

## Les conditions de la « croissance verte »

La « croissance verte » : un oxymore de plus ? Ce serait le cas, si elle était limitée à (ou confondue avec) la croissance du « *green business* », conçu comme « Le » relais de croissance suivant celui des nouvelles technologies de l'information et de la télécommunication et des énergies renouvelables. Il ne s'agirait alors que d'un nouvel avatar d'un modèle condamné, que cela nous plaise ou non. La croissance exponentielle des flux matériels, verts ou pas, bute en effet sur la finitude du monde.

par Alain GRANDJEAN\*

La croissance verte ne peut donc que désigner l'idée d'une amélioration de la qualité de la vie et du « verdissement » de l'ensemble des secteurs économiques. Il ne peut donc s'agir que du découplage de l'activité socio-économique et de la pression anthropique sur les ressources naturelles et l'environnement. Pour Tim Jackson (1), il s'agit de viser une « prospérité sans croissance ». Mais comment y parvenir, dès lors que le système de valeurs et d'incitations conduit « naturellement » à l'effet inverse, c'est-à-dire à la croissance des flux matériels, tirée par celle de la consommation ?

La corrélation entre la croissance du PIB et la « consommation de nature » reste manifeste. Les pistes évoquées (recyclage, dématérialisation, technologies sobres) sont-elles suffisantes ? Ou bien faudra-t-il procéder à une modification en profondeur de notre « modèle économique » ? Quels bénéfices les générations actuelles en tireront-elles ? Telles sont les quelques questions que nous allons évoquer, trop rapidement sans doute, dans les lignes qui suivent.

### L'inévitable découplage entre activité économique et consommation de ressources naturelles

Depuis cent cinquante ans, la croissance économique s'est accompagnée d'une croissance exponentielle des consommations de ressources, et plus généralement d'une augmentation de la pression anthropique sur les « services écologiques (2) », dont la régulation climatique. Les propriétés bien connues des courbes exponentielles rendent la poursuite de ce « modèle » tout simplement impossible. Nous allons buter, dans les prochaines décennies, et ce, qu'on le veuille ou non, sur des « pics de production » des ressources stratégiques.

Cette prévision solide comme du granite repose, tout bêtement, sur une mathématique simple : une quantité finie de matière ou d'énergie ne peut être exploitée que selon une courbe qui connaît un maximum, puis décroît, tendant vers zéro, à l'infini (3). La seule question opérationnelle qui

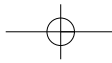
se pose à l'humanité, c'est de déterminer le moment où se produira ce maximum. En effet, un désagrément – de taille – apparaît au moment du maximum : la demande souhaitée croissante jusque-là ne *peut plus* croître. C'est bien à ce moment, ou un peu avant, que les ennuis commencent, et non pas quand les ressources sont épuisées. Notons à ce sujet que l'information du ratio R/P (les ressources restantes (prouvées ou non), divisées par leur production annuelle), exprimé en années de réserves, à consommer au rythme annuel constaté, est un bon moyen de faire l'autruche et ce, pour deux raisons.

D'une part, ce n'est pas lorsque les réserves sont épuisées que les ennuis commencent, comme on vient de le voir, mais c'est, en gros, quand elles sont à moitié épuisées (c'est-à-dire au moment du maximum de production en moyenne).

D'autre part, parce que, si la consommation continuait à croître de manière exponentielle (comme c'est le cas, hors crise économique, pour toutes les ressources finies), la durée pour épuiser la ressource serait beaucoup plus courte que R/P. Si nous croyions avoir un stock de charbon égal à 300 ans de la consommation actuelle, mais que cette consommation croissait au rythme de 2 % par an, le stock de charbon serait épuisé en moins de 100 ans...

Pour plusieurs ressources énergétiques et minérales vraiment importantes (d'où le qualificatif de stratégiques qui leur est en général accolé), le pic de production se situe indiscutablement au XXI<sup>e</sup> siècle. Prenons deux exemples illustratifs : le pétrole et l'acier.

Les ressources en pétrole conventionnel sont de l'ordre de 300 à 400 milliards de tonnes équivalent pétrole (GTEP). L'humanité en avait consommé de l'ordre de 180 GTEP à la fin 2008, et elle en consomme actuellement 3 GTEP par an. Les perspectives de consommation de pétrole avancées par les industries automobile et aéronautique (4) permettent de penser que la tendance « naturelle » de la consommation n'est pas à la baisse : les constructeurs automobiles voient le parc automobile doubler en vingt ans et les constructeurs d'avions ont eux aussi des carnets de commande bien gar-



nis. Il est évidemment exclu que la production puisse croître de manière exponentielle (ni même linéaire) jusqu'à son épuisement : le pic de la production de pétrole (le moment où, en gros, la moitié du pétrole accessible aura été consommée) se produira donc très probablement avant 2020. C'est d'ailleurs l'estimation que font les compagnies pétrolières. Pour sa part, l'A.I.E. affirme dans son dernier rapport (Energy World Outlook 2010) que le pic de pétrole conventionnel a été atteint en 2006.

Les estimations de ce maximum varient tout de même de quelques années et ce, principalement pour deux raisons.

Du côté de l'offre, certains organismes additionnent un pétrole extrait de manière de moins en moins conventionnelle aux capacités de production. Et du côté de la demande, les « optimistes technologiques » (les « OT », dans la suite de cet article) peuvent penser désormais que les économies d'énergie et les substitutions technologiques sont en œuvre et qu'elles vont permettre de réduire la pression pesant sur la demande, ce qui aura bien sûr pour effet de décaler dans le temps le pic de production.

Prenez un deuxième exemple, celui de l'acier, en suivant la démonstration de François Grosse (5). Nous produisons annuellement de l'ordre de 1 milliard de tonnes d'acier par an, soit trente fois plus qu'au début du XX<sup>e</sup> siècle. La croissance aura été, sur cette période, d'environ 3,5 % par an. A ce rythme, la production cumulée d'acier en un siècle est égale à 878 fois la production de la première année. Si on prolongeait cette tendance, la production annuelle serait multipliée par 100 tous les 135 ans. On produirait ainsi, dans 270 ans, 10 000 fois plus d'acier qu'aujourd'hui !... Inutile d'être très précis dans l'estimation des réserves de minerai de fer pour comprendre qu'un tel rythme est impossible à maintenir.

Voyons, sur quelques autres exemples, quand arrivera l'épuisement des ressources énergétiques minérales ou énergétiques, dans l'hypothèse d'un taux de croissance limité à 2 % par an.

Pour les énergies fossiles (6), ces ressources seront épuisées avant 2120 (7). Le zinc (8) serait épuisé avant 2080 et le cuivre avant 2100, la bauxite, le plomb, le minerai de fer, avant 2100. Le lithium tiendrait quelques années de plus...

Pour certains minerais rares (l'antimoine, l'indium, le palladium, le platine...), les échéances sont encore plus rapprochées, mais peu importe, d'autant qu'il est tout aussi difficile de se prononcer sur le taux de croissance économique futur que sur les effets systémiques produits par les diverses tensions d'approvisionnement. Nous pourrions enchaîner sur l'ensemble des ressources biologiques et des régulations naturelles, qui relèvent de la même problématique.

Retenons, à ce stade, que la poursuite de la croissance exponentielle de la production est impossible.

Elle est pourtant souhaitée par tous (ou presque). Amener en 2050 l'ensemble de l'humanité (dont les effectifs sont estimés, à cette horizon, à 9 milliards d'individus, dans le scénario moyen de l'ONU) au niveau moyen de développement économique des nations les plus riches (qui souhaitent quant à elles poursuivre leur croissance) nécessiterait, en effet, un taux de croissance économique mondial de

l'ordre de 3 à 3,5 % par an. C'est ce qui est souhaité, pour des raisons d'ordre moral (l'injustice actuelle est insupportable : 16 % de la population mondiale, soit 1 milliard de personnes, bénéficient de 57 % du PIB). C'est, bien sûr, souhaité très majoritairement par les habitants pauvres des pays les plus pauvres, qui vivent dans des conditions sanitaires qui se dégradent, en général, mais qui ont un œil sur nos modes de vie. C'est également souhaité par les entreprises des pays développés, qui voient là des débouchés extraordinaires, les seuls à être susceptibles de constituer de solides relais de croissance.

Pourtant, tout bêtement, ce souhait est impossible à réaliser, dans les conditions actuelles de production et de consommation. Nous devons donc impérativement apprendre à découpler notre activité économique de notre consommation de ressources naturelles et ce, très rapidement.

### Ne pas croire aux mirages

Face à la tension future sur les ressources matérielles, minérales ou énergétiques et face à la pression incoercible qu'elle ne manquera pas d'exercer sur les écosystèmes, les solutions technologiques sont bien sûr immédiatement convoquées par les « OT ». Mais aucune d'entre elles n'est susceptible de représenter une réponse suffisante et ce, pour diverses raisons que nous allons évoquer rapidement.

### Des énergies fossiles aux énergies décarbonées

80 % de l'approvisionnement énergétique mondial est issu d'énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon). Leur combustion est une des causes principales du changement climatique et, comme on vient de le voir, à un taux de croissance de 2 % par an, elles connaîtront un pic de production, dans le meilleur des cas, au plus tard dans la deuxième moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.

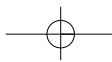
Qu'à cela ne tienne ! Tournons-nous, donc, vers les énergies renouvelables ou le nucléaire !

Pas si simple. Même s'il n'est pas question ici d'instruire en quelques lignes le dossier des énergies alternatives, il est assez facile de voir qu'elles butent, elles aussi, sur la finitude du monde.

L'énergie hydroélectrique, la première source d'énergie renouvelable au monde, a encore de beaux jours devant elle. De nombreux projets sont en cours de développement, mais on comprend facilement qu'ils ne peuvent se multiplier à l'infini.

Le bois-énergie n'est renouvelable (et n'émet globalement pas de CO<sub>2</sub> lors de sa combustion) que si l'on replante chaque année autant d'arbres que l'on en brûle, ce qui n'est largement plus le cas, au niveau mondial (9).

Le solaire photovoltaïque représente aujourd'hui moins de 0,5 % de la production mondiale d'électricité. A supposer que l'on mette au point des cellules vraiment performantes et économiques, leur contribution ne pourra représenter qu'une petite partie de la satisfaction de notre appétit d'énergie dans les décennies à venir.





© Sandra Hoyn/LAIF-REA

« La croissance économique est, bien sûr, souhaitée très majoritairement par les habitants pauvres des pays les plus pauvres, qui vivent dans des conditions sanitaires qui se dégradent, en général, mais qui ont un œil sur nos modes de vie ». Décharge de produits électroniques à Accra (Ghana).

Le nucléaire bute, quant à lui, sur des questions institutionnelles (la mise en place d'autorités de sûreté n'est pas une mince affaire), sur des questions d'acceptabilité sociale et sur des limites physiques, dans l'approvisionnement d'uranium, tant que l'on ne sera pas passé à la génération IV des réacteurs nucléaires, qui n'est toujours pas opérationnelle, aujourd'hui, au niveau industriel et qui ne se développera que lentement.

Bref, aucun prospectiviste sérieux n'entrevoit de possibilité de satisfaire une demande croissante d'énergie dans les prochaines décennies, sauf à déstabiliser le climat de manière irréversible. Il est nécessaire de faire décroître notre consommation mondiale d'énergie et, du point de vue climatique, donc du point de vue des habitants actuels de notre planète, le plus vite sera le mieux.

### Les limites du recyclage

Du côté des matériaux, le chœur des « OT » entonne une ode au recyclage. Les matériaux vont manquer ? Recyclons, et le problème sera résolu !

Malheureusement : non. D'une part, le recyclage consomme de l'énergie et le bilan par filière reste à faire. Mais, surtout, le recyclage ne résiste pas, lui non plus, aux courbes exponentielles (10).

Supposons (pour simplifier) que le cycle du recyclage soit d'un an, et que la croissance soit de 10 % par an. Si nous sortons de terre, cette année, 100 unités d'une quantité de

matériaux que nous savons recycler à 80 %, l'année prochaine nous pourrions utiliser ces 80 unités recyclées et nous devrions extraire de terre 30 unités. L'année d'après, nous pourrions en utiliser 88, mais nous devrions en extraire 33, soit 10 % de plus que l'année précédente.

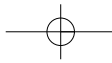
Et nous voilà repartis sur une exponentielle. Il est facile de généraliser ce raisonnement à n'importe quelle durée de cycle, n'importe quel taux de croissance et n'importe quel taux de recyclage. En un mot, le recyclage permet de gagner du temps, mais il ne saurait empêcher l'épuisement d'un stock par nature fini du fait d'une croissance exponentielle. Le recyclage ne devient une solution pérenne qu'à partir du moment où la croissance des flux matériels est voisine de zéro.

### L'illusion de la dématérialisation numérique et des technologies vertes

« Qu'à cela ne tienne... : dématérialisons ! », disent nos « OT ». C'est d'ailleurs en route, grâce aux nouvelles technologies de l'information et de la communication. Plus de papier : des échanges virtuels. Plus de déplacements physiques, et voilà notre problème résolu.

Hélas, ce n'est pas exactement comme cela que les choses se passent.

D'une part, les NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la communication) sont voraces en énergie et elles contribuent de manière croissante aux émissions



de GES. Les émissions mondiales de GES dues aux NTIC sont évaluées pour 2007 à un peu moins d'1 milliard de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> (11), avec une projection 2020 estimée à 1,5 milliard sous des hypothèses d'efficacité carbone volontaristes (12). En ce qui concerne la France, la part des NTIC dans l'empreinte carbone des ménages est passée de 0,3 % à 5 % de 1990 à 2008 (13).

Il y a deux raisons principales à cette intensité carbone des NTIC : d'une part, premièrement, les matériels utilisés sont principalement fabriqués en Extrême-Orient *via* des processus énergivores qui recourent, de surcroît, à une électricité à base de charbon et, deuxièmement, ces matériels consomment de l'électricité, dont l'intensité carbone varie beaucoup, d'un pays à un autre.

D'autre part, les NTIC ne viennent pas toujours se substituer à un usage ou à une pratique, mais bien souvent la compléter. La téléphonie mobile a suscité des usages qui n'existaient pas auparavant. Le fait qu'une facture soit électronique ne garantit pas qu'elle ne sera pas imprimée. La visioconférence ne supprime pas nécessairement les déplacements en avion (elle peut aussi permettre de multiplier les réunions classiques...). Enfin, le développement des NTIC s'accompagne de la croissance de la consommation de minerais rares (les terres rares, l'indium, le hafnium, le tantale, le gallium, etc.), qui butera sur des pics de production et dont on vient de voir que leur recyclage ne serait pas « La » solution... Bref, les NTIC sont des enfants de notre accès à une énergie abondante et, si on peut imaginer qu'elles facilitent un peu la résolution de notre problème, c'est sous certaines conditions. Pour le dire vite : elles sont efficaces si, et seulement si, elles permettent la réduction absolue de la mobilité physique des personnes. Est-ce bien ce que nous souhaitons ?

### Il faut changer de modèle, malgré la crise

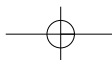
#### *En finir avec le consumérisme*

La croissance verte, avant même que d'être un oxymore, pourrait mourir de la crise économique. Quand le pouvoir d'achat baisse, les préoccupations environnementales diminuent aussi. Plus profondément, il pourrait paraître indécent de plaider pour une décroissance de la consommation matérielle quand de nombreux ménages ne peuvent plus joindre les deux bouts. Pourtant, c'est bien à cette conclusion que les chiffres nous amènent. Nous devons, dans nos pays, en finir avec le consumérisme, ce mode de vie qui relie notre satisfaction à la consommation croissante de biens matériels, qui nous rend incapables de nous passer d'achats de biens nouveaux (les produits électroniques en offrent une gamme infinie) et de remplacer régulièrement des biens anciens (je ne peux garder longtemps la même paire de chaussures, à supposer qu'elles soient assez solides..., sous peine de passer pour rétrograde ou radin), au motif qu'ils sont obsolètes ou démodés.

Citons le rapport (à paraître) du Centre d'analyse Stratégique sur la consommation durable, présidé par Elisabeth Laville : « [...] La consommation non durable que nous connaissons est la conséquence d'une orientation prise il y a 50 ans, un choix (parmi d'autres choix également possibles à l'époque) qui a fait du couple production standardisée/consommation le moteur principal d'un nouvel équilibre économique. Afin de sécuriser les débouchés, cette nouvelle économie a dû susciter une culture consumériste, faisant de la consommation une motivation essentielle, un symbole de réussite et d'émancipation, une promesse de bonheur, un but dans la vie. Du fait de la croissance perpétuelle de l'économie et de la quête sans fin de bonheur sur terre, la consommation a très logiquement atteint un régime insoutenable. C'est donc l'ensemble du dispositif historique inventé après guerre qu'il nous faut revoir à l'avenir. Ne traiter qu'une seule de ses dimensions, c'est se condamner à l'échec. Il nous faut donc définir la consommation durable, certes en référence au développement durable, mais aussi de manière spécifique en abordant directement la question du changement à apporter dans notre culture de la consommation. Car nous ne changerons pas durablement les comportements si nous échouons à changer la culture et les attitudes qui les fondent.

Ainsi, la consommation durable nous paraît devoir être définie comme un triple changement dans les habitudes historiques de la société de consommation :

- ✓ un changement dans les *finalités* de la consommation, qui doit cesser de devenir la voie d'accès privilégiée à la joie de vivre et le symbole majeur des relations sociales. La consommation, dans les pays riches, doit trouver progressivement un nouveau rôle historique, qui est de fournir les éléments simples, suffisant à la vie, en libérant ainsi un espace pour l'invention d'un art de vivre nouveau respectant les besoins des autres et ceux des générations futures (la finitude du monde étant incompatible avec la généralisation de notre mode de consommation) ;
- ✓ un changement dans les pratiques et les comportements amenant les citoyens à satisfaire leurs besoins par une consommation de biens matériels et de services plus respectueux des hommes et de la planète – plus économe en ressources, moins génératrice de pollution, contribuant davantage au progrès social, mieux inscrite dans des boucles vertueuses de la réutilisation, de la récupération et du recyclage –, mais aussi par le développement d'une consommation dématérialisée (location, partage, échange...) ;
- ✓ un changement de la culture et des modes de vie amenant les citoyens, grâce au temps et aux ressources ainsi libérés, à (ré)explorer d'autres pans de l'art de vivre équilibrant valeurs matérielles et valeurs immatérielles (par exemple, les liens familiaux et sociaux, la culture, les arts, le sport, les loisirs, la vie associative...), qui peuvent faire, ou non, l'objet d'échanges marchands.



### Réorienter l'activité économique et investir dans la transition

La croissance « verte » ainsi redéfinie ne peut pas « sortir de terre » toute seule. C'est d'ailleurs l'un des mérites indiscutables du Grenelle de l'Environnement que d'avoir impulsé une politique, même si on peut en regretter le manque d'ambition, les insuffisances et les erreurs.

Pour faire émerger un nouveau modèle économique, la combinaison de plusieurs conditions est indispensable. Cela nécessite :

✓ d'une part, une volonté politique et, d'autre part, un cap clairement marqué. Le libre jeu des forces du marché, autre manière d'exprimer la domination de l'individualisme, ne peut que conduire spontanément nos systèmes économiques dans le mur des pénuries et des tensions environnementales, comme on vient de le voir. Ce sera alors le retour des dictatures. Autant accepter dès maintenant une organisation économique duale, avec une politique générale impulsée par les pouvoirs publics, qui encadre et oriente les actions décentralisées des agents économiques. La question centrale étant ici celle de notre organisation démocratique : celle-ci permet-elle vraiment l'émergence d'une telle volonté politique axée sur un plus long terme que les échéances électorales, lesquelles sont de plus en plus courtes (14) ?

Ce cap une fois marqué, il faut des mécanismes qui permettent aux acteurs décentralisés d'agir dans la « bonne » direction. Les « signaux » à envoyer sont de deux ordres : pédagogique et économique. Pour que nous consommions moins de ressources, il faut que nous comprenions pourquoi (sinon, nous pourrions croire que c'est juste pour que d'autres s'en mettent plein l'estomac...) et que nous soyons incités à le faire. Or, rien n'est plus efficace, en matière d'incitation, que le prix : un prix croissant donné au carbone (via des taxes ou des quotas échangeables) conduit les agents économiques à en émettre de moins en moins. Pour les cas où ce mécanisme est inadapté (ou insuffisant), il doit être complété par des normes et des règlements (15).

Néanmoins, il est à craindre que cette méthode ne suffise pas pour passer rapidement du modèle consumériste au modèle de la croissance « verte ». La mise en œuvre démocratique d'un signal prix allant à l'encontre des pratiques (désirées ou contraintes) actuelles n'est pas facile, comme on l'a vu en France lors de la discussion sur la taxe carbone. C'est d'autant moins facile en période de crise économique.

Ne voit-on pas, cependant, qu'il faudrait au contraire utiliser ce moment pour investir massivement dans la nécessaire transition ? Ne voit-on pas que c'est aussi une contribution massive à la création (16) d'emplois ? Nous devons réduire la part de l'énergie (de l'énergie carbonée, notamment) dans notre PIB et augmenter corrélativement la part de la main-d'œuvre. Il s'agit d'en finir avec la logique dominante de l'ère industrielle, qui était celle de la recherche permanente de gains de productivité, autrement dit, du remplacement de l'homme par la machine. Et de développer une logique d'efficacité énergétique, qui nécessitera à la fois de mieux utiliser l'énergie, de l'utiliser moins

et de recourir, en conséquence, à plus de travail humain. Cette nouvelle donne est manifestement une voie permettant de sortir de la crise économique et sociale, à la fois parce qu'elle est créatrice d'emplois et parce qu'elle donne du sens.

### La prospérité ou la guerre

Si la décroissance n'est pas mobilisatrice, c'est parce qu'elle ne représente pas vraiment un projet d'avenir. Notre culture (en simplifiant abusivement) s'adapte difficilement à une représentation de l'avenir qui s'avère plus négative que celle de la situation présente. Nous sommes par ailleurs intoxiqués par un indicateur, le PIB, qui est supposé représenter le « bonheur économique », même s'il n'y est pour rien, car ce n'est pas du tout ce pourquoi il a été construit. Dès lors, nous préférons nous accrocher à l'idée que ce diable de PIB devra bien finir par croître à nouveau. La reprise est au bout du tunnel, aimons-nous à penser, car nous avons envie de croire que nous réglerons ainsi nos problèmes de chômage et de financement des retraites.

Pourtant, nous savons que cette croissance est encore possible pour les pays en développement ou émergents, si, et seulement si, nous acceptons la transition rapide vers un modèle plus sobre sur le plan matériel, ce qui, les conventions comptables actuelles étant ce qu'elles sont, ne peut se traduire que par une baisse du PIB.

Nous sommes dans un cercle vicieux : nos désirs, dont la satisfaction est essentielle à l'équilibre politique et social de la collectivité, entrent en contradiction avec des ressources matérielles insuffisantes pour les satisfaire. Contradiction entre l'infini de nos désirs et la finitude du monde.

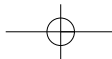
Pour en sortir, il va bien falloir que nous changions de registre et d'objectifs collectifs. Il va nous falloir regarder de près le fait que nous ne sommes pas nécessairement plus heureux en consommant toujours plus et que nos addictions multiples ne font qu'augmenter nos frustrations.

Il va donc nous falloir accepter de passer, d'un monde économique où l'indicateur clef est l'augmentation du revenu monétaire, à un monde où l'indicateur clef est la prospérité, sans a priori sur ce qui définit celle-ci et la rend possible.

Certes, cela ne sera possible qu'à la condition que cette mutation s'opère de manière équitable, c'est-à-dire si les plus riches matériellement d'aujourd'hui font beaucoup plus d'efforts de réduction de leur « train de vie » matériel que les plus pauvres.

Mais l'idée qu'une résolution de la question des inégalités sociales passe par l'augmentation générale du pouvoir d'achat, ce qui veut dire aujourd'hui par l'augmentation de la pression anthropique sur des ressources déjà surexploitées serait vraiment illusoire et dangereuse.

A vrai dire, l'aiguillage qui est devant nous est fort simple : soit nous changeons (dans la bonne humeur) de modèle socio-économique, soit nous allons tout droit vers des conflits militaires dus aux multiples pénuries qui se profilent à l'horizon.



### Notes

\* Co-fondateur et associé de la société Carbone 4.

(1) Voir « Prospérité sans croissance, La transition vers une économie durable », Tim Jackson, De Boeck, Etopia, 2010.

(2) Voir le rapport du Millenium Ecosystem Assessment, [www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org)

(3) Il s'agit d'une application du théorème des intégrales bornées...

(4) Rappelons que la mobilité est aujourd'hui très largement dépendante du pétrole et que, symétriquement, le pétrole est utilisé à 61 % pour des usages de mobilité (source AIE, 2009).

(5) « Le découplage croissance/matières premières. De l'économie circulaire à l'économie de la fonctionnalité : vertus et limites du recyclage », *Futuribles*, Juillet-Août 2010, numéro 365.

(6) Le GIEC estime les ressources totales à environ 3 700 GTC et nous en avons consommé, à ce jour, environ 600. Le rythme actuel est de 8 GTC par an. Avec 2 % de croissance par an, il faut environ 110 ans pour extraire les 3 100 GTC qui restent.

(7) Sans tenir compte du fait que ce déstockage provoquerait une catastrophe climatique. Calculés en GTEC (milliards de tonnes équivalent carbone), les ressources d'énergie fossile sont largement suffisantes, sans tenir compte du méthane ni du déstockage de la biomasse, pour conduire à la fin du siècle à une hausse de plus de 5° C de la température par rapport à 1850, si l'on devait procéder à ce déstockage dans les cinquante ans à venir.

(8) Voir l'article cité de François Grosse.

(9) C'est d'autant moins le cas si l'on brûle des forêts à très fort contenu en carbone pour planter des forêts à faible stockage. De la forêt primaire aux plantations d'eucalyptus, il y a une « légère différence », tant en carbone qu'en biodiversité...

(10) Pour une application numérique précise au cas de l'acier, voir l'article (cité) de François Grosse.

(11) Ce qui n'est pas rien : la capacité d'absorption des écosystèmes naturels est aujourd'hui d'environ 11 GT équivalent CO<sub>2</sub>, alors que l'humanité en émet environ 50 (soit près de cinq fois trop pour que la température planétaire cesse d'augmenter).

(12) Mac Kinsey, *How IT can cut carbon emissions*, octobre 2008.

(13) « ECO<sub>2</sub> Climat, indicateur carbone de la consommation finale des ménages en France », Carbone 4 et Mines Paris Tech, pour TF1.

(14) Voir le livre « Vers une démocratie écologique », de Dominique Bourg et Kerry H. Whiteside, Le Seuil, 2010, pour une proposition de réformes permettant d'intégrer ce temps « long » dans nos institutions.

(15) Voir par exemple « Les Etats et le Carbone », de Patrick Criqui, Benoit Faraco et Alain Grandjean, PUF, 2009.

(16) Même si les estimations en la matière ne sont pas faciles, et même s'il ne faut évidemment pas sous-estimer les transferts d'emplois qui vont s'opérer entre les perdants et les gagnants d'une telle régulation.

