

travaux mettent en évidence l'importance des capacités de dispersion, de l'efficacité de la reproduction et des moyens de défense contre les propres parasites et prédateurs attirés involontairement. La présentation du 17 novembre a permis d'examiner différents exemples portant sur les arbres dans des forêts tropicales, les buissons du pic du Teide à Tenerife, ou encore les nids de fourmi dans une plantation de figuiers.

NOURRIR DURABLEMENT LA PLANÈTE

M. Guy Mergeai, chargé de cours, Faculté Agro-Bio-Tech, Gembloux

L'humanité se trouve confrontée à l'obligation de nourrir 9 milliards d'individus en 2050 tout en préservant les écosystèmes de notre planète. L'objet de la conférence était de poser un diagnostic sur les composantes de ce défi et de présenter les pistes qui peuvent être suivies pour relever celui-ci. L'analyse des éléments de la problématique concernait la présentation de l'évolution de la population humaine dans les différentes parties du monde, l'importance des besoins en aliments en fonction des modes de vie des gens et l'importance des ressources qui sont nécessaires pour produire la nourriture et les matières premières agricoles utiles à l'homme. Elle présentait également brièvement les caractéristiques des grands systèmes de production agricole qui sont pratiqués dans le monde et leurs performances respectives. La prévalence actuelle de la sous-alimentation dans les différentes parties de la planète a également été décrite et mise en relation avec le mode de fonctionnement des systèmes de production agricole pratiqués.

Les pistes à suivre pour nourrir durablement l'humanité relèvent principalement d'améliorations qui peuvent être apportées dans les techniques de production et d'une meilleure organisation des échanges com-

merciaux de denrées agricoles à la surface du globe. Dans le contexte actuel, le développement d'innovations « agro-écologiques » permettant d'augmenter durablement la production en minimisant le recours aux intrants (engrais chimiques, pesticides, ...) est particulièrement pertinent. Il s'agit de mieux utiliser le fonctionnement des écosystèmes sans altérer leur renouvellement en aboutissant à une « agriculture écologiquement intensive » permettant de rencontrer durablement les besoins des populations. L'amélioration des conditions de nutrition de l'ensemble de l'humanité, et tout particulièrement des populations du Sud, passe également par la prise de mesures adéquates au niveau du commerce des denrées agricoles pour éviter que ne se perpétue la concurrence déloyale qui existe entre les exploitations agricoles à haut niveau de ressources, que l'on retrouve principalement dans les pays industrialisés et les pays émergents, et l'immense majorité des paysans du monde qui disposent de très peu de moyens pour produire.

L'HOMME ET SON ENVIRONNEMENT : HISTORIQUE ET PERSPECTIVES

M. Pierre Ozer, chargé de recherches, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg

Introduction

Nous vivons dans la pelure d'un fruit, la Terre. En effet, si on décidait de construire une autoroute directe vers la Lune, il faudrait approximativement une demi-heure pour sortir de notre atmosphère. C'est une première évidence, nous vivons dans un monde fini. Dans ce monde fini, nous sommes de plus en plus nombreux à vivre. Sur ma brève existence, je me suis fait une place sur la planète parmi 3,7 milliards de mes semblables (en 1970), dont 36% vivaient en zone urbaine. Actuel-

lement (2010), nous sommes 6,9 milliards, dont une récente majorité d'urbains. Dans un jet de pierre, en 2030, nous serons probablement 8,3 milliards d'individus et 60% d'entre nous vivront en ville. Dès maintenant, la population rurale totale devrait régresser pour atteindre, en 2050, un nombre absolu similaire à celui observé en 1970... Pendant ce temps, la population totale aura augmenté de 250% (FAO 2010). La structure de la population évolue donc non seulement en nombre mais également dans les modes de vie des habitants.

Dans le même temps, nous avons des besoins énergétiques croissants qui nous permettent un développement humain sans pareil par rapport à l'histoire de l'Homme (IEA 2004, 2009a). En 1971, la demande globale en énergie était de 5,5 milliards de tonnes équivalent pétrole (tep) contre près de 13 milliards de tep estimées en 2010, soit une augmentation de 27% de la demande en énergie par habitant en quatre décennies. Avec un souci majeur : l'essentiel (82%) de notre fourniture totale d'énergie primaire provient actuellement de trois énergies fossiles que sont le pétrole (34%), le charbon (27%) et le gaz (21%) ; un ratio qui évolue peu puisque notre dépendance aux énergies fossiles était de 85% en 1971 et devrait rester de l'ordre de 82% en 2030. Le nucléaire (6%) et les énergies renouvelables (12%) ne représentent encore que très peu par rapport à notre consommation globale et leur part ne devrait pas fortement évoluer d'ici à 2030 alors même que notre demande d'énergie devrait alors flirter avec les 18 milliards de tep (IEA 2009a). Sachant que la combustion de ces énergies fossiles est la principale source d'émissions de gaz à effet de serre, on imagine l'étendue du problème, actuel et à venir, communément appelé « réchauffement climatique ».

C'est là qu'est une bonne part de la problématique, car l'idée est que nous avons pris le pétrole 'bon marché' comme esclave mais nous sommes devenus bien rapidement l'esclave du pétrole à notre tour. Un pétrole qui est de plus en plus onéreux¹ et par rapport auquel, nous

venons de le voir, nous n'avons pas trop d'alternatives.

À une échelle totalement différente, géologique cette fois, on se rend compte que l'essentiel de nos ressources en énergies fossiles a été créé lors de processus lents qui ont duré de l'ordre de 100 millions d'années. On estime actuellement que près de la moitié des réserves de pétrole a été exploitée au cours des 100 dernières années. Il y a donc une énorme distorsion temporelle entre le temps de constitution de ces ressources et le temps de consommation.

Par ailleurs, une nouvelle évidence émerge : le « pic pétrolier ». Ainsi, il semble évident que si les réserves de pétrole sont encore importantes, les plus grands gisements s'épuisent. Progressivement, il faudra exploiter des nappes plus confidentielles et dans des lieux difficiles d'accès (offshore, proche des pôles, etc.), ce qui aura comme impact direct l'augmentation des coûts de prospection et d'extraction. La rareté progressive de la ressource et les difficultés croissantes d'exploitation combinées à une augmentation constante de la demande (3,6 contre 5,6 milliards de tonnes annuellement respectivement en 2000 et 2030) devraient nous mener vers un « choc pétrolier » structurel. Si certains observateurs clament qu'on y est entré de plain-pied ces dernières années (Deutsche Bank 2009) et que d'autres estiment que l'on en est proche (Sorrell et al. 2009), tout le monde s'accorde sur le fait qu'il faut dès maintenant mettre en place des stratégies d'adaptation pour s'affranchir progressivement du pétrole puis des autres énergies fossiles.

Notre situation est donc assez inconfortable. On peut tourner le problème dans tous les sens : pour l'instant, nous n'avons pas d'échappatoires, du moins dans le système «business as usual», c'est-à-dire on ne change rien du tout ou peu de choses. Cependant, dans une période située à la confluence des crises systémiques, nous pouvons, nous devons, orienter nos politiques énergétiques qui vont de paire avec nos

systèmes de consommation vers un monde qui tendra vers une optimisation des ressources disponibles. Avec un fil conducteur : « Moins, mieux, autrement ».

Les causes du changement climatique

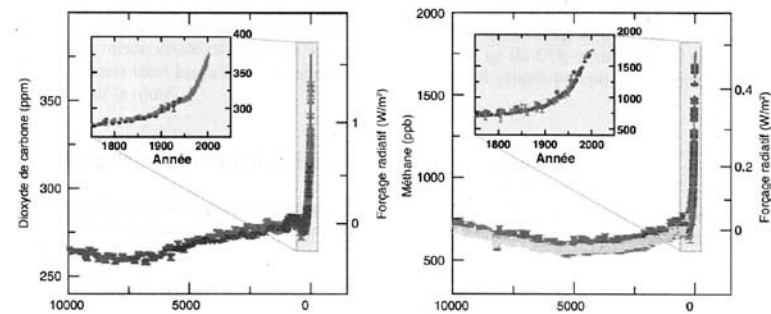
Les variations de la concentration de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols dans l'atmosphère, de la couverture végétale et du rayonnement solaire modifient le bilan énergétique du système climatique.

Si la vapeur d'eau représente le principal gaz à effet de serre contenu dans l'atmosphère, ce gaz est naturel et sa concentration est invariable. Par contre, les émissions mondiales de GES imputables aux activités humaines n'ont cessé d'augmenter depuis l'époque préindustrielle. Depuis 1750, sous l'effet des activités humaines, les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) –les trois principaux GES– se sont fortement accrues (figure 1). Elles sont aujourd'hui bien supérieures aux valeurs historiques déterminées par l'analyse de carottes de glace. Ainsi, en 2005, les concentrations atmosphériques de CO_2 (379 ppm)² et de CH_4 (1774 ppb) ont largement excédé l'intervalle de variation naturelle des 650 000 dernières années (GIEC 2007).

La cause première de la hausse de la concentration de CO_2 est l'utilisation de combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon) et, dans une moindre mesure, le changement d'affectation des terres (déboisement, décomposition de la biomasse, etc.). Le CO_2 représente 76,7% des GES dits anthropiques dont 59,4% pour la combustion des énergies fossiles et 17,3% pour le changement d'affectation des terres. Il est très probable (probabilité de 90% à 95%) que l'augmentation observée de la concentration de CH_4 (14,3% des GES), constituant principal du gaz naturel, provient surtout de l'agriculture, de l'élevage et de l'utilisation

de combustibles fossiles. Quant à la hausse de la concentration de N_2O (7,9% des GES), elle est essentiellement due à l'agriculture (gestion des sols et des effluents d'élevage), même si l'épuration des eaux usées, la combustion des combustibles fossiles et les procédés de l'industrie chimique jouent également un rôle important à cet égard.

On peut avancer avec un degré de confiance très élevé que les activités humaines menées depuis 1750 ont eu pour effet net de réchauffer le climat. Il est par contre très improbable (probabilité inférieure à 10%) que la variabilité naturelle puisse expliquer le réchauffement climatique actuel. Au contraire, à lui seul, le forçage total produit par l'activité volcanique et les fluctuations du rayonnement solaire depuis cinquante ans aurait probablement dû refroidir le climat (probabilité de 66% à 90%). Seuls les modèles qui tiennent compte des forçages anthropiques parviennent à simuler correctement les configurations du réchauffement observées et leurs variations (GIEC 2007).



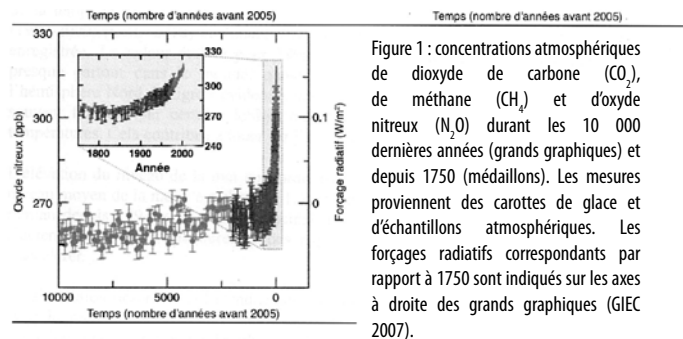


Figure 1 : concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) durant les 10 000 dernières années (grands graphiques) et depuis 1750 (médaillons). Les mesures proviennent des carottes de glace et d'échantillons atmosphériques. Les forçages radiatifs correspondants par rapport à 1750 sont indiqués sur les axes à droite des grands graphiques (GIEC 2007).

Pour bien comprendre l'ampleur actuelle du problème, il est intéressant d'analyser le cycle du carbone qui représente plus de 75% des GES anthropiques. En effet, les estimations actuelles (moyenne 2000-2008) font état d'émissions dans l'atmosphère de près de 7,7 gigatonnes de carbone (GtonC) par an dues à la combustion des énergies fossiles (Le Quéré *et al.* 2009). À ces quantités, s'ajoute annuellement de l'ordre de 1,4 GtonC du fait du changement d'affectation des terres, essentiellement la déforestation dans les régions tropicales, mais également du fait qu'en Hesbaye, on ne trouve rien de mieux que d'autoriser la construction de villas quatre façades sur des parcelles agricoles parmi les plus riches d'Europe... Au total, 9,1 GtonC sont donc envoyées vers l'atmosphère par an. Ces émissions sont partiellement compensées par les « puits de carbone » qui vont absorber ce CO_2 atmosphérique : les océans et les écosystèmes terrestres qui captent de l'ordre de 2,3 et 2,7 GtonC respectivement. Au final, 4,1 GtonC (soit 45% des émissions) échappent au cycle et s'accumulent dans l'atmosphère, années après années... Et le processus s'accélère puisque durant la période 1990-2000, près de 3,1 GtonC s'accumulaient annuellement dans l'atmosphère.

Or, comme nous l'avons mentionné préalablement, notre dépendance aux énergies fossiles s'accroît de jour en jour de même que la déforestation et l'étalement urbain. Pour couronner le tout, la durée de séjour (c'est-à-dire le temps qui est nécessaire à ce que le gaz en surplus commence à s'évacuer de l'atmosphère) approximative du CO_2 est de l'ordre de 100 à 150 ans ! Les perspectives ne sont donc guère réjouissantes.

À titre d'exemple, pour des raisons d'emploi du temps, j'ai dû faire en voiture un trajet de Liège à Bruxelles. Sur ce trajet, j'ai émis de l'ordre de 23 kg de CO_2 dans l'atmosphère³ et je ferai la même chose en revenant sur Liège. Sur ces 46 kg de CO_2 ainsi émis, 21 vont rester au-dessus de nos têtes jusqu'à ce que mes petits-enfants soient grands-parents à leur tour. Et je n'étais pas seul sur la route...

Les changements climatiques observés et les effets constatés

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes, une élévation du niveau moyen de la mer, et une fonte massive de la neige (figure 2).

Les douze années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux de la température à la surface du globe, ont été observées au cours des treize dernières années (1997-2009) (CRU 2010) et l'année 2010 semble s'annoncer comme étant la plus chaude jamais enregistrée. La valeur établie pour 1906-2005 atteint 0,74 °C. Les températures ont augmenté presque partout dans le monde, quoique de manière plus sensible aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord. Malgré l'évidence, notons que certains groupes de climato-sceptiques (le plus souvent financés par certains lobbys industriels) remettent en question cette augmentation des températures. Cela contribue à jouer sur l'opinion publique et, in fine, sur les décideurs politiques.

L'élévation du niveau de la mer concorde avec le réchauffement. Sur l'ensemble de la planète, le niveau moyen de la mer s'est élevé de 1,3 mm/an depuis 1870, de 1,8 mm/an depuis 1961 et de 3,1 mm/an depuis 1993, sous l'effet principal de la dilatation thermique mais aussi de la fonte des glaciers, des calottes glaciaires et des nappes glaciaires polaires. Le phénomène semble donc s'accélérer.

La diminution observée de l'étendue des zones couvertes de neige et de glace concorde elle aussi avec le réchauffement. Les données satellitaires dont on dispose depuis 1978 montrent que l'étendue annuelle moyenne des glaces a diminué de 2,7% par décennie dans l'océan Arctique. Les glaciers et la couverture neigeuse occupent une moins grande superficie dans les deux hémisphères.

Entre 1900 et 2005, les précipitations ont fortement augmenté dans l'est de l'Amérique du Nord et du Sud, dans le nord de l'Europe et dans le nord et le centre de l'Asie, tandis qu'elles diminuaient au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud. Il est probable (probabilité de 66% à 90%) que la sécheresse ait progressé à l'échelle du globe depuis les années 1970.

Il est très probable (probabilité de 90% à 95%) que les journées froides, les nuits froides et le gel ont été moins fréquents sur la plus grande partie des terres émergées depuis cinquante ans et que le nombre de journées chaudes et de nuits chaudes a, au contraire, augmenté. De plus, la fréquence des vagues de chaleur sur la majeure partie des terres émergées, des précipitations extrêmes dans la plupart des régions et des élévations extrêmes du niveau de la mer dans le monde entier s'est probablement accrue (probabilité de 66% à 90%).

Il est très probable (probabilité de 90% à 95%) que les températures moyennes dans l'hémisphère Nord ont été plus élevées pendant la se-

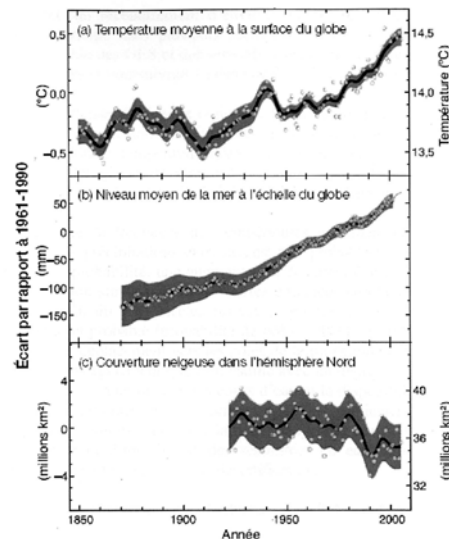


Figure 2 : variations observées a) de la température moyenne à la surface du globe, b) du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, selon les données recueillies par les marégraphes et les satellites, et c) de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord en mars-avril. Tous les écarts sont calculés par rapport aux moyennes pour la période 1961-1990. Les courbes lissées représentent les moyennes décennales, et les cerdes correspondent aux valeurs annuelles. Les zones ombrées représentent les intervalles d'incertitude (GIEC 2007).

conde moitié du XX^e siècle que durant n'importe quelle autre période de cinquante ans au cours des cinq derniers siècles, et il est probable (probabilité de 66% à 90%) qu'elles ont été les plus élevées depuis 1 300 ans au moins.

Les changements climatiques projetés et les effets attendus

La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXI^e siècle. Il est très probable (probabilité de 90% à 95%) que ces changements seront plus importants que ceux observés pendant le XX^e siècle. En effet, un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie au cours des vingt prochaines années est anticipé dans plu-

seurs scénarios d'émissions. Par ailleurs, même si les concentrations de l'ensemble des GES et des aérosols avaient été maintenues aux niveaux de 2000, l'élévation des températures se poursuivrait à raison de 0,1 °C environ par décennie.

Parmi les changements anticipés à l'échelle régionale, les scénarios indiquent une contraction de la couverture neigeuse, une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol (sol dont la température reste égale ou inférieure à 0°C toute l'année) et une diminution de l'étendue des glaces de mer. Selon certaines projections, les eaux de l'Arctique seraient pratiquement libres de glace à la fin de l'été d'ici la deuxième moitié du XXI^e siècle.

Par ailleurs, une hausse de la fréquence des températures extrêmement élevées, des vagues de chaleur et des épisodes de précipitations extrêmes est très probable (probabilité de 90% à 95%). Avec ce même niveau de probabilité, une augmentation des précipitations aux latitudes élevées et, au contraire, une diminution sur la plupart des terres émergées subtropicales, conformément aux tendances relevées à la fin du XX^e siècle, devrait se produire. Les zones tropicales devraient connaître une augmentation probable (probabilité de 66% à 90%) de l'intensité des cyclones alors que, sous nos latitudes, un déplacement vers les pôles de la trajectoire des tempêtes extratropicales devrait être observé. Notons également que l'on estime avec un degré de confiance élevé que, d'ici le milieu du siècle, le débit annuel moyen des cours d'eau et la disponibilité des ressources en eau augmenteront aux hautes latitudes et dans certaines régions tropicales humides, alors qu'elles diminueront dans certaines régions sèches des latitudes moyennes et des tropiques. Bon nombre de zones semi-arides souffriront d'une baisse des ressources en eau imputable aux changements climatiques, ce qui accentuera les processus de désertification.

Avec un degré de confiance élevé (au moins 9 chances sur 10 de tomber juste), il apparaît que les effets du réchauffement climatique ne vont pas seulement se limiter à la seule augmentation des aléas naturels d'origine climatique mais vont avoir des incidences planétaires sur les ressources en eau (sans nous projeter dans un siècle, mais plutôt avec une vision à court terme, on estime que 75 à 250 millions de personnes supplémentaires devraient souffrir d'un stress hydrique* accentué par les changements climatiques en Afrique subsaharienne d'ici 2020), sur la survie de certains écosystèmes (par exemple, la contraction des zones humides et l'extension des zones arides), sur la production alimentaire (surtout pour les petits producteurs pratiquant une agriculture de subsistance ; ainsi, dans certains pays africains, les rendements de l'agriculture pluviale pourraient chuter de 50 % d'ici 2020 avec un accès à la nourriture fortement diminué dans de nombreux pays impliquant de lourdes conséquences en matière de sécurité alimentaire et de malnutrition), sur les régions littorales (notamment dans les zones deltaïques densément peuplées à faible énergie de relief) et dans le domaine de la santé publique. Ces incidences négatives vont aller crescendo avec l'augmentation des températures globales (figure 3).

C'est clairement la raison pour laquelle le GIEC préconise une diminution drastique des émissions de GES dans un futur proche. Dans le meilleur des cas, l'augmentation des températures d'ici à la fin du siècle serait limitée à 1,8°C (meilleure estimation) par rapport à la moyenne 1980-2000. Dans le pire des cas, l'augmentation des températures serait supérieure à 6°C. En réalité, le GIEC présente l'évolution des températures selon six principaux scénarios plausibles qui vont depuis des émissions de GES contenues voire plafonnées très prochainement (effets limités ; +1,8°C en moyenne) aux émissions de GES non maîtrisées (effets non contrôlables avec des effets d'entraînement pouvant atteindre + 6,4°C d'ici à la fin du siècle).

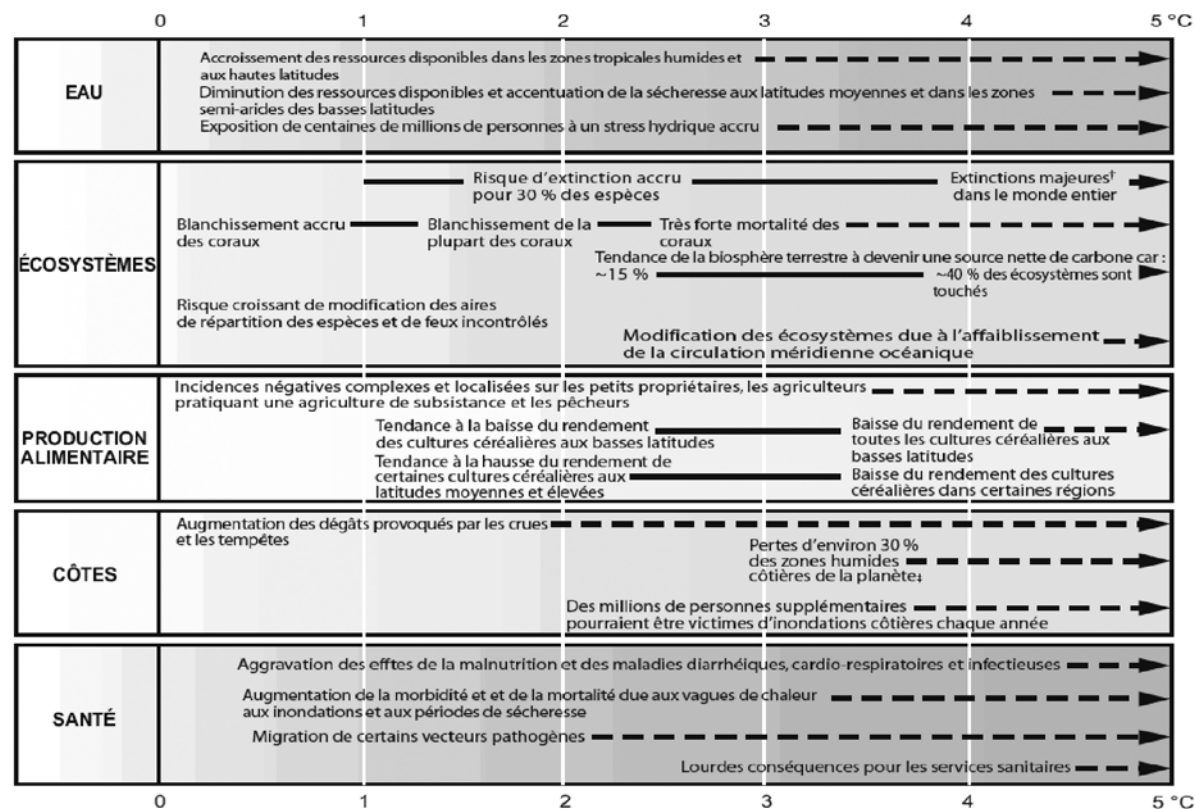


Figure 3 : exemples d'incidences planétaires anticipées des changements climatiques selon l'ampleur de la hausse de la température moyenne à la surface du globe au XXI^e siècle. Les traits noirs relient les diverses incidences entre elles, les flèches en pointillé indiquent que ces incidences se poursuivent avec le réchauffement. La disposition du texte permet de voir approximativement à quel niveau de réchauffement s'amorce

l'effet mentionné. Les chiffres relatifs à la pénurie d'eau et aux inondations représentent les répercussions supplémentaires des changements climatiques relativement aux conditions projetées selon divers scénarios. Ces estimations ne tiennent pas compte de l'adaptation aux changements climatiques. Toutes ces incidences sont affectées d'un degré de confiance élevé (GIEC 2007).

Il est souvent admis que les plus vulnérables pâtiront des effets du réchauffement climatique. Ce n'est pas faux. Cependant, on associe le plus souvent « population vulnérable » aux populations lointaines des pays du Sud comme, par exemple, les subsahariens qui sont totalement démunis par rapport à toute crise. L'analyse de la canicule de l'été 2003 en Europe montre que nos sociétés sont également très vulnérables. En effet, la canicule de 2003 est la catastrophe naturelle qui a fait le plus de victimes en Europe au cours des 50 dernières années (Tressol 2008). Comme lors de toutes les vagues de chaleur, le nombre de décès s'est accentué et ce sont les personnes âgées de plus de 75 ans qui ont été les plus en danger car au sein de nos sociétés développées, nous avons également nos vulnérables. Une surmortalité approchant les 40 000 décès pour les deux premières semaines du mois d'août a été enregistrée en Europe. Pour tout l'été 2003, ce sont près de 70 000 décès additionnels qui furent relevés. L'augmentation de mortalité durant la deuxième semaine de la canicule d'août a atteint les valeurs de 96,5% en France et près de 40% au Portugal, en Italie, en Espagne et au Luxembourg (Robine et al. 2007). Par ailleurs, la production agricole en 2003 a fortement été impactée. En France, la production de fourrage a en effet été de 60% inférieure à 2002. Quant à la culture de maïs et de blé, la diminution enregistrée était de l'ordre de 25%. Au total, en France, Allemagne, Autriche, Espagne et Italie, les pertes cumulées dans le secteur agricole ont dépassé les 10 milliards d'euros. Les nombreux rapports et articles scientifiques publiés sur ce sujet montrent l'intérêt porté par la communauté scientifique sur les conséquences sociales de cet épisode au caractère sans précédent. Car il est fort probable que cette vague de chaleur soit due au réchauffement climatique et que ce type de chaleur estivale devrait être la norme durant la période 2071-2100 si rien n'est fait pour lutter contre les émissions des GES (Stott et al. 2004). Si à cela on ajoute que la population européenne tend à vieillir, on peut imaginer les conséquences désastreuses que pourraient avoir ces canicules dans les décennies à venir.

L'augmentation du niveau des mers est également un aspect très inquiétant du réchauffement climatique. Ainsi, dans le delta du Nil, une augmentation de 50 cm du niveau de la mer, c'est-à-dire tout simplement jusqu'au genou, devrait entraîner le déplacement de près de 4 millions de personnes et surtout, plus inquiétant, faire disparaître 180 000 hectares de terres actuellement cultivés soit parce qu'elles seront sous l'eau, soit parce que les nappes phréatiques seront contaminées par l'eau de mer salée. Outre le fait qu'un nombre important de personnes vont devoir se déplacer, la question de la sécurité alimentaire est également préoccupante. Il en va de même pour la majeure partie des zones deltaïques de la planète qui sont très densément peuplées.

Réfugiés climatiques. Le mot est lancé. Il reste en effet à comprendre comment ces populations fragilisées s'adapteront aux effets du changement climatique. Souvent commentée, la stratégie d'adaptation des plus pauvres touchés par des événements climatiques extrêmes (soudains ou lents) ainsi qu'affectés par des processus lents de dégradation environnementale serait la migration. On parlera dès lors des réfugiés climatiques, à savoir les personnes forcées à se déplacer à cause de modifications climatiques (élévation du niveau de la mer, sécheresse, événements climatiques extrêmes, extension des zones désertiques, etc.). Le nombre de ces réfugiés climatiques, estimé à 20 millions en 2008, est – semble-t-il – appelé à augmenter ces prochaines décennies (Laczko et Aghazarm 2009). Les chiffres les plus souvent avancés présentent une fourchette variant de 200 millions à 1 milliard de réfugiés climatiques d'ici à 2050 (Myers 2002 ; Christian Aid 2007). Trois facteurs principaux expliquent ce nombre important de personnes contraintes à se déplacer au cours des prochaines décennies : [1] l'augmentation de la dérégulation climatique affectant [2] des zones pauvres non préparées et globalement sans stratégie d'adaptation aux changements dans [3] des régions connaissant un accroissement démographique soutenu.

Qui est responsable ? Et qui devrait faire quoi ?

En 2007, 29 milliards de tonnes de CO₂ dues à la seule combustion d'énergie fossile ont été émises dans l'atmosphère. Un record. Depuis 1971, ces émissions globales ont plus que doublé alors qu'entre 1990 et 2007, celles-ci ont connu une croissance de 38% (tableau 1). L'augmentation moyenne annuelle des émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie est de 3,2% depuis 2000. Si depuis 1990, les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont augmenté leurs émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie de 17%, le reste du monde affiche une progression de 61% (IEA 2009b). Ceci étant dit, les pays membres de l'OCDE ont été responsables de plus de la moitié de ces émissions de CO₂ jusqu'en 2004 alors que leurs populations ne représentent pas même 20% du total global (tableau 2).

Le monde change. Les tendances s'affirment entre les pays développés (croissance à présent lente pour un total disproportionné par rapport au reste du monde), les pays émergents (croissance récente démesurée pour des émissions qui, par habitant, sont encore souvent sous la moyenne mondiale), et les pays les moins avancés (croissance contenue pour un total très peu représentatif). Ainsi, en 1971, les trois pays les plus émetteurs de CO₂ dû à la combustion d'énergie étaient les USA, la Russie et l'Allemagne. En 1990, les USA étaient toujours largement en tête de ce classement, suivis par la Chine et la Russie. En 2008, la Chine est le premier émetteur suivi par les USA et l'arrivée de l'Inde dans le top 3.

Les fossés se marquent. À titre d'exemple, en 2007, l'Australie (21 10⁶ d'habitants pour 396 10⁶ tonnes CO₂) a émis deux fois plus de CO₂ dû à la combustion d'énergies fossiles que l'ensemble des 754 10⁶ de personnes qui peuplent l'Afrique subsaharienne non émergente (177 10⁶ tonnes CO₂)⁵. En d'autres termes, un résident australien "pollue" 80 fois plus qu'un résident d'Afrique Noire. À l'heure actuelle, cette part du continent abrite

11,4% de la population mondiale pour 0,6% des émissions liées aux combustibles fossiles.

Tableau 1 : estimation des émissions de CO₂ liées à l'utilisation des combustibles fossiles (en 10⁶ tonnes) et de leurs évolutions au niveau global, des pays de l'OCDE, des pays non-OCDE, et des dix pays les plus émetteurs en 2007 (représentant 65% de ces émissions globales) (IEA 2009b).

Région/Pays	Emissions de CO ₂ (1971)	Emissions de CO ₂ (1990)	Emissions de CO ₂ (2007)	Evolution (1971-1990)	Evolution (1990-2007)	Evolution (1971-2007)
Monde	14095	20981	28962	+49%	+38%	+105%
OCDE	9604	11440	13565	+19%	+19%	+41%
Non-OCDE	4491	9541	15397	+112%	+61%	+243%
1. Chine	810	2244	6071	+177%	+171%	+650%
2. USA	4291	4863	5769	+13%	+19%	+34%
3. Russie	1191	2180	1587	+83%	-27%	+33%
4. Inde	199	589	1324	+196%	+125%	+565%
5. Japon	759	1065	1236	+40%	+16%	+63%
6. Allemagne	979	950	798	-3%	-16%	-19%
7. Canada	339	432	573	+27%	+33%	+69%
8. Royaume-Uni	624	553	523	-11%	-5%	-16%
9. Corée	52	229	489	+340%	+114%	+840%
10. Iran	41	175	466	+327%	+166%	+1037%

La célérité avec laquelle la Chine augmente ses émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie est telle (+426 10⁶ tonnes CO₂ entre 2006 et 2007) que l'ensemble des efforts de réductions de l'UE-27 entre 1990 et 2007 (-133 10⁶ tonnes CO₂) a été totalement annulé par seulement 16 semaines d'accroissement des émissions de CO₂ chinoises en 2007. Ceci étant dit, il est estimé que près de la moitié du doublement des

émissions de CO₂ enregistrée en Chine depuis 2000 est imputable à la fabrication de produits pour l'exportation, essentiellement vers les pays développés (Guan et al. 2009).

Tableau 2 : populations continentales membres ou non de l'OCDE (en 10⁶ d'habitants) ; part de ces populations aux émissions mondiales de CO₂ liées à l'utilisation des combustibles fossiles (en %) ; émissions de CO₂ (en tonne) par habitant en 1990 et 2007 et évolution de ces émissions entre 1990 et 2007 (IEA 2009b).

Région	Population 2007	% population mondiale (2007)	% émissions mondiales de CO ₂ (2007)	Emissions de CO ₂ par habitant (1990)	Emissions de CO ₂ par habitant (2007)	Evolution des émissions de CO ₂ par habitant (1990-2007)
Monde	6609	100	100	4	4,4	+10%
OCDE	1185	17,9	46,8	10,6	11	+3%
Amérique du Nord	441	6,7	24,0	15,6	15,4	-1%
Pacifique	201	3,0	7,8	8,4	10,7	+27%
Europe	543	8,2	15,1	7,9	7,5	-5%
Non-OCDE	5424	82,1	53,2	2,2	2,7	+25%
Europe	53	0,8	1,0	6,5	5,1	-21%
Afrique du Nord	157	2,4	1,3	1,6	2,3	+41%
Afrique sub-saharienne	802	12,1	1,9	0,7	0,6	-6%
Moyen Orient	193	2,9	5,1	4,5	7,2	+61%
Ex-URSS	284	4,3	8,4	12,6	8,5	-33%
Amérique latine	461	7,0	3,7	1,7	2,2	+30%
Asie - Chine	2148	32,5	10,6	0,8	1,4	+70%
Chine	1327	20,1	21,2	2	4,6	+133%

Cependant, il est impératif de ramener ces chiffres en « émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie par habitant » (tableau 2). Un constat simple s'impose à nous : en 2007, un être humain est responsable des émissions de 4,4 tonnes CO₂ par an, soit 10% de plus qu'en 1990. Mais un habitant d'un pays de l'OCDE (11 tonnes CO₂) pollue toujours quatre fois plus qu'un résident du reste du monde (2,7 tonnes CO₂). Ainsi, un Américain (19,1 tonnes CO₂) émet l'équivalent de deux Belges, ou de quatre Chinois, ou de seize Indiens, ou encore de 80 Africains ... Dès lors, on peut se réjouir de constater que les émissions de CO₂ dues à la combustion d'énergie par Belge aient diminué de 7,8% entre 1990 et 2007, et s'effrayer de voir ces mêmes émissions exploser au Bénin (+608%). Il n'empêche qu'à l'heure actuelle, les 300 000 habitants de ma ville (Liège) et de sa périphérie directe émettent toujours autant de CO₂ que tout le Bénin (9 millions de personnes) ! Quant aux Chinois, ils émettent annuellement 4,6 tonnes CO₂ par habitant mais 22,5% de ces émissions sont dues à la fabrication de produits « Made in China » que les pays développés importent (Davis et Caldeira 2010). De ce fait, la Belgique importe 5 tonnes de CO₂ par habitant⁶. Au final, un Belge n'est pas responsable de 11 tonnes de CO₂ par an, mais bien de 16. Au contraire, le Chinois verra ses émissions passer de 4,6 à 3,6 tonnes de CO₂ par an. Et il ne faudra pas 2,4 Chinois pour atteindre les émissions d'un Belge, mais bien 4,4 Chinois...

Pour lancer les négociations de Copenhague, l'Europe s'est engagée à faire des efforts importants de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), soit -20% ses émissions de GES en 2020 par rapport à 1990, tout en annonçant un effort de réduction possible de 30% de ses émissions pour autant qu'un accord global ambitieux soit signé à l'issue de la Conférence. Cependant, les autres pays développés, dont plusieurs ont refusé d'adhérer au Protocole de Kyoto ou n'ont pas respecté leurs engagements, hésitent à aller plus loin (tableau 3).

À l'opposé, le G77 (pays du Sud) souligne la responsabilité historique

des pays développés dans les émissions anthropiques de GES, réclame une « justice climatique » avec la mise en place de mécanismes de compensation et d'adaptation aux effets des changements climatiques et exige des pays du Nord une réduction de 40% de leurs GES d'ici 2020 par rapport à 1990. Le G77 se base ainsi sur les conclusions scientifiques du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2007) qui estime que, pour éviter le pire, c'est-à-dire ne pas dépasser une augmentation globale des températures de 2,0 à 2,4°C d'ici à la fin du siècle, les émissions de GES doivent se stabiliser entre 2000 et 2015 puis diminuer de 50 à 85% en 2050 par rapport à 2000. On ne peut pas donner tort aux pays en développement par rapport à la « justice climatique ». En effet, en 2007, Union Européenne et États-Unis représentent 12% de la population mondiale et 33% des émissions globales de CO₂, mais leur part de CO₂ cumulé dans le temps est de 51% ! À l'inverse, la Chine, tant décriée dans ces négociations, représente en 2007 près de 20% de la population mondiale et 21% des émissions globales de CO₂, mais sa part de CO₂ cumulé dans le temps n'est que de 9%... Quant à l'Inde, sa responsabilité historique dans les émissions de CO₂ est de seulement 3% alors qu'elle concentre 17% de la population mondiale (IEA 2009c).

Tableau 3 : évolution des émissions officielles des GES⁷ de 1990 à 2006 dans certains pays développés s'étant engagés dans le Protocole de Kyoto (sauf les USA) et positions actuelles en vue des négociations de Copenhague (en date du 9 octobre 2009)*. * Pour l'Europe, l'Australie et la Nouvelle Zélande, les objectifs de réduction les plus faibles sont avancés dans la perspective d'un 'stand alone' alors les objectifs les plus ambitieux seront avancés dans le cas d'un accord global.

Pays	Evolution des GES (1990-2006)	Engagement dans le cadre du Protocole de Kyoto	Propositions pour Copenhague : objectifs de réductions des GES à l'horizon 2020
Europe*	-2,7%	-8,0%	-20% à -30% par rapport à 1990
USA	+14,0%	Aucun	-15% par rapport à 2005, soit -3% par rapport à 1990
Japon	+5,8%	-6,0%	-25% par rapport à 1990 (octobre 2009)

Canada	+54,8%	-6,0%	-20% par rapport à 2006, soit +24% par rapport à 1990
Australie*	+6,6%	+8,0%	-5% à -25% par rapport à 2000, soit -3% à -24% par rapport à 1990
Nouvelle Zélande*	+33,0%	0%	-10% à -20% par rapport à 1990

On le sait, la Conférence de Copenhague a été un échec. En effet, quelques chefs d'État – à savoir les européens et américains pour le monde industrialisé – et la Chine, l'Inde, le Brésil et l'Afrique du Sud pour les pays émergents ont doublé le processus de négociations des Nations Unies (dans l'obscurantisme le plus total et sans concertation avec les pays en développement) pour arriver à une note qui tient sur deux pages. Ce texte ne comporte plus de trace d'engagement de réduction de GES pour 2020 ou 2050, pas même volontaire. Une aide financière sera dégagée pour aider les pays pauvres à faire face aux conséquences du changement climatique. Quel sera le montant de cette aide ? Sera-t-elle additionnelle ou détournée des fonds d'aide au développement ? De qui viendra-t-elle et à qui profitera-t-elle ? Et pour quoi faire ? Nul ne le sait. Quant à la réduction de la déforestation et aux contraintes d'émissions de GES pour les secteurs aérien et maritime (annoncés comme des conditions sine qua non d'accord par les Européens), pas un mot... Autant dire que le résultat final de ce grand rendez-vous n'est guère étincelant... Directement après ladite Conférence, j'écrivais dans une carte blanche : *À quoi sert la science, si la politique se borne à cultiver, pour des raisons économiques dans le court terme, la science de l'inconscience ?* (Ozer 2010).

Arriverons-nous à trouver un accord dans les mois ou les années à venir ? Ou devrons-nous subir brutalement les conséquences de ce changement climatique ? Car on peut négocier à l'infini entre délégations, mais on ne négociera jamais avec la physique de l'atmosphère.

- 1 Le prix du baril de pétrole était inférieur à 20 US\$ au début des années 1970. Il est de l'ordre de 80 US\$ en 2010 alors même que les prévisions de l'Agence Internationale de l'Énergie en 2004 tablaient sur un prix de 22 US\$ pour 2010 (IEA 2004).
- 2 En 2008, les concentrations atmosphériques de CO₂ étaient de 385 ppm. En moyenne, sur la période 2000-2008, l'accroissement annuel de CO₂ dans l'atmosphère est de 1,9 ppm contre 1,5 ppm durant la décennie précédente (Le Quéré et al. 2009).
- 3 Si mon véhicule émet de l'ordre de 160gCO₂ par kilomètre parcouru selon les spécifications techniques du constructeur, il ne s'agit ici que des émissions directes (CO₂ émis directement lors de la combustion du carburant). À ceci, il faut ajouter les 'rejets indirects' du combustible utilisé (le CO₂ qui se libère lors de l'extraction, du raffinage, du transport et de la distribution du combustible, soit 25% des émissions directes), soit 40 gCO₂ / km. Par ailleurs, les étapes de construction d'un véhicule neuf moyen et de son traitement en fin de vie génèrent 5,3 tonnes de CO₂ pour les véhicules diesel, soit (en considérant la durée de vie moyenne d'un véhicule à 180 000 kilomètres) 30 gCO₂ supplémentaires par kilomètre parcouru. Au total, nous arrivons approximativement à des émissions de 230 gCO₂ / km, ou 23 kg CO₂ émis sur 100 km.
- 4 Une population est soumise à un stress hydrique lorsque la nécessité d'une alimentation en eau douce assurée par prélèvement d'eau est un frein au développement.
- 5 L'Afrique du Sud n'est pas considérée ici car considérée comme pays émergent.
- 6 En réalité, un Belge importe 8,8 tonnes de CO₂ et exporte 3,8 tonnes de CO₂ par an. Le bilan final est donc de 5 tonnes de CO₂ importées.
- 7 On considère ici tous les gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, NO₂, HFCs, PFCs et SF₆) ainsi que le changement d'utilisation des terres. Le tout est exprimé en CO₂ équivalent (CO₂ eq). <http://unfccc.int/>
- 8 Source: http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/awgkpjointqelosubmission091009.pdf

Références

Christian Aid, 2007. *Human Tide: The Real Migration Crisis*. Christian Aid Report, May 2007. <http://www.christianaid.org.uk/Images/human-tide.pdf>

CRU (Climate Research Unit), 2010. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/> (dernier accès le 20 octobre 2010).

Davis S.J., Caldeira K., 2010. Consumption-based accounting of CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 5687-5692.

Deutsche Bank, 2009. The Peak Oil Market : Price dynamics at the end of the oil age. *Global Markets Research, Deutsche Bank*, 4 October 2009, 68 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2010. <http://faostat.fao.org/> (dernier accès le 20 octobre 2010).

GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

Guan D., Peters G.P., Weber C.L., and Hubacek K., 2009. Journey to world top emitter: An analysis of the driving forces of China's recent CO₂ emissions surge, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L04709, doi:10.1029/2008GL036540

IEA (International Energy Agency), 2004. *World Energy Outlook 2004*. IEA, Paris, France.

IEA (International Energy Agency), 2009a. *World Energy Outlook 2009*. IEA, Paris, France.

IEA (International Energy Agency), 2009b. *CO₂ emissions from fuel combustion – Highlights 2009*. IEA, Paris, France.

IEA (International Energy Agency), 2009c. *How the energy sector can deliver on a climate agreement in Copenhagen*. IEA, Paris, France.

Laczko F., Aghazarm C., 2009. *Migration, environment and climate change: assessing the evidence*. International Organization for Migration (IOM), Geneva, Switzerland.

Le Quéré C., Raupach M.R., Canadell J.G., Marland G., 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*, 2: 831-836.

Myers N., 2002. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, 357: 609-613.

Ozer P., 2010. Quand le politique cultive la science de l'inconscience. *Le 15e jour du mois, Mensuel de l'Université de Liège*, 190: 2.

Robine J.M., Cheung S.L., Le Roy S., Van Oyen H., Herrmann F.R., 2007. Report on excess mortality in Europe during summer 2003. Technical report, EU Community Action Programme for Public Health, 2007. 15 p.

Sorrell S., Speirs J., Bentley R., Brandt A., Miller R., 2009. Global Oil Depletion : An assessment of the evidence for a near-term peak in global oil production. *UK Energy Research Centre*, August 2009, 228 p.

Stott P.A., Stone D.A., Allen M.R., 2004. Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature*, 432: 610-614.

Tressol M., 2008. Étude de la canicule européenne de 2003 avec les données aéroportées MOZAIK : pollution et transport. Thèse de Doctorat, Université Toulouse III – Paul Sabatier. 117 p.

□ « LA CHERCHE »

Au sortir de la nuit, lorsque nous ne sommes pas brutalisés par la sonnerie d'un réveil-matin, nous jouissons du retour progressif à la réalité. Tout se passe alors comme si les petits soucis matériels ne se réveillaient pas en premier lieu, et laissaient place à une divagation plus libre : un cerveau momentanément vierge, sans mémoire. Certains neurones, habituelle-