

Notes techniques et réflexions

Les grands enjeux de l'énergie au XXIème siècle

Auteur : Olivier SIDLER

Août 2008 – Revu Mars 2012

ENERTECH

Ingénierie énergétique

26160 FELINES S/RIMANDOULE

TEL & FAX : (33) 04.75.90.18.54

email : contact@enertech.fr

Web : www.enertech.fr

Les grands enjeux de l'énergie au XXI^{ème} siècle

Au début des années 80, à la suite du second choc pétrolier, le baril coûtait tellement cher que le déficit commercial de la France se montait à 200 milliards de francs par an. Des programmes de maîtrise de l'énergie se mettaient en place. Puis brusquement, la tension s'est relâchée vers 1985, le baril a atteint 10 dollars, et la France s'est endormie. D'un coup les réserves semblaient inépuisables, les problèmes disparus, et l'arrivée sur le marché de l'électricité nucléaire semblait résoudre toutes nos difficultés pour l'éternité. La France a complètement arrêté de réfléchir à des solutions efficaces, et aux difficultés pourtant évidentes qui nous attendaient.

On peut donc effectivement se demander ce qui a changé depuis, et pourquoi essayer aujourd'hui de construire et de rénover des bâtiments à très faible consommation d'énergie. Les raisons de ce choix sont guidées par une analyse globale de la situation énergétique mondiale en ce début de XXI^{ème} siècle. Cette approche se fonde sur une analyse en trois parties : l'épuisement des ressources, les tensions géopolitiques et les nuisances environnementales.

Au rythme actuel de consommation (c'est à dire en supposant que la consommation mondiale sera dans le futur la même qu'aujourd'hui), les **réserves prouvées** d'énergie fossile sont de 40 années pour le pétrole, 63 pour le gaz, 218 pour le charbon et 71 pour l'uranium. Ce type d'évaluation est évidemment faux car notre consommation d'énergie augmente de 2%/an à l'échelle mondiale, si bien qu'en intégrant cette croissance dans la prévision, on prend conscience avec horreur que nos réserves prouvées ne sont plus alors que de 50 ans.

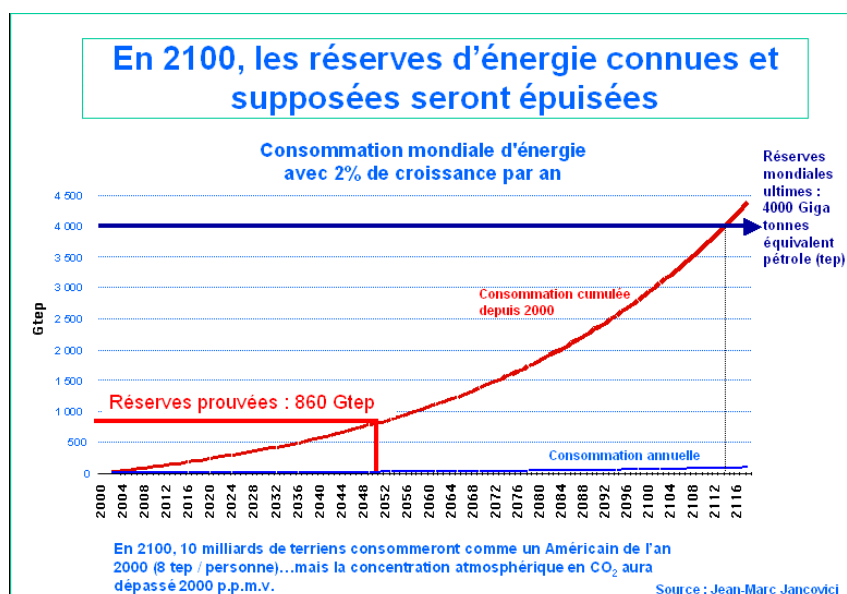


Figure 1 : Ressources énergétiques fossiles et consommation d'énergie

On découvrira bien sûr d'autres gisements (plus chers). Si on ne change toujours rien à nos modes de consommation mais si on considère maintenant les *réserves ultimes* d'énergie, c'est à dire la totalité de l'énergie que l'on pense pouvoir découvrir et extraire un jour dans le meilleur des cas, la croissance de la demande aura eu raison de ce gisement ultime...en 2115, soit d'ici un siècle. Il n'y aura alors plus une seule « goutte » d'énergie fossile à disposition de l'homme. A l'évidence, mais il y a longtemps qu'on le sait, nous sommes condamnés à nous adapter rapidement.

Ce délai d'un siècle, même s'il peut paraître énorme à l'échelle individuelle, n'en est pas moins ridiculement court au regard des enjeux et du problème posé. En effet, il va falloir changer nos systèmes de production et de consommation d'énergie pour s'adapter. Et ces transformations seront longues : bâtiments, machines, véhicules, sont conçus pour durer plusieurs décennies. Le choix des infrastructures (rail ou route par exemple) a des effets pendant parfois un siècle. Loin de permettre de « voir venir » les quelques décennies de ressources seront tout juste suffisantes pour opérer ces transformations lourdes qui devront en plus commencer par vaincre l'inertie de nos mentalités.

Voilà pour la question du « réservoir ». Mais l'humanité a en plus un problème de robinet. C'est le fameux « pic de Hubbert ». Le moment inéluctable et irréversible à partir duquel l'offre d'énergie fossile va devenir définitivement inférieure à la demande, quoiqu'on fasse.

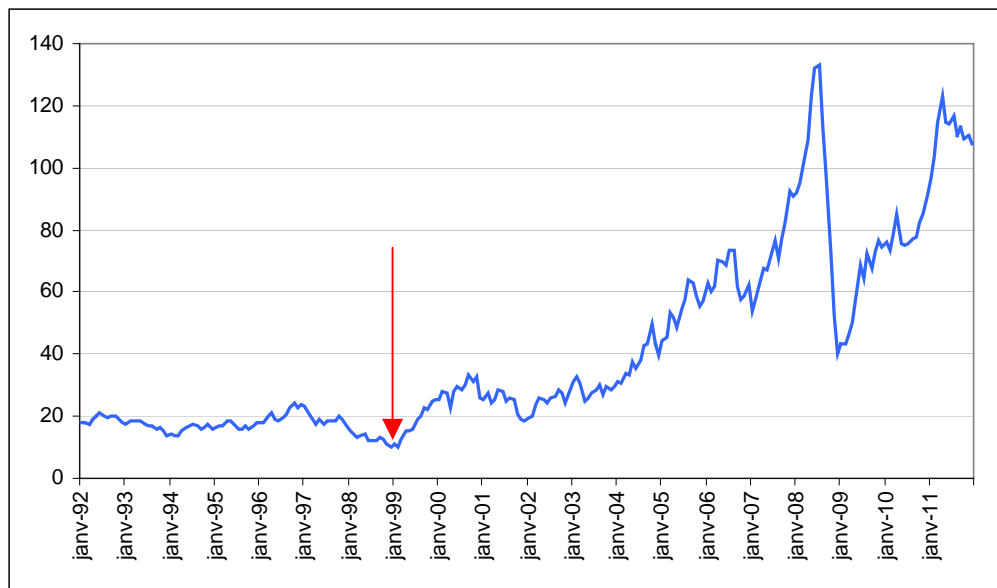
Ceux qui pourront alors avoir de l'énergie seront ceux qui la payeront le plus cher. C'est ainsi que le marché arbitrera. On assistera donc avec certitude à une envolée des prix de l'énergie. Mais personne ne peut dire à combien ce prix se stabilisera : 200, 300, voire 400 dollars le baril ? La seule chose dont on est certain, c'est que cette hausse sera spectaculaire, et surtout qu'elle aura des effets redoutables sur l'économie. On peut également et surtout craindre une tension sociale très forte, lorsque les français les moins aisés seront dans l'incapacité totale de payer une facture énergétique quatre fois plus chère que celle, parfois déjà élevée, qu'ils payent aujourd'hui.

Or le pic de Hubbert est derrière nous. Le Premier Ministre François Fillon a déclaré le 5 Avril 2011 « Nous avons, en 2009, atteint le pic de production en matière de pétrole. La production ne peut maintenant que décroître ». La catastrophe économique est donc très clairement à notre porte....

Le pic de Hubbert n'affecte pas que le pétrole. Il touche l'exploitation de n'importe quel gisement (bauxite, minerai, etc). Ainsi, l'approvisionnement énergétique chinois est fondé pour les deux tiers sur le charbon, particulièrement abondant dans ce pays qui possède 22% des réserves mondiales. Or le pic de Hubbert pour le charbon chinois (peak coal) est prévu en....2020 !

De manière paradoxale, dans ce contexte de relative pénurie, les lois du marché fonctionnent de manière peu claire. L'économie enseigne que le prix d'un bien est le reflet de sa rareté. Or même à 100 dollars le baril, le pétrole est deux fois moins cher que l'eau minérale ! Que faut-il en conclure ? Les outils qui régulent si bien la vente en supermarché ne fonctionnent plus de manière satisfaisante dès qu'il s'agit de l'énergie...L'économie nous

envoie un signal brouillé quant à la rareté des énergies fossiles, ce qui ne permet pas aux opérateurs d'agir comme pour une pénurie de sucre ou d'eau minérale, c'est à dire en anticipant.



Source : Observatoire de l'énergie

Figure 2 : Evolution du prix du pétrole brut en dollar courant

Entre 1998 et 2011, le prix du pétrole brut en dollar constant a été multiplié par un facteur 6,6 ce qui correspond à une augmentation de 15,6 %/an !

Alors le nucléaire ? Nul ne sait quel rôle il jouera exactement au cours de ce siècle, mais tout laisse à penser que ce ne sera pas un rôle majeur, compte tenu des problèmes de sécurité, de déchets, de démantèlement et finalement de coûts à long terme qu'il pose. Il ne constitue en rien LA solution, le recours. D'abord les réserves d'uranium, au rythme actuel de consommation, ne sont que de 70 ans. Il faudrait donc *a minima* revenir aux réacteurs à neutrons rapides, les surgénérateurs, pour espérer sur le papier augmenter la durée des réserves. Mais le risque serait alors multiplié par 1000, et aucun prototype industriel n'a réussi à fonctionner. Ensuite, ces réacteurs ne permettent « que » la production d'électricité. Or celle-ci ne représente en France que 16 % de l'énergie finale, celle qui est livrée aux bornes des bâtiments. Il resterait donc 84% du problème de ressource énergétique à résoudre si la France était totalement nucléarisée....La solution n'est donc pas là.

La première conclusion qui s'impose face à la raréfaction de l'ensemble des ressources énergétiques est que, malgré les apparences, on dispose de peu de temps pour trouver de nouvelles solutions et s'adapter à cette situation de pénurie.

La seconde observation qui s'impose concerne la localisation géographique des ressources d'énergie fossiles. Ces ressources se trouvent réparties de façon peu homogène à la surface de la Terre : 65 % des réserves de pétrole et 35% des réserves de gaz sont au Moyen Orient, seule région à pouvoir offrir au monde riche sa croissance et ses ajustements

de consommation dans le futur. Mais 70% des réserves de charbon sont regroupées dans les trois régions potentiellement les plus puissantes du monde : les USA, la Chine et l'ex URSS.

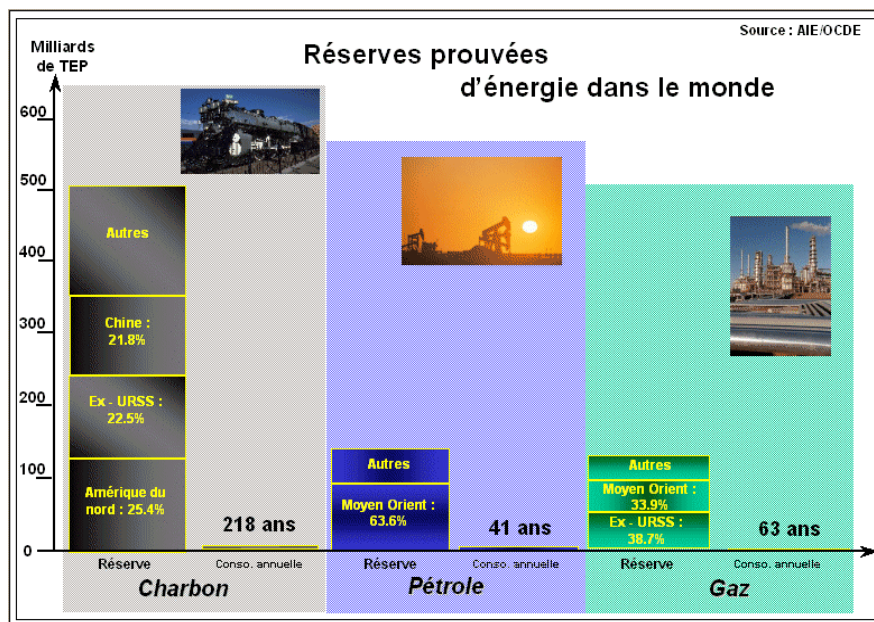


Figure 3 : Origine géographique des principales ressources fossiles

L'Irak dispose probablement des plus grosses réserves de pétrole du monde, et ce pétrole est le meilleur marché de la planète (son extraction est très aisée). Il pourrait donc constituer demain le prix directeur de l'énergie. Dans ce contexte, la guerre en Irak trouve une explication simple. Elle préfigurait d'autres guerres à venir (mais vu l'échec de l'entreprise américaine, elles n'auront pas lieu...), toutes destinées à contrôler l'approvisionnement en énergie du monde riche. Puis viendront les guerres pour le partage de ces ressources, donc entre pays riches. Ces guerres là seront de type économique, et elles opposeront un tripôle de nations regroupées autour des Etats Unis, de l'Europe et de la Chine. Et ceci se déroulera sur fond de pénurie dans les pays les plus pauvres.

Mais on ne peut aussi exclure encore d'autres conflits, consécutifs aux désordres climatiques eux-mêmes, comme les inondations par suite de la montée du niveau des eaux de l'océan, ou la désertification de certaines zones du globe et l'exode des populations vers des pays qui, évidemment, les combattront pour ne pas être envahis. D'ores et déjà les Nations Unies, dans un rapport datant de 2005, prévoyait que 50 millions de personnes seraient des « déplacés du climat » en 2010, et plusieurs centaines de millions vers 2050. Où iront ces personnes, qui les accueillera ? Evidemment personne *a priori*. D'où de nouveaux conflits, de nouvelles guerres, peut-être encore plus sordides que les autres, pour repousser la misère à la mer ou vers la famine.

La seconde conclusion face au regain de ces tensions géopolitiques est que les stratégies énergétiques actuelles des pays riches mènent avec certitude à une recrudescence des guerres et de la misère sur Terre. Et dans ce contexte, tous les scénarii du futur sont pour les pays pauvres des scénarii catastrophes dont ils ne sortiront pas vainqueurs.

Enfin, l'énergie est grande responsable dans les problèmes environnementaux. A tous les stades de sa transformation, l'énergie est source de nuisances : marées noires, effet de serre, couche d'ozone, déchets radioactifs, la liste est longue et l'impact environnemental de ces nuisances n'est plus nié par quiconque. La plus grave et la plus immédiate de ces menaces est le réchauffement climatique (majoritairement dû au CO₂), dont l'origine anthropique est aujourd'hui bien établie : le monde libère déjà deux fois plus de carbone que ce que la Terre peut absorber (essentiellement par les océans). Si les pays riches ne divisent pas très vite par 4 ou 7 (voire 10 pour certains) leurs rejets de gaz à effet de serre (donc aussi leurs consommations d'énergie), les désordres observés se multiplieront : inondations, tempêtes, modification des régimes de climats et de pluies, inversion des grands courants marins, voire « débullage » de l'océan qui au lieu d'absorber le CO₂ relarguerait celui qu'il contient déjà. **Or cette inversion de comportement de l'océan pourrait se produire si la température sur terre augmentait de plus de 2°C.** Les climatologues du GIEC ne cessent de nous alerter : si la température du globe augmente de plus de 2°C, on risque ce qu'ils appellent un emballement du climat : même en arrêtant alors toute émission de gaz à effet de serre, on ne pourrait plus contrôler la dérive rapide et importante des températures avec tout leur cortège de cyclones, d'inondations, de cataclysmes, etc.

D'ores et déjà, on sait que l'élévation de température au cours du XXI^{ème} siècle se situera, si on ne fait rien, entre 4 et 5 °C. Les « archives » climatologiques contenues dans les glaces polaires et vieilles de 800.000 ans ne contiennent aucune température terrestre correspondant à 5°C de plus que la température actuelle. En revanche, il y a 18.000 ans, à la fin de la dernière ère glaciaire, la température de la Terre a été inférieure de 5°C à la température actuelle. Le niveau des océans était alors inférieur de 120 m au niveau actuel et on se rendait donc à pied sec de France en Angleterre, l'Europe du Nord et l'Allemagne étaient recouvertes par 3 km de glace. En France, l'Est était également recouvert par d'importants glaciers : ils avaient un kilomètre d'épaisseur à Lyon (la fameuse colline de Fourvière est d'ailleurs une moraine glaciaire datant de cette époque) et 2 km d'épaisseur à Briançon. Ailleurs, le sol était du permafrost.... Autant dire qu'à la fin du siècle, 5°C de plus correspondront à un changement d'ère climatique, et pas à un changement de temps permettant de bronzer un peu plus l'été et de se chauffer un peu moins l'hiver. C'est une révolution qui nous attend, et peu de Français, même parmi les décideurs et les élus, en sont vraiment conscients.

Les conditions de l'équilibre en carbone sur Terre sont simples : le seul puits de carbone à long terme est l'océan (un peu aidé par la forêt...). Il absorbe, bon an mal an, 3 milliards de tonnes de carbone annuellement. Comme il y a 6 (et même 7 !) milliards d'habitants sur Terre, chacun de nous, en toute équité, a droit de rejeter 0,5 tonne de carbone/an. Globalement la Terre rejette déjà le double. En clair cela signifie pour les pays riches de réduire par un facteur 4 à 5 leurs émissions de gaz à effet de serre actuelles, donc leurs consommations d'énergie. A ce jour, la plupart des instances internationales et des chefs d'Etats raisonnables ont admis cette idée, même s'ils ne l'ont pas encore traduite en actions.

Ouvrons un instant une parenthèse sur ce calcul d'équilibre en carbone de la planète. Il est effectué avec la population actuelle (6 milliards de personnes), alors qu'il se propose d'atteindre l'équilibre en 2050, une époque où nous serons... 10 milliards d'habitants. **Il serait donc plus honnête et plus juste d'admettre que l'effort à faire n'est pas le facteur 4, mais le facteur 7.**

D'autant plus que dans un rapport récent, James Hansen, qui dirige le Goddard Institut for Space Studies de la NASA et qui est un des meilleurs spécialistes mondiaux du climat, estime que la concentration d'équilibre du CO₂ sur terre est de 350 ppm, et non de 550 ppm comme on l'espérait, sans fondements scientifiques, depuis quelques années. Au-delà de ce seuil, la température sur terre augmenterait de plus de 2°C et l'océan, qui est notre principal puits de carbone, n'absorberait plus rien, nous conduisant à une asphyxie certaine...Pire, si on atteint 450 ppm, l'ensemble des glaces polaires continentales pourraient fondre et le niveau de la mer augmenterait de 75 m faisant de Montélimar une ville de bord de mer. Or on est déjà aujourd'hui à...393 ppm.

En ce début de XXI^{ème} siècle nous sommes donc confrontés à une double problématique : celle du réchauffement climatique qui menace notre survie sur Terre et celle de la pénurie en énergie fossile, avec pour corollaire une grave crise économique si la facture énergétique n'est pas contrôlée. **Il nous faut agir de façon « massive » en divisant par 7 ou 10 nos consommations actuelles, ce qui est un défi considérable, mais en plus il nous faut agir très vite pour ne pas atteindre une élévation de plus de 2°C de la température terrestre, après quoi il n'y aura plus rien à faire.** Dans une interview au journal Le Monde datée du 7 Juillet 2008, Rajendra Pachauri, président du GIEC (récent prix Nobel) a déclaré : *« Pour contenir la hausse des températures en deçà de 2 °C-2,4 °C, qui est selon nos travaux la ligne à ne pas franchir pour ne pas se mettre gravement en danger, il ne nous reste que sept ans pour inverser la courbe mondiale des émissions de gaz à effet de serre. C'est très peu. »*. Ca nous met en 2015....

A ce stade on peut donc se poser la question : faut-il réduire nos besoins (par la maîtrise de l'énergie) ou bien chercher des sources d'énergie de substitution ?

La réponse est simple : il faut faire les deux. Dans la situation d'urgence actuelle, il faut d'abord maîtriser l'énergie parce que c'est facile et spectaculaire. Et il faut effectivement rechercher des solutions énergétiques de substitution pérennes capables de répondre à nos besoins à long terme.

Dans ce contexte, la réduction des consommations du bâtiment est donc une priorité. D'abord parce que le bâtiment est le secteur le plus consommateur d'énergie (46 % de la consommation totale), l'un des plus gros émetteurs de gaz à effet de serre (25 % des émissions totales), et c'est surtout là qu'il est le plus facile d'agir, à la fois techniquement et rapidement. L'ensemble de la profession doit donc s'en persuader et s'engager dans un programme volontariste.

Est-ce vraiment techniquement possible ? La question ne se pose pas tout à fait ainsi. Il ne s'agit en effet pas de savoir si c'est techniquement possible ou si c'est cher. La question est plutôt de savoir quand est-ce qu'on commence à transformer les bâtiments et donc quand est-ce qu'on aura trouvé les moyens techniques et économiques pour y parvenir. Car nous n'avons pas le choix. Nous sommes condamnés à réussir ce pari technologique, ou à

disparaître petit à petit. Toute discussion, toute procédure tentant à prouver le contraire ou visant à entraver cette démarche est une perte de temps qui pourra coûter cher à l'humanité dans la course contre la montre qu'elle doit aujourd'hui entreprendre.

Pour conclure, souvenons du message très fort de Nicholas Stern. Ce brillant économiste britannique, nullement acquis à de quelconques thèses écologiques, a chiffré en 2006 ce que coûterait la lutte contre le changement climatique : 1% du PIB mondial chaque année. C'est une somme importante, il en a convenu, mais a aussitôt ajouté que ne rien faire contre le réchauffement climatique coûterait annuellement plus de 5% du PIB mondial. Nous devons donc revoir nos raisonnements, lutter contre des notions de rentabilité à court terme, comprendre que lorsqu'on se noie, on ne cherche pas à discuter le temps de retour de la bouée...