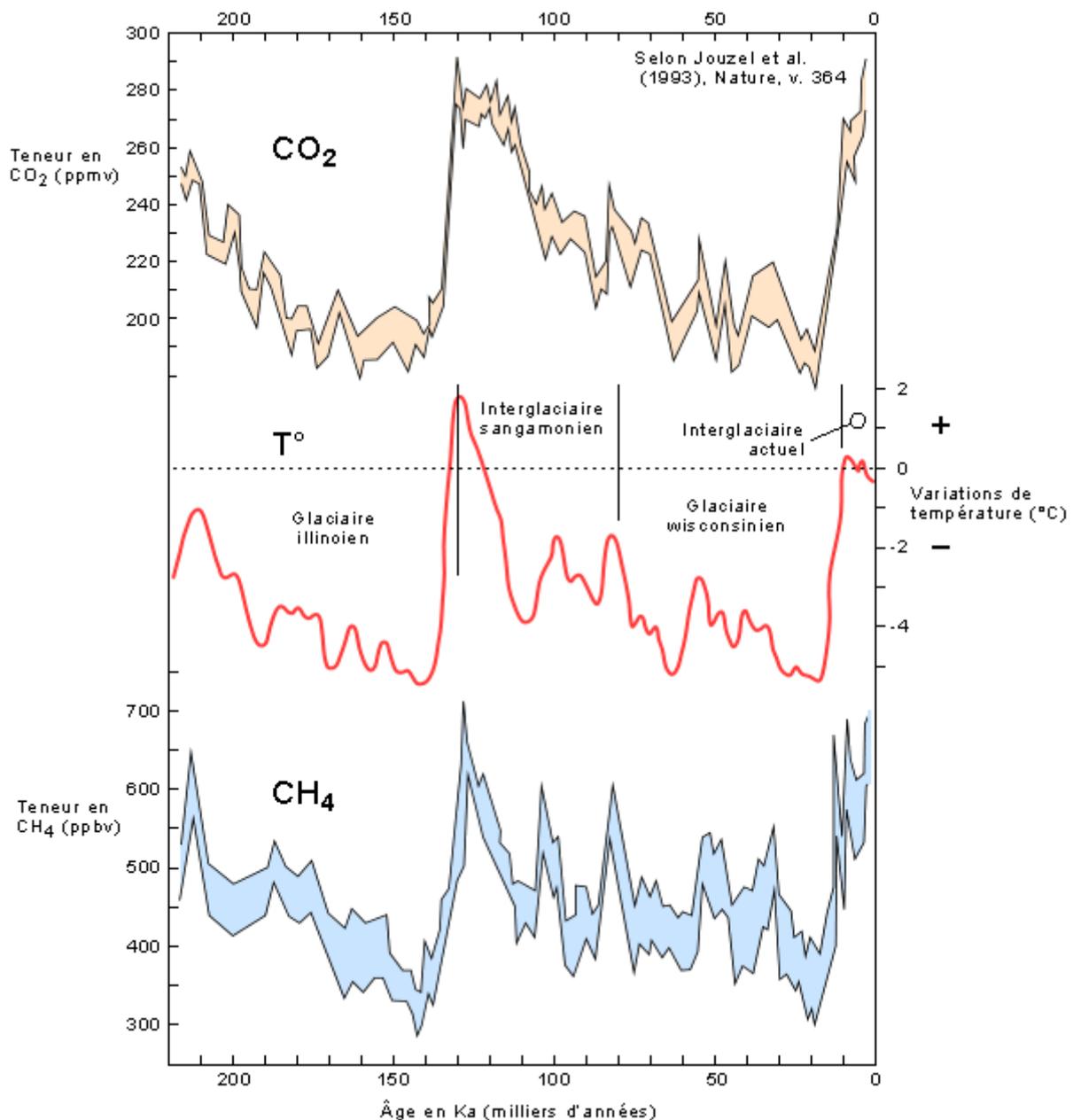


Émission de CO₂ et réchauffement planétaire

Y a-t-il une relation de causalité entre nos émissions de gaz à effet de serre, surtout de CO₂, et ce réchauffement?

On peut difficilement douter que la dernière décennie du 20^{ème} siècle a connu un réchauffement exceptionnel. Reste à savoir si nos émissions de gaz à effet de serre en sont responsables.

Établissons d'abord qu'il y a une relation directe entre fluctuations des teneurs en gaz à effet de serre et les fluctuations des températures. Le graphique qui suit montre un beau parallélisme entre fluctuations des températures et fluctuations des teneurs en CO₂ et en CH₄.



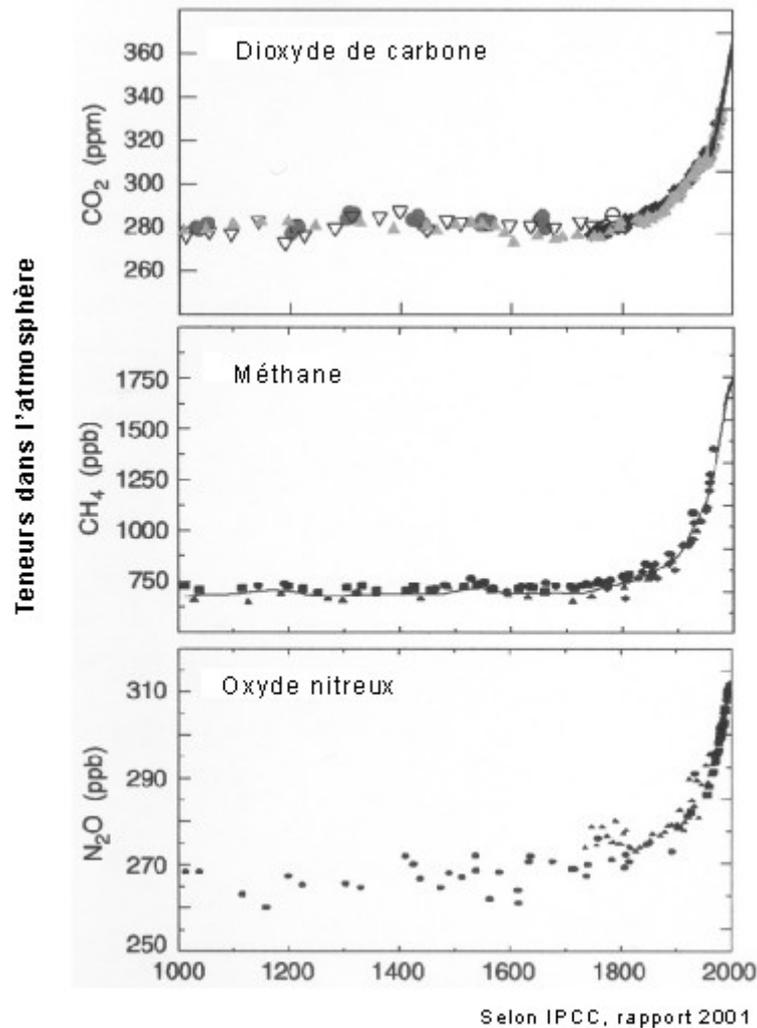
Sources:

Courbe du CO₂ : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig3-2.htm

Courbe du CH₄ : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig4-1.htm

Il s'agit ici des teneurs en CO₂ et CH₄ obtenues par l'analyse de minuscules bulles d'air piégées dans la glace de la carotte du sondage de Vostok, ainsi que des températures déduites des isotopes stables de l'oxygène. Les fluctuations de température sont indiquées selon leur déviation par rapport aux températures actuelles (1993). La largeur des courbes du CO₂ et du CH₄ exprime la marge d'erreur des évaluations. On peut toujours se demander si ce sont des variations dans les teneurs en CO₂ et CH₄ atmosphériques qui ont amené des variations de température ou plutôt l'inverse, des variations de températures qui ont contrôlé les teneurs en CO₂ et CH₄ atmosphériques. N'oublions pas ici les variations reliées aux paramètres orbitaux de la Terre et les cycles de Milankovich.

La figure qui suit montre les changements de teneur en CO₂, CH₄ et N₂O au cours du dernier millénaire. Ces données sont basées sur les carottes de glace et les anneaux des arbres de divers sites de l'Antarctique et du Groenland (les divers symboles sur les courbes), avec en plus les données provenant d'échantillons atmosphériques pour les dernières décennies (ligne noire sur la courbe du CO₂ et partie terminale de la courbe du CH₄). On peut difficilement nier une augmentation exponentielle depuis l'ère industrielle de ces trois gaz à [effet de serre](#).



Sources :

Courbe du CO_2 : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig3-2.htm

Courbe du CH_4 : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig4-1.htm

Courbe du N_2O : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig4-2.htm

Voici quelques chiffres qui décrivent bien ces augmentations, chiffres extraits du 3^{ème} rapport d'évaluation (2001) de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) qui conclut « qu'il y a des évidences nouvelles et plus fortes que le gros du réchauffement des derniers 50 ans est attribuable aux activités humaines ».

La teneur atmosphérique en CO_2 a augmenté de 31% depuis 1750. La teneur actuelle n'a jamais été dépassée durant les derniers 420 000 ans, ni même vraisemblablement durant les derniers 20 millions d'années. De plus, le taux d'augmentation de la teneur en CO_2 atmosphérique a été en moyenne de 1,5 ppm (0,4%) par année (variation de 0,9 à 2,8 ppm) durant les deux dernières décennies; un tel taux d'augmentation ne s'est pas produit durant au moins les derniers 20 000 ans.

On évalue que trois-quarts des émissions anthropiques de CO_2 dans l'atmosphère durant les derniers 20 ans sont dus à la consommation des combustibles fossiles. Le quart restant est dû en grande partie au changement de pratiques dans l'utilisation des terres, en particulier la déforestation.

Présentement, l'océan et les continents captent ensemble la moitié seulement des émissions anthropiques de CO_2 .

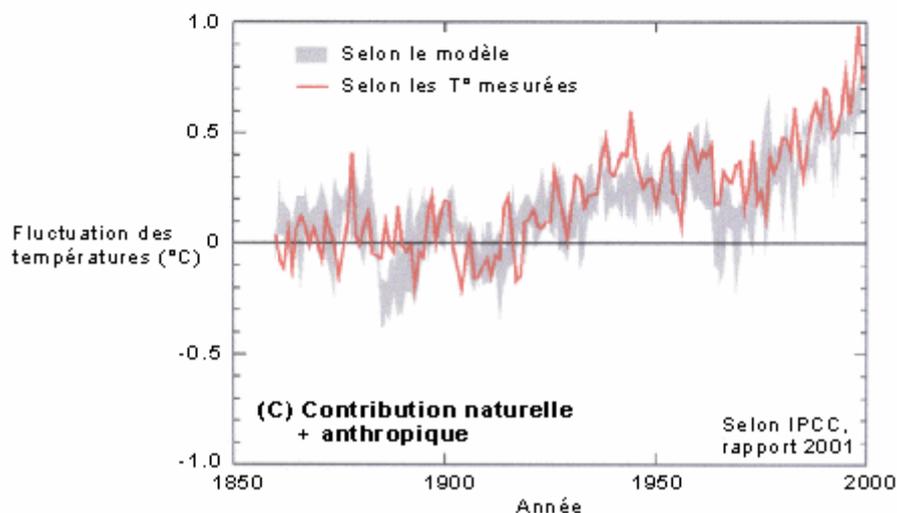
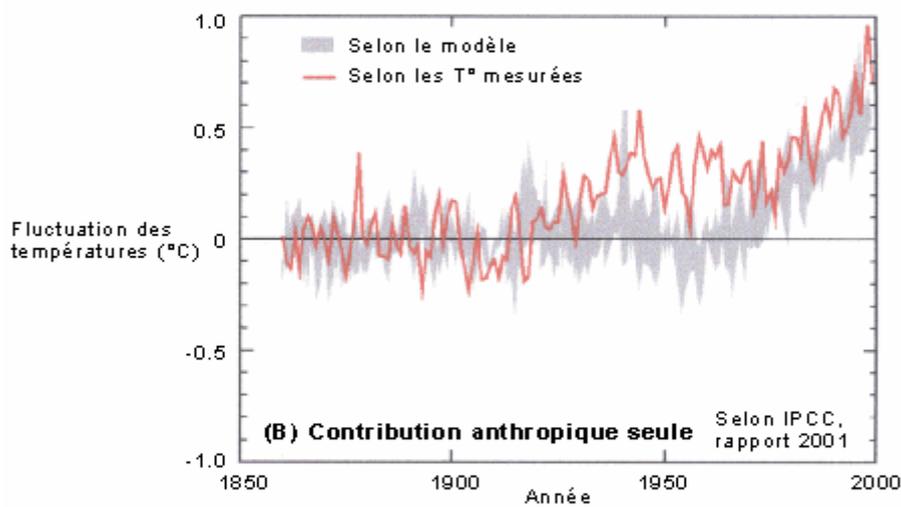
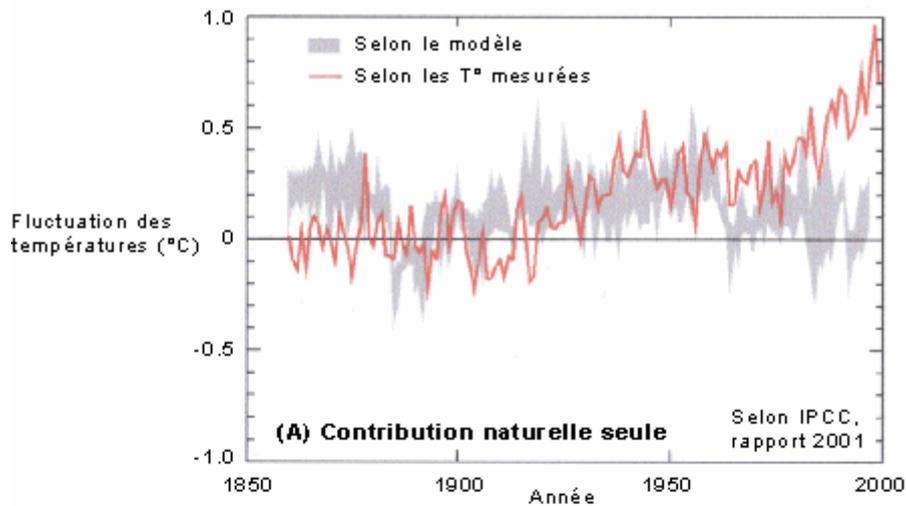
La teneur atmosphérique en CH_4 a augmenté de 151% (soit 1060 ppb) depuis 1750 et continue d'augmenter. La teneur actuelle n'a pas été dépassée durant les derniers 420 000 ans. Un peu plus de la moitié des émissions de CH_4 sont anthropiques (combustibles fossiles, ruminants, rizières).

De plus, les émissions de monoxydes de carbone (CO) ont récemment été identifiées comme une cause de l'augmentation des teneurs en CH_4 .

La teneur atmosphérique en N_2O a augmenté de 17% (soit 46 ppb) depuis 1750 et continue d'augmenter. La teneur actuelle n'a pas été dépassée durant au moins le dernier milliers d'années. Environ le tiers des émissions de N_2O est anthropique (agriculture, alimentation du bétail, industrie chimique).

Depuis 1995, les teneurs atmosphériques de plusieurs de ces CFC qui sont à la fois nocifs pour la couche d'ozone et à la fois des gaz à effet de serre, augmentent plus lentement qu'auparavant ou même diminuent, grâce au protocole de Montréal. Par contre, leurs substituts, bien que plus amicaux pour la couche d'ozone, sont aussi des gaz à effet de serre et leur teneur augmente.

Dans le 3^{ème} rapport d'évaluation de l'IPCC (2001), on trouve aussi les résultats d'une modélisation qui simule les changements de température à la surface terrestre depuis 1960. Les résultats sont comparés à la courbe des températures réellement mesurées et on tente de séparer les causes naturelles des causes anthropiques. Les trois graphiques qui suivent expriment ces résultats. Sur les trois, la ligne rouge correspond aux températures mesurées et le profil en gris au modèle. Le profil en A ne tient compte que de causes naturelles (variations solaires, activité volcanique); celui en B, que des causes anthropiques (émissions de gaz à effet de serre, aérosols sulfatés); celui en C, de la somme des causes naturelles et anthropiques.



Source : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig12-7.htm

On voit bien que les causes naturelles seules ne peuvent expliquer l'augmentation des températures des dernières décennies (graphique A): il y a peu de correspondance entre le profil du modèle qui ne tient compte que des causes naturelles et la courbe des températures mesurées. Le profil qui tient compte plutôt des causes anthropiques (graphique B) colle un peu mieux à la courbe des températures mesurées,

mais c'est vraiment celui qui additionne les deux types de causes (graphique C) qui colle le plus à la réalité. En clair, ces résultats démontrent deux choses: 1) que les paramètres utilisés pour la modélisation sont valables, ce qui n'exclut pas la possibilité qu'il y en ait d'autres; 2) que le réchauffement planétaire que nous vivons est en majeure partie causé par des activités anthropiques.

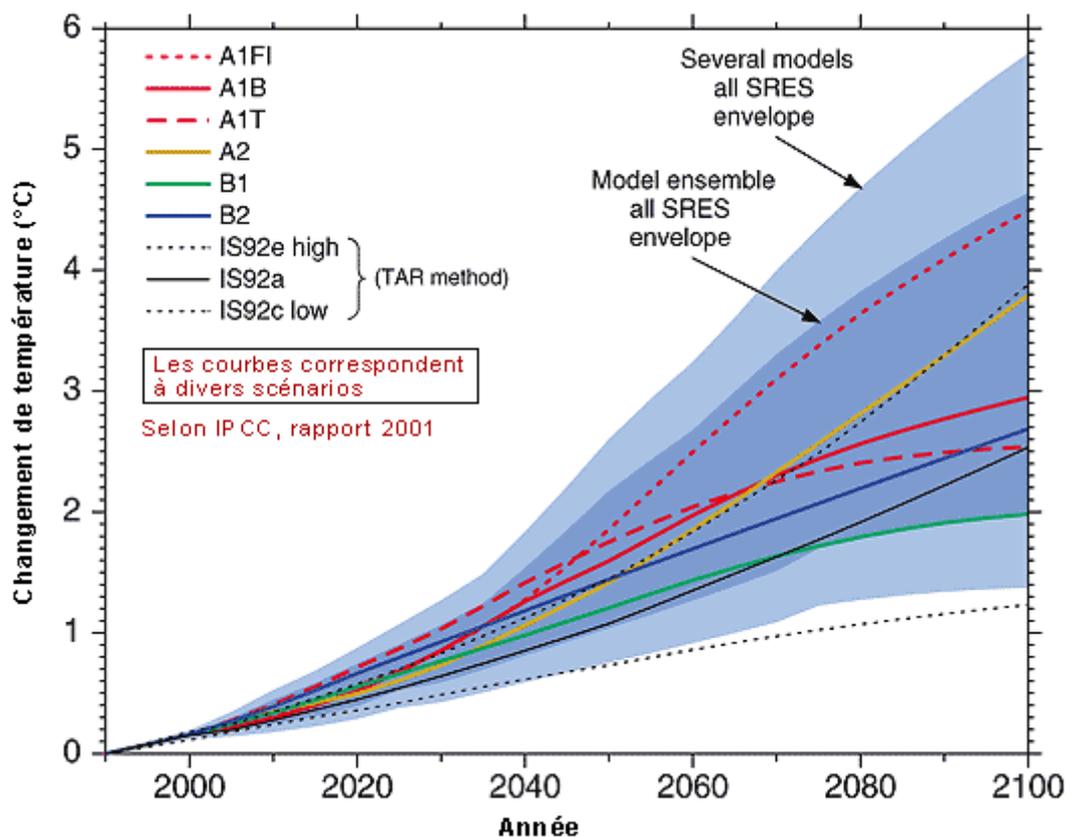
En développant des modèles prévisionnels pour les teneurs en gaz à effet de serre et en aérosols pour les climats futurs, le 3^{ème} rapport d'évaluation de l'IPCC (2001) en arrive aussi à la conclusion que « les effets des activités d'origine anthropique vont continuer à changer la composition de l'atmosphère tout au long du 21^{ème} siècle ».

Il est virtuellement certain que les émissions de CO₂ dues à la consommation des combustibles fossiles seront l'influence dominante sur la tendance à l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO₂ durant le 21^{ème} siècle.

Avec l'augmentation des teneurs atmosphériques en CO₂, l'océan et les continents vont capter une fraction de moins en moins grande des émissions anthropiques de CO₂.

Au tournant du prochain siècle, on évalue que la teneur atmosphérique en CO₂ se situera entre 540 et 970 ppm, selon le modèle utilisé, soit de 90 à 250% au-dessus de la teneur étalon de 280 ppm en 1750.

Tous les modèles développés prévoient une augmentation des températures terrestres moyennes et du niveau des mers. La figure qui suit présente les prévisions pour le prochain siècle selon six scénarios développés à partir de divers modèles complexes.



Source : http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/fig9-14.htm

Sur cette figure, SRES signifie Special Report on Emission Scenarios. Ces scénarios ont été développés par l'IPCC à compter de 1996 pour remplacer ceux d'une modélisation plus ancienne identifiés ici comme IS92. Un ensemble de 40 scénarios, dont 35 utilisent des données sur la totalité des gaz influençant le climat, ont été développés en tenant compte de facteurs démographiques, économiques et technologiques susceptibles d'influencer les émissions futures de gaz à [effet de serre](#) et de soufre. Il est à noter que ces scénarios ne tiennent pas compte des initiatives en cours ou proposées pour réduire les émissions, tel le protocole de Kyoto. Ces 40 scénarios ont été groupés en quatre familles, A1, A2, B1 et B2; sur le graphique, la famille A1 a été subdivisée en trois sous-familles. Les scénarios présentés correspondent à ces regroupements.

Famille A1 : décrit un monde futur à croissance économique très rapide, une population mondiale qui atteint un sommet au milieu du siècle et qui diminue ensuite, et l'introduction de technologies nouvelles et plus efficaces. Les traits dominants sont la convergence des régions, l'augmentation des interactions culturelles et sociales, avec une réduction substantielle des différences régionales. Les trois sous-familles de A1 expriment leurs différences principalement dans leur choix au niveau des énergies : A1T choisit des sources d'énergie non fossiles, A1F1 est fortement centrée sur les énergies fossiles, et A1B tente un équilibre entre toutes les sources d'énergie.

Famille A2 : décrit un monde très hétérogène. Le trait dominant est l'auto-suffisance et la préservation des identités locales. La convergence des patrons de fertilité entre les régions est très lente, ce qui résulte en une augmentation continue de la population. Le développement économique est d'abord orienté régionalement et sur la croissance individuelle. Les changements technologiques sont plus fragmentés et plus lents que chez les autres familles.

Famille B1 : décrit un monde convergent qui, comme en A1, possède la même population mondiale qui culmine au milieu du siècle et décline par la suite. Elle s'en distingue par un changement rapide des structures économiques qui se dirigent vers une économie de services et de l'information, avec une réduction du matérialisme et l'introduction de technologies propres et efficaces au niveau des ressources. L'emphase est mise sur des solutions globales quant à la durabilité du développement économique, social et environnemental, incluant une amélioration de l'équité, mais sans initiatives additionnelles concernant le climat.

Famille B2 : décrit un monde où l'emphase est mise sur des solutions locales en ce qui concerne la durabilité du développement économique, social et environnemental. C'est un monde où la population mondiale croît continuellement, mais à un rythme plus lent que A2. Le développement économique se situe à un niveau intermédiaire et les changements technologiques sont moins rapides et moins diversifiés par rapport à B1 et A1. Bien que ce scénario soit aussi orienté vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, il est centré sur le local et le régional.

Quelque soit le scénario le plus probable dans cette nouvelle modélisation (SRES), on doit donc s'attendre à une augmentation des températures se situant entre 1,4 et 5,8°C vers la fin de ce siècle, une prévision à la hausse par rapport à la modélisation précédente (2^{ème} rapport de l'IPCC, 1995) qui indiquait une fourchette de 1,0 à 3,5°C. Les modèles climatiques nous disent aussi que [le réchauffement planétaire](#) ne se fera pas de façon uniforme à la surface du Globe. Ainsi, le réchauffement des surfaces continentales sera plus élevé que la moyenne globale. Aussi, le réchauffement des régions nordiques de l'Amérique du Nord et de l'Asie centrale excède de 40% le réchauffement global dans tous les modèles, avec ce que cela implique sur la fonte des glaces. Par contre, le réchauffement est plus faible que la moyenne dans le sud et le sud-est de l'Asie en été et le sud de l'Amérique du Sud en hiver. Plusieurs modèles indiquent que la tendance des températures de surface dans le Pacifique tropical à présenter un patron de type El Niño

devrait se poursuivre, c'est-à-dire un réchauffement plus important dans le Pacifique-Est que dans le Pacifique-Ouest, impliquant un déplacement vers l'est des précipitations.

Ayant bien établi qu'il y a bel et bien réchauffement planétaire et que les activités anthropiques en sont la causes, voyons maintenant quelles en seront les conséquences. ... Page suivante.