

Énergie et climat: deux enjeux corrélés.

Bernard Parisse

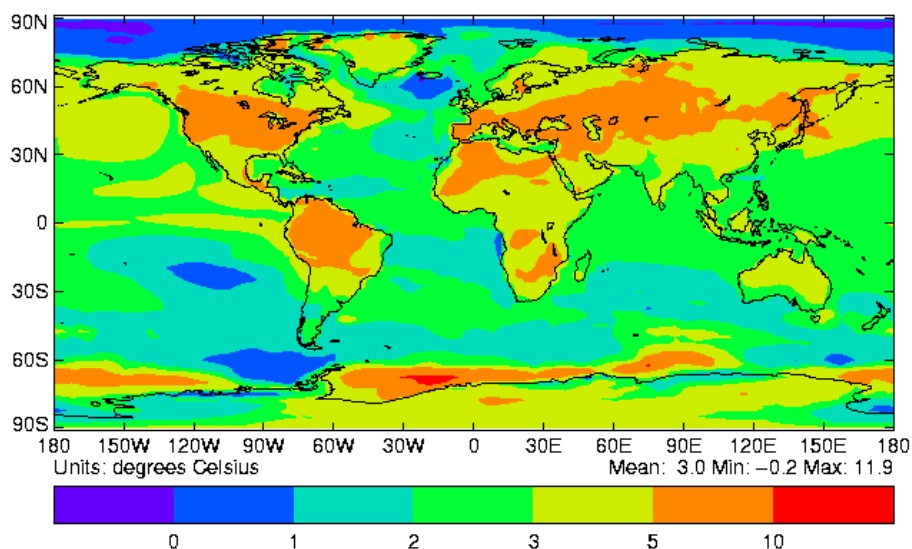
January 16, 2007

1 Introduction

Nous sommes maintenant fréquemment informés par les médias des questions énergétiques, en particulier depuis la fin de l'ère du pétrole bon marché, ou des questions liées au réchauffement climatiques (surtout en période de canicule comme durant l'été 2003, ou cet été 2006), mais encore trop rarement de l'effet de notre consommation d'hydrocarbures sur le climat, même si des parlementaires et sénateurs se sont emparé récemment de la question (mais sans prendre dans tous les cas la mesure complète du problème). Il est pourtant clair aujourd'hui que l'augmentation du taux de gaz carbonique (CO₂), principal gaz à effet de serre, est due en grande partie à la combustion d'hydrocarbures, et pour une moindre part à la déforestation. Il faut bien voir que ce n'est pas le fait d'émettre du CO₂ qui est diabolique, mais bien d'en émettre trop. Dans cet article, nous allons donc rentrer dans le quantitatif, en particulier pour alerter le lecteur sur une conséquence potentiellement désastreuse pour le climat de la fin du pétrole bon marché (voir bulletin numéro ??), à savoir la conversion en pétrole des autres combustibles fossiles (par exemple les sables asphaltiques du Canada mais aussi le charbon) qui émettent beaucoup plus de CO₂ pour une énergie finale équivalente.

Lorsqu'ils essaient de prévoir les conséquences de l'effet de serre, en particulier sur l'augmentation de température du 21^{ème} siècle (et des siècles suivants), les climatologues doivent d'une part être capables de prédire quel est l'effet d'un taux de CO₂ donné à l'équilibre et d'autre part de deviner quelle sera la concentration de CO₂ au cours du siècle. Le consensus est maintenant assez large sur la première question (appelée sensibilité climatique), un doublement de la concentration de CO₂ devrait amener une hausse moyenne de la température de 3 degrés avec une fourchette comprise entre 2.5 et 4 degrés, cette hausse étant plus élevée sur les continents que sur les océans. Pour fixer les idées, une hausse de 4 degrés amènerait la température moyenne de Villard de Lans à celle de Grenoble et celle de Grenoble à celle de Cassis (en Provence). De plus cette hausse pourrait bien être plus importante en été qu'en hiver en Rhone-Alpes (le ralentissement du Gulf Stream atténuant le réchauffement des hivers), même s'il est trop tôt pour conclure, on observe tout de même qu'à Genève, la température des étés a augmenté de 1 degré en été entre 1950-1979 et 1980-2006 contre 0.6 degrés en hiver, pour Grenoble, à Grenoble la comparaison de 2000-2006 avec 1950-1979 (sources : relevés de www.meteoisere.com et le livre Météo de la France de J. Kessler et A. Chambraud) montre une hausse de 2.7 degrés pour les étés et 0.7 degrés pour les hivers.

Change in June–July–August average surface air temperature
from 1960–1990 to 2070–2100 from HadCM3 IS92a



Hadley Centre for Climate Prediction and Research, The Met. Office

Température en été à la fin du siècle selon un scénario du Hadley Center. Août 2003 et juillet 2006 deviendront-ils des mois d'étés "frais"?

La concentration en CO₂ dépend de nous, c'est pourquoi les climatologues travaillent sur de grandes familles de scénarios d'émission de gaz à effet de serre qui dépendent des choix que le monde va faire (démographie, sources d'énergie, efficacité énergétique, séquestration, ...). L'incertitude principale dans la fourchette de hausse pour le 21^{ème} siècle (entre 1.4 et 5.6 degrés dans le rapport 2001 du GIEC, entre 2 et 4.5 degrés annoncés dans le rapport 2007) est plus une conséquence de l'incertitude sur les quantités de gaz à effet de serre que nous allons émettre qu'une incertitude des sciences du climat. L'incertitude sur la répartition des précipitations est à l'heure actuelle plus grande, mais il paraît clair que dans un climat plus chaud, l'évaporation sera favorisée (l'air chaud contient plus de vapeur d'eau avant saturation que l'air froid), et qu'il y aura donc plus de sécheresses et de pluies diluviennes. Les variations des régimes de précipitations seront probablement plus dévastatrices que celles des températures, et la liste des conséquences néfastes d'un changement climatique marqué est longue : élévation du niveau de la mer par dilatation et fonte des glaces continentales, canicule, inondation et glissement de terrain, sécheresse et famine, extinction massive d'espèces, extension des maladies parasitaires, ...

Pour faire rapidement le lien entre énergie et émission de CO₂, voici quelques chiffres simples illustrant les conséquences de la combustion du pétrole :

- la production actuelle de pétrole est de 85 millions de barils par jour (1 baril=159 litres). Comme ce nombre parle peu, convertissons-le à notre échelle, on obtient 2 litres de pétrole par Terrien et par jour (évidemment très mal répartis selon la nationalité du Terrien en question). Avec une voiture consommant 5 litres aux 100km, cela correspond à 40km par jour, mais ces 2 litres par Terrien et par jour doivent aussi servir au transport de marchandises, à l'aviation, à la pétrochimie, au raffinage, ... par exemple en France un quart des produits pétroliers est affecté à la circulation automobile des particuliers.
- la combustion de ce pétrole émet chaque année dans l'atmosphère 2 parties par million en volume (ppm) de gaz carbonique, chiffre à comparer aux 100 ppm séparant une ère glaciaire (190 ppm) d'un interglaciaire (280 ppm). Fort heureusement, la mer et la biosphère en absorbent environ 40 % mais nous brûlons aussi du charbon et du gaz naturel, et on observe en effet depuis l'an 2000 une hausse d'environ 2 ppm par an (avec en 2006 un taux de CO₂ moyen de 382 ppm).

Il apparaît ainsi que nous pouvons encore largement influencer sur le climat du 21^{ème} siècle entre un réchauffement modéré et un réchauffement incontrôlé, à condition d'en avoir la volonté, ce qui implique d'abord de bien comprendre quantitativement les choses. C'est pourquoi nous parlerons dans une 1^{ère} partie de l'effet de serre, et dans une 2^{ème} partie des hydrocarbures d'un point de vue quantitatif. Nous aborderons ensuite les possibilités de diminuer nos émissions de CO₂.

2 L'effet de serre

On va dans cette section expliquer quantitativement l'effet de serre et montrer que le chiffre de 3 degré pour un doublement de CO₂ repose sur des bases sérieuses (plus précisément les climatologues parlent de sensibilité climatique, et donnent le chiffre de 0.75 ± 0.25 degré par W/m^2)

2.1 La physique

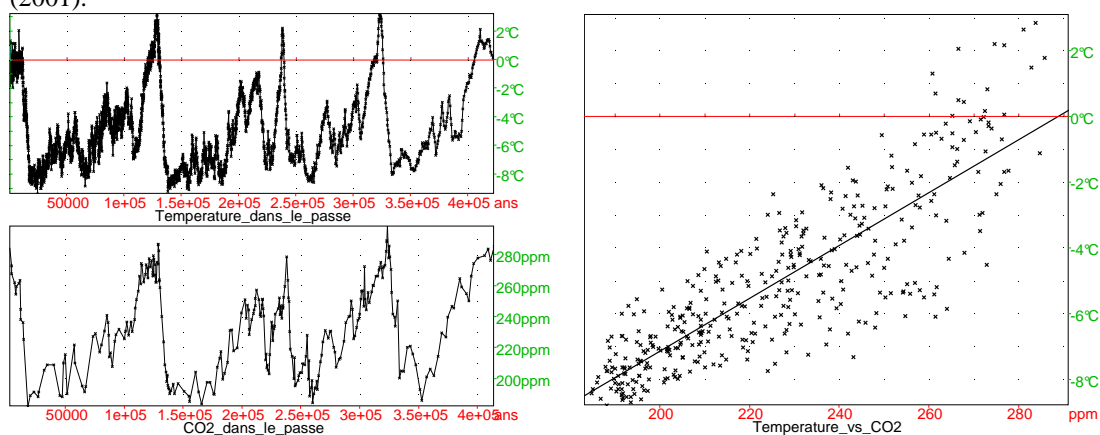
Le rayonnement solaire arrivant au sommet de l'atmosphère de la Terre est de 1364 Watt par mètre carré (W/m^2) de surface perpendiculaire. Il se répartit selon la latitude et la position de la Terre sur son orbite autour du Soleil (phénomène des saisons), le rayonnement moyen reçu est le quart du précédent (section de la sphère sur surface de la sphère). Une partie de ce rayonnement est réfléchi par l'atmosphère (environ 30%), il arrive au sol en moyenne de l'ordre de $270 W/m^2$ par temps clair, de $180 W/m^2$ en moyenne. Puis des échanges complexes d'échange d'énergie se produisent (albédo, nuages, évaporation, convection, ...).

Le CO₂ est une molécule composée d'un atome de carbone et de deux atomes d'oxygène, les liaisons entre carbone et oxygène sont comparables à des ressorts, qui sont excités par les rayons infra-rouges émis par la Terre, ils sont donc opaques à ces rayons, et c'est ce qui entraîne l'effet de serre (les rayons arrivant du Soleil, plus chauds, n'ont pas la bonne fréquence, l'atmosphère est donc transparente à ces rayons). L'opacité de l'atmosphère dépend de la concentration en CO₂ et en d'autres molécules, en particulier la vapeur d'eau. L'effet du CO₂ seul est une augmentation d'environ $4.2 W/m^2$ au sol pour un doublement de concentration, soit une hausse d'environ 2% de l'énergie solaire reçue au sol. La loi de Stefan-Boltzman de rayonnement du corps noir prédit que l'énergie émise par un corps est proportionnelle à la température absolue à la puissance 4, donc un doublement du CO₂ devrait aboutir à une hausse de $2\%/4=0.5\%$ d'environ 300K (Kelvin) soit entre 1 et 2 degrés. Il faut y ajouter les hausses dues aux rétroactions, en particulier la hausse de la température provoque une augmentation de l'évaporation et de la quantité de vapeur d'eau que

peut contenir l'air, augmentant ainsi la concentration de vapeur d'eau qui est aussi un gaz à effet de serre. Le chiffre de 3 degrés des modèles parait donc du bon ordre de grandeur.

2.2 L'histoire des climats et les statistiques

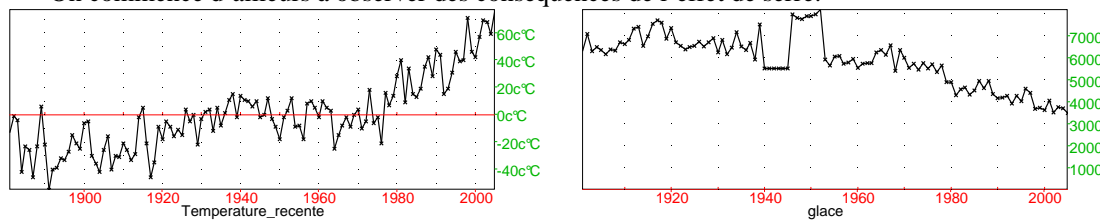
Les carottages effectués dans les glaces Antarctique montrent une nette corrélation entre la température relevée pendant les 700 000 dernières années et le taux de CO₂. Nous présentons ici les graphes de données relevées au cours des 400 000 dernières années comprenant 4 périodes glaciaires, d'après Petit J.R. et al (2001).



À gauche, écart de température en Antarctique et concentration en CO₂ au cours des 400 000 dernières années. À droite, nuage de points (CO₂, température) et droite de régression linéaire. La concentration actuelle de CO₂ est de 380ppm.

Une analyse statistique (régression linéaire) donne (selon le jeu de données) une sensibilité de 8 à 9 degrés pour une hausse de 100 ppm de CO₂ avec un coefficient de corrélation de 0.8 à 0.85 (en d'autres termes 65% à 75% des écarts quadratiques à la moyenne de la température sont "expliqués" par la droite de régression linéaire). Il s'agit bien sûr de la température en Antarctique, et on sait que les poles sont plus affectés (environ 2 fois plus) par les variations de température que la moyenne de la planète. D'autre part, historiquement, les variations de CO₂ semblent être une (forte) rétroaction aux faibles variations des paramètres orbitaux de la Terre (théorie astronomique des climats de Milankovitch), et certaines rétroactions, en particulier la variation du volume des glaces seront moins importantes en cas de réchauffement qu'elles n'ont pu l'être au cours des millénaires écoulés puisqu'il y a moins de surface englacée aujourd'hui. L'étude des climats du passé montre donc qu'une hausse de 3 degrés pour un doublement du CO₂ parait être du bon ordre de grandeur.

On commence d'ailleurs à observer des conséquences de l'effet de serre:



À gauche, écart de la température en centième de degrés à 14 degrés entre 1881 et 2005. À droite, taille de la banquise en Arctique au mois d'aout de 1900 à nos jours (unités arbitraires). On observe une nette baisse depuis les années 70.

3 CO2 et énergie

Depuis la fin du 18ème siècle, le taux de CO2 dans l'atmosphère est passé de 280 à 380 ppm, les deux tiers de la hausse se sont produit depuis 1960 (concentration à 315 ppm). L'effet sur la température s'est donc traduit tardivement, en raison de l'énorme inertie des océans (il faut environ 60 ans pour réchauffer l'océan de 1 degré avec un chauffage de $4W/m^2$), la température du globe s'est réchauffée en moyenne de 0.6 degrés au cours du 20ème siècle (et 1 degré en moyenne en France). Les principales causes sont la combustion d'hydrocarbures et la déforestation.

3.1 Émissions des hydrocarbures

On mesure la quantité de carbone ou de CO2 émise par la combustion de pétrole, gaz naturel ou charbon pour une même quantité d'énergie (calorifique), par exemple l'énergie dégagée par combustion d'une tonne de pétrole (tep, tonne équivalent pétrole). Le passage entre carbone et CO2 s'obtient en multipliant par 44/12 (car le poids moléculaire du carbone est de 12, celui de l'oxygène 16). Pour une tep de pétrole, on émet en moyenne 860 kg de carbone, pour le gaz naturel, 650kg et pour le charbon 1180kg.

La situation se complique malheureusement par le fait qu'il faut de l'énergie pour extraire, raffiner et transporter les hydrocarbures. Prenons le cas du pétrole qui représente la moitié environ des combustibles fossiles actuellement et paraît incontournable dans les transports (sauf ferroviaire électrique). Pour extraire et raffiner en essence ou diesel du pétrole conventionnel (celui qui semble avoir atteint son pic de production en 2005), il faut utiliser environ 5% de l'énergie du pétrole brut. Mais la situation est bien moins favorable par exemple pour l'opération équivalente à partir des sables asphaltiques du Canada, les estimations actuelles sont d'une autoconsommation proche de 1/3 par extraction minière à 2/3 par chauffage (cf. X. Chavanne), c'est-à-dire que pour obtenir 1 kg de produits raffinés il faudrait 1.5 à 3 (!) kg de produit brut (le processus réel est plus complexe, car il utilise du gaz naturel). Ce chiffre est encore plus mauvais pour la conversion de charbon en liquides (de type essence/diesel) car le matériau de base émet plus de CO2 pour une même énergie finale et le rendement est moins bon. Il est donc essentiel pour estimer les rejets de CO2 à l'avenir de connaître avec précision ce qu'on appelle l'EROEI (Energy Return On Energy Invested) c'est-à-dire le rapport entre énergie récupérée et énergie investie (plus ce rapport est proche de 1 plus on émet de CO2 à énergie utilisable équivalente) et d'éviter les conversions lorsqu'on le peut. Hors biocarburants, on peut estimer que les émissions de CO2 du puits à la roue (c'est-à-dire en tenant compte des émissions dues à la production) pour 1 kilogramme équivalent gazole (soit environ 1.2 litre de gazole et 1.3 litre d'essence) vont passer de 0.9kg carbone actuellement à une fourchette allant de 0.9kg carbone pour le pétrole léger, à 1.1kg pour la conversion de gaz naturel en pétrole, plus de 1.3kg carbone pour les sables asphaltiques et presque 2 kg pour le pétrole issu du charbon par procédé Fischer-Tropsch (environ 2 fois les émissions de pétrole léger).

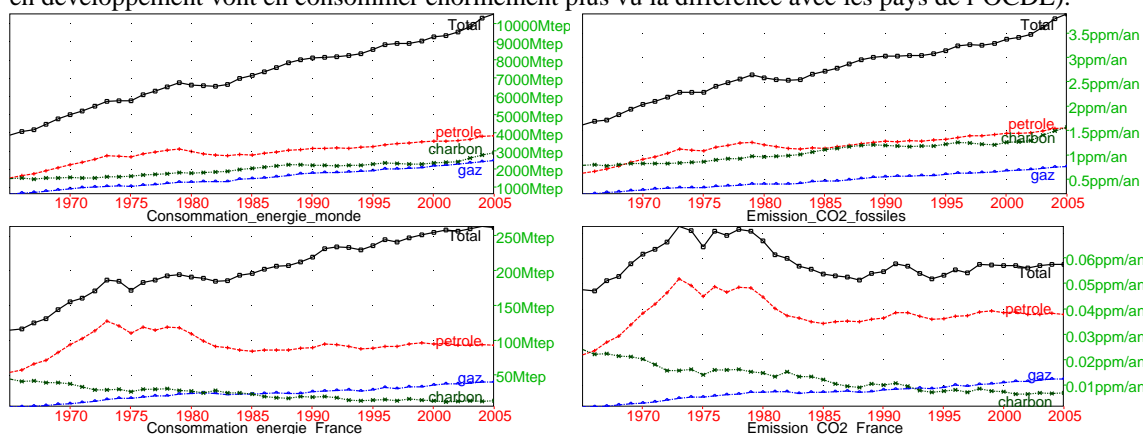
On a un phénomène analogue (mais moins grave) pour le gaz naturel, ainsi celui issu de gisements géants du Qatar ou de Russie sera liquéfié pour le transport, ce qui est une opération coûteuse en énergie, qui émettra donc des gaz du CO2 (sauf séquestration).

Il faudra tenir compte de cela dans les accords internationaux tels le protocole de Kyoto, on ne peut pas attribuer au pays producteur seul les émissions dues à la production d'énergie, sinon les pays producteurs

ne pourront pas les respecter et se désengageront (comme le Canada l'a fait récemment).

3.2 Données actuelles

Il paraît clair que la raréfaction en cours de pétroles légers et les tensions actuelles sur les prix vont favoriser le développement des pétroles lourds et des sables asphaltiques d'une part, mais aussi l'utilisation du charbon (beaucoup mieux réparti à la surface du globe que le pétrole, en particulier en Inde et en Chine mais aussi aux Etats-Unis, il est très utilisé pour les centrales électriques, et on en parle de plus en plus pour la conversion en pétrole). Ainsi en 2004, le monde a consommé (d'après BP Statistical Review 2006) 3.799 Gtep de pétrole, 2.425 Gtep de gaz et 2.798 Gtep de charbon, en 2005, les chiffres sont de 3.837 Gtep de pétrole (+1%), 2.475 Gtep de gaz (+2%) et 2.930 Gtep de charbon (+4.7%). La fin du pétrole bon marché signifie une augmentation des quantités de CO₂ émises à énergie équivalente (et tout indique que l'énergie consommée dans le monde va augmenter, elle ne diminue pas dans les pays de l'OCDE et les pays en développement vont en consommer énormément plus vu la différence avec les pays de l'OCDE).



Consommation en pétrole, gaz, charbon et total toutes énergies (en millions de tonnes équivalent pétrole) et émissions de CO₂ correspondantes (en augmentation en ppm par an, 2100Mtep=1ppm de CO₂, actuellement environ 59% de ces émissions restent dans l'atmosphère).

On observe que l'énergie fournie par le gaz et par le charbon est à peu près la moitié de celle du pétrole, alors que les émissions de CO₂ dues à la combustion du charbon sont presque égales à celles du pétrole.

On observe aussi que les émissions françaises sont, malgré le nucléaire, 1.5 fois plus importantes que la moyenne mondiale (la population française représente environ 1/100 de celle du monde), avec une part importante pour le pétrole.

3.3 Rétroactions naturelles

L'augmentation des rejets risque de plus d'être accentué par les changements d'absorption du CO₂ par les puits naturels (biomasse et océan). Ainsi la hausse de la température de l'océan diminue sa capacité d'absorption (ce phénomène a probablement contribué à la rétroaction positive du CO₂ suites aux variations orbitales de la Terre dans les 400 000 dernières années). D'autre part le ralentissement de la circulation océanique (Gulf Stream) diminue le renouvellement des eaux de surface dont la concentration en CO₂ est plus élevée (ce qui diminue leur capacité d'absorption par équilibrage avec l'atmosphère). De plus le réchauffement du climat favoriserait l'activité microbienne dans les sols, ce qui rejette plus de CO₂

qu'actuellement. Enfin le réchauffement pourrait déstabiliser le méthane piégé dans le permafrost des hautes latitudes faisant courir le risque d'un emballement de l'effet de serre (ce scénario semble s'être déjà produit il y a quelques dizaines de millions d'années).

3.4 Si on ne fait rien...

Il faut donc craindre qu'en l'absence de volonté forte, la concentration en CO₂ à la fin du siècle soit bien supérieure au double de la concentration préindustrielle (si la hausse se poursuivait comme en ce début de 21^{ème} siècle, on arriverait à 380 ppm + 2ppm/an*95 ans=570 ppm environ le double des 280 ppm préindustriels), la diminution des émissions liée à la déplétion du pétrole léger puis du gaz naturel étant plus que compensée par l'augmentation des émissions dues au charbon et autres pétroles lourds.

4 Que faire

Les principaux moyens de lutte contre l'effet de serre sont souvent les mêmes que ceux permettant de diminuer notre dépendance pétrolière, citons :

- l'efficacité énergétique : avec les technologies actuelles on peut probablement émettre 2 fois moins à service rendu équivalent (cf. J.M. Jancovici). Mais si le prix de l'énergie reste constant, il ne faut pas espérer gagner beaucoup, l'expérience montre que le consommateur achète plus, plus de confort (climatisation automobile par exemple) ou utilise plus l'équipement (plus de km parcourus en voiture par exemple). Il faudrait donc coupler l'efficacité à une hausse du prix de l'énergie (par exemple par une taxe carbone) pour obtenir un effet. D'autre part le temps de renouvellement des équipements les plus émetteurs en CO₂ est de l'ordre de 15-20 ans pour le parc automobile et du demi-siècle pour les logements.
- l'organisation des transports, en particulier le choix des modes de transports. Favoriser le transport aérien (par détaxe du carburant ou subventions des aéroports) est en contradiction complète avec la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre (il n'existe actuellement aucun substitut au kérosène) La puissance des véhicules et en particulier leur poids peut permettre des économies majeures, ainsi des véhicules 2 places d'un quart de tonne réalisent aujourd'hui des consommations de l'ordre de 1 litre aux 100km.
- Plus généralement les choix de société, en particulier en matière d'urbanisation, peuvent influencer énormément sur l'utilisation des moyens de déplacement doux (transports en commun, marche, vélo...) et donc sur les émissions de gaz à effet de serre. On peut s'étonner à ce propos que le rapport du sénat écarte aussi rapidement cette possibilité.
- l'utilisation d'énergies alternatives : renouvelable et nucléaire. Le nucléaire actuel peut s'étendre un peu mais guère (estimations des réserves d'uranium variables, 40Gtep en équivalent thermique sont très probables, les additions dépendront à la fois des découvertes et du prix, mais il y a surtout questions liées à la prolifération), la surrégénération devrait permettre de gagner un facteur 50 sur les réserves (estimées à 1900Gtep par le CEA, soit 190 années de consommation d'énergie au rythme actuel) et peut-être de produire directement de l'hydrogène par thermolyse de l'eau mais il n'est pas prévu d'exploitation commerciale avant 2040 (il y a donc encore des verrous technologiques à faire sauter, donc des incertitudes majeures, en particulier sur le traitement des déchets générés ni

de la gestion du combustible). Le solaire semble très prometteur d'abord le solaire thermique dans le résidentiel/tertiaire (on pourrait probablement économiser de l'ordre de 10Mtep en chauffage au fuel et gaz en France), et à plus long terme le photovoltaïque si on arrive à mieux stocker l'énergie électrique et à créer des capteurs plus efficaces (ou/et moins onéreux).

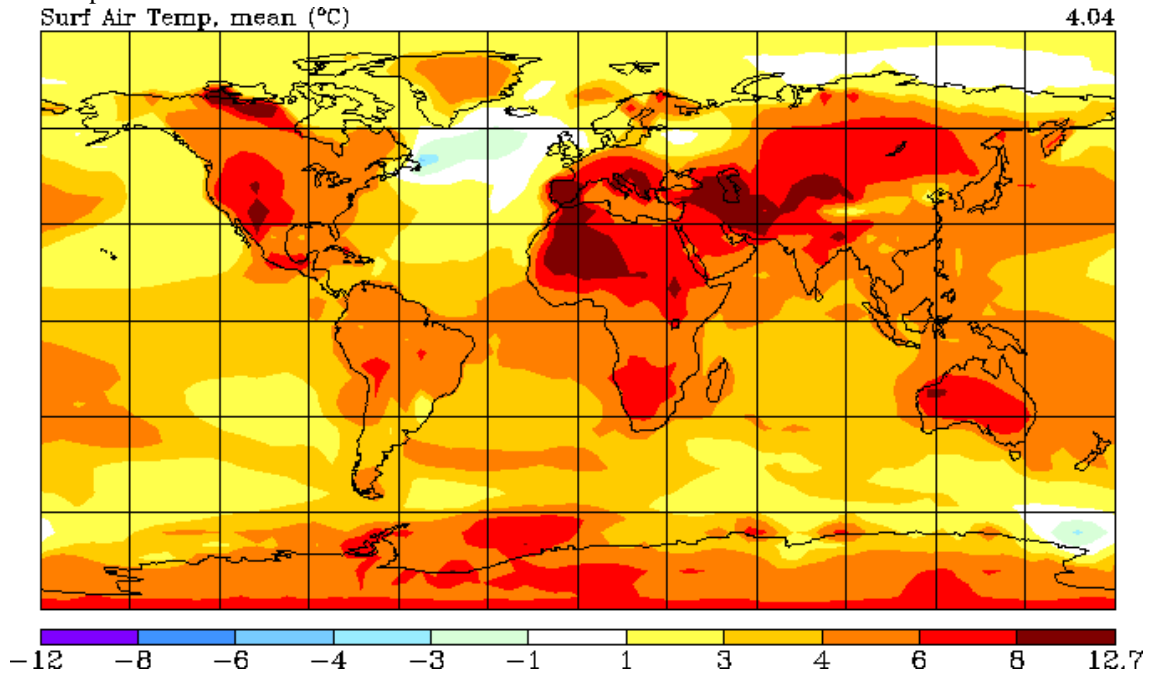
- les biocarburants : en énergie nette, on obtient environ 1 tep par hectare actuellement, sans doute mieux dans le futur par le développement de la filière lignocellulosique, on peut espérer 2 voire 3 tep par hectare, il est difficile de donner des chiffres précis par manque de recul (expérimentations en cours). Le pays le plus avancé dans le domaine est le Brésil qui produit 15 millions de tonnes d'éthanol par an, soit 10 Mtep (10 Mtep, c'est 10% de la consommation française de pétrole, ou aussi 10% environ de la production ou de la consommation brésilienne de pétrole). On peut avancer un ordre de grandeur à moyen terme de 10 % des besoins actuels en pétrole en France (soit 10 Mtep par an, autant que le Brésil actuellement avec une surface 15 fois plus petite) couverts par les biocarburants, avec des incertitudes importantes, en particulier sur l'effet de la sécheresse probable dans le Sud sur les rendements agricoles. Ce chiffre paraît en tous cas du bon ordre de grandeur, car c'est en gros le rendement actuel de la filière bois.
- par contre la filière hydrogène ne me semble pas, au moins à moyen terme, être un moyen de lutter contre l'effet de serre en raison des nombreux défauts intrinsèques (stockage, coût énergétique de la production, coût des piles à combustibles, ...)
- la séquestration de CO₂ : cela semble techniquement maîtrisé, mais coûte plus cher que de rejeter le CO₂ dans l'atmosphère (par exemple, la moitié de l'énergie produite pour la séquestration du CO₂ pour l'exploitation des sables bitumeux, cf. Chavanne), et cela ne peut concerner que les équipements fixes, par exemple les centrales électriques au charbon. On peut espérer que vers 2030, les nouvelles centrales seront équipées en majorité. Mais il est bien évident que les équipements de transports ne pourront pas séquestrer de CO₂, et les équipements individuels probablement pas avant longtemps. Au niveau mondial, on peut espérer gagner 20% sur les émissions d'ici 2030.

On voit qu'il n'y a pas de solution miracle, mais qu'il existe de réelles marges de manoeuvre, en particulier si on combine toutes les possibilités sans a priori.

Il faut toutefois mettre ces marges de manoeuvre en perspective avec le développement des pays en dehors de l'OCDE et les baisses de rendement énergétiques évoquées à la partie précédente. Par exemple, si on suppose qu'en 2050 les émissions sont en moyenne mondiale équivalentes à celles du secteur transport de la France d'aujourd'hui (750 kg de carbone par personne et par an, en tenant compte de la production du carburant), pour une population de plus de 7 milliards d'individus, cela correspondrait à 2.5 ppm de CO₂ par an. Bien sûr les progrès technologiques permettront de consommer moins d'énergie à service rendu égal, mais il faut aussi tenir compte des émissions des autres secteurs utilisant du pétrole, du gaz et du charbon (les transports représentent aujourd'hui environ un quart des émissions de CO₂ dans le monde), et du fait que la création d'une même quantité de carburant nécessitera de plus en plus d'émissions à l'avenir (voir la partie précédente). Or 2.5 ppm de CO₂ par an, cela nous place déjà à plus du double de la concentration de CO₂ préindustrielle en 2100.

Enfin, si le monde décide de continuer à utiliser les hydrocarbures sans faire cas des changements climatiques, ce sera la déplétion globale des hydrocarbures (pic de production de la somme charbon+pétrole+gaz) qui limitera les émissions, probablement en 2ème moitié du 21ème siècle, avec une concentration en CO₂ qui dépasserait les 1000ppm, soit 4 fois la concentration préindustrielle de CO₂, dans ce scénario, certains modèles prévoient une hausse de température de 12 degrés en été sur l'Espagne. On peut même

imaginer pire si on arrive à exploiter les hydrates de méthane, ou s'ils se déstabilisent spontanément dans l'atmosphère en raison du réchauffement.



Une prévision de variation de température pendant l'été de l'hémisphère Nord avec une concentration quadruple en CO₂.

5 Conclusion

Nous allons assez rapidement nous heurter à une crise pétrolière due à la déplétion du pétrole facile (probablement au cours de la prochaine décennie), et nous avons à plus long terme la perspective du réchauffement climatique plus ou moins important selon les choix que nous opérerons dans les années qui viennent. Cette crise à venir pourrait être l'occasion de mettre en débat les choix énergétiques du futur, ce qui aura de profondes implications sur notre vie quotidienne à l'échelle du demi-siècle. L'effet sur le climat devrait avoir un rôle essentiel dans ces choix, il ne faut pas sous-estimer la difficulté de diminuer notre impact sur le climat, car d'une part à énergie utile constante, l'extraction et le raffinage des énergies fossiles va émettre de plus en plus de CO₂ et d'autre part la biosphère et l'océan pourraient absorber moins de nos émissions de CO₂ qu'actuellement. Il n'y a pas de remède miracle, c'est la conjugaison de différentes solutions, en particulier locales, qui nous permettra de réussir à diminuer nos émissions globalement. Il est donc essentiel de répartir les investissements dès aujourd'hui dans toutes les voies permettant de réduire les émissions et pas seulement dans celles bénéficiant de lobbies puissants.

On ne devrait pas partir du postulat que notre mode de vie n'est pas négociable (tel Georges Bush Senior qui déclarait en 1992 l'American Way of Life non négociable), mais déterminer ce qui est possible selon les lois de la nature, à l'échelle du globe, et décider de changer nos modes de vies lorsque c'est nécessaire. Il me semble loin d'être clair par exemple qu'une société mondialement organisée autour de l'idée que

chaque adulte dispose d'une automobile avec les standards actuels (véhicule de 1 tonne ou plus pouvant transporter 4 passagers), soit compatible avec un changement climatique raisonnable. Cet aspect des choses mériterait en tous cas une étude plus approfondie que celle des rapports du parlement sur la voiture propre ou du sénat sur climat et énergie qui se refusent à discuter ce choix de mode de vie. Nous ne sommes pas à l'abri d'un effondrement de la civilisation par entêtements dans des modes de vies non durables, il y a eu d'autres exemples tragiques dans le passé (cf. le livre Effondrements de J. Diamond).

6 Références

- Rapport parlementaire sur l'effet de serre
<http://www.assemblee-nationale.org/12/rap-info/i3021-tI.asp>
- Rapport du sénat sur changement climatique et transition énergétique
<http://www.senat.fr/rap/r05-426/r05-426.html>
- Rapport parlementaire sur la voiture "propre"
<http://www.assemblee-nationale.fr/12/rap-off/i2757.asp>
- Articles de Xavier Chavanne sur le pétrole, disponible sur le site ASPO-France
<http://aspoFrance.org>
- Concentration en CO2 contemporaine
<http://www.cmdl.noaa.gov/ccgg/index.html>
- Climats du passé en Antarctique
<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/>
- Modélisation des climats du futur (Hadley Center)
<http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/models/modeldata.html>
- Données de températures dans le monde <http://data.giss.nasa.gov>,
en Isère <http://www.meteoisere.com>
- Évolution des glaces polaires <http://arctic.atmos.uiuc.edu/SEAICE/>
- Blog sur le climat <http://www.realclimate.org>
- Blog sur le pic pétrolier <http://www.theoildrum.com>
- Wiki et forum sur le pétrole en français <http://www.oleocene.org>
- Site de J.M. Jancovici sur les émissions de gaz à effet de serre <http://www.manicore.com>
- livre de R. Dautray, Quelles énergies pour demain?
- livre de B. Tissot, Halte aux changements climatiques
- Revue La Recherche (dossier sur le climat), juillet-août 2005.
- Revue Pour la Science sur le climat, janvier 2007.