il vaudrait peut-être mieux isoler davantage nos bâtiments pour avoir besoin de moins de combustible. A long terme, il faut observer que, pour faire le lien avec la question du confort qui était évoquée, ce dont nous avons besoin, ce n'est pas d'un chauffage central, qu'il soit au charbon, au mazout, au gaz naturel ou au bois, ce dont nous avons besoin c'est de chaleur. Ce n'est pas du tout la même chose. Nous avons tous besoin d'un certain niveau de confort thermique et ce n'est pas une loi de la physique que pour avoir un niveau de confort thermique il faille brûler du mazout ou du charbon. Si nous avons un bâtiment qui est extrêmement bien isolé (et je suis bien conscient que c'est plus facile à faire si on est riche que si on est pauvre ; il y a évidemment toute une série de questions qui sont liées à qui fait quoi et qui paie quoi), à la limite, le chauffage c'est la chaleur humaine. C'est le principe des maisons passives pour lesquelles on n'a plus de système de chauffage central. Le fait que le niveau de confort est associé à une consommation de combustibles fossiles est un héritage du passé, quelque chose qui doit progressivement disparaître de notre manière de réfléchir si on veut véritablement cette révolution énergétique qui est nécessaire si l'on veut protéger le climat. Bien sûr, nous avons tous besoin d'un certain niveau de confort, mais la manière dont les besoins essentiels sont satisfaits doit très substantiellement évoluer.

**Q. – J'aurais voulu simplement continuer dans cette voie-là et vous demander si d'autres changements de comportements ne vont pas aussi s'imposer automatiquement avec l'augmentation du prix de l'énergie, à savoir notamment nos transports. Cela a une conséquence énorme évidemment en termes de fonctionnement de la société et notamment de localisation de nos emplois. Ne rejoint-on pas là toute une problématique de modification de notre façon de vivre, tout simplement parce qu'on travaillera**

***beaucoup plus près de l'endroit où on habite, qu'on consommera des produits qui sont produits près de là où on habite ?***

Je crois qu'effectivement l'augmentation du prix de l'énergie, qu'elle vienne de la raréfaction ou de la spéculation qui est actuellement en cours (parce qu'il y a une partie de l'augmentation qui vient de la spéculation), ou qu'elle vienne d'une volonté déterminée d'augmenter progressivement le prix de l'émission de polluants perturbant le climat, dans tous les cas, cela va nous amener à remettre effectivement en question beaucoup de choses. Pas seulement la manière dont nous chauffons nos logements mais aussi la manière dont nous nous déplaçons. Il y a donc effectivement beaucoup de choses qui vont changer par la force des choses dans les décennies qui viennent. L'essentiel du transport dépend aujourd'hui du pétrole avec lequel on a tout de même un problème spécifique de disponibilité qui va devenir de plus en plus vif. Je pense qu'effectivement on va être amené à revoir beaucoup de choses dans la manière dont notre économie est organisée. Certainement.

***Q. – Si vous étiez quelqu'un qui est dans la politique ou qui est président d'un Etat, quelle serait pour vous la solution idéale ? Parce que taxer ou augmenter les prix, les pauvres ne pourront se soustraire à cette loi, tandis que les riches... ? Et puis, on parle de changement climatique, mais y a-t-il quelqu'un, un politicien présent dans la salle, qui écoute ceci ? Car c'est eux qu'il faudrait inviter à pareille conférence ! Afin qu'ils se rendent compte de ce qui se passe.***

Je suis très réticent par rapport à l'idée de république des savants et je ne pense pas que les gouvernements devraient être entre les mains des scientifiques. Assez rapidement on se rendrait compte des inconvénients d'une telle situation. Je suis convaincu que la démocratie a beaucoup de vertus et je crois que les décideurs politiques sont devant ce diagramme [à l'écran] dans la meilleure position pour évaluer l'ensemble des considérations à prendre en compte. Bien sûr, je vous ai principalement parlé du climat ce soir, mais il y a bien d'autres problèmes qui sont sur la table : l'emploi, la pauvreté... Il y a des tas de problèmes à résoudre. Les décideurs politiques ont pour travail de prendre en compte l'ensemble des problèmes et des préoccupations et d'essayer de trouver les solutions pour le plus grand bien du plus grand nombre. Le rôle des scientifiques dans tout cela, n'est pas de dire ce qu'il faudrait faire de manière ex-cathedra mais de fournir des informations au plus grand nombre, sur la base de la meilleure recherche scientifique possible, et c'est à cela que je participe ce soir, de manière à alimenter le débat démocratique et citoyen. Afin que ce soit l'ensemble des citoyens qui s'empare de ce problème et des autres et qui interpelle les décideurs politiques. Je suis d'accord avec vous : c'est important que les décideurs politiques soient interpellés, par les conférences des scientifiques ou par ceux qui ont été alimentés en informations comme c'est votre cas ce soir. Vous avez la possibilité d'interpeller les décideurs politiques sur ces questions. Nous avons tous la possibilité de choisir au moment des élections des décideurs politiques qui tiennent plus ou moins compte de ces préoccupations. Cela fait partie de notre responsabilité de citoyen.

Je ne crois pas que ce soit aux scientifiques à décréter ce qu'il faudrait faire. D'ailleurs, en ce qui concerne le climat, il n'y a pas de solution unique. Le problème est tellement complexe. Je vous ai montré que les émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre se font dans tous les secteurs, dans toutes les activités humaines : l'agriculture, la gestion des déchets, l'industrie, la production de l'électricité, la manière dont on utilise nos bâtiments... C'est dans tous ces secteurs qu'il faut trouver des éléments de solution. Ce n'est qu'en additionnant ces petits ruisseaux, même si ce sont dans certains cas des dés à coudre, que l'on va trouver une solution d'ensemble. Après tout, le problème a aussi été constitué par l'addition de ces petits ruisseaux de CO<sub>2</sub> qui ont constitué ce stock gigantesque qui est dans l'atmosphère maintenant. De la même manière, c'est par un ensemble de petites solutions et pas par une solution magique qui n'existe pas que l'on va résoudre le problème. C'est la raison pour laquelle il est très important que tout le monde participe aux efforts, dans la mesure de ses capacités.

## D. Bibliographie

- Divers articles et documents écrits par Jean-Pascal van Ypersele, de même que diverses présentations Powerpoint relatives aux changements climatiques sont disponibles sur [www.climate.be/vanyp](http://www.climate.be/vanyp).

- ***Une vérité qui dérange***

Film documentaire de David Guggenheim avec Al Gore, 2006, DVD, € 13.

*Une vérité qui dérange* est probablement le média qui a le plus popularisé la question des dangers liés au réchauffement planétaire. Ce passionnant documentaire sur le « grand show climatique » d'Al Gore expose les vérités scientifiques irréfutables qui fondent son combat.

Les terribles tempêtes de 2005 auront été une incitation supplémentaire à agir au plus vite, et Al Gore ne prend pas de gants pour souligner l'urgence et la gravité de la situation. Le film présente des données scientifiques et des prévisions argumentées, et suggère des mesures simples et concrètes, à la portée de chacun de nous. L'histoire personnelle d'Al Gore donne un écho supplémentaire à ces informations citoyennes. Au fil des scènes, on découvre l'itinéraire singulier de ce jeune étudiant idéaliste qui comprit très tôt l'ampleur et les enjeux de la crise environnementale ; de ce jeune Sénateur qui dut affronter un terrible drame familial et en tirer les enseignements ; de cet homme qui faillit devenir président des États-Unis.

Avec esprit, une pointe d'humour et une bonne dose d'espoir, *Une vérité qui dérange* fait passer le message le plus important d'Al Gore : nous devons considérer le réchauffement climatique comme un problème politique, mais aussi comme le plus grand challenge moral de notre civilisation ! (D'après <http://www.criseclimatique.fr/>).

● ***Le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC***

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 500 scientifiques du monde entier et 2.000 examinateurs spécialistes, 2007.

Le GIEC publie tous les cinq ou six ans un rapport d'évaluation. Trois fois mille pages ; à peu près mille pages par groupe de travail. Le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC est un ouvrage remarquable qui s'appuie sur les travaux d'une vaste communauté de chercheurs. Plus de 500 auteurs principaux et 2.000 examinateurs spécialistes de ces questions ont participé à la rédaction de ce document, qui a été soumis à l'examen minutieux des représentants d'une centaine de nations. C'est le fruit de l'enthousiasme, de la mobilisation et de la coopération de spécialistes de nombreuses disciplines différentes quoique apparentées. Le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC et le très intéressant rapport de synthèse (114 pages), dans diverses langues dont le français, se trouve gratuitement sur le site Internet que nous ne saurions trop conseiller : [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

● ***Impacts des changements climatiques en Belgique***

Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele, Greenpeace, 2004, 44 pages, gratuit sur [www.greenpeace.be](http://www.greenpeace.be) et [www.climate.be/impacts](http://www.climate.be/impacts)

Les changements climatiques - en grande partie la conséquence de l'utilisation massive des combustibles fossiles - représentent une des plus grandes menaces environnementales pour l'humanité. Bien que les impacts touchent déjà, et toucheront de manière disproportionnée les populations pauvres des pays en développement, les pays développés ne seront pas épargnés. Ce rapport souligne quelques-uns des impacts attendus en Belgique.

● ***Changements climatiques, impasses et perspectives***

avec la collaboration de Jean-Pascal van Ypersele, Alternatives Sud, éditions Syllepse, 2006, 209 pages, € 18. (Voir aussi [www.cetri.be](http://www.cetri.be)).

Le réchauffement climatique fait planer une menace globale sur la planète. En particulier sur les populations les plus vulnérables du Sud, déjà victimes des premiers effets dramatiques des dérèglements. En 2005 à Montréal, la Conférence des Nations unies sur les changements climatiques a tenté de garantir la pérennité du protocole de Kyoto au-delà de 2012. Mais la prise de conscience mondiale se heurte aux intérêts nationaux et les mesures engagées pour limiter les émissions de gaz à effet de serre restent dérisoires. En cause, le productivisme économiciste des logiques dominantes et l'intérêt à court terme des secteurs qui en profitent. Tandis que le Nord – les Etats-Unis en tête – refuse ou contourne toute réelle remise en question de son modèle de société, les nations industriellement émergentes n'acceptent pas de voir entraver leur propre développement économique. Certaines solutions mises en œuvre – crédits d'émission de carbone alloués sur la base des rapports de force – restent prisonnières de mécanismes du marché qui nient l'équité et les responsabilités historiques des grands pollueurs. D'autres voies existent, basées

sur les initiatives de villes et de communautés visant l'amélioration de l'efficacité énergétique et la mise en œuvre de technologies propres. Sans attendre les effets lointains de ces politiques, les pays du Sud exigent aussi que les principaux responsables du réchauffement payent pour les dégâts causés, en les aidant à s'adapter à la part des changements climatiques devenue inévitable. Jusqu'à présent, le Nord a largement fait la sourde oreille. Un nouveau partenariat Nord-Sud est pourtant indispensable, tant pour prévenir le pire que pour guérir des premiers soubresauts du climat.