



FLASH N°13 – septembre 2009

Réagissez à ces articles sur le forum de www.centrale-energies.fr, rubriques : *renouvelables, vecteurs d'énergie et fossiles*

A propos de bilan énergétique (2) : énergie utile, agrocarburant et photovoltaïque par Alain ARGENSON (ECN 62)

Les bilans énergétiques font apparaître deux catégories d'énergie : énergie primaire et énergie finale (voir Flash 11) Par ex le bilan énergétique de la France en 2007 publié par la DGEMP est de 278.43 Mtep d'énergie primaire (-15,42 Mtep non énergétique) et 177.91 Mtep d'énergie finale.

Il faut ajouter un autre décompte avec l'énergie utile qui tient compte des rendements des systèmes (par exemple : chaudière, moteur thermique,...)

Il n'existe pas de données officielles mais l'on estime l'énergie utile à 120 Mtep. C'est une notion qui présente un intérêt pour changer d'énergie.

Les comparaisons entre pétrole, charbon et gaz sont faciles car l'on passe par l'intermédiaire de la chaleur. Il n'en est pas de même lorsque l'on veut comparer la chaleur, ou l'énergie mécanique associée, et l'électricité. Par exemple dans les transports au sol comment comparer la consommation de pétrole et celle d'électricité. Si le rendement dans une chaudière ou une turbine à gaz avec **cogénération** est élevé, dans les véhicules automobiles il n'est en moyenne que de 20% et encore moins en ville.

Comparons un véhicule à essence et un véhicule électrique :

- 1000 litres d'essence automobile (=0.74 tep d'énergie finale) vont produire 200 litres utiles soit $200 \times 31698 \text{ KJoule} = 634\,000 \text{ KJoule}$ soit (en divisant par 3.6 kJ) 1761 kWh utiles
- le véhicule électrique, compte tenu du rendement des batteries et du moteur et des besoins des auxiliaires, aura un rendement d'environ 50% soit un besoin en énergie finale de $1761/0.5=3522 \text{ kWh}$ finaux. Cette énergie finale aura suivant son origine un équivalent primaire différent. En provenance d'une centrale thermique (nucléaire, charbon, pétrole) l'on obtient, suivant la méthode de l'équivalent primaire à la production avec un rendement de 38.7%, une énergie primaire de 0,782 tep (3522 kWh x 0,222). Pour l'éolien ou le photovoltaïque l'équivalent théorique d'énergie primaire est de 0.303tep (3522 MWh x 0,086). La source d'énergie primaire est importante pour déclarer qu'un véhicule électrique est polluant ou non en GES.

Le réchauffement climatique mais également des facteurs économiques et géopolitiques ont conduit à encourager la production d'agro-carburants essentiellement pour les transports. Les combustibles fossiles ont une densité énergétique importante mais faut-il pour autant continuer à les utiliser pour les transports terrestres et maritimes ? Et faut-il développer les agro-carburants en complément ou en substitution ?

Un hectare de culture énergétique produit environ 100 000 Mj d'agrocarburant^[1] soit l'équivalent de 27 777 kWh/an. L'énergie utile de ce carburant dans un véhicule terrestre sera seulement de $27777 \times 0.2 = 5555 \text{ kWh}$.

Sur un hectare, on peut installer 500kWc de panneaux solaires polycristallins qui produiront en moyenne en France 1000 kWh finaux par kWc soit 500 000kWh/an. L'énergie utile sera donc de $500000 \times 0.5 = 250\,000 \text{ kWh}$

En conséquence, le photovoltaïque produira pour une utilisation dans un véhicule terrestre environ 45 fois plus d'énergie pour la même surface. Par ailleurs le photovoltaïque pourra être installé sur des terrains impropres à la culture.

Faut-il donc continuer à encourager cette filière qui même avec la seconde génération de cultures énergétiques ne pourra que multiplier que par 2 ou 3 son rendement énergétique ?

Oui il faut l'encourager mais pour des applications spécifiques qui ont besoin de cette densité énergétique comme l'aviation.

Dans le même temps, les panneaux photovoltaïques auront doublé leur rendement et on pourra facilement recharger les batteries de sa voiture avec les panneaux installés sur sa maison. Une voiture fait en moyenne 15 000 km par an. L'énergie électrique finale nécessaire est environ 0.25 kWh/km donc 3750kWh par an soit avec les panneaux actuels environ 4kWc (env. 30m²) et probablement la moitié dans le futur. Il reste encore le coût de cette solution et notamment celui des batteries mais la recherche fait des progrès importants.

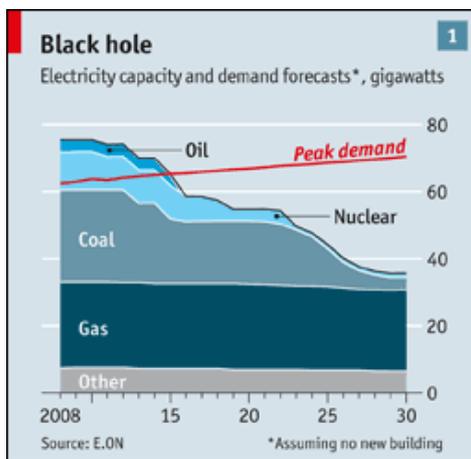
[1] « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production des biocarburants » Rapport technique ADEME, DIREM, PwC novembre 2002

La production d'électricité de la Grande Bretagne est-elle en passe de s'effondrer ?

Claude Poirson (ECN 71) d'après deux articles parus dans The Economist le 6/08/09

Le réseau britannique montre des signes de faiblesse. Lors des jours froids du début 2009, la demande d'électricité a atteint 59GW, 45% provenant du gaz, 35% du charbon, 15% du nucléaire, les 5% restant d'un ensemble d'autres sources. Lorsque deux centrales, l'une nucléaire et l'autre au charbon, ont du être arrêtées, il y a eu des coupures sur le réseau.

En effet, une partie des 75GW installés n'est pas opérationnelle ; ainsi, une part importante devrait être arrêtée dans les prochaines années. D'après le gouvernement, il manquerait 20 GW en 2015, mais les études d'EDF prévoient un manque de 32 GW et celles d'E.ON un manque de 26 GW.



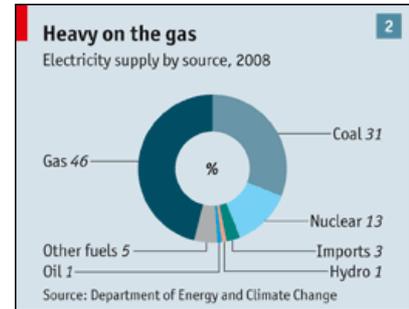
En 2015 la puissance nécessaire lors des pics de consommation est évaluée à 64 GW ; d'où cela proviendrait-il ?

En effet les centrales nucléaires et les centrales au charbon sont anciennes. Parmi les premières, la moitié est arrêtée et en passe de perdre son autorisation d'exploitation et aucune nouvelle centrale nucléaire ne pourra être achevée avant 2017. Quant aux secondes, elles ne sont pas conformes aux nouvelles règles européennes tant en ce qui concerne les émissions d'oxydes de soufre et d'azote qu'en matière d'émission de particules. Elles demandent la mise en place d'équipements coûteux pour leur mise en conformité, mais compte tenu de leur âge les exploitants ne souhaitent pas les équiper et les centrales non équipées devraient fermer en 2015.

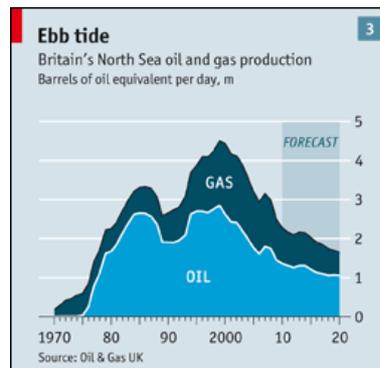
Les politiques qui ont prévalu après la libéralisation des marchés ont été purement économiques et n'ont pas pris en compte les effets du réchauffement climatique et la sécurité d'approvisionnement.

Comme la Grande Bretagne a prévu de baisser de 34% ses émissions de CO₂ en 2020, pour atteindre une baisse de 80% en 2050, il est injustifié de construire de nouvelles centrales à charbon pour faire face à la demande. Quant aux projets d'utilisation de l'énergie des vagues, du soleil et du vent, et en particulier l'éolien offshore, qui prévoient l'installation de 33 GW de champs éoliens, d'aucuns doutent de leur réalisation compte tenu qu'actuellement il n'y a que 0.6 GW installés.

En outre, du fait de l'opposition des riverains et du manque de subventions de l'état, cet objectif ambitieux ne serait pas atteint. Qui plus est, l'intermittence de la production de ces équipements ne suffira pas à combler le déficit de puissance nécessaire.



Ainsi, puisque le charbon est trop sale, le nucléaire trop long à construire et les énergies renouvelables limitées, les producteurs investissent dans de nouvelles centrales au gaz, peu chères et rapides à construire. Le problème est que la Grande Bretagne produit déjà 46% de son électricité à partir du gaz et que la production de la mer du Nord a atteint son maximum en 1999 et depuis décroît rapidement.



D'où la recherche d'autres sources d'approvisionnement comme le font la Norvège, le Moyen Orient (gaz liquéfié), la Russie (avec les risques liés à ces deux derniers marchés et la nécessité d'accroître les capacités de stockage, de construire des terminaux méthaniers et de nouveaux pipe-lines). De plus, le prix du gaz étant corrélé au prix du pétrole, il est sujet à de fortes variations, ce qui peut poser des problèmes avec les clients qui utilisent aussi majoritairement le gaz pour le chauffage et les usages domestiques.

Les autres mesures nécessaires pour faire face à cette diminution seraient, d'une part l'augmentation de capacité des lignes reliant la Grande Bretagne au continent, participant ainsi à la création d'un réseau électrique européen plus sûr, et d'autre part la taxation du CO₂ à un niveau convenable pour faciliter les investissements à long terme et participer à la mise en place d'un niveau plancher du prix de l'énergie.

Les pétroles non conventionnels

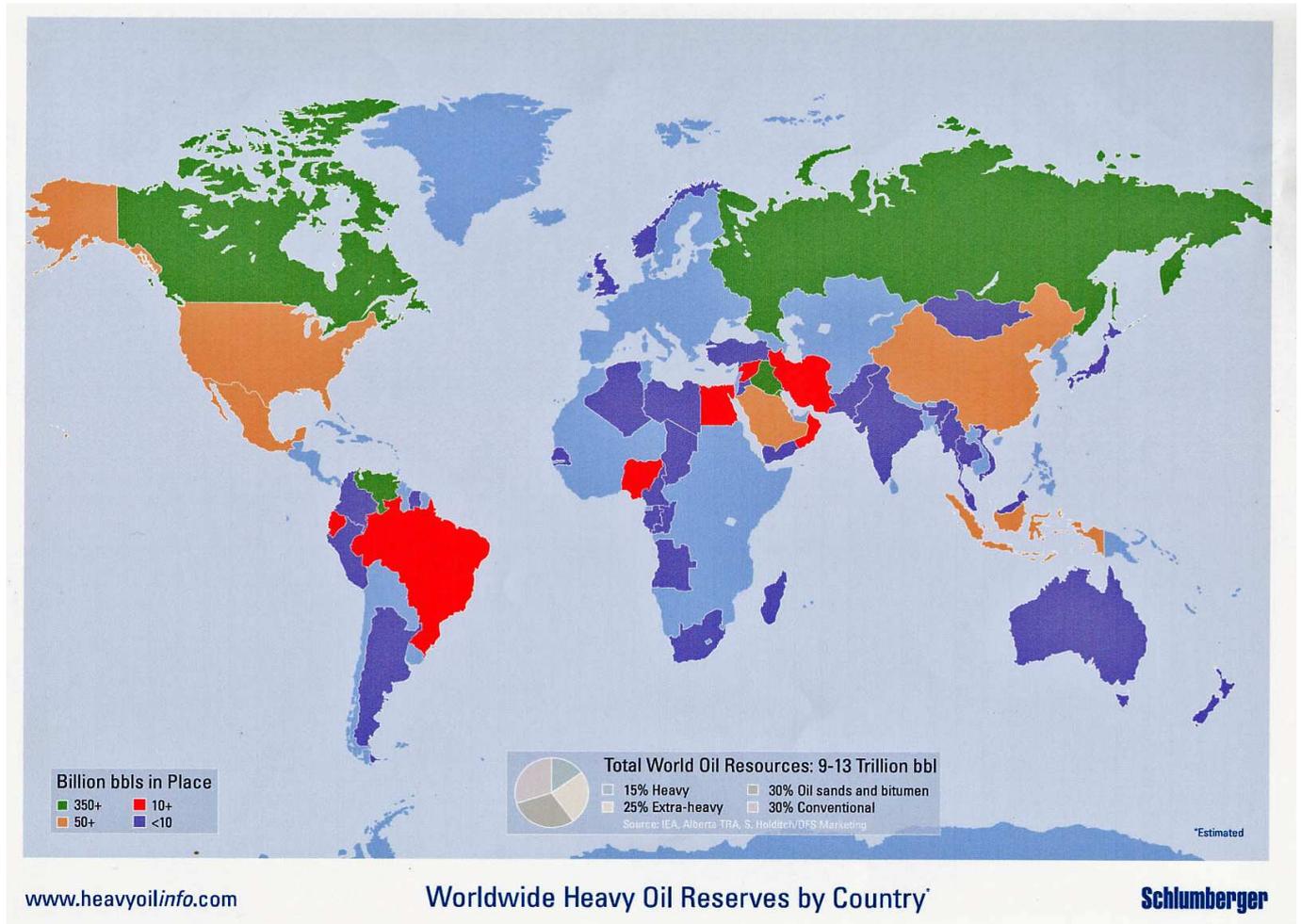
par Jacques MARATIER (ECN 69)

La surinformation lancée à grand échelle durant les deux ou trois dernières années sur « la fin des réserves de pétrole dans le monde », puis l'escalade spéculative des prix de pétrole brut en 2008, ont vraisemblablement accéléré une augmentation des activités concernant l'exploitation des pétroles dits « non conventionnels ».

Dans le cadre de ce bref article, nous parlerons de deux sources de pétroles non conventionnels :

- les sables bitumineux (*tar sands*)
- les schistes bitumineux (*oil shales*)

Pour référence, indiquons aussi l'existence de pétroles lourds et extra-lourds dont les réserves sont aussi importantes.



Historiquement, l'exploitation de certains de ces gisements existe depuis la nuit des temps, par exemple en Mésopotamie, au Canada, en France et autres, et ceci bien avant l'avènement industriel du pétrole.

Ces pétroles non conventionnels représentent aujourd'hui **70% des réserves en hydrocarbures identifiées mondialement** (voir l'illustration). Leur production reste aujourd'hui toutefois modeste à l'échelle mondiale, seuls le Canada et le Venezuela sont des producteurs industriels ; Le Canada produirait 400 000 bbl/jour à partir de leurs sables bitumineux. Rappelons que la production mondiale journalière se situe aux alentours de 80 millions de barils.

Les sables bitumineux

Ce sont des sables enrobés d'une pellicule de bitume (hydrocarbures très lourds) et d'eau. Le bitume sera séparé du sable principalement par chauffage.

L'exploitation de ces sables se fait dans des mines, souvent à ciel ouvert (Canada). L'exploitation se fait aussi «*in-situ*» dans des puits forés jusqu'à 1000 mètres de profondeur (Venezuela).

La majeure partie des gisements exploités aujourd'hui se trouve en Alberta au Canada, et dans le bassin de l'Orénoque au Venezuela. Il est estimé que le Canada et le Venezuela possèdent actuellement en réserve **deux fois plus** de pétrole non conventionnel que toutes les réserves de pétrole traditionnel du monde.

Il existe aussi d'autres gisements moins importants dans le monde, mais cependant exploitables, aux Etats-Unis, en Russie, au Moyen Orient et en Afrique.

Les schistes bitumineux

Ces schistes contiennent une matière organique, le kérogène, qui après un processus industriel souvent complexe, donne du pétrole et du gaz combustible. Ces schistes peuvent être aussi dans certains cas utilisés directement comme combustibles ou comme matière première pour des industries chimiques ou en agriculture.

Les schistes bitumineux connaissent un intérêt croissant dans de nombreuses régions du monde, pour le moment un cinquantaine de pays. Les réserves mondiales identifiées, en schistes bitumineux sont de l'ordre de 4000 milliards de barils de pétrole en place, dont 1000-1200 milliards de barils aux Etats-Unis.

Aujourd'hui, la majorité des extractions se font à ciel ouvert, l'exploitation manque de maturité, de conviction économique et de solutions aux problèmes écologiques inhérents; trois principaux sites d'exploitation continuent de fonctionner au Brésil, en Estonie et en Chine.

Les coûts d'exploitation

C'est la question à la mode. Les coûts d'exploitation cités varient considérablement pour des raisons techniques, stratégiques et politiques.

De nombreuses techniques d'extraction d'hydrocarbures lourds, avant l'envoi vers une raffinerie, existent et vont de l'exploitation en surface d'une carrière, en passant par des puits horizontaux, jusqu'à des systèmes sophistiqués de récupération tertiaire de gisement ; les coûts opérationnels varient en conséquence. Des avancées technologiques substantielles ont été faites durant la dernière décennie. Les coûts d'exploitation de ces hydrocarbures sont chaque jour en baisse.

Les coûts d'exploitation sont généralement tenus confidentiels pour des raisons de concurrence. Certains états ont tendance à «rosir» les chiffres pour justifier leur soutien à cette activité. Dans l'environnement pro-écologie actuel, les relations publiques restent discrètes et les communications minima sur le sujet.

Dans ces conditions, il est extrêmement délicat d'avoir des chiffres fiables pour les coûts d'exploitation. Les journalistes et les économistes, avec parfois de maigres connaissances techniques, donnent des chiffres glanés à droite et à gauche, allant pour un même produit de 10 à 90 \$US par baril.

Extraire les pétroles non conventionnels coûte en général considérablement plus que pour les pétroles «classiques», car il faut dépenser beaucoup d'énergie pour obtenir les barils utilisables ; plutôt que le coût d'exploitation les professionnels de cette activité préfèrent utiliser la différence : énergie potentielle du baril extrait *moins* énergie dépensée pour l'obtenir.

Futur

La crise économique a certainement ralenti, voire arrêté, des projets de développement. Cependant, cette situation transitoire ne remet pas en cause les projets à long terme ; la Chine ne vient-elle pas d'annoncer en août 2009 qu'elle est prête à investir deux milliards de dollars canadiens dans l'exploitation des sables de l'Alberta ?

Les réserves annoncées sont considérables et perçues comme étant économiquement viables à moyen et long terme. Les sociétés pétrolières traditionnelles ont depuis quelques années manifesté positivement leur intérêt pour ces nouvelles sources d'hydrocarbures.

Indépendamment de toute considération écologique que chacun a le droit ou le devoir d'avoir, une fois de plus la question du jour n'est pas «*les réserves d'hydrocarbures sont-elles épuisées ?*» mais plutôt «*combien voulez-vous payer pour un baril ?*».

Dates à retenir

par **Christiane DREVET (ECN 65)**

- | | |
|-----------------|--|
| 30 septembre 09 | La crise économique, une chance pour le climat ? , ASIEM, 6, Rue Albert de Lapparent, 75007 Paris |
| 21 octobre | L'éternelle émergence de la voiture électrique , ASIEM |
| 18 novembre 09 | Libéralisation des marchés de l'énergie et gros consommateurs , ASIEM |
| 16 décembre 09 | WEO 2009 de l'AIE , ASIEM |
| 20 janvier 10 | Rénovation des bâtiments , ASIEM |
| 18 février 10 | prospectivité RTE 2013-2025 , ASIEM |



Les lieux et le mode d'inscription sont précisés sur l'invitation, insérée au site www.centrale-energie.fr, six semaines avant chacune des conférences

**Au sommaire du prochain numéro (novembre 2009)
L'automobile « propre » au salon de Francfort – climat et crise économique -
Dates à retenir**